

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

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

PAR
ISABELLE PAGÉ

RISQUE DE PRONOSTIC DÉFAVORABLE CHEZ LES PATIENTS
ATTEINTS DE LOMBALGIES CHRONIQUES : LE RÔLE DE
MESURES PHYSIOLOGIQUES ET D'UN OUTIL DE DÉPISTAGE
DANS SA PRÉDICTION.

AOÛT 2014

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

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

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 ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

Ce mémoire a été dirigé par :

Martin Descarreaux, directeur de recherche, DC, PhD Université du Québec à Trois-Rivières

Jury d'évaluation du mémoire :

Martin Descarreaux, DC, PhD Université du Québec à Trois-Rivières

André Buisnière, DC, PhD Université du Québec à Trois-Rivières

Louis Laurencelle, PhD Université du Québec à Trois-Rivières

RÉSUMÉ

Introduction

L'une des priorités de recherche dans le domaine de la lombalgie concerne la stratification de la prise en charge selon des sous-groupes de patients, dont ceux basés sur le pronostic des patients (pronostic favorable ou défavorable). Certaines mesures physiologiques, telles que la force et l'endurance du tronc, semblent associées avec la récurrence et la persistance de la lombalgie. D'autre part, un bref questionnaire établissant un pronostic, le STarT Back Screening Tool (SBST), permet d'identifier les patients à risque d'incapacité lombaire prolongée, mais celui-ci n'a pas été évalué chez des patients atteints de lombalgies de type chronique ni comparé à des mesures physiologiques.

Objectif

L'objectif de ce mémoire est de quantifier la contribution relative de mesures physiologiques et du SBST dans la détermination du risque d'un pronostic défavorable à court (≤ 6 mois) et long (12 mois) termes chez des participants atteints de lombalgies chroniques non spécifiques.

Design expérimental

Étude prospective observationnelle

Échantillon de participants

Cinquante-trois adultes (âge moyen (écart-type) = 44,09 (13,26)) atteints de lombalgies chroniques non spécifiques recrutés au moyen de publicités dans le journal local.

Instruments de mesure

Des questionnaires (le SBST, le questionnaire d'incapacité d'Oswestry, l'échelle pour la kinésiophobie de Tampa, une échelle d'évaluation numérique de la douleur et une échelle de perception globale de changement du patient (GPIC)) ainsi que des mesures physiologiques (contraction volontaire musculaire maximale (MVC), endurance maximale et variables EMG évaluées lors de tâches en extension du tronc et en pont latéral) ont été utilisés.

Méthodologie

Les mesures physiologiques et le SBST (variables prédictives) ont été évaluées initialement tandis que les autres questionnaires (mesures de résultats cliniques) ont été complétés initialement, puis à 2, 4, 6 et 12 mois. La présence d'associations entre les variables prédictives et les mesures de résultats cliniques a été évaluée par les coefficients de corrélation de Kendall. La valeur pronostique des variables prédictives dans l'identification des participants à risque de pronostic défavorable à 6 et 12 mois a

été déterminée à l'aide de la fonction d'efficacité du récepteur et du calcul de la sensibilité, de la spécificité et des rapports de vraisemblance.

Résultats

Parmi les mesures physiologiques, seuls les MVC étaient corrélés à l'une des mesures de résultats cliniques (incapacité ou peur du mouvement) ($|\tau| = .249$ à $.321$, $p < 0,05$) lors de certains suivis. Le SBST présentait des corrélations significatives à tous les suivis avec l'incapacité ($\tau = .222$ à $.326$, $p < 0,05$) tandis que les corrélations significatives avec les autres mesures étaient variables. Seul le SBST a permis l'identification des participants à risque de pronostic défavorable (AUC = $0,71$ à $0,84$, $p < 0,05$).

Conclusion

Les mesures physiologiques obtenues lors de tests physiques en extension du tronc et en pont latéral ne présentent qu'une valeur pronostique limitée chez les patients atteints de lombalgies chroniques non spécifiques. La version française du SBST permet d'identifier les patients à risque de pronostic défavorable à court et long termes.

Mots clés

Lombalgie chronique; facteurs pronostiques; STarT Back Screening Tool; mesures physiologiques; identification précoce; fonction d'efficacité du récepteur

AVANT-PROPOS

Au cours de mes études au doctorat de premier cycle en chiropratique, j'ai développé un intérêt pour la recherche dans le domaine de la lombalgie chronique par l'entremise de mes nombreux stages au Laboratoire de Neuromécanique et de Contrôle Moteur de l'UQTR. Bien avant d'avoir obtenu mon diplôme de premier cycle, j'étais déjà inscrite à la maîtrise en sciences de l'activité physique. Au cours de celle-ci, j'ai mené à terme une étude observationnelle concernant l'une des priorités de recherche dans le domaine de la lombalgie chronique non spécifique, soit l'identification de facteurs pouvant prédire l'évolution des patients. Plus précisément, mon intérêt s'est porté sur deux types de facteurs pronostiques, soit (1) des variables obtenues lors de tests d'endurance et de force musculaires maximales du tronc et (2) un court questionnaire établissant un pronostic. L'utilisation d'un questionnaire est très intéressante par sa simplicité, tandis que des mesures physiologiques pourraient davantage refléter la présence de déficits ayant un impact dans l'évolution des patients. Enfin, considérant la nature des mesures physiologiques étudiées et les questions composant le questionnaire, ces deux avenues présentent des éléments sur lesquels il serait possible d'agir lors de la prise en charge des patients. Je présente donc ici mon deuxième bébé (mon premier étant né durant mes années de maîtrise), soit mon mémoire par article.

REMERCIEMENTS

Ce mémoire n'aurait pu voir le jour sans l'apport de plusieurs personnes. Je voudrais adresser mes sincères remerciements à mon directeur de recherche, Martin Descarreaux, Ph.D., qui m'appuie depuis le début de mes études au premier cycle afin que je poursuive au 2e cycle (et maintenant au 3e cycle). Sans la facilité de communication avec lui, je n'aurais pu combiner mes études à la vie familiale et à la pratique professionnelle. Je tiens également à remercier mes collègues qui m'ont côtoyée tout au long de ces années (et qui ont enduré mes sautes d'humeur) et tout particulièrement Jacques Abboud. Avec les imprévus qu'amène un bébé naissant, son aide dans l'évaluation des participants a été primordiale. Un merci spécial à François Nougrou, qui a résolu les très nombreux problèmes techniques lors des expérimentations (l'ordinateur a ainsi souvent évité une chute de trois étages). Je tiens également à souligner l'appui de mon conjoint, Alain, et tous les bons repas qu'il m'a préparés, m'évitant ainsi la cafétéria. Enfin, merci à mon père et à ma mère pour TOUT et aussi à mes beaux-parents, qui me demandent sans cesse quand j'aurai fini mes études!

À cette liste, s'ajoute les Fonds de Recherche du Québec-Santé, l'Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et Sécurité du Travail et la Fondation Chiropratique du Québec qui m'ont appuyée financièrement tout au long de mes études à la maîtrise.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ	i
AVANT-PROPOS	iv
REMERCIEMENTS	v
LISTE DES TABLEAUX.....	viii
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	x
CHAPITRE I.....	1
INTRODUCTION	1
La lombalgie	1
La lombalgie non spécifique	6
CHAPITRE II	32
Question de recherche, problématique	32
CHAPITRE III	33
Hypothèse et objectif	33
CHAPITRE IV	34
ARTICLE SCIENTIFIQUE.....	34
Abstract	36
Introduction.....	39
Materials and methods	43
Results.....	54

Discussion	69
Conclusion	76
CHAPITRE V	77
Discussion	77
CHAPITRE VI	92
Conclusion	92
RÉFÉRENCES.....	93

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Facteurs pronostiques de la lombalgie chronique non spécifique à court (≤ 6 mois) et long (≥ 6 mois) termes rapportés par Verkerk et al. (2012).....	13
Tableau 2. Comparaison des instruments établissant un pronostic et possédant un score seuil identifiant des sous-groupes de patients	23
Tableau 3. Résumé des mesures de validité.....	31
Table 4. Participant's baseline characteristics	57
Table 5. Kendall tau rank correlation coefficients between the SBST and physiologic measures, and outcome variables at baseline.....	59
Table 6. Kendall tau rank correlation coefficients between the SBST and physiologic measures, and outcome variables at follow-ups.....	61
Table 7. Sensitivity, specificity, Meanss and LRs for SBST cut-offs to discriminate participants at risk or not of poor prognosis at 6- (T3) and 12-month (T4) follow-ups .	66

LISTE DES FIGURES

Figure 1. La lombalgie décrit une douleur se situant sous la douzième côte et au-dessus du pli fessier inférieur	2
Figure 2. Illustration du test d'endurance isométrique en extension du tronc tel que décrit par Biering-Sorensen (1984).....	15
Figure 3. Exemple d'une représentation tridimensionnelle de l'amplitude musculaire obtenue à l'aide de matrices d'électrodes	19
Figure 4. Version française du SBST	28
Figure 5. Système de cotation du SBST permettant d'identifier à quel niveau de risque d'incapacité lombaire prolongée se situe un patient	29
Figure 6. Exemple d'une représentation graphique d'une courbe ROC	30
Figure 7. A. Prone position and B. Right lateral position.....	45
Figure 8. Representation of two 64 electrodes matrices used in the recording of lumbar erector spinae muscle activity during prone position tasks.....	48
Figure 9. Flow of participants through the study	55
Figure 10. ROC curves at 6 months (solid line) and 12 months (broken line) for the SBST against A. Disability, B. Pain intensity, and C. Fear of movement	64

LISTE DES ABRÉVIATIONS

Abréviation	Définition française/anglaise
CSST	Commission de la santé et de la sécurité au travail
QDV	Qualité de vie
PGE	Perception globale de l'effet
EMG	Electromyographie / Electromyography
MF	Fréquence médiane / Median frequency
iMF	MF initiale / Initial MF
MFslope	Pente de la MF / Slope of the MF
iEMG	EMG intégrée / Integrate EMG
HW	Demi-amplitude de la MF / MFHalfwidth
RMS	Erreur quadratique moyenne / Root mean square
iRMS	RMS initial / Initial RMS
RMSslope	Pente du RMS / Slope of the RMS
IRSST	Institut de recherche Robert-Sauvé en Santé et Sécurité du Travail
ALBPSQ	Acute Low Back Pain Screening Questionnaire
OMPSQ	Örebro Musculoskeletal Pain Screening Questionnaire
VDPQ	Vermont Disability Prediction Questionnaire
FABQ	Fear Avoidance Belief Questionnaire
PPS	LBP Patient Perception Scale

LISTE DES ABRÉVIATIONS (SUITE)

Abréviation	Définition française/anglaise
CPCI	Chronic Pain Coping Inventory
HKF-R 10	Heidelberger Short Early Assessment Questionnaire
ORQ	Obstacles to Return-to-Work Questionnaire
BDRQ	Back Disability Risk Questionnaire
SBST	Subgroup for Targeted Treatment (STarT) Back Screening Tool
RSQ	Risk Screening Questionnaire
QDI	Questionnaire de Dépistage de l'Incapacité de plus de 3 mois
BQPLTD	Brief Questionnaire to Predict Long-Term Disability
FRQ	Functional Recovery Questionnaire
QDPIP	Questionnaire de Dépistage Précoce de l'Incapacité Prolongée liée aux lombalgies
ASQ	Absenteeism Screening Questionnaire
CAPRW	Clinical Algorithm to Predict Return to Work
ROC	Fonction d'efficacité du récepteur / Receiver operating characteristic
AUC	Aire sous la courbe ROC / Area under ROC curve
RV	Rapport de vraisemblance négatif (-) ou positif (+)
VP	Valeur prédictive négative (-) ou positive (+)
UQTR	Université du Québec à Trois-Rivières

LISTE DES ABRÉVIATIONS (SUITE)

Abréviation	Définition française/anglaise
FRQS	Fonds de Recherche du Québec – Santé
FRCQ	Fondation de Recherche Chiropratique du Québec
LBP	Low back pain
PGIC	Patient global impression of change scale
MVC	Contraction volontaire musculaire maximale / Maximal voluntary contraction
T0 à T4	T0 = évaluation initiale / baseline assessment ; Suivis à / follow-ups at (T1) 2, (T2) 4, (T3) 6 et / and (T4) 12 mois / months
NMFslope	Normalized MFslope
NRS	Échelle numérique d'évaluation de la douleur / Numerical pain rating scale
ODI	Questionnaire d'incapacité d'Oswestry / Oswestry disability index
TSK	Échelle pour la kinésiophobie de Tampa / Tampa scale for kinesiophobia
RMDQ	Questionnaire d'incapacité Rolland-Morris / Rolland-Morris Disability Questionnaire
BMI	Body mass index
CI ₉₅	95 % confidence interval
Mean _{ss}	Moyenne sensibilité et spécificité / Mean sensitivity and specificity
LR	Likelihood ratio

CHAPITRE I

INTRODUCTION

La lombalgie

Définition

La lombalgie décrit généralement une douleur se situant sous la douzième côte et au-dessus du pli fessier inférieur (Figure 1), accompagnée ou non de douleurs aux membres inférieurs (Woolf & Pfleger, 2003). Cette condition a fait l'objet de plusieurs classifications, dont celle très utilisée qui consiste à déterminer l'état du patient en fonction de la durée des symptômes. L'Agence de santé publique du Canada considère qu'un épisode de lombalgie est aigu s'il se déroule sur une période de moins de 6 semaines, subaigu s'il persiste entre 6 et 12 semaines et chronique s'il perdure au-delà de 12 semaines (Murphy, Statistics Canada. Health Analysis and Measurement Group. & Public Health Agency of Canada. Policy Research Unit., 2006). Toutefois, certains chercheurs suggèrent une répartition aiguë (< 3 mois) et chronique (\geq 3 mois) seulement (Dionne, Dunn, Croft, Nachemson, Buchbinder, Walker et al., 2008). On retrouve également la catégorie de lombalgies récurrentes lorsque de fréquents épisodes sont présents et entrecoupés de périodes asymptomatiques (Woolf & Pfleger, 2003). Bien qu'il n'y ait pas de consensus quant à la description de la lombalgie (Dionne et al.,

2008), cette condition touche un nombre important de personnes et génère des dépenses considérables.

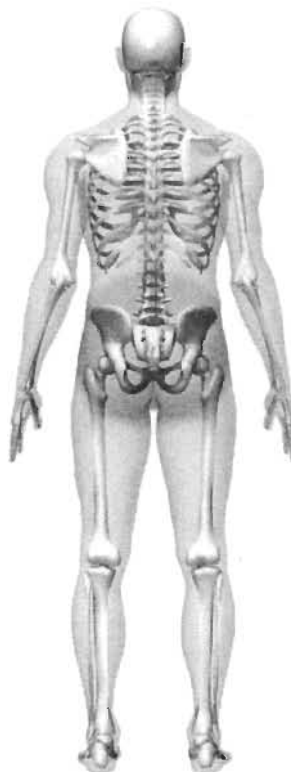


Figure 1. La lombalgie décrit une douleur se situant sous la douzième côte et au-dessus du pli fessier inférieur.

Épidémiologie

Plusieurs études rapportent des données épidémiologiques concernant la lombalgie, on constate toutefois une grande variation de l'une à l'autre. Concernant l'incidence au Canada, elle est estimée à 8 % par 6 mois (George, 2002) et 18,6 % par

an (Cassidy, Cote, Carroll & Kristman, 2005). Toutefois, l'incidence au cours de la vie semble beaucoup plus importante puisqu'elle serait de 48 à 70 % selon une revue de la littérature (Andersson, 1999). Récemment, Hoy et al. (2012) ont publié une revue systématique concernant la prévalence globale de la lombalgie. Au total 165 études ont été incluses et celles-ci fournissent 996 estimations de prévalence pour 54 pays. Cette revue de la littérature rapporte une prévalence globale - sans égard au type de lombalgie ni à la période de prévalence – de 31 % et une prévalence moyenne ponctuelle de 18,3 %. La prévalence sur 1 an et la prévalence au cours de la vie sont semblables, soit 38,0 % et 38,9 % respectivement. Cependant, au Canada seulement, la prévalence sur 6 mois est estimée à 71,2 % (lorsque toutes les lombalgies sont rapportées) ou 11,1 % (lorsque seulement les lombalgies associées à une incapacité élevée sont rapportées) (Cassidy, Carroll & Cote, 1998) et la prévalence au cours de la vie se situe entre 36 et 84 % (Cassidy et al., 1998; Dunn & Croft, 2004). De fait, la variabilité entre les taux de prévalence et d'incidence rapportés dans la littérature dépendrait des caractéristiques des études telles que l'économie du pays (revenu moyen des familles faible, moyen ou élevé), l'âge et le sexe des participants, la définition de la lombalgie et la période de prévalence/incidence (Hoy et al., 2012).

Coûts socio-économiques

La lombalgie constitue la condition musculosquelettique associée au plus grand nombre d'années vécues en état d'incapacité selon le *2010 Global Burden of Disease*

Study (Vos, Flaxman, Naghavi, Lozano, Michaud, Ezzati et al., 2012). En plus des impacts au niveau de la qualité de vie, la lombalgie est associée à des coûts socio-économiques très importants au Québec. Par ailleurs, près de 30 % des lésions professionnelles concernent les affections vertébrales (dont fait partie la lombalgie) bien que celles-ci aient diminué d'environ 16 % entre 2008 et 2011 (Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec, 2012). Ainsi, la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) débourse annuellement près de 88 millions de dollars en indemnités de remplacement de revenu concernant ces affections et 0,6 % des dossiers ouverts en 2011 ont présenté au moins une rechute, une récurrence ou une aggravation. Plus précisément, les affections du rachis lombaire constituent plus de 60 % des cas d'affections vertébrales et le nombre moyen de jours d'absentéisme au travail pour cause d'entorse lombaire s'élève à 51,4. Enfin, bien que seulement 10 % des cas de lombalgies deviennent chroniques, ces patients sont ceux qui engendrent la plus grande part des dépenses (Gore, Sadosky, Stacey, Tai & Leslie, 2012; Johannes, Le, Zhou, Johnston & Dworkin, 2010). Considérant les impacts économiques associés à la lombalgie et plus particulièrement à la lombalgie chronique, la mise en place de processus visant à réduire ces coûts paraît essentielle et il importe, par conséquent, de mieux connaître l'histoire naturelle de cette condition.

Histoire naturelle

La littérature scientifique rapporte généralement que les épisodes de lombalgies aiguës se résolvent en moins de 6 semaines chez 80 à 90 % des patients (Manchikanti, 2000). Ainsi, seulement 10 à 15 % des personnes seront atteintes de douleurs chroniques suite à un épisode aigu (Lawrence, Helmick, Arnett, Deyo, Felson, Giannini et al., 1998; Manchikanti, 2000). Néanmoins, bien que plus de 90 % des patients cessent de consulter un omnipraticien après 3 mois pour un nouvel épisode de douleurs lombaires, seulement un quart de ceux-ci auront complètement récupéré après 1 an (Croft, Macfarlane, Papageorgiou, Thomas & Silman, 1998). De plus, près du tiers des patients qui auront récupéré totalement d'un épisode aigu présenteront une rechute dans les six mois suivants (Cassidy et al., 2005). Malgré le nombre de patients présentant une récupération incomplète, seulement 1 % de ceux-ci souffriront d'une douleur intense à 12 mois (Cassidy et al., 2005). Selon une revue de la littérature publiée en 2012 concernant l'évolution naturelle à long terme de la lombalgie, une amélioration complète (aucun symptôme) n'est que très rarement mentionnée par les patients (Lemeunier, Leboeuf-Yde & Gagey, 2012). En fait, la majorité des études évaluées par les auteurs montre une stabilité de la condition à travers les années (entre 1 an et 28 ans de suivi selon les études). Ces données épidémiologiques font bien ressortir l'aspect récurrent et persistant de la lombalgie, qui découle en partie du fait que la majorité des patients ne pourront obtenir un diagnostic précis de leur condition et se retrouveront sous le vocable de lombalgie non spécifique.

La lombalgie non spécifique

Substantive diagnoses have objective clinical features, and investigations confirm a definite pathologic process, which may permit rational and successful treatment. In most patients with low-back pain, however, we have neither the biomechanical nor pathologic understanding to identify any definite pathologic process nor even the anatomic source of pain. However, human beings dislike uncertainty, fear the unknown, and search for meaning as the first stage to control. ... Unjustified pseudopathologic diagnosis must be avoided and replaced with a clear, unambiguous term such as simple strain or nonspecific low-back pain. (Gordon Waddell, 1987, p.638)

Définition

La citation du Dr Waddell, ci-dessus, est encore juste aujourd'hui. En effet près de 85 % des patients se présentant avec une lombalgie recevront un diagnostic de lombalgie non spécifique (Waddell, 2004). En opposition à celle-ci, la lombalgie spécifique fait référence à une série de symptômes dont la pathophysiologie spécifique est connue : une hernie discale, une infection, une inflammation, l'ostéoporose, l'arthrite rhumatoïde, une fracture ou une tumeur. Aux États-Unis, moins de 10 % des lombalgies résulteraient d'une fracture de compression (4 % des cas), d'un spondylolisthésis (3 % des cas), d'une tumeur ou d'une métastase (0,7 % des cas), d'une spondylite ankylosante (0,3 % des cas) ou d'une infection (0,01 % des cas) (van Tulder, Koes & Bombardier, 2002). Il semble donc impossible, malgré les avancées technologiques médicales, de déterminer l'étiologie exacte de la douleur chez la majorité des patients atteints de lombalgies pour qui l'origine de la douleur peut tout aussi bien provenir d'un disque,

d'une facette articulaire, d'un ligament ou d'une racine nerveuse (Adams, 2002; Refshauge & Maher, 2006). Certains auteurs prétendent même que la sur-utilisation et l'utilisation inappropriée des outils diagnostiques modernes constituent certaines des principales causes de la croissance constante des coûts associés à la lombalgie (Kendrick, Fielding, Bentley, Kerlake, Miller & Pringle, 2001; Refshauge & Maher, 2006).

Bien que des milliers d'études ciblant la lombalgie soient publiées annuellement, les coûts associés à cette condition n'ont pu être réduits. Ces résultats - ou devrait-on dire ce manque de résultats ? – découleraient en grande partie de la difficulté d'établir un diagnostic définitif chez la majorité des patients. Par conséquent, la mise en place d'une intervention clinique efficace dans le traitement de la douleur lombaire demeure un défi majeur. En effet, malgré le fait qu'une pléiade d'interventions thérapeutiques non chirurgicales soit présentement utilisée, aucune de ces approches ne s'est montrée clairement supérieure aux autres. Une revue de la littérature de 118 études s'attardant à la réponse aux traitements des patients atteints de lombalgies non spécifiques a même montré que les symptômes tendent à s'améliorer de façon similaire et ce, peu importe que les patients reçoivent un traitement actif (pharmacologique ou non) ou inactif (placebo ou simulé) (Artus, van der Windt, Jordan & Hay, 2010). Ainsi, la réponse au traitement dépendrait non seulement des caractéristiques de celui-ci, mais également de facteurs liés aux caractéristiques du problème, du patient et du praticien. Ces résultats,

en plus du fait qu'on regroupe tous les patients ne pouvant recevoir un diagnostic précis sous un même vocable, ont pour conséquence de créer des groupes de participants très hétérogènes dans les études.

Bien que la généralisation soit un critère important, le manque d'homogénéité parmi les individus d'une même étude pourrait expliquer l'absence de résultats statistiquement significatifs. Ainsi, l'identification de sous-groupes de patients atteints de lombalgies non spécifiques en se basant sur un critère autre que l'étiologie de la douleur constitue l'une des recommandations centrales au développement de la recherche liée à cette condition (Borkan, Koes, Reis & Cherkin, 1998; Bouter, van Tulder & Koes, 1998; Deyo & Phillips, 1996).

Prise en charge stratifiée

En 2013, Foster et al. ont souligné que la lombalgie constitue une condition clinique idéale favorisant la stratification des patients pour leur prise en charge: « Low back pain is an ideal clinical condition within which to research stratified care as it includes a heterogeneous population with clear variation in prognosis and numerous treatment options, some of which are costly and associated with higher risks » (Foster, Hill, O'Sullivan & Hancock, 2013). Ce type de prise en charge a, en effet, été identifié comme l'une des priorités de recherche dans le domaine de la douleur lombaire (Foster et al., 2013; van der Windt & Dunn, 2013). Dans le même chapitre, Foster et al. (2013)

décrivent ce procédé comme étant « une stratégie impliquant l'identification de sous-groupes de patients basée sur des caractéristiques clés telles que le profil pronostique, la probabilité de réponse à un traitement spécifique et les mécanismes en cause ». Ainsi, l'identification de sous-groupes de patients pour lesquels un type d'intervention serait plus efficace (c.-à-d. la stratification de la prise en charge) permettrait d'optimiser le traitement, d'accroître l'efficacité des soins de santé et de réduire les préjudices inutiles (Hingorani, Windt, Riley, Abrams, Moons, Steyerberg et al., 2013).

L'une des plus récentes et prometteuses approches concernant la stratification des soins est l'identification du pronostic des patients afin de guider leur prise en charge (Foster et al., 2013). Selon le paradigme médical traditionnel, le terme *pronostic* fait simplement référence à « l'évolution naturelle d'une maladie » ou plus spécifiquement à « l'évolution d'une maladie dans un individu particulier » (Moons, Royston, Vergouwe, Grobbee & Altman, 2009). Afin de formuler le pronostic, une variété de facteurs découlant des caractéristiques démographiques du patient, de son histoire clinique, de l'examen physique, de la maladie, des résultats à des tests ou à des traitements antérieurs peuvent potentiellement être utilisés (Moons et al., 2009).

Facteurs pronostiques

Bien que certains facteurs pronostiques négatifs semblent être communs aux lombalgies de type aigu et chronique (ex. être sans emploi, présenter une douleur

étendue, présenter un niveau élevé au Chronic Pain Grade, présenter de la dramatisation face à la douleur) (Grotle, Foster, Dunn & Croft, 2010), il est généralement considéré que ceux-ci doivent être différents selon que l'on évalue la lombalgie non spécifique aiguë/subaiguë ou chronique puisque l'évolution naturelle de ces conditions diffère (Hayden, Dunn, van der Windt & Shaw, 2010).

Lombalgie sans égard à la durée. En 2009, une étude ayant pour objectif d'identifier, de décrire et de synthétiser les revues systématiques de la littérature sur le pronostic de la lombalgie a été publiée (Hayden, Chou, Hogg-Johnson & Bombardier, 2009). Bien que les auteurs rapportent un certain nombre de facteurs pronostiques négatifs de la lombalgie (c.-à-d. l'âge avancé, la faible santé générale, le niveau élevé de stress psychologique ou psychosocial, la faible relation avec les collègues, le travail physique intense, l'incapacité fonctionnelle élevée lors de l'évaluation initiale, la présence d'une sciatique et la présence de compensation), les 17 revues de la littérature étudiées étaient très hétérogènes. En effet, celles-ci concernaient différentes mesures de résultats cliniques (ex. retour au travail, développement d'une douleur chronique, incapacité chronique), des lombalgies d'étiologies diverses (ex. définition vague de la lombalgie, non spécifique, d'origine occupationnelle) et de durées variables (aiguë, subaiguë, chronique). En 2010, une revue de la littérature a recensé 20 études prospectives évaluant des facteurs de risques individuels ou des instruments établissant un risque d'incapacité lombaire prolongée chez les patients atteints de lombalgies aiguës

(moins de 8 semaines) (Chou & Shekelle, 2010). Un pronostic défavorable à un an est associé à la présence de signes non organiques, à un haut niveau de mécanismes d'adaptation à la douleur inadéquats, à la présence de comorbidité psychiatrique et à un état de santé générale faible. D'un autre côté, un pronostic favorable à un an est associé à un niveau faible de comportements d'évitement et d'incapacité fonctionnelle initialement. Certains instruments établissant un pronostic ont également été rapportés, ceux-ci seront discutés dans la section *Questionnaires établissant un pronostic*.

Lombalgie chronique non spécifique. En ce qui concerne les facteurs pronostiques de la lombalgie chronique non spécifique, les résultats sont contradictoires, comme le rapporte une revue de la littérature publiée en 2012 (Verkerk, Luijsterburg, Miedema, Pool-Goudzwaard & Koes, 2012). Celle-ci avait pour objectif d'explorer les facteurs pronostiques à court et long termes en regard de l'intensité de la douleur, de l'incapacité, du retour au travail, de la qualité de vie (QDV) et de la perception globale de l'effet (PGE) chez les patients atteints de lombalgies chroniques non spécifiques.

Le Tableau 1 présente un résumé des conclusions de ces auteurs et illustre clairement que peu de facteurs pronostiques sont identifiés à ce jour et ce, pour toutes les mesures de résultats cliniques. Globalement, seules une faible intensité de la douleur et une faible demande physique au travail à l'évaluation initiale sont associées à l'une des mesures rapportées, soit le retour au travail plus tôt. Toutefois, les auteurs ont inclus

des études évaluant des modificateurs de l'effet d'un traitement qui constituent des caractéristiques mesurées initialement et qui influenceront la relation entre une intervention spécifique et l'évolution du patient (Hill & Fritz, 2011). L'étude de Nyiendo et al. (2001) présente un exemple de modificateurs puisqu'ils rapportent que les patients atteints de lombalgies chroniques dont la douleur irradie distalement au genou présentent une diminution plus importante de l'intensité de leur douleur suite à des traitements en chiropratique qu'en médecine. Les facteurs pronostiques sont, quant à eux, des facteurs prédictifs de traitement générique c.-à-d. des facteurs permettant d'établir l'évolution probable d'un patient indépendamment de la prise en charge reçue (Hill & Fritz, 2011).

Les revues de la littérature présentées précédemment ne rapportent que très peu d'études prenant en considération des mesures physiologiques telles que l'activité musculaire lors d'une tâche spécifique, la force musculaire, ou tout simplement le temps d'endurance des muscles du tronc. Verkerk et al. (2012) ne rapportent qu'une étude incluant ce type de mesures (endurance isométrique des muscles abdominaux, endurance isométrique en extension du tronc et mobilité lombaire) et celle-ci concerne en fait des modificateurs de l'effet d'un traitement et non des facteurs pronostiques (Bendix, Bendix & Hastrup, 1998). De plus, aucune étude relative à des paramètres neuromusculaires tels que ceux mesurés par électromyographie (EMG) n'a été répertoriée dans ces revues.

Tableau 1

Facteurs pronostiques de la lombalgie chronique non spécifique à court (≤ 6 mois) et long (≥ 6 mois) termes rapportés par Verkerk et al. (2012).

Mesure de résultats cliniques	Terme	Aucune association	Présence d'une association	Preuves contradictoires
Incapacité	Court terme	A, S		P
	Long terme	C, I, P		A, S, T
Intensité de la douleur	Court terme	A, S		P
	Long terme			A, S, T
Retour au travail	Court terme			
	Long terme		I-F, T-F	A, S, Q
QDV et PGE *	Court terme			
	Long terme			

A = âge, I = intensité de la douleur, C = Cigarette, T = demande physique au travail, D = incapacité liée à la douleur, S = sexe, Q = activités de la vie quotidienne, P = peur du mouvement et -F = niveau faible de la variable.

* Aucune étude de qualité élevée concernant les variables qualité de vie (QDV) et perception globale de l'effet (PGE).

Variables physiques. Biering-Sorensen a, en 1984, publié une importante étude concernant les mesures physiologiques en tant que facteurs de risque de lombalgies sur une année (Biering-Sorensen, 1984). Chez les femmes, une force moins importante en flexion du tronc et un délai court entre les épisodes de lombalgies (variables mesurées initialement) discriminaient les participantes ayant un profil de douleurs lombaires

récurrentes ou persistantes de celles ne présentant aucun épisode de lombalgies au cours de l'année suivant l'évaluation initiale. Chez les hommes, seul un délai court entre les épisodes permettait une telle discrimination. De plus, une endurance moindre lors d'un test isométrique en extension du tronc (voir Figure 2) et une valeur plus élevée au test de Schober étaient prédictives d'un premier épisode de lombalgie au cours de l'année de suivi chez les hommes. Chez les femmes, un premier épisode était associé à un âge moindre (en moyenne, quatre ans de moins), une force moindre en extension du tronc et une endurance supérieure en extension du tronc. Plusieurs mesures physiologiques étaient prises en considération : des données anthropométriques, la force et l'endurance maximales en extension et en flexion du tronc, la longueur des jambes, le test de Schober, le test d'élévation du tronc, le test d'abaissement des jambes, la longueur des muscles ischiojambiers et la largeur fémorale épicondylienne. En plus de ces données, Luoto et al. (1995) rapportent que les personnes présentant une faible endurance (< 58 s) en extension du tronc (Figure 2) ont 3 à 4 fois plus de risque de développer une lombalgie que ceux présentant une endurance moyenne (homme : 58-104 s; femme : 58-110 s) ou excellente (homme : 104-240 s; femme : 110-240 s).

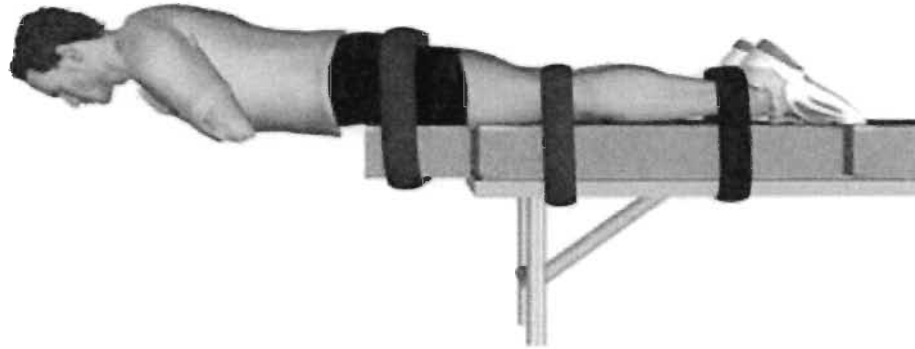


Figure 2. Illustration du test d'endurance isométrique en extension du tronc tel que décrit par Biering-Sorensen (1984).

Concernant l'association entre des mesures physiologiques et l'évolution (histoire naturelle) de la lombalgie, l'état du patient au moment de la prise de mesures semble avoir une importante influence sur la capacité prédictive du pronostic. En effet, Enthoven et al. (2003) ont montré que, lorsque les participants sont évalués à la consultation initiale, seule l'endurance isométrique des fléchisseurs du tronc est significativement associée à l'intensité de la douleur à 12 mois; toutefois, lorsque l'évaluation est retardée à 4 semaines, plusieurs variables physiques montrent une association significative avec l'intensité de la douleur et l'incapacité lombaire à 12 mois. De fait, une plus grande rotation thoracolombaire, une endurance isométrique en extension du tronc supérieure et une plus grande distance entre les doigts et le sol (flexion du tronc avec les genoux en extension) sont toutes associées à un niveau plus faible d'incapacité et de douleur lombaire à 12 mois. Néanmoins, un délai de quatre

semaines entre l'apparition de la lombalgie aiguë et l'évaluation physique n'est peut-être pas nécessaire, comme le montre l'étude de Thomas et al. (1999). Les auteurs rapportent une augmentation entre 2,04 et 4,49 du risque d'évolution défavorable (< 75 % au Hanover Back Pain Activity Schedule à 1 semaine, 3 mois et 12 mois de suivis) chez les patients présentant une diminution de la mobilité spinale (extension lombaire debout, flexion latérale lombaire, distance doigts-sol, extension des genoux et un test de Schober modifié) une semaine après la consultation initiale.

Variables EMG. L'EMG permet de quantifier l'activité musculaire et est couramment utilisée pour évaluer la force et/ou l'endurance musculaires que ce soit chez les individus sains ou atteints de douleurs (Demoulin, Crielaard & Vanderthommen, 2007). L'EMG de surface constitue une méthode non invasive pouvant facilement être utilisée dans le cadre de protocoles de réadaptation chez des patients atteints de lombalgies (ex. biofeedback (Giggins, Persson & Caulfield, 2013)). En effet, ces patients présentent des adaptations motrices suite à un épisode aigu de douleurs qui perpétueront dans le cas d'une douleur chronique (Hodges, 2011).

Différentes variables obtenues à l'aide d'EMG lors d'une tâche d'endurance isométrique du tronc ont la capacité de discriminer des personnes atteintes de lombalgies et des personnes saines (Humphrey, Nargol, Jones, Ratcliffe & Greenough, 2005; Klein, Snyder-Mackler, Roy & DeLuca, 1991; Roy, De Luca & Casavant, 1989; Roy, De Luca,

Emley & Buijs, 1995). Les paramètres du signal EMG couramment mentionnés sont la fréquence médiane (MF), la MF initiale (iMF), la pente de la MF (MFslope), l'EMG intégrée (iEMG), la demi-largeur de la MF (HW), la racine de l'erreur quadratique moyenne (RMS), le RMS initial (iRMS), la pente du RMS (RMSslope) et le pourcentage de récupération de la MF. L'iMF et la MFslope sont obtenues en calculant l'origine (à $t = 0$) et la pente de la régression linéaire rencontrant les MFs calculées sur plusieurs fenêtres de temps au cours d'une tâche pour une paire d'électrodes bipolaires. Des analyses semblables permettent d'obtenir l'iRMS et le RMSslope.

De plus, certains de ces paramètres prédisent la survenue d'un premier épisode de lombalgies (Heydari, Nargol, Jones, Humphrey & Greenough, 2010; Stevenson, Weber, Smith, Dumas & Albert, 2001). Heydari et al. (2010) ont évalué la valeur pronostique dans le développement d'une lombalgie sur une période de deux ans de différents indices EMG (iMF, MFslope, HW, RMS, iRMS et RMSslope) mesurés au niveau des muscles érecteurs du rachis lombaire (L4/L5) lors d'une tâche d'endurance isométrique en extension du tronc performée debout. Leurs résultats montrent une augmentation du risque chez les sujets ne rapportant aucune histoire de lombalgies au cours des 5 dernières années et présentant soit une $HW > 56$ Hz (risque relatif supérieur de 3,01 fois), une $iMF > 49$ Hz (risque relatif supérieur de 5,8 fois) ou une $MFslope < -0.2077$ (risque relatif supérieur de 3,6 fois). Les participants rapportant un historique de lombalgies et présentant une $HW > 56$ Hz présentent également un risque plus élevé

d'un nouvel épisode de lombalgies. De même, Stevenson et al. (2001) rapportent que l'iMF (au niveau des érecteurs du rachis à L3 gauche lors d'une tâche d'endurance isométrique en extension du tronc) est statistiquement supérieur chez les participants présentant au moins un épisode de douleurs lombaires au cours des deux ans suivant l'évaluation initiale et ce, peu importe la présence ou non d'un historique de lombalgies avant la première évaluation. Toutefois, une fois incorporée dans un modèle de régression logistique, cette variable apparaît non significative. Enfin, d'autres études ne montrent aucune association entre la présence ou non de lombalgies et des variables EMG (ex. MFslope (Adams, Mannion & Dolan, 1999; Stevenson et al., 2001)).

Plus récemment, on a porté une attention particulière à l'évaluation de l'activité musculaire lombaire par représentation tridimensionnelle/cartographie spectrale (voir Figure 3). L'EMG à large surface au niveau lombaire a permis de constater des différences au niveau de la distribution spatiale de l'activité musculaire entre des participants sains et des participants atteints de lombalgies (aiguës ou chroniques) et ce, lors de tâches dynamiques et statiques du tronc (Falla, Gizzi, Tschapek, Erlenwein & Petzke, 2014; Finneran, Mazanec, Marsolais, Marsolais & Pease, 2003; Greenough, Oliver & Jones, 1998; Hu, J, Lu, Cheung & Luk, 2004; Reger, Shah, Adams, Endredi, Ranganathan, Yue et al., 2006). Ces études montrent des patrons d'activité musculaire asymétriques entre les côtés gauche et droit ainsi qu'une altération au niveau des paramètres fréquentiels chez ces patients. Toutefois, ce n'est que récemment que des

auteurs ont développé des variables numériques objectives permettant l'analyse statistique des différences (ex. déplacement du centroïde (Falla et al., 2014)) au lieu d'une seule observation visuelle des cartographies.

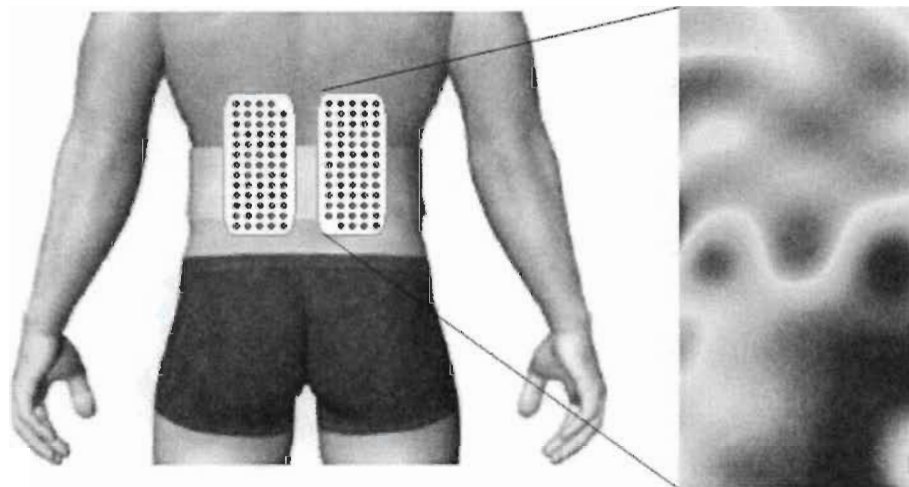


Figure 3. Exemple d'une représentation tridimensionnelle de l'amplitude musculaire obtenue à l'aide de matrices d'électrodes. Plus le signal tend vers le rouge plus le RMS est élevé; au contraire, plus il tend vers le bleu, moins le RMS est élevé.

À la lumière des données probantes concernant la présence de différences entre des personnes saines et atteintes de lombalgies et la capacité prédictive d'un premier ou d'un nouvel épisode de lombalgies, il est permis de croire que des tests physiques et des données obtenues à l'aide d'EMG permettraient de prédire l'évolution de cette condition. Toutefois, l'acquisition de ce type de variables nécessite du temps, et l'évaluation de la force et de l'endurance musculaire maximale chez les personnes

atteintes de douleurs chroniques peut être une tâche complexe. C'est pourquoi plusieurs auteurs ont développé un autre type d'instrument prédictif : les questionnaires établissant un pronostic.

Les questionnaires établissant un pronostic

Plusieurs questionnaires ayant pour objectif d'établir un pronostic lors de l'évaluation initiale de patients atteints de lombalgies ont vu le jour depuis 1999 et plus particulièrement depuis 2005. En tout, 15 questionnaires prédisant un risque plus élevé de pronostic défavorable (en regard du statut professionnel, du niveau d'incapacité, de l'intensité de la douleur, de la présence ou non de lombalgies ou de la chronicisation) ont été répertoriés par différentes revues de la littérature (Chou & Shekelle, 2010; Melloh, Elfering, Egli Presland, Roeder, Barz, Rolli Salathe et al., 2009) et un rapport de l'Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et Sécurité du Travail (IRSST) (Truchon, Rossignol, Tousignant, Durand, Schmouth & Côté, 2010) : (1) le Acute Low Back Pain Screening Questionnaire (ALBPSQ) ou le Örebro Musculoskeletal Pain Screening Questionnaire (OMPSQ) (Linton & Hallden, 1998), (2) le Vermont Disability Prediction Questionnaire (VDPQ) (Hazard, Haugh, Reid, Preble & MacDonald, 1996), (3) le Fear Avoidance Belief Questionnaire (FABQ) (Waddell, Newton, Henderson, Somerville & Main, 1993), (4) le LBP Patient Perception Scale (PPS) (Reis, Borkan, Vanraalte, Tamir, Dahan, Hermoni et al., 2007), (5) l'INTERMED Questionnaire (Huyse, Lyons, Stiefel, Slaets, de Jonge, Fink et al., 1999; Scerri, de Goumoens, Fritsch,

Van Melle, Stiefel & So, 2006), (6) le Chronic Pain Coping Inventory (CPCI) (Truchon & Cote, 2005), (7) le Heidelberg Short Early Assessment Questionnaire (HKF-R 10) (Neubauer, Junge, Pirron, Seemann & Schiltewolf, 2006), (8) le Obstacles to Return-to-Work Questionnaire (ORQ) (Marhold, Linton & Melin, 2002), (9) le Back Disability Risk Questionnaire (BDRQ) (Shaw, Pransky & Winters, 2009), (10) le Subgroup for Targeted Treatment (STarT) Back Screening Tool (SBST) (Hill, Dunn, Lewis, Mullis, Main, Foster et al., 2008), (11) le Risk Screening Questionnaire (RSQ) ou le Questionnaire de Dépistage de l'Incapacité de plus de 3 mois (QDI) (Du Bois & Donceel, 2008), (12) le Brief Questionnaire to Predict Long-Term Disability (BQPLTD) ou le Functional Recovery Questionnaire (FRQ) (Fulton-Kehoe, Stover, Turner, Sheppard, Gluck, Wickizer et al., 2008), (13) le Questionnaire de dépistage précoce de l'incapacité prolongée liée aux lombalgies (QDPIP) ou l'Absenteeism screening questionnaire (ASQ) (Truchon, Schmouth, Cote, Fillion, Rossignol & Durand, 2012), (14) le Psychosocial risk for occupational disability instrument (Schultz, Crook, Berkowitz, Milner & Meloche, 2005) et (15) le Clinical Algorithm to Predict Return to Work (CAPRW) (Dionne, Bourbonnais, Fremont, Rossignol, Stock & Larocque, 2005).

Bien que ces instruments soient nombreux, certains d'entre eux ne présentent pas de score seuil permettant de catégoriser les patients selon leur pronostic : au lieu d'un score seuil, ils présentent une augmentation du risque de pronostic défavorable selon un continuum, sur la base de corrélations ou de régressions. L'utilisation d'un seuil

discriminant deux groupes ou plus de patients présente une plus grande utilité clinique par sa simplicité; toutefois, certains patients ne présentant pas la condition risquent d'être faussement identifiés tandis qu'au contraire certains patients qui présentent la condition risquent d'être omis. Afin d'identifier le score seuil et d'évaluer la validité discriminante de l'instrument, l'analyse par la fonction d'efficacité du récepteur (courbe ROC) est communément effectuée (voir section suivante) (Zou, O'Malley & Mauri, 2007). Le Tableau 2 présente un récapitulatif des différents instruments – au nombre de 10 – pour lesquels un score seuil a été déterminé.

Tableau 2

Comparaison des instruments établissant un pronostic et possédant un score seuil identifiant des sous-groupes de patients.

Instrument	Nombre d'items	Score possible	Mesure de résultats ^a	Version française *	Durée de la lombalgie et statut professionnel (si disponible)
ALBPSQ ou OMPSQ	24 (21 items comptabilisés)	0-210	T	Oui *	Durée variable
VDPQ	11 (version originale = 33)	Score pondéré : score obtenu/score possible	T	N.D.	Aiguë
INTERMED	25 (dernière version = 20)	0-75 points (nouvelle version = 0-60 points)	T	Oui	Durée variable Arrêt de travail ou 3 mois d'arrêt cumulé en 2 ans
HKF-R 10	10 (item 9 = 15 questions et item 10 = 5 énoncés)	Total 100 points + 2 NRS de 101 points	L	N.D.	Moins de 6 mois

Tableau 2 (suite)

Instrument	Nombre d'items	Score possible	Mesure de résultats ^a	Version française *	Durée de la lombalgie et statut professionnel (si disponible)
ORQ	5 échelles	0-330 points	T	N.D.	Durée variable Arrêt de travail
SBST	9	0-9 (Sous-échelle : questions 5 à 9)	I	Oui *	Durée variable
RSQ ou QDI	3 (version originale = 8)	0-10	T	Oui	Durée variable
QDPIP ou ASQ	22 (version originale = 67)	Score pondéré: score obtenu/score possible	T	Oui *	Durée variable Arrêt de travail (28 à 83 jours)
FRQ ou BQPLTD	6 (3 items comptabilisés)	0-3	T	N.D.	Durée variable Arrêt de travail
CAPRW	7 questions	Selon l'algorithme	T	Oui *	Durée variable

^a T : statut professionnel (arrêt de travail ou non); I : incapacité, P : intensité de la douleur; C : chronicisation; L : présence ou absence de lombalgies. N.D. = information non disponible. * Version française validée (si l'astérisque est absent = N.D.)

En examinant les 10 instruments mentionnés ci-dessus, on constate que certains sont très courts tandis que d'autres comportent de nombreux items. La majorité d'entre eux présentent une version française; par contre, cette version (tout comme celle anglaise) n'est pas toujours accessible en ligne, et peu de questionnaires ont été proprement « validés ». Le statut professionnel (retour au travail/journées d'absentéisme pour cause de lombalgies) constitue la mesure de résultats cliniques la plus commune. Ce choix de mesures peut être expliqué par le fait qu'environ 30 % des absences au travail pour des raisons de santé découlent de conditions musculosquelettiques dont plus de la moitié de ce nombre est associé au dos (lombalgie, présence d'une sciatique, dégénérescence discale ou hernie) (Luttman, M. Jäger, B. Griefhan, G. Caffier, F. Liebers & U. Steinberg, 2004).

Parmi ces instruments, le SBST (voir Figure 4) est un questionnaire simple, récemment développé par les chercheurs du *Keele University* au Royaume-Uni et permettant d'identifier des sous-groupes de patients atteints de lombalgies selon leur risque d'incapacité prolongée (risque faible, moyen, ou élevé) (Hill et al., 2008). Cet outil tient compte de facteurs pronostiques potentiellement modifiables et comporte neuf questions évaluant différentes facettes du profil du patient : douleur référée aux membres inférieurs, présence de comorbidités, niveau d'incapacité liée à la douleur (deux questions), gêne liée à la douleur, dramatisation face à la douleur et niveau de

peur, d'anxiété et de dépression. En plus d'être simple, par le nombre de questions qu'il possède, ses items sont tous de type dichotomique (c.-à-d. « d'accord » ou « pas d'accord »), à l'exception de la question évaluant la gêne liée à la douleur, qui se répond par une échelle de Likert en cinq jalons. L'addition des items permet d'obtenir un score entre 0 et 9 ainsi qu'un sous-score psychosocial en additionnant les items 5 à 9 seulement (voir Figure 5). Le SBST est traduit et validé en plusieurs langues, dont le français et est disponible gratuitement (Bruyere, Demoulin, Beudart, Hill, Maquet, Genevay et al., 2013; Bruyere, Demoulin, Brereton, Humblet, Flynn, Hill et al., 2012). Comme la majorité des autres instruments établissant un pronostic, il a été originalement validé dans une cohorte de patients atteints de lombalgies sans considération à la durée de celle-ci (aiguë, subaiguë ou chronique). Une version à six items permettant de catégoriser les patients en deux groupes (risque faible et risque moyen/élevé) est également disponible, mais aucune traduction française n'en a été proposée (Keele University Website).

Le SBST a récemment fait l'objet d'une étude comparative avec le questionnaire OMPSQ : questionnaire couramment utilisé en pratique clinique et en recherche et maintes fois validé. Une bonne corrélation a été obtenue entre les versions françaises du OMPSQ et du SBST (r de Spearman = .74) (Bruyere et al., 2013). Le SBST a toutefois l'avantage d'être beaucoup plus simple que le OMPSQ, qui consiste en 24 items totalisant un score entre 2 et 210 points (chaque item a un potentiel de 11 points, à

l'exception de l'item 1 qui propose 5 réponses comptant double) (Linton & Hallden, 1998).

Enfin, une prise en charge stratifiée selon les sous-groupes du SBST a montré un plus grand bénéfice pour la santé et un meilleur rapport coût-efficacité, lorsque comparée à la prise en charge traditionnelle (non stratifiée) (Hill, Whitehurst, Lewis, Bryan, Dunn, Foster et al., 2011).

The Keele STarT Back Screening Tool – Fr				
Nom du patient: _____ Date: _____				
Cochez la case en fonction de votre accord ou désaccord aux affirmations suivantes en vous référant à ces 2 dernières semaines :				
			Pas d'accord 0	D'accord 1
1	À un moment donné, au cours des 2 dernières semaines, mon mal de dos s'est propagé dans mon/mes membre(s) inférieur(s) .	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
2	À un moment donné, au cours des 2 dernières semaines, j'ai eu mal à l' épaule ou au cou .	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
3	Je n'ai parcouru à pied que de courtes distances à cause de mon mal de dos.	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
4	Au cours des 2 dernières semaines, je me suis habillé(e) plus lentement que d'habitude à cause de mon mal de dos.	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
5	Il n'est pas vraiment prudent pour une personne dans mon état d'être actif sur le plan physique.	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
6	J'ai souvent été préoccupé(e) par mon mal de dos.	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
7	Je considère que mon mal de dos est épouvantable et j'ai l'impression que cela ne s'améliorera jamais.	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
8	De manière générale, je n'ai pas apprécié toutes les choses comme j'en avais l'habitude à cause de mon mal de dos.	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
9	Globalement, à quel point votre mal de dos vous a-t-il gêné(e) au cours des 2 dernières semaines?			
	Pas du tout	Un peu	Modérément	Beaucoup
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	0	0	0	1
				1
Score total (les 9 items): _____ Sous-Score (Items 5-9): _____				

Figure 4. Version française du SBST (Keele University Website)

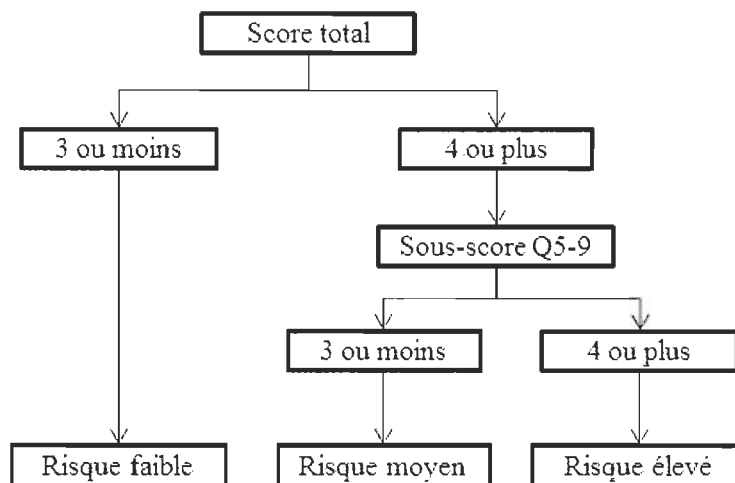


Figure 5. Système de cotation du SBST permettant d'identifier à quel niveau de risque d'incapacité lombaire prolongée se situe un patient (adapté du site web de *Keele University*).

Validité discriminante

La fonction d'efficacité du récepteur (courbe ROC) permet d'évaluer la validité discriminante d'un instrument (ou de tout autre test/outil diagnostique) afin de pouvoir déterminer le score seuil le plus performant pour une population donnée. Tel que montré à la Figure 6, cette analyse permet initialement d'obtenir une représentation graphique de la précision de l'instrument : les données à l'origine de la courbe ROC sont obtenues en calculant la sensibilité et la spécificité négative (1-spécificité) de chacun des scores seuils possibles (ex. scores 0 à 9 pour le SBST) versus une mesure de résultats cliniques de type dichotomique (ex. présence ou absence d'incapacité lombaire prolongée). L'aire sous la courbe ROC (AUC), qui se situe entre 0 et 1, est alors obtenue et permet de

connaître la force discriminative de l'instrument. Dans le cas où l'AUC est significative, le score seuil est choisi selon la propriété psychométrique qui nous intéresse (sensibilité, spécificité ou moyenne de sensibilité et spécificité).

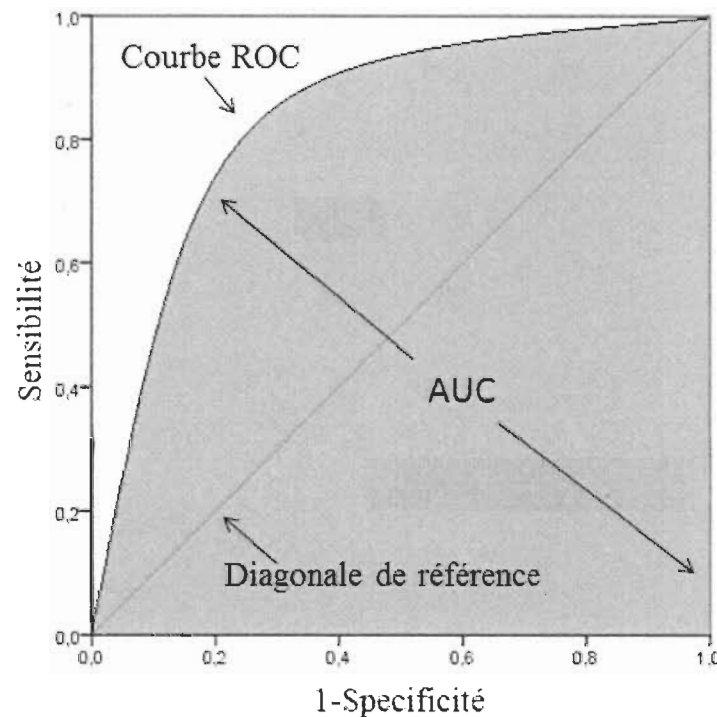


Figure 6. Exemple d'une représentation graphique d'une courbe ROC. Une courbe longeant la diagonale de référence est aussi efficace que le hasard ($AUC = 0,5$), tandis qu'une courbe présentant un AUC de 1,0 est associée à un instrument présentant une sensibilité et une spécificité négatives parfaites. AUC = Aire sous la courbe.

Toutefois, la sensibilité et la spécificité d'un test ne permettent pas à elles seules d'évaluer la probabilité que le sujet présente ou non la condition puisqu'on ne connaît

pas la probabilité que la condition résulte en un test positif et réciproquement. Les rapports de vraisemblance (anglais : likelihood ratios) sont une combinaison de la sensibilité et de la spécificité afin d'établir la probabilité d'un sujet de présenter la condition en tenant compte de sa prévalence (Akobeng, 2007b). Certains auteurs vont également rapporter les valeurs prédictives positives (VP+) et négatives (VP-) afin de connaître la probabilité qu'a un sujet de présenter la condition lorsqu'un test est positif ou négatif respectivement (Akobeng, 2007a). Le Tableau 3 résume la méthode de calcul des différentes mesures de validité.

Tableau 3

Résumé des mesures de validité

Mesure	Méthode de calcul
Sensibilité	Vrais positifs / (vrais positifs + faux négatifs)
Spécificité négative	Faux négatifs / (vrais négatifs + faux positifs)
Spécificité positive	Vrais positifs / (vrais positifs + faux positifs)
RV+	Sensibilité / (1 – spécificité)
RV-	(1 – sensibilité) / spécificité
VP+	Vrais positifs / (vrais + faux positifs)
VP-	Vrais négatifs / (vrais + faux négatifs)

CHAPITRE II

Question de recherche, problématique

En conséquence de la difficulté à établir un diagnostic précis chez la majorité des patients et du nombre de personnes qui seront atteintes de cette condition au cours de leur vie, la lombalgie entraîne des coûts socio-économiques très importants. C'est ainsi que des priorités de recherche ont été établies, dont l'identification de sous-groupes de patients basée sur une nouvelle caractéristique parmi ceux recevant le diagnostic de lombalgies chroniques non spécifiques. Récemment, beaucoup d'attention a été mise sur l'identification de sous-groupes selon le pronostic des patients déterminé à l'examen initial. Pour le moment, la valeur pronostique des variables obtenues lors d'une évaluation physique n'a que rarement fait l'objet d'études chez les personnes atteintes de lombalgies chroniques non spécifiques, bien que des programmes d'exercices soient souvent prescrits dans le cadre d'une prise en charge clinique de ces patients. D'autre part, malgré le potentiel d'une prise en charge stratifiée basée sur le SBST, ce questionnaire établissant un pronostic n'a pas été étudié chez des patients atteints de lombalgies de type chronique seulement ni comparé à des mesures physiologiques. Si les patients avec un risque accru de pronostic défavorable peuvent être identifiés par des tests physiques de routine ou par un questionnaire très simple cela pourrait avoir d'importantes implications cliniques.

CHAPITRE III

Hypothèse et objectif

D'une part, certaines mesures physiologiques permettent, à la fois, de discriminer entre des personnes saines et des personnes atteintes de lombalgies chroniques non spécifiques et de prédire un premier ou un nouvel épisode de douleurs. D'autre part, l'utilisation d'un court questionnaire permet d'évaluer le niveau de risque d'incapacité lombaire prolongée chez les personnes atteintes d'un épisode aigu de lombalgies. Pour ces raisons, nous émettons l'hypothèse qu'à la fois les mesures physiologiques et le SBST sont associés à l'évolution clinique des patients atteints de lombalgies chroniques non spécifiques et ce, à court et long termes, c.-à-d. qu'une performance supérieure aux tests physiques et un score moindre au SBST sont associés à une intensité de la douleur, une incapacité et une peur du mouvement moindre à court et long termes.

À la lumière de cette hypothèse, l'objectif de l'étude proposée est de quantifier la contribution de mesures physiologiques et du SBST dans la détermination du risque d'un pronostic défavorable à court (≤ 6 mois) et long termes (12 mois).

CHAPITRE IV

ARTICLE SCIENTIFIQUE

Risk of poor prognosis in patients with chronic low back pain : Can it be predicted by physical tests and screening tools ? – An observational study

Isabelle Pagé DC¹, Jacques Abboud MSc², Julie O’Shaughnessy DC, FCCS(C), MSc³, Louis Laurencelle PhD⁴, Martin Descarreaux DC, PhD⁴

¹MSc candidate, Département des sciences de l’activité physique, Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), Trois-Rivières, Québec, Canada.

² PhD student, Département d’anatomie, UQTR, Trois-Rivières, Québec, Canada.

³Full-time Professor, Département de chiropratique, UQTR, Trois-Rivières, Québec, Canada.

⁴Full-time Professor, Département des sciences de l’activité physique, UQTR, Trois-Rivières, Québec, Canada.

This project received ethics approval from the Human Research Ethics Committee at the UQTR.

Address correspondence to: Isabelle Pagé, Département des sciences de l'activité physique, UQTR, 3351 boul. des Forges, C.P. 500, Trois-Rivières, QC, Canada G9A 5H7. E-mail: isabelle.page1@uqtr.ca

Statement of financial disclosure and conflict of interest: the authors declare that they have no competing interests.

Acknowledgements

This study was funded by the Fonds de Recherche du Québec – Santé (FRQS), the Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et Sécurité du Travail (IRSST), and the Fondation de Recherche Chiropratique du Québec (FRCQ).

Abstract

Background

One of the most prominent and recent approach in LBP research deals with stratification strategies based on identifying patient's prognosis in order to guide patient care. Physiologic measures, such as trunk strength and endurance, have been reported to be associated with recurrence and persistence of LBP symptoms. On the other hand, a brief screening questionnaire, the STarT Back Screening Tool (SBST), has the capacity to identify patients at risk of disabling LBP but has not been studied in patients with only chronic LBP nor compared to physiologic measures.

Purpose

The aim of the present study is to quantify the relative contribution of physiologic measures and the SBST in determining the short-term (≤ 6 months) and long-term (12 months) risk of poor prognosis in patients with nonspecific chronic LBP.

Study Design

Observational prospective study

Participant Sample

Fifty-three adults (years old (SD) = 44.09 (13.26)) with nonspecific chronic LBP recruited through advertisements in the local newspaper.

Outcome Measures

Self-report measures (SBST, Oswestry Disability Index, Tampa Scale for Kinesophobia, numerical pain rating scale, and Patient's Global Impression of Change Scale (GPIC)) and physiologic measures (maximal voluntary contraction (MVC), maximal endurance, and EMG variables evaluated during prone and lateral isometric tasks) were used in the present study.

Methods

Physiologic measures and the SBST (predictive variables) were assessed at baseline, while others self-report measures (outcome variables) were completed at baseline, 2-, 4-, 6- and 12-month follow-ups. Associations between the predictive variables and the outcome variables were evaluated with Kendall tau rank correlation coefficient. The predictive variables prognostic value for identifying participants at risk of poor prognosis at 6- and 12-month follow-ups was assessed using receiver operating characteristic analyses, sensitivity, specificity, and likelihood ratios.

Results

Among physiologic measures, only MVCs were correlated to an outcome variable (disability or fear of movement) in some of the follow-ups ($|\tau| = .249$ to $.321$, all $ps < .05$). The SBST presented consistent significant correlations with disability ($\tau = .222$ to $.326$, all $ps < .05$) but significant correlations with pain intensity and fear of movement were inconsistent. Only the SBST allowed identification of participants at risk of poor prognosis (AUC = 0.71 to 0.84, all $ps < .05$) (except for fear of movement at 12 months, and PGIC at 6 and 12 months).

Conclusion

Physiologic measures obtained during prone and lateral tests have limited prognostic value in patients with nonspecific chronic LBP. The SBST can identify patients at risk of poor prognosis at short- and long-terms.

Keywords

Chronic low back pain; prognostic factors; STarT Back Screening Tool; physiologic measures; early identification; receiver operating characteristic curve;

Introduction

Nonspecific chronic low back pain (LBP) constitutes a major public health issue as more than 85 % of patients who suffer from it are diagnosed with LBP from nonspecific origin (Waddell, 2004). The 2010 Global Burden of Disease Study reported LBP as the leading musculoskeletal cause of years lived with disability (Vos et al., 2012), whereas a recent systematic review on the natural history of LBP concluded that this condition is relatively stable over time, and that becoming pain free should be considered an exception rather than the norm (Lemeunier et al., 2012). Considering the high prevalence of this condition, the heterogeneous patient presentations and the similar pattern of improvement characterizing a wide range of primary care-treatments (Artus et al., 2010), stratified care of LBP has been identified as one of the research priorities (Foster et al., 2013; van der Windt & Dunn, 2013). Foster et al. (2013) described stratified care as a “strategy involving the identification of patient subgroups based on key characteristics such as their prognostic profile, likely response to specific treatment and suspected underlying causal mechanisms”. In addition, Hingorani et al. (2013) mentioned that stratified care aims to optimize treatment, increase efficiency of healthcare and reduce unnecessary harm. As clearly highlighted by Foster et al. (2013), “Low back pain is an ideal clinical condition within which to research stratified care as it includes a heterogeneous population with clear variation in prognosis and numerous treatment options, some of which are costly and associated with higher risks”.

One of the most prominent and recent approach deals with stratification strategies based on identifying patient's prognosis in order to guide patient care (Foster et al., 2013). In a traditional medical paradigm, prognosis simply refers to "the expected course of an illness", or more specifically, to "the course of an illness in a particular individual" (Moons et al., 2009). Prognostic predictors can be obtained from patient demographics, clinical history, physical examination, disease characteristics, test results, and previous treatments (Moons et al., 2009). These key elements can be easily identified in patients with LBP, and several indicators of poor outcome of acute and subacute LBP have already been clearly identified. For instance, higher level of functional disability, sciatica, older age, poor general health, increased psychological or psychosocial stress, negative cognitive characteristics, poor relations with colleagues, heavy physical work demands and presence of compensation have all been associated with poor outcome (Hayden et al., 2009). Although some prognostic indicators have been associated with long-term disability regardless of the patient's pain status (acute, subacute, or chronic LBP) (Grotle et al., 2010), it is generally accepted that prognostic indicators can vary according to nonspecific LBP duration, since the natural courses of acute, subacute and chronic LBP differ (Hayden et al., 2010). A literature review exploring short- and long-term prognostic factors of pain intensity, disability, return to work, and global perceived effect in patients with chronic nonspecific LBP was recently published (Verkerk et al., 2012). The study reported that only lower pain intensity and

physical job demands at baseline are associated with one of the reported outcomes (i.e. return to work earlier). However, the authors included studies evaluating treatment effect modifiers which are usually treated independently of prognostic factors which, as explained by Hill and Fritz (2011), “identify generic treatment predictors”.

Considering the challenge of identifying prognostic factors, other avenues of research emerged. Indeed, over the past years, a wide range of questionnaires based on a multi-domain approach (i.e. where each patient’s risk of persistent LBP is determined and matched to a specific treatment) has been developed (Melloh et al., 2009; Truchon et al., 2010). One of these questionnaires, the Subgroup of Targeted Treatment (STarT) Back Screening Tool (SBST), has increasingly been studied since its validation in 2008 (Hill et al., 2008). The SBST was first developed and validated through a cohort of patients with any LBP duration and pattern (acute, subacute, chronic, and with or without referred leg pain). This self-reported questionnaire of eight dichotomized and one Likert scale items allows categorization of patients into three groups of risk of persistent disabling LBP (low, medium, or high risk). A proposed management’s stratification according to patient’s prognosis resulted in greater mean health benefits, achieved at a lower mean health-care cost than a non-stratified current best practice in United Kingdom (Hill et al., 2011).

On the other hand, some evidences suggest that physiologic measures, such as trunk strength and endurance, can both predict first time LBP (Biering-Sorensen, 1984; Luoto et al., 1995) and be associated with recurrence or persistence of LBP symptoms (Biering-Sorensen, 1984). Low back muscle electromyographic parameters such as mean power frequency, median frequency (MF), initial MF, MF slope, integrated electromyography, half-width frequency, and EMG spatial distribution have also been used to discriminate between healthy individuals and LBP patients (Falla et al., 2014; Greenough et al., 1998; Humphrey et al., 2005), and predict first episode or recurrence (Heydari et al., 2010). These associations, however, are not consistent across studies (Adams et al., 1999; Stevenson et al., 2001).

For instance, the prognostic value of measures obtained during a physical evaluation has rarely been studied in chronic LBP, although exercise programs are often used in the clinical management of LBP. If patients with chronic LBP at risk of poor prognosis can be identified by routine physical tests, this could have important clinical implications. On the other hand, despite the potential of a stratified care based on the SBST, this screening questionnaire has not been studied with a cohort consisting of only patients with chronic LBP nor compared to physiologic measures. Therefore, the aim of the present study is to quantify the relative contribution of physiologic measures and the SBST in determining the short-term (≤ 6 months) and long-term (12 months) risk of poor prognosis in patients with chronic nonspecific LBP.

Materials and methods

Participants

Participants were recruited among the university's community (Trois-Rivières, Québec, Canada), its outpatients' chiropractic clinic and through advertisements in the local newspaper. Sample size was calculated using an estimated moderate effect size ($.40 \leq r \leq .50$ (Beneciuk, Bishop, Fritz, Robinson, Asal, Nisenzon et al., 2013)) with a significance level of .05, a desired power of .80 and an estimated attrition of 10 %. Given the aforementioned requirements, the number of participants needed was between 51 ($r = .40$) and 32 ($r = .50$). Volunteers were first screened by clinicians at the outpatients' chiropractic clinic in order to assess for the various inclusion and exclusion criteria. The inclusion criteria were adults between 18 and 60 years old with nonspecific chronic LBP, able to read and understand French. Nonspecific LBP was defined as a pain located between the twelfth rib and the inferior gluteal fold for which no specific source of pain could be identified. "Chronic" was defined as a pain present for 12 weeks or more, and included both constant and recurrent patterns of pain. The exclusion criteria were defined prior to the recruitment effort; they included history of surgery or major trauma to the spine, current use of medication known to impair physical effort and pain perception, lumbar scoliosis of more than 20°, collagenosis, severe osteoporosis, neuromuscular disease, malignant tumor, non-controlled hypertension, infection, radiculopathy, progressive neurologic defect, myelopathy, lumbar disc hernia,

pregnancy, active lower body injury and/or severe and disabling pain limiting the capacity to undergo the evaluation. Once included in the study, participants were contacted by the researcher to schedule for baseline assessment and to give their informed written consent according to the university's Human Research Ethics Committee certification (No. CER-12-181-06.22).

Experimental protocol

The baseline assessment (T0) was conducted at the university's Neuromechanics and Motor Control Laboratory and lasted approximately two hours. Participants were first asked to complete clinical questionnaires in order to assess disability, pain intensity, fear of movement, and prognosis. They were then instructed to perform, in randomized sequences, isometric trunk muscle endurance tasks in prone, right lateral, and left lateral positions, each preceded by a maximal isometric voluntary contraction (MVC) in the same position. The experimental tasks were thoroughly explained and demonstrated by the researcher before any data were recorded. Lumbar muscle activity was collected during prone endurance and MVC tasks using surface electromyography (EMG) matrices. Subsequently, participants were contacted for a follow-up at 2 months (T1), 4 months (T2), 6 months (T3), and 12 months (T4) by telephone, email or mail, at the participant's convenience.

MVC and endurance tasks

Prone and lateral tasks (Figure 7) were performed according to the protocols presented by Champagne et al. (2008) and Pagé and Descarreaux (2012). Lateral position tasks were labelled according to the side up (i.e. when participants were lying on the left side, the task was called right lateral endurance or MVC task, as shown in Figure 7B). Participants were positioned on a 30° Roman chair, straight upper body, the iliac crest aligned with the chair's border and the arms crossed on the chest. A fixed harness, installed over their shoulders, was connected inline to a uni-axial force transducer on the floor (NTEP-87-057A3 class III, Artech, Riverside, CA, USA).

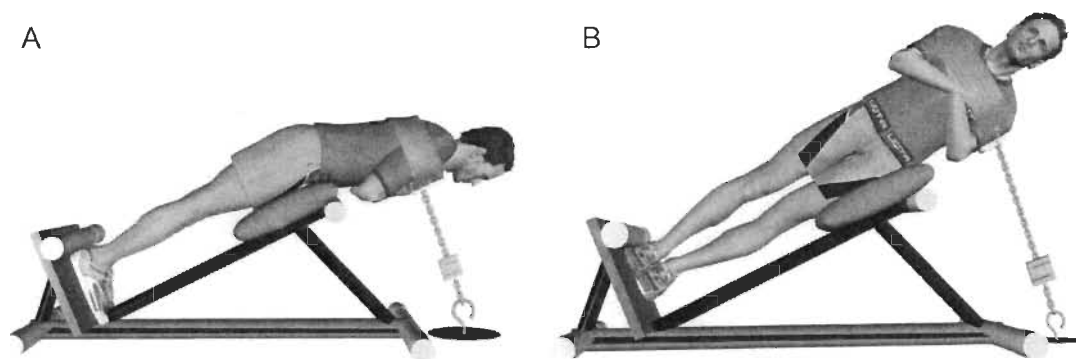


Figure 7. A. Prone position and B. Right lateral position. These positions were used to assess the endurance and the MVC of trunk muscles.

A MVC task (prone, right and left lateral) was performed just prior to the respective trunk endurance task by slowly extending the trunk until feeling a tension on the harness (straight body). At this point, the participants were asked to perform a

maximal trunk exertion contraction against the harness for five seconds. A computer monitor was located in front of the participant in order to provide him a visual feedback of his/her performance. The first trial was performed without feedback, but during the subsequent trials the participants visualized a force threshold of 10 % superior to the previous trial. MVC was considered completed when the participants could not reach the threshold, or after completing three trials. During endurance tasks, the participants were asked to maintain, as long as they could, 30 % \pm 5 % of their MVC carried out just before. A visual feedback was provided using a computer monitor throughout the task, in addition to verbal position correction provided by the researcher. Two lines indicating respectively 25 % and 35 % of the MVC were used to define the margin of error allowed during the endurance task performance. The task was considered “completed” when the participants chose to stop or swayed too much from the initial position (as evaluated by the researcher) or target force. Two minutes of rest were allowed between MVC and trunk endurance tasks. Verbal encouragements were provided throughout endurance and MVC tasks.

For data analyses, an average lateral position MVC (variable defined as lateral MVC) and an average lateral position endurance time (variable defined as lateral endurance) were calculated by averaging the MVCs and endurance times obtained during right lateral position task and left lateral position task.

EMG acquisition and analyses

EMG of right and left lumbar erector spinae was recorded during prone position tasks using two adhesive matrices of 64 electrodes (model ELSCH064; LISiN-OT Bioelettronica; Torino, Italy) as illustrated in Figure 8. The array grid consisted of 64 electrodes, 13 rows \times 5 columns (2 mm diameter, 12.5 mm inter-electrode distance). The electrode surfaces were separated from the skin by a small cavity (approximately 1 mm thick) filled with electrolyte gel (AC-CREAM250V; Spes Medica; Battipaglia, Italy). The center of each grid was located at L3 and two ground electrodes were placed on the right and left olecranon processes. Skin impedance was reduced by (a) shaving body hair; (b) gently abrading the skin with fine-grade sandpaper (Red Dot Trace Prep, 3M; St. Paul, MN, USA), and (c) wiping the skin with alcohol swabs. The bipolar EMG signals were amplified (64-channel surface EMG amplifier, SEA 64, LISiN-OT Bioelettronica; Torino, Italy; -3 dB bandwidth 10–500 Hz) by a factor of 5000, sampled at 2048 Hz, and converted to digital form by a 12-bit A/D converter. The data were collected using the OT Bioelettronica custom software and processed by Matlab (MathWorks; Natick, MA, USA).

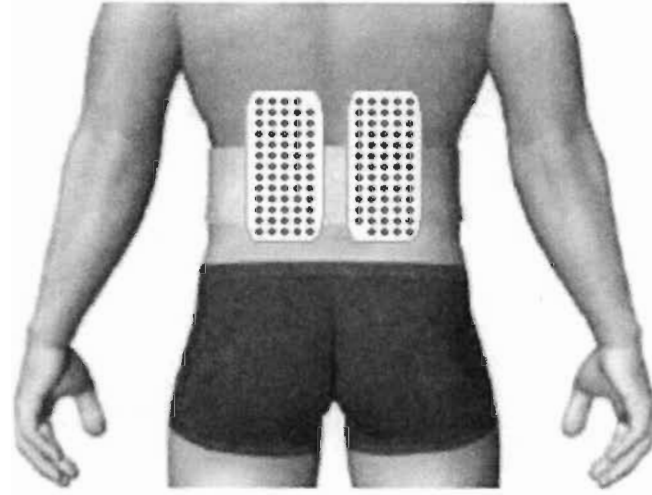


Figure 8. Representation of two 64 electrodes matrices used in the recording of lumbar erector spinae muscle activity during prone position tasks.

Each bipolar EMG signal obtained from both matrices during isometric prone endurance task was digitally band-pass filtered in the frequency bandwidth 20-450 Hz (2nd order Butterworth filter). Notch filters were also applied to reject 60 Hz power line interference and its harmonics. Each electrode filtered signal was then divided in windows of 0.5 s for which an individual root mean square (RMS) value was computed and normalized with the corresponding RMS obtained during prone MVC task. The center of gravity of each two-dimensional representation of RMS values was determined and the spatial migration of muscular activity throughout the endurance task was quantified. Global mean migration of muscular activity (variable defined as motor variability) was calculated by averaging both left and right sides mean migration for each participant.

Individual median frequency value (MF) was also calculated for each window of 0.5 s. MF was defined as the frequency that divides the spectrum into two equal areas. Median frequency slope (MFslope) was obtained from the slope of a linear regression fit the MF values for each electrode. The MFslopes were then divided by the initial MF ($iMF, t=0$) obtained from the interception of MFslope for each electrode and averaged for each side (NMFslope in $\%S^{-1}$) (Plamondon, Trimble, Lariviere & Desjardins, 2004). Global NMFslope (variable defined as NMFslope) was finally calculated by averaging both left and right sides mean NMFslope for each participant.

Outcome assessments

The SBST. The French version of the SBST was used to measure the risk of poor prognosis at baseline assessment (T0) through nine questions relating to comorbidity, disability, pain catastrophizing, fear of movement, bothersomeness, anxiety, and depression symptoms (Hill et al., 2008). A scoring system provides a risk group (low, medium, or high). Although a psychological subscale is measured by items 5 to 9, the present study only refers to the total score (range : 0 to 9). The French version of the SBST has been reported to be valid and reliable (Bruyere et al., 2013).

Pain intensity. Pain intensity was assessed through a 101-point numerical rating scale (NRS), where 0 represents 'no pain' and 97 'extremely intense pain'. NRS has been reported to be responsive in LBP population, and it is one of the most common

pain measure outcomes (Chapman, Norvell, Hermsmeyer, Bransford, DeVine, McGirt et al., 2011). Participants were asked to evaluate their actual pain intensity at T0 and their mean pain intensity in the past two months at T1, T2, and T3. For the last follow-up (T4), they were asked about both their mean pain intensity in the past week and in the past six months.

Disability. Disability was measured at each assessment (T0 to T4) with the French version of the Oswestry disability index (ODI), which consists of 10 items of 6 possible answers. Score is given in percentage where 20 % or less indicates minimal disability. ODI has been reported to be valid, reliable and responsive in the treatment of chronic LBP (Chapman et al., 2011; Vogler, Paillex, Norberg, de Goumoens & Cabri, 2008).

Fear of movement. Fear of movement was evaluated at each assessment by the French version of the Tampa Scale for Kinesiophobia (TSK), a 17-item questionnaire which can be answered by 'strongly disagree', 'disagree', 'agree', or 'strongly agree'. A score ≥ 41 on 68 has been proposed to indicate presence of fear of movement. TSK has been reported to be valid, reliable and responsive in the treatment of chronic LBP (Chapman et al., 2011).

Patient's global impression of change. The patient's global impression of change scale (PGIC) at T3 and T4 was used to measure participant's level of perceived change in the past six months. The PGIC consists of a 7-point scale that ranges from 'very much improved' to 'very much worse'. PGIC has been reported to be responsive and has been recommended as a core outcome in LBP population (Dworkin, Turk, Farrar, Haythornthwaite, Jensen, Katz et al., 2005).

Recovery indices

Each outcome variables (ODI, NRS, TSK, and PGIC) was re-coded into dichotomous recovery variables at T3 and T4 based on Wideman et al. (2012) and Hill et al. (2010). Consistent with these studies, pain intensity was re-coded into *Good prognosis* (NRS follow-up score < 37 %) and *Poor prognosis* (NRS follow-up score \geq 37 %), fear of movement was recoded into *Good prognosis* (TSK follow-up score < 41) and *Poor prognosis* (TSK follow-up score \geq 41) and patient's global impression of change was re-coded into *Good prognosis* (PGIC score of 1 or 2) or *Poor prognosis* (PGIC score of 3 or more). Wideman et al. (2012) and Hill et al. (2010) recoded disability into *Improved Disability* (Roland Morris Disability Questionnaire (RMDQ) follow-up score < 7) and *Not Improved Disability* (RMDQ follow-up score \geq 7). A score of 7 on the RMDQ has been reported to be similar to a score of 24 % on the ODI (Stratford, Binkley, Solomon, Gill & Finch, 1994). Therefore, for the present study,

disability was recoded into *Good prognosis* (ODI follow-up score < 24 %) and *Poor prognosis* (ODI follow-up score \geq 24 %).

Approach to data analysis

The *t*-test for two samples was used to compare baseline characteristics (age, body mass index (BMI), disability, fear of movement, pain intensity, SBST score, endurance times, and MVCs) between males and females, and between participants and lost to follow-up.

To address our objectives, Kendall tau rank correlation coefficient was computed to assess the relationship between physiologic measures (endurance times, MVCs, motor variability, and NMFslope), and the SBST and outcome variables (NRS, ODI, TSK, and PGIC) at T0, T1, T2, T3, and T4 : Kendall's technique was used for all pairs of variables, as most of them did not meet the continuity or normality requirements of Pearson's correlation measure. The importance of the correlation was evaluated as being large ($> .34$), moderate (.20-.34) or small ($< .19$), using equivalence formula between Pearson correlation coefficient and Kendall tau rank correlation (Kendall, 1970). The area under the curve (AUC) statistic from receiver operating characteristic (ROC) curves and 95 % confidence intervals (CI₉₅) were also used to describe the ability of the physiologic measures and the SBST to discriminate between participants presenting or not a poor prognosis with regard to disability, pain intensity, fear of movement or PGIC

at T3 and T4. Strength of discrimination was defined according to previous studies on the SBST : 0.7–0.8 indicated acceptable discrimination, 0.8–0.9 indicated excellent discrimination, and 0.9 or over indicated outstanding discrimination (Hill et al., 2008). Whenever AUC was significant, predictive validity was assessed by calculating sensitivity, specificity, mean sensitivity and specificity (Mean_{ss}), and positive and negative likelihood ratios (LRs) for different cut-offs values. It is generally accepted that a positive LR higher than 10 significantly increases the probability of the specific condition; while a negative LR lower than 0.1 significantly decreases the probability of the specific condition (Akobeng, 2007b).

For all statistical analyses, $p < .05$ was considered to be statistically significant.

Statistical analysis was performed using SPSS statistical package version 19.0.0.

Results

Study Sample

Eighty-one volunteers contacted the outpatients' chiropractic clinic between October 2012 and March 2013 and were evaluated for inclusion and exclusion criteria by clinicians. From this initial group, 60 met the inclusion criteria and were contacted by the research team. Fifty-three volunteers - 30 males and 23 females with a mean age of 44.09 years (range : 21-60) - with nonspecific chronic LBP were included in the study. At least 87 % of the study sample completed each follow-up. The flow of participants through the study with reasons for exclusion and lost to follow-up is presented in Figure 9.

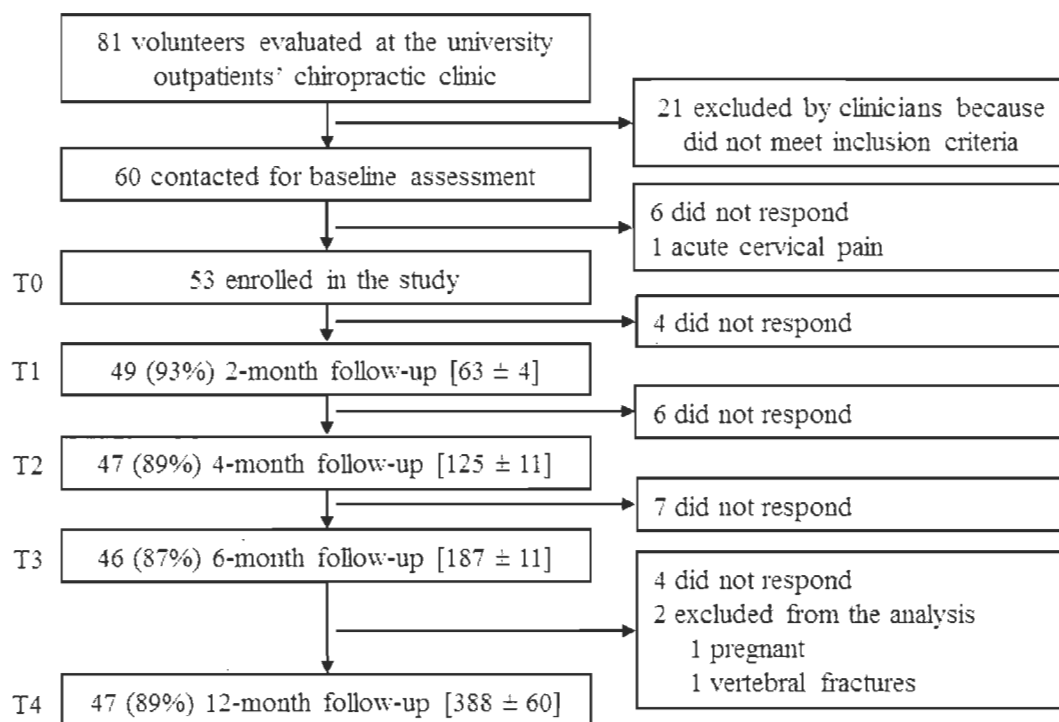


Figure 9. Flow of participants through the study. Within parenthesis are the percentages of total participants at baseline (T0). Within brackets are the means (\pm SD) of number of days for completion.

Differences between genders and between participants and lost to follow-up

Baseline characteristics of the sample are summarized in Table 4. No difference in age, BMI, disability, fear of movement, pain intensity, SBST score, endurance times, and MVCs were identified between participants and lost to follow-up. No differences were found between genders either, which prompted us to undertake all further statistical analyses without taking gender into account. At 6-month follow-up, a number

of participants were categorized as having a *poor prognosis* in terms of disability (13 %), pain intensity (30 %), fear of movement (15 %), and patient's global impression of change (52 %). Six months later, at 12-month follow-up, fewer participants were defined as having a *poor prognosis* for disability (9 %) and pain intensity (19 % for mean pain intensity in the past week and 26 % for mean pain intensity in the past 6 months); on the other hand, more participants were categorized as having a *poor prognosis* for fear of movement (34 %) and patient's global impression of change (57 %).

Table 4
Participant's baseline characteristics

Characteristic	Mean \pm standard deviation
Number (female : male)	23 : 30
Age (years)	44.09 \pm 13.26 (range : 21 to 60)
Employment	
Unemployed : worker : retired	3 : 38 : 4
Housewife	1
Student	7
Weight (kg)	76.19 \pm 15.27
Height (m)	1.70 \pm 0.09
Body mass index (kg/m ²)	26.14 \pm 4.36
Duration of symptoms (months)	130.68 \pm 112.03 (range : 4 to 360 months)
Reported physical activity by week (hours)	4.33 \pm 3.27 (range : 0 to 14 hours)
Initial disability (%)	18.38 \pm 10.33
Initial fear of movement (/68)	36.42 \pm 8.75
Initial pain intensity (%)	27.61 \pm 22.94
Prone endurance (s)	57.46 \pm 27.10
Lateral endurance (s)	31.73 \pm 15.40
Prone MVC (N)	147.90 \pm 64.58
Lateral MVC (N)	112.67 \pm 49.93

Correlations between SBST and physiologic measures, and outcome variables at baseline

Kendall tau rank correlation coefficient analysis showed that, among physiologic measures, only prone endurance, prone MVC and motor variability were correlated to disability ($\tau = -.256$ to $-.362$), while prone endurance and NMFslope were moderately correlated to fear of movement ($\tau = .232$ and $-.222$) (all $ps < .05$). On the other hand, the SBST presented a strong correlation with disability ($\tau(51) = .430$), and fear of movement ($\tau(51) = .400$) (all $ps < 0.001$). Neither the physiologic measures nor the SBST were significantly correlated to pain intensity. Correlation coefficients are reported in Table 5.

Table 5

Kendall tau rank correlation coefficients between the SBST and physiologic measures, and outcome variables at baseline

Variable	Disability	Pain intensity	Fear of movement
Prone endurance (s)	-.256 *	-.038	-.222 *
Lateral endurance (s)	-.111	.074	-.174
Prone MVC (N)	-.362 *	-.017	-.108
Lateral MVC (N)	-.105	-.063	-.024
Motor variability (cm)	-.271 *	-.041	-.205
NMFslope (%S ⁻¹)	.143	-.149	.232 *
SBST	.430 **	.120	.400 **

Available paired data range from 53 down to 35, due to incomplete set of EMG data.

* $p < .05$. ** $p < .001$.

Note that Kendall tau rank correlation coefficients are usually lower than Pearson r .

Equivalence is determined by the formula $r \approx \sin(\pi \times \tau / 2)$ (Kendall, 1970).

Correlations between the SBST and physiologic measures, and outcome variables at follow-ups

Kendall tau rank correlation coefficient analysis showed that prone MVC was significantly correlated (moderate correlation) to disability at T1 ($\tau(30) = -.259, p = .043$) and T2 ($\tau(30) = -.326, p = .010$), and to fear of movement at T3 ($\tau(29) = .321, p = .013$). Lateral MVC presented a moderate correlation with disability at both T2 ($\tau(29) = -.290, p = .025$) and T4 ($\tau(29) = -.249, p = .029$). No other significant correlation was

found between physiologic measures and outcome variables at follow-ups. The SBST was correlated to disability at each follow-up ($\tau = .222$ to $.305$, all $ps < .05$), to mean pain intensity in the past six months at T4 ($\tau(45) = .340$, $p = .002$), and to fear of movement at T1 ($\tau(47) = .212$, $p = .046$). Interestingly, the SBST was not correlated to PGIC at neither T3 nor T4. Correlation coefficients are reported in Table 6.

Table 6

Kendall tau rank correlation coefficients between the SBST and physiologic measures, and outcome variables at follow-ups

Variables	Disability				Pain intensity				Fear of movement				PGIC	
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T3	T4
Prone endurance (s)	-.123	.068	-.080	.095	-.112	.004	.034	P1 : .066 P6 : .147	-.053	-.036	-.066	-.096	-.082	.069
Lateral endurance (s)	.038	.029	.086	.096	.040	.028	-.005	P1 : .001 P6 : .150	-.021	-.132	-.064	.022	.026	-.119
Prone MVC (N)	-.259*	-.326**	-.160	-.249	-.038	-.131	.138	P1 : -.167 P6 : -.102	.035	.125	.321*	.004	.261	.187
Lateral MVC (N)	-.077	-.290*	-.116	-.295*	-.075	-.250	-.010	P1 : -.254 P6 : -.033	.047	.065	.218	.092	-.029	-.185
Motor variability (cm)	-.103	-.106	-.143	-.139	.028	-.079	.040	P1 : .018 P6 : -.041	-.036	-.054	.049	-.119	.151	.032

Table 6 (continued)

Variables	Disability				Pain intensity				Fear of movement				PGIC	
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T3	T4
SBST	.305**	.268*	.267*	.222*	.174	.102	.176	P1 : .204	.212*	.145	.183	.162	-.054	.016
								P6 : .340**						

Available paired data range from 49 down to 27 participants, due to incomplete set of EMG data and lost to follow-up. P1 = mean pain intensity in the past week and P6 = mean pain intensity in the past 6 months. * $p < .05$. ** $p \leq .01$.

Meaningful improvement analysis using dichotomous recovery indices

ROC analysis revealed that no physiologic measures had the ability to discriminate between participants having or not a risk of poor prognosis in any of the dichotomous recovery indices at T3 or T4. On the other hand, the SBST had an excellent ability to discriminate participants presenting a risk of poor prognosis in terms of disability at T3 (AUC = 0.84, CI₉₅ = 0.69-1.00, $p = .007$) and T4 (AUC = 0.82, CI₉₅ = 0.61-1.00, $p = .034$). It also presented an acceptable ability in terms of pain intensity at T3 (AUC = 0.73, CI₉₅ = 0.58-0.86, $p = .013$), and T4 for mean pain intensity in the past week (AUC = 0.78, CI₉₅ = 0.63-0.92, $p = .010$) and in the past six months (AUC = 0.71, CI₉₅ = 0.54-0.88, $p = .031$). However, participants having a risk of poor prognosis with regard to fear of movement were significantly discriminated only at T3 (AUC = 0.79, CI₉₅ = 0.56-1.00, $p = .017$). The SBST had no discriminative capacity for PGIC at both T3 and T4 and for fear of movement at T4. ROC analysis of significant predictive variables is presented in Figure 10.

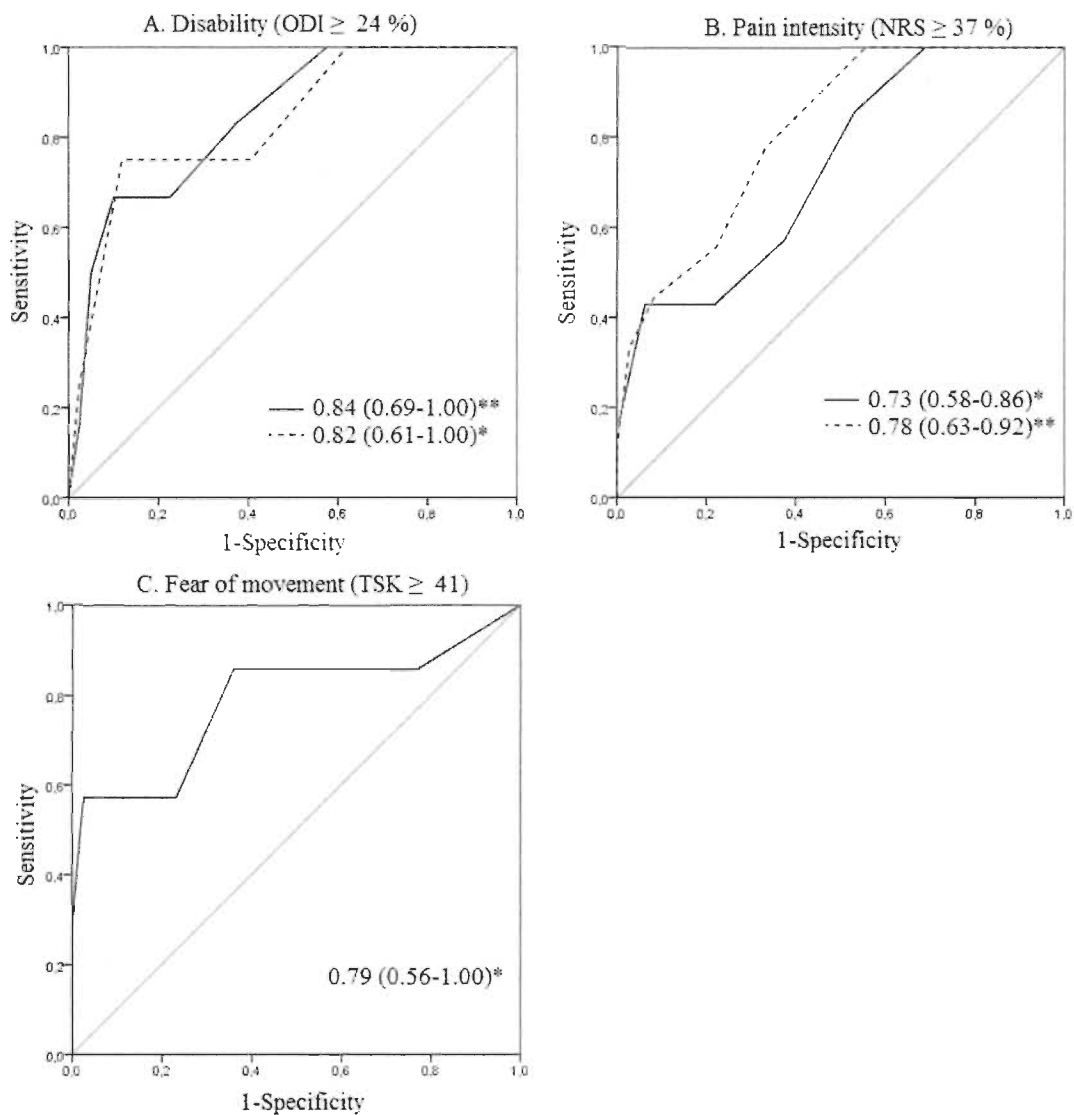


Figure 10. ROC curves at 6 months (solid line) and 12 months (broken line) for the SBST against A. Disability, B. Pain intensity, and C. Fear of movement. AUC are reported with 95 % CI. Note that for pain intensity at T4, only mean pain intensity in the past week was reported because it showed higher AUC than mean pain intensity in the past six months (AUC = 0.71, CI₉₅ = 0.54-0.88, $p = .031$). * $p < .05$ and ** $p \leq .01$

Since physiologic measures did not show significant AUC, sensitivity, specificity, average sensitivity and specificity (Mean_{ss}), and positive and negative likelihood ratios (LRs) were only calculated for different SBST cut-offs (see Table 7). The cut-off value of ≥ 4 , which represents the proposed value to discriminate between low and medium/high risk groups of persistent disabling LBP (Hill et al., 2008), showed a Mean_{ss} ranging between 60.5 % and 73.6 % for the 3 significant dichotomous recovery indices (disability and pain intensity at T3 and T4, and fear of movement at T3) with the maximum Mean_{ss} observed for disability at T3 (72.1 %) and T4 (73.6 %). Furthermore, positive and negative LRs for this cut-off were ≤ 2.96 and ≥ 0.35 respectively, depending on both the dichotomous recovery indices and the period evaluated. These LRs classify the SBST as a “sometimes useful test” for identifying those at risk of poor prognosis in term of disability, pain intensity and fear of movement at 6- and 12-month follow-ups. Interestingly, other cut-offs (≥ 3 , ≥ 5 , or ≥ 6) presented higher Mean_{ss} and higher positive or lower negative LRs. Nevertheless, these cut-offs were also different based upon the period (T3 or T4) and the dichotomous recovery indices (disability, pain intensity, or fear of movement) evaluated.

Table 7

Sensitivity, specificity, Mean_{ss} and LR_s for SBST cut-offs to discriminate participants at risk or not of poor prognosis at 6-
(T3) and 12-month (T4) follow-ups

Outcome variable	Cut-off	Sensitivity %		Specificity %		Mean _{ss} %	
		Pos. LR (CI ₉₅)		Neg. LR (CI ₉₅)		T3	T4
		T3	T4	T3	T4		
Disability	≥3	83.3	75	62.5	58.1	72.9	66.6
		2.22 (1.30 - 3.80)	1.79 (0.92-3.49)	0.27 (0.04 - 1.64)	0.43 (0.08-2.43)		
	≥4	66.7	75	77.5	72.1	72.1	73.6
2.96 (1.32-6.64)		2.69 (1.28-5.65)	0.43 (0.14-1.35)	0.35 (0.06-1.93)			
Pain intensity	≥5	66.7	75	0	86.0	33.35	80.5
		0.67 (0.38-1.17)	5.38 (2.11-13.67)	∞	0.29 (0.05-1.60)		
Pain intensity	≥3	57.1	P1 : 77.8	62.5	P1 : 63.2	59.8	P1 : 70.5
		1.52 (0.81-2.88)	2.11 (1.23-3.63)	0.69 (0.36-1.30)	0.35 (0.10-1.23)		

Table 7 (continued)

Outcome variable	Cut-off	Sensitivity %		Specificity %		Mean _{SS} %	
		Pos. LR (CI ₉₅)		Neg. LR (CI ₉₅)			
		T3	T4	T3	T4	T3	T4
Pain intensity	≥3		P6 : 58.3		P6 : 60.0		P6 : 59.2
	(suite)		1.46 (0.78-2.73)		0.69 (0.34-1.41)		
			P1 : 55.6		P1 : 73.7		
	≥4	42.9	2.11 (0.96-4.65)	78.1	0.60 (0.29-1.28)		P1 : 64.7
		1.96 (0.80-4.78)	P6 : 50.0	0.73 (0.46-1.17)	P6 : 74.3	60.5	P6 : 62.2
			1.94 (0.88-4.32)		0.67 (0.67-1.21)		
			P1 : 44.4		P1 : 86.8		
	≥5	42.9	3.38 (1.13-10.10)	93.7	0.64 (0.35-1.16)		P1 : 65.6
		6.81 (1.57-29.88)	P6 : 41.7	0.61 (0.39-0.96)	P6 : 88.6	68.3	P6 : 65.2
			3.65 (1.17-11.40)		0.66 (0.41-1.07)		

Table 7 (continued)

Outcome variable	Cut-off	Sensitivity %		Specificity %		Mean _{SS} %	
		Pos. LR (CI ₉₅)		Neg. LR (CI ₉₅)			
		T3	T4	T3	T4	T3	T4
Fear of movement	≥3	85.7 2.39 (1.42-4.00)	N.S.	64.1	N.S.	74.9	N.S.
	≥4	57.1 2.47 (1.05-5.85)	N.S.	76.9	N.S.	67	N.S.
	≥5	57.1 5.54 (1.80-17.22)	N.S.	89.7	N.S.	73.4	N.S.
	≥6	57.1 21.96 (2.90-171.09)	N.S.	97.4	N.S.	77.25	N.S.

N.S. = AUC not statistically significant. ∞ = infinite LR

Discussion

The present study was conducted to establish if the SBST and physiologic measures can predict the short-term (≤ 6 months) and long-term (12 months) risks of poor prognosis in patients with chronic LBP. The results showed that, while some physiologic measures are only moderately associated with the prognosis of these patients, the SBST questionnaire presents an acceptable or even excellent ability to assess prognosis at both short- and long-terms in patients with chronic nonspecific LBP.

Prognostic value of physiologic measures

Physiologic measures obtained during routine physical tests, such as trunk endurance and MVC, have been reported to be lower in patients with LBP compared to healthy individuals (Ledoux, Dubois & Descarreaux, 2012; McKeon, Albert & Neary, 2006). Nevertheless, the present study may be the first to evaluate the short- and long-terms prognostic value of these tests in chronic LBP. It has been suggested that the lower physical fitness often observed in patients with LBP can be explained by the higher proportion of fast-twitch fibres compared to healthy individuals (Mannion, 1999). Whether this difference is related to recurrence or persistence of disabling LBP in patients with chronic LBP is not known. However, the results of the present study showed that only MVCs obtained in prone or lateral position are related to disability or fear of movement in some of the follow-ups. Although, the utilisation of electrode

matrices is fairly recent and albeit further studies are needed to evaluate the prognostic value of other potential EMG variables, the present results raise concern related to the clinical relevance of physical fitness tests with regard to the prognosis of patients with chronic LBP.

The correlation analyses between physiologic measures and the initial clinical status showed that participants presenting higher fear of movement and disability at baseline did not perform as well as other participants during prone tasks (endurance and MVC tasks), which is in agreement with other studies that showed lower low back endurance and MVC in patients reporting either high catastrophizing, high fear of movement or low self-efficacy (Huijnen, Verbunt, Wittink & Smeets, 2013). Huijnen et al. (2013) suggested that the endurance and strength test performances may depend on pain-related behaviors and thus do not properly evaluate physical fitness in patients with chronic LBP. Indeed, in the present study, physiologic measures obtained during prone tasks were related to the patients' initial clinical status (disability or fear of movement). However, such observations were not consistent and no correlation between the initial clinical status and physiologic measures obtained during lateral tasks was found. If lumbar endurance and strength tests were only dependent upon pain-related behaviors, then, correlations would have been found between the initial clinical status and the performance during lateral tasks. Instead, previous studies showed that either a global

activation of trunk muscles (Page & Descarreaux, 2012) or a specific muscle activation (Champagne et al., 2008) can be used during trunk performance tests.

Since patients with chronic LBP may limit their performance during endurance and MVC tests due to fear of movement or catastrophizing behaviors, some authors have proposed submaximal tests performed in a nearly upright trunk posture (Lariviere, Gravel, Gardiner, Bertrand Arsenault, Gagnon & Loisel, 2009) or submaximal functional tests (Lariviere, Gravel, Gagnon & Arsenault, 2009; Smeets, Hijdra, Kester, Hitters & Knottnerus, 2006). These tests may better reflect the true physical fitness of patients with chronic LBP by the fact that patients do not have to perform maximal efforts. However, the predictive value of these tests remains to be investigated and compared to maximal endurance and MVC tests.

Prognostic value of the SBST

The current study is the first to evaluate the prognostic value of the SBST at short- and long-terms in patients with chronic LBP. The results showed consistent significant correlations between the SBST and disability at each follow-up but, as observed with physiologic measures, significant correlations with pain intensity and fear of movement were inconsistent.

Further analyses showed that only the SBST allowed identification of participants presenting a risk of poor prognosis with regard to disability, pain intensity, and fear of movement at 6 and 12 months (except for fear of movement, which was only significant at short-term). Previous studies reporting the SBST AUC against disability presented results only for baseline analyses (Hill et al., 2008; Hill et al., 2010) or shorter follow-up periods (3-month (Morso, Kent, Albert, Hill, Kongsted & Manniche, 2013) or 4-month (Wideman et al., 2012)). In addition, compared to the present study which involved only patients with chronic LBP, these studies recruited patients reporting LBP of any duration (acute, subacute or chronic). Because the natural course of acute/subacute and chronic LBP differ (Hayden et al., 2010), comparisons with previous studies are thus limited. However, regardless of LBP duration, the results of the present study for short-term analyses may be compared to those presented by Morso et al. (2013). The present study showed an excellent discriminating capacity of the SBST for disability at 6 months, while Morso et al. (2013) reported only an acceptable capacity to identify patients with a score > 30 on the 101-point RMDQ (which is equivalent to a score > 7 on the 25-point RMDQ) at 3-month follow-up. Although an ODI score of 24 has been reported to be equivalent to a RMDQ score of 7 (Stratford et al., 1994), this difference is likely explained by the fact that Morso et al. (2013) study participants were mostly (63 %) patients with acute/subacute LBP.

The SBST cut-off between low and medium/high risk groups of persistent disabling LBP has originally been developed in patients presenting LBP of any duration: (1) less than 1 month, (2) 1-3 months, (3) 4-6 months, (4) 7 months to 3 years, and (5) more than 3 years (Hill et al., 2008). Hill et al. (2008) reported sensitivity and specificity indices of 80.1 % and 65.4 % respectively in identifying patients with a RMDQ score of ≥ 7 at 6 months. For the same cut-off (i.e. SBST cut-off ≥ 4), the present study showed a lower sensitivity but a higher specificity at both short- (66.7 % and 77.5 %) and long- (75.0 % and 72.1 %) terms. However, the Mean_{ss} was 72.1 % at short-term and 73.6 % at long-term which is similar to the 72.75 % reported by Hill et al. (2008). Furthermore, in the present study, other SBST cut-offs showed higher Means_{ss} to identify participants at risk of poor prognosis in term of disability at short-term (Mean_{ss} of SBST cut-off ≥ 3 = 72.9 %) and long-term (Mean_{ss} of SBST cut-off ≥ 5 = 80.5 %). Because the aim of Hill et al. (2008) study was to assess the external validity of the SBST, the authors only presented the sensitivity and specificity of the SBST cut-off ≥ 4 (for the total cohort and for the 5 subgroups based on LBP duration). Nevertheless, it would have been interesting to compare the results of the present study to those of the chronic subgroups of patients to confirm the presence of a different cut-off when only patients with chronic LBP are evaluated.

The present study is the first to evaluate the sensitivity, specificity, and LRs of different SBST cut-offs against fear of movement, pain intensity, and patient's

perceived impression of change at short- and long-terms. Among these outcome variables, the results showed that the SBST does not discriminate between participants having or not a risk of poor prognosis in term of fear of movement (at long-term only) and patient's perceived impression of change (at short- and long-terms). Regarding the outcome variables that showed significant AUC, the SBST cut-off presenting the highest Mean_{ss} was different depending on the period (6 or 12 months) and the outcome variable (fear of movement or pain intensity) evaluated. The SBST was first developed and validated with the intent to screen for back pain prognostic indicators relevant to initial decision making in primary care for the entire spectrum of patients with nonspecific LBP. Nevertheless, the presence of "outcome dependant cut-offs" raises a concern with regard to which outcome variable should be used to establish a stratified care strategy for chronic LBP. Recently, pain, function, and quality of life have all been identified as domains of great importance for clinical or research purposes as these domains best measure what is considered important outcomes by patients with chronic LBP (Chapman et al., 2011). In spite of the fact that addressing these three outcomes with a brief questionnaire constitutes a challenge, it remains important to consider several outcome variables in future studies evaluating screening tools that aim at implementing a stratified care strategy, as we do not currently know which outcome has the greatest importance.

Strength and limitations

The main strength of the present study is that it evaluated the predictive value of two variables; one obtained during routine physical evaluation and the other, from a brief questionnaire, as opposed to previous studies that used one or the other but not both. Furthermore, this study was able to attract a wide range of patients with chronic LBP and maintain a low attrition rate, which increased its ecological value. Given the number of participants in the present study, larger studies where different LBP duration subgroups of patients will be compared are needed. Other limitations include the inability of some participants to properly perform the physical tests (endurance and MVC tasks) and the presence of technical problems with EMG acquisition which generated a loss of data.

Conclusion

Although physiologic measures obtained during prone and lateral tests (endurance and MVC) may be used to initially evaluate physical fitness impairment in patients with nonspecific chronic LBP, the results of the present study showed that these tests have limited prognostic value. On the other hand, the French version of the SBST can identify patients with a higher risk of poor prognosis - with regard to disability, pain intensity, and fear of movement – at short- (6-month) and long- (12-month) terms. However, the SBST cut-off score that best categorizes participants varies depending upon the period and the outcome variable evaluated. Before using the SBST as a tool to implement stratify care, it would therefore be important to evaluate which outcome should be considered to better discriminate chronic LBP patients having various prognostic profiles.

CHAPITRE V

Discussion

Ce mémoire avait pour objectif d'explorer l'efficacité de mesures physiologiques et d'un bref questionnaire à établir le risque de pronostic défavorable à court (≤ 6 mois) et long (12 mois) termes chez les personnes atteintes de lombalgies chroniques non spécifiques. Pour ce faire, le temps d'endurance et la force maximale en extension du tronc et en pont latéral ainsi que des variables EMG obtenues lors de la tâche d'endurance en extension du tronc ont constitué les mesures physiologiques évaluées initialement, tandis que le SBST a été retenu comme questionnaire établissant un pronostic. L'intensité de la douleur, le niveau d'incapacité lombaire, de peur du mouvement et l'impression globale de changement (PGIC) ont permis d'évaluer l'état clinique des participants initialement, ainsi qu'après 2, 4, 6 et 12 mois. Globalement, les résultats ont permis de vérifier l'hypothèse initiale. Ainsi, même si les mesures physiologiques présentent certaines associations significatives avec le pronostic des participants, le SBST montre une plus grande efficacité dans l'établissement du pronostic à court et long termes chez les patients atteints de lombalgies chroniques non spécifiques.

Valeur pronostique des mesures physiologiques

Bien que l'endurance et la force musculaire mesurées lors de tâches en extension du tronc et en pont latéral aient été rapportées comme étant plus faible chez les patients atteints de lombalgies comparativement à des individus sains (Ledoux et al., 2012; McKeon et al., 2006), la présente étude est la première, à notre connaissance, à évaluer la valeur pronostique de ces tests à court et long termes concernant la lombalgie chronique. Mannion (1999) a suggéré qu'une endurance et une force musculaire moindres chez les patients atteints de lombalgies sont expliquées par leur composition musculaire. En effet, ces patients présentent une proportion plus élevée de fibres musculaires rapides (fibres de type II) au niveau lombaire comparativement à des individus sains (Mannion, 1999). Par contre, le fait que ces modifications musculaires soient associées à l'évolution clinique des patients n'a pas été démontré.

Composition musculaire et performance physique

Les résultats de la présente étude montrent que, parmi les mesures physiologiques, seuls les MVC en extension du tronc et en pont latéral sont associés à l'incapacité ou à la peur du mouvement lors de certains suivis. Cependant, la composition musculaire lombaire de nos participants n'est pas connue. En effet, la distribution des fibres musculaires constitue une variable importante à considérer lorsqu'on étudie la performance physique (Mannion, 1999). Les résultats de Mannion et al. (1998) montrent qu'au niveau lombaire, la MFslope obtenue lors d'une tâche

d'endurance isométrique en extension du tronc est inversement corrélée à la surface relative du muscle composée de fibres lentes (fibres de type I) au détriment des fibres rapides, c.-à-d. que plus le ratio fibres lentes/fibres rapides est élevé, moins la MFslope sera prononcée. En effet, lors d'une tâche d'endurance isométrique, les muscles ayant une prédominance de fibres lentes utilisent moins d'énergie pour maintenir une même force que les muscles ayant une prédominance de fibres rapides (Mannion et al., 1998). Concernant la production d'une force maximale, Mannion et al. (1998) rapportent une plus grande force musculaire en extension du tronc chez les personnes présentant une plus grande section transversale totale donc des fibres musculaires plus grosses (fibres rapides) au niveau lombaire. Ainsi, les personnes atteintes de lombalgies chroniques semblent subir une transformation partielle de leurs fibres de type I lombaires en fibres de type II en passant par les fibres dites intermédiaires (type IIC) – ou est-ce les personnes saines ayant un pourcentage plus élevé de fibres rapides qui sont plus à risque de lombalgies ? Puisque ce sont majoritairement les personnes atteintes de lombalgies depuis moins d'un an qui présentent des fibres intermédiaires (Mannion, 1999) et que nos participants étaient atteints de lombalgies chroniques depuis près de 11 ans, en moyenne (entre 4 mois et 360 mois depuis l'apparition des symptômes), il est possible que les participants de notre cohorte présentent une composition musculaire trop homogène pour détecter une tendance. D'autre part, il serait intéressant d'évaluer, au moyen d'une étude prospective de cohorte, si une proportion plus importante en fibres de type II est associée à un risque accru d'un premier épisode de lombalgies chez des

individus sains. Enfin, bien que la variabilité motrice soit inférieure chez les personnes atteintes de douleurs chroniques (Madeleine, 2010), la lombalgie chronique ne faisant pas exception à cette règle (Abboud, Nougrou, Pagé, Cantin, Massicotte & Descarreaux, soumis), la présente étude montre que cette variable ne semble pas associée au pronostic. Malgré que nos résultats soulèvent des questions sur la capacité des tests physiques à évaluer à proprement parler la performance musculosquelettique chez les patients symptomatiques, des études ultérieures sont nécessaires afin d'étudier d'autres variables EMG, considérant que l'utilisation des matrices d'électrodes est relativement récente.

Matrices d'électrodes et catégorisation des patients

L'utilisation des matrices d'électrodes, contrairement aux électrodes bipolaires, permet d'évaluer la distribution spatiale de l'activité musculaire. Il a été montré que les patients s'adaptent à la douleur aiguë lombaire en augmentant la stabilité du tronc, et ce, même en l'absence d'une lésion c.-à-d. lors d'une douleur expérimentale. (Hodges, Coppieters, MacDonald & Cholewicki, 2013). Bien qu'une plus grande stabilité constitue un mécanisme de protection, celle-ci peut avoir des effets délétères à long terme en augmentant entre autres la charge à la colonne vertébrale et en diminuant la variabilité motrice. L'étude de Hodges et al. (2013) montre que différentes stratégies sont utilisées par les individus afin d'augmenter la stabilité du tronc en présence de douleur expérimentale. Ainsi, l'utilisation de matrices d'électrodes permet de prendre en

considération ces différents patrons d'adaptations puisqu'il est possible, par cette technique, de localiser les zones d'innervation, la longueur des fibres, la vitesse de conduction des fibres musculaires et la décharge des potentiels d'action pour une unité motrice (Farina, Merletti & Enoka, 2004). Tous ces paramètres pourraient potentiellement permettre l'identification de sous-groupes de patients et méritent, par conséquent, d'être étudiés ultérieurement.

État clinique et performance physique

L'analyse par corrélation montre que les participants présentant un haut niveau de peur du mouvement ou d'incapacité lors de l'évaluation initiale n'ont pas performé aussi bien que les autres participants lors des tâches en extension du tronc (endurance et force musculaires). Ces résultats sont en accord avec d'autres études qui rapportent une endurance et force lombaire plus faibles chez les patients présentant un haut niveau de dramatisation face à la douleur, de peur du mouvement ou un niveau faible de perception de l'efficacité de soi (Huijnen et al., 2013). Ainsi, la performance aux tests d'endurance et de force musculaires dépendrait de comportements liés à la douleur et, par conséquent, ces tests n'évalueraient pas à proprement dit la capacité physique chez les patients atteints de lombalgies chroniques. Pourtant, aucune corrélation significative n'a pu être identifiée entre l'état clinique initial et les mesures physiques obtenues lors des tâches en pont latéral. Si la performance aux tests d'endurance et de force musculaires lombaires était seulement dépendante de comportements liés à la douleur,

alors des corrélations statistiquement significatives auraient été détectées entre l'état clinique initial et la performance aux tests en pont latéral. Par conséquent, l'absence d'association entre ces variables résulte probablement de la présence d'une stratégie de cocontraction variable (c.-à-d. la présence d'une activation globale des muscles du tronc) lors des tâches d'endurance et de force musculaires en pont latéral (Page & Descarreaux, 2012), comparativement aux tâches en extension du tronc qui recrutent majoritairement les muscles parapsinaux lombaires (Champagne et al., 2008).

Puisque les patients atteints de lombalgies chroniques et présentant un niveau élevé de peur du mouvement ou de dramatisation face à la douleur peuvent limiter leur performance lors d'une tâche d'endurance ou de force maximales du tronc, certains chercheurs proposent des tests sous-maximaux effectués dans une posture relativement debout (Larivière, Gravel, Gardiner, et al., 2009) ou des tests fonctionnels sous-maximaux (Smeets et al., 2006). L'utilisation de ces tests permettrait d'évaluer la capacité physique des patients en douleur chronique tout en minimisant la limitation psychologique. Ainsi, une étude comparant la valeur pronostique des résultats aux tests sous-maximaux à ceux aux tests maximaux permettrait de confirmer si ces derniers sont à éviter lors de l'évaluation de la capacité physique et du pronostic chez patients atteints de lombalgies chroniques. De plus, Larivière et al. (2009) ont suggéré une équation – basée sur des variables EMG obtenues lors d'un test fonctionnel sous-maximal d'endurance en extension du tronc – afin de prédire l'endurance et la force absolues.

Considérant que leurs modèles de régressions présentent une capacité prédictive de bonne à modérée, cette avenue de recherche nécessite d'être davantage explorée.

Valeur pronostique du SBST

La présente étude est la première à évaluer la valeur pronostique du SBST chez une cohorte de patients atteints de lombalgies de type chronique à court et long termes. Nos résultats montrent que le SBST est significativement corrélé à l'incapacité à tous les suivis. Néanmoins, comme les mesures physiologiques, la présence de corrélations significatives avec les autres mesures de résultats cliniques (intensité de la douleur, peur du mouvement et perception globale de changement des patients) est variable.

Les analyses ont montré que seul le SBST permet l'identification des participants présentant un risque de pronostic défavorable en termes d'incapacité lombaire, d'intensité de la douleur et de peur du mouvement à 6 et 12 mois (à l'exception de la peur du mouvement, laquelle était seulement significative à court terme). Les études antérieures rapportant l'AUC du SBST en fonction de l'incapacité concernent des analyses de données recueillies seulement à l'évaluation initiale, les chercheurs ne faisant pas le suivi des participants (Hill et al., 2008; Hill et al., 2010) ou, dans le cas où un suivi était présent, celui-ci était de courte durée (3 mois (Morso et al., 2013) et 4 mois (Wideman et al., 2012)). De plus, puisque l'histoire naturelle de la lombalgie diffère selon la durée de celle-ci (aiguë/subaiguë ou chronique) (Hayden et al., 2010), la

comparaison à des études antérieures est limitée considérant que ces études ont recruté des patients rapportant des lombalgies de durées variables. Toutefois, sans égard à la durée de la condition, nos résultats concernant l'analyse à court terme peuvent être comparés à ceux présentés par Morso et al. (2013). La présente étude montre une excellente capacité discriminante du SBST concernant l'incapacité lombaire à 6 mois, tandis que Morso et al. (2013) rapportent seulement une capacité acceptable concernant un suivi de 3 mois. Cette différence peut être expliquée par l'utilisation de l'ODI au lieu du RMDQ – nonobstant le fait que la présente étude ait utilisée un score seuil équivalent au RMDQ (Stratford et al., 1994) –, mais surtout par le fait que leur cohorte était constituée majoritairement (63 %) de patients en conditions aiguës/subaiguës.

Le score seuil du SBST entre les groupes à risque faible et moyen/élevé d'incapacité lombaire prolongée a originalement été validé dans une cohorte présentant des lombalgies de durées variables : (1) moins de 1 mois, (2) 1 à 3 mois, (3) 4 à 6 mois, (4) 7 mois à 3 ans et (5) plus de 3 ans (Hill et al., 2008). Ces auteurs ont rapporté une sensibilité et une spécificité de 80,1 % et 65,4 % respectivement dans l'identification de patients présentant un score ≥ 7 au RMDQ à 6 mois. Pour un même score seuil (c.-à-d. ≥ 4 au SBST), la présente étude montre une plus faible sensibilité, mais une spécificité plus élevée à la fois pour le suivi à court terme (66,7 % et 77,5 %) et à long terme (75,0 % et 72,1 %). Toutefois, la moyenne sensibilité et spécificité ($Mean_{ss}$) est de 72,1 % à court terme et 73,6 % à long terme, soit très proche de celle de 72,75 %

rapporté par Hill et al. (2008). Lorsqu'on considère seulement les sous-groupes de patients chroniques (sous-groupes 3 à 5) de l'étude de Hill et al. (2008), la sensibilité (moyenne des 3 sous-groupes = 82,7 %) et la spécificité (moyenne des 3 sous-groupes = 62,5 %) demeurent différentes des présents résultats. Néanmoins, la Mean_{ss} (moyenne des 3 sous-groupes = 72.6 %) demeure très proche de celle de la présente étude pour un score seuil de ≥ 4 . Bien qu'un questionnaire distinct ait été utilisé dans l'évaluation de l'incapacité, la différence dans ces résultats résulte possiblement de la méthodologie de recrutement. En effet, les patients de l'étude de Hill et al. (2008) ont été recrutés lors d'une consultation avec leur médecin généraliste tandis que ceux de la présente étude ont répondu à une publicité effectuée dans le journal local. Ainsi, certains des participants n'étaient pas en épisode douloureux lors de l'évaluation initiale, au contraire de ceux de Hill et al. (2008). Enfin, la présente étude montre que d'autres scores seuils présentent des Mean_{ss} plus élevées dans l'identification des participants à risque de pronostic défavorable concernant le niveau d'incapacité à court terme (Mean_{ss} du score seuil ≥ 3 = 72,9 %) et long terme (Mean_{ss} du score seuil ≥ 5 = 80,5 %). Néanmoins, aucune comparaison n'est possible puisque Hill et al. (2008) n'ont rapporté la sensibilité et la spécificité pour différents scores seuils qu'à l'évaluation initiale. Il aurait été intéressant de comparer nos résultats à leurs sous-groupes atteints de lombalgies chroniques afin de confirmer qu'un score seuil différent est présent lorsqu'on n'évalue que des patients atteints de lombalgies chroniques.

À notre connaissance, la sensibilité, la spécificité et les rapports de vraisemblance pour différents scores seuils du SBST en regard de l'intensité de la douleur, de la peur du mouvement et du PGIC n'avaient jamais été étudiés et ce, bien qu'aucun consensus ne soit présent concernant la mesure de résultats cliniques à prioriser dans ce domaine de recherches (Chapman et al., 2011). Nos résultats montrent que le SBST ne permet pas d'identifier les participants présentant un pronostic défavorable en termes de PGIC (à court et à long termes) et de peur du mouvement (à long terme seulement). Concernant les mesures de résultats cliniques présentant une AUC significative, on constate que, de la même façon que pour la variable d'incapacité, différents scores seuils au SBST (≥ 3 , ≥ 4 , ≥ 5 ou ≥ 6) sont plus performants en fonction de la période de suivi (court ou long) et de la mesure à prédire (intensité de la douleur ou peur du mouvement). Globalement, un score seuil ≥ 3 présente la $Mean_{ss}$ la plus élevée lorsqu'on calcule la moyenne des $Mean_{ss}$ présentées par les mesures de résultats cliniques significatives à court terme (moyenne des $Mean_{ss}$ pour un score seuil $\geq 3 = 69,2\%$), tandis qu'à long terme le score seuil le plus performant est ≥ 5 (moyenne des $Mean_{ss}$ pour un score seuil $\geq 5 = 73,0\%$). Considérant que le SBST a été développé afin d'identifier des patients présentant un risque d'incapacité prolongée, il serait important d'évaluer si le niveau d'incapacité constitue la mesure de résultat clinique qui devrait être ciblée par une prise en charge stratifiée.

Mesures de résultats cliniques et lombalgies chroniques

L'importance des mesures de résultats cliniques a tendance à varier selon l'origine culturelle ou selon qu'on s'intéresse au point de vue du patient, du clinicien ou des décideurs politiques (Guyatt, Oxman, Kunz, Atkins, Brozek, Vist et al., 2011). Cela soulève une problématique, car une multitude de mesures de résultats cliniques sont disponibles et les conclusions d'une étude pourraient être différentes pour chacune d'elles. Une revue systématique de la littérature ayant pour objectif d'identifier, de décrire et d'évaluer les mesures communes de résultats chez les patients atteints de lombalgies chroniques a été publiée en 2011 (Chapman et al., 2011). On y recommande d'évaluer certains domaines en priorité, soit ceux de la douleur (mesurée par une échelle visuelle analogique ou une échelle d'évaluation de la douleur (NRS)), la fonction (mesurée par le RMDQ ou l'ODI) et la qualité de vie (mesurée par le SF-36). De plus, des mesures de préférences personnelles (obtenues par le EQ-5D ou le SF-6D) devraient être considérées si le coût d'utilisation est une priorité dans l'étude. La présence de complications devrait également être rapportée. Enfin, le retour au travail ou l'utilisation de médicaments sont des variables complexes et ne sont pas recommandés à moins que l'étude ne priorise ces domaines. Ainsi, la présente étude rencontre les recommandations concernant les variables de résultats, soit l'évaluation de la douleur par un NRS et de la fonction par l'ODI. Nous avons également utilisé une mesure de préférences personnelles, le PGIC, et une mesure psychosociale, le TSK, malgré le fait que les lignes directrices ne proposent l'évaluation du domaine psychosocial que dans le cadre d'un

dépistage pré chirurgical. Ainsi, bien que la prise en considération de plusieurs mesures de résultats cliniques demeure un défi dans le développement d'un questionnaire établissant un pronostic, il serait important de considérer plusieurs de ces mesures dans les études futures évaluant le SBST en tant qu'outil de stratification puisque nous ne savons pas laquelle parmi ces mesures est la plus importante. De même, la consultation d'un groupe de patients représentant des utilisateurs potentiels d'une stratification de la prise en charge permettrait de mieux cibler la mesure de résultats cliniques la plus pertinente pour cette population.

Forces et limites de l'étude

La principale force de ce mémoire est que le projet de recherche entrepris évaluait la valeur prédictive à la fois de mesures physiologiques et d'un bref questionnaire établissant un pronostic, comparativement aux études antérieures qui ne concernaient que l'une ou l'autre de ces variables. Le processus de recrutement est également très novateur puisque le fait d'effectuer une annonce dans un journal local a permis de recruter des participants qui ne consultent plus ou pas pour leur condition. Tel que mentionné précédemment, la majorité des patients cessent de consulter après trois mois malgré qu'une proportion importante présente toujours des symptômes (Croft et al., 1998). Enfin, la présente étude visait l'identification de facteurs pronostiques qui sont définis comme des facteurs prédictifs de traitement générique (Hill & Fritz, 2011). Ainsi, environ la moitié des participants ont reçu divers soins – chiropratiques,

ostéopathiques, en acupuncture, en orthothérapie ou en kinésiologie – au cours de l'année de suivi, ce qui est en accord avec la définition de facteurs pronostiques.

D'autre part, notre étude comporte certaines limitations qui réduisent la possibilité de généraliser à l'ensemble des patients atteints de lombalgies chroniques non spécifiques. La principale limitation est le nombre moindre de participants comparativement aux études antérieures utilisant le SBST. De plus, bien que le taux d'attrition soit très faible, c'est le groupe identifié comme étant à risque élevé par le SBST qui a connu le plus de défections, ce qui a pu limiter l'identification de facteurs associés à un pronostic défavorable. En fait, 32 % des suivis n'ont pas été effectués pour le groupe à risque élevé, comparativement à 11 % pour le groupe à risque moyen et 6 % pour le groupe à risque faible. Cette attrition n'est probablement pas due uniquement au hasard puisque certains participants ont refusé de compléter un ou des suivis pour cause d'une incapacité ou d'une intensité de douleur élevées. Ainsi, des techniques d'analyse statistique tenant compte de ce type de données manquantes, telles que la méthode d'imputation multiple, auraient permis une analyse plus juste des données (Baraldi & Enders, 2010). Enfin, on ne peut passer outre l'incapacité de quelques participants à effectuer correctement les tests physiques ainsi que la présence de certaines difficultés techniques rencontrées avec les matrices d'électrodes, ce qui a entraîné une perte de données. Par conséquent, les études ultérieures devront s'assurer d'un choix de tests

physiques réalisables par tous les participants en plus de minimiser les problèmes techniques évitables.

Implications cliniques

L'identification de facteurs pronostiques de la lombalgie chronique non spécifique constitue une avenue de recherche pouvant avoir plusieurs répercussions cliniques. Nos résultats montrent qu'il n'est pas nécessaire d'effectuer une évaluation physique coûteuse - en termes de temps et d'argent – des patients pour évaluer leur risque de s'améliorer ou de se détériorer au cours des mois suivants. Ainsi, un bref questionnaire établissant un pronostic pourrait être utilisé afin de guider la prise en charge d'un patient consultant pour une lombalgie chronique d'origine mécanique. L'utilisation d'un même outil permettrait une standardisation entre les divers professionnels de premier contact ayant à évaluer ces patients. Ultimement, une prise en charge stratifiée selon le niveau de risque de pronostic défavorable permettrait de mieux diriger les patients et ainsi ultimement réduire les coûts socioéconomiques associés à cette condition.

Recommandations pour la recherche

Les résultats de la présente recherche procurent de nouvelles connaissances sur les facteurs pouvant prédire l'évolution des patients, mais ils génèrent encore plus de questions. Bien que nos résultats montrent peu d'associations statistiquement

significatives entre les mesures physiologiques et l'évolution des participants, nous avons utilisé des protocoles d'évaluation qui se basent sur la prémisse que les patients atteints de lombalgies chroniques sont en mesure de produire une endurance et une force maximales de la même façon que des individus sains. Tel que montré par les associations avec l'état clinique initial, il est probable que ce ne soit pas le cas. Ainsi, les études à venir devraient recourir plutôt à des mesures physiologiques découlant de tests sous-maximaux, tels que proposé par d'autres auteurs (Lariviere, Gravel, Gardiner, et al., 2009; Smeets et al., 2006). D'un autre côté, le SBST constitue un outil prometteur par sa simplicité et par les indices de sensibilité et spécificité qu'il présente. Toutefois, il serait important de déterminer quelle mesure de résultats cliniques est la plus pertinente dans la détermination du score seuil. Enfin, bien que le système de santé québécois offre une option publique et privée tout comme le Royaume-Uni où le SBST a été développé, il serait nécessaire d'évaluer la faisabilité d'une prise en charge stratifiée en chiropratique qui, à l'instar de la physiothérapie, est présent dans le système privé seulement. Dans l'affirmative, une comparaison des rapports coût-efficacité de la prise en charge stratifiée et de l'approche traditionnelle devrait être effectuée.

CHAPITRE VI

Conclusion

Les résultats de ce mémoire montrent que, malgré que la force et l'endurance musculaires du tronc obtenues lors de tests en extension du tronc et en pont latéral peuvent être utilisées afin d'évaluer les déficits physiques chez les patients atteints de lombalgies chroniques non spécifiques, ces mesures ne présentent qu'une faible valeur prédictive du pronostic chez ces patients. Pour sa part, la version française du SBST permet d'identifier, de façon raisonnablement sûre, les patients à risque de pronostic défavorable en termes d'incapacité, d'intensité de la douleur et de peur du mouvement à court et à long termes, à l'exception de la peur du mouvement qui n'est pas identifiée à long terme. Toutefois, le score seuil permettant la meilleure discrimination entre les participants est variable selon la période de suivi (court ou long) et la mesure de résultats cliniques (incapacité, intensité de la douleur ou peur du mouvement). Avant d'utiliser le SBST en tant qu'outil de stratification, il est donc nécessaire d'identifier sur quelle mesure de résultats cliniques la prise en charge stratifiée sur le profil pronostique devrait mettre l'accent. Enfin, il est également essentiel d'évaluer de quelle façon une prise en charge stratifiée par le SBST pourrait être incorporée à la pratique chiropratique au Québec et si celle-ci est effectivement plus efficace et moins coûteuse à moyen et long terme que celle traditionnelle.

RÉFÉRENCES

- Abboud, J., Nougarou, F., Pagé, I., Cantin, V., Massicotte, D., & Descarreaux, M. (soumis). Trunk motor variability in patients with non-specific chronic low back pain. *European Journal of Applied Physiology*.
- Adams, M. A. (2002). *The biomechanics of back pain*. Edinburgh ; Toronto: Churchill Livingstone.
- Adams, M. A., Mannion, A. F., & Dolan, P. (1999). Personal risk factors for first-time low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 24(23), 2497-2505.
- Akobeng, A. K. (2007a). Understanding diagnostic tests 1: sensitivity, specificity and predictive values. *Acta paediatrica (Oslo, Norway : 1992)*, 96(3), 338-341.
- Akobeng, A. K. (2007b). Understanding diagnostic tests 2: likelihood ratios, pre- and post-test probabilities and their use in clinical practice. *Acta Paediatr*, 96(4), 487-491.
- Andersson, G. B. (1999). Epidemiological features of chronic low-back pain. *Lancet*, 354(9178), 581-585.
- Artus, M., van der Windt, D. A., Jordan, K. P., & Hay, E. M. (2010). Low back pain symptoms show a similar pattern of improvement following a wide range of primary care treatments: a systematic review of randomized clinical trials. *Rheumatology (Oxford)*, 49(12), 2346-2356.
- Baraldi, A. N., & Enders, C. K. (2010). An introduction to modern missing data analyses. *J Sch Psychol*, 48(1), 5-37.
- Bendix, A. F., Bendix, T., & Haestrup, C. (1998). Can it be predicted which patients with chronic low back pain should be offered tertiary rehabilitation in a functional restoration program? A search for demographic, socioeconomic, and physical predictors. *Spine (Phila Pa 1976)*, 23(16), 1775-1783; discussion 1783-1774.
- Beneciuk, J. M., Bishop, M. D., Fritz, J. M., Robinson, M. E., Asal, N. R., Nisenzon, A. N., & George, S. Z. (2013). The STarT back screening tool and individual psychological measures: evaluation of prognostic capabilities for low back pain clinical outcomes in outpatient physical therapy settings. *Phys Ther*, 93(3), 321-333.
- Biering-Sorensen, F. (1984). Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. *Spine*, 9(2), 106-119.

- Borkan, J. M., Koes, B., Reis, S., & Cherkin, D. C. (1998). A report from the Second International Forum for Primary Care Research on Low Back Pain. Reexamining priorities. *Spine (Phila Pa 1976)*, 23(18), 1992-1996.
- Bouter, L. M., van Tulder, M. W., & Koes, B. W. (1998). Methodologic issues in low back pain research in primary care. *Spine (Phila Pa 1976)*, 23(18), 2014-2020.
- Bruyere, O., Demoulin, M., Beaudart, C., Hill, J. C., Maquet, D., Genevay, S., . . . Demoulin, C. (2013). Validity and Reliability of the French version of the STarT Back Screening Tool for patients with low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*.
- Bruyere, O., Demoulin, M., Brereton, C., Humblet, F., Flynn, D., Hill, J. C., . . . Demoulin, C. (2012). Translation validation of a new back pain screening questionnaire (the STarT Back Screening Tool) in French. *Arch Public Health*, 70(1), 12.
- Cassidy, J. D., Carroll, L. J., & Cote, P. (1998). The Saskatchewan health and back pain survey. The prevalence of low back pain and related disability in Saskatchewan adults. *Spine (Phila Pa 1976)*, 23(17), 1860-1866; discussion 1867.
- Cassidy, J. D., Cote, P., Carroll, L. J., & Kristman, V. (2005). Incidence and course of low back pain episodes in the general population. *Spine (Phila Pa 1976)*, 30(24), 2817-2823.
- Champagne, A., Descarreaux, M., & Lafond, D. (2008). Back and hip extensor muscles fatigue in healthy subjects: task-dependency effect of two variants of the Sorensen test. *Eur Spine J*, 17(12), 1721-1726.
- Chapman, J. R., Norvell, D. C., Hermsmeyer, J. T., Bransford, R. J., DeVine, J., McGirt, M. J., & Lee, M. J. (2011). Evaluating common outcomes for measuring treatment success for chronic low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 36(21 Suppl), S54-68.
- Chou, R., & Shekelle, P. (2010). Will this patient develop persistent disabling low back pain? *JAMA*, 303(13), 1295-1302.
- Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec. (2012). Statistiques sur les affections vertébrales, 2008-2011.
- Croft, P. R., Macfarlane, G. J., Papageorgiou, A. C., Thomas, E., & Silman, A. J. (1998). Outcome of low back pain in general practice: a prospective study. *BMJ*, 316(7141), 1356-1359.
- Demoulin, C., Crielaard, J. M., & Vanderthommen, M. (2007). Spinal muscle evaluation in healthy individuals and low-back-pain patients: a literature review. *Joint Bone Spine*, 74(1), 9-13.

- Deyo, R. A., & Phillips, W. R. (1996). Low back pain. A primary care challenge. *Spine (Phila Pa 1976)*, 21(24), 2826-2832.
- Dionne, C. E., Bourbonnais, R., Fremont, P., Rossignol, M., Stock, S. R., & Larocque, I. (2005). A clinical return-to-work rule for patients with back pain. *CMAJ*, 172(12), 1559-1567.
- Dionne, C. E., Dunn, K. M., Croft, P. R., Nachemson, A. L., Buchbinder, R., Walker, B. F., . . . Von Korff, M. (2008). A consensus approach toward the standardization of back pain definitions for use in prevalence studies. *Spine (Phila Pa 1976)*, 33(1), 95-103.
- Du Bois, M., & Donceel, P. (2008). A screening questionnaire to predict no return to work within 3 months for low back pain claimants. *Eur Spine J*, 17(3), 380-385.
- Dunn, K. M., & Croft, P. R. (2004). Epidemiology and natural history of low back pain. *Eura Medicophys*, 40(1), 9-13.
- Dworkin, R. H., Turk, D. C., Farrar, J. T., Haythornthwaite, J. A., Jensen, M. P., Katz, N. P., . . . Impact. (2005). Core outcome measures for chronic pain clinical trials: IMMPACT recommendations. *Pain*, 113(1-2), 9-19.
- Enthoven, P., Skargren, E., Kjellman, G., & Oberg, B. (2003). Course of back pain in primary care: a prospective study of physical measures. *J Rehabil Med*, 35(4), 168-173.
- 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*.
- Farina, D., Merletti, R., & Enoka, R. M. (2004). The extraction of neural strategies from the surface EMG. *J Appl Physiol (1985)*, 96(4), 1486-1495.
- Finneran, M. T., Mazanec, D., Marsolais, M. E., Marsolais, E. B., & Pease, W. S. (2003). Large-array surface electromyography in low back pain: a pilot study. *Spine (Phila Pa 1976)*, 28(13), 1447-1454.
- Foster, N. E., Hill, J. C., O'Sullivan, P., & Hancock, M. (2013). Stratified models of care. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 27(5), 649-661.
- Fulton-Kehoe, D., Stover, B. D., Turner, J. A., Sheppard, L., Gluck, J. V., Wickizer, T. M., & Franklin, G. M. (2008). Development of a brief questionnaire to predict long-term disability. *J Occup Environ Med*, 50(9), 1042-1052.
- George, C. (2002). The six-month incidence of clinically significant low back pain in the Saskatchewan adult population. *Spine (Phila Pa 1976)*, 27(16), 1778-1782.

- Giggins, O. M., Persson, U. M., & Caulfield, B. (2013). Biofeedback in rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil*, 10, 60.
- Gore, M., Sadosky, A., Stacey, B. R., Tai, K. S., & Leslie, D. (2012). The burden of chronic low back pain: clinical comorbidities, treatment patterns, and health care costs in usual care settings. *Spine (Phila Pa 1976)*, 37(11), E668-677.
- Greenough, C. G., Oliver, C. W., & Jones, A. P. (1998). Assessment of spinal musculature using surface electromyographic spectral color mapping. *Spine (Phila Pa 1976)*, 23(16), 1768-1774.
- Grotle, M., Foster, N. E., Dunn, K. M., & Croft, P. (2010). Are prognostic indicators for poor outcome different for acute and chronic low back pain consulters in primary care? *Pain*, 151(3), 790-797.
- Guyatt, G. H., Oxman, A. D., Kunz, R., Atkins, D., Brozek, J., Vist, G., . . . Schunemann, H. J. (2011). GRADE guidelines: 2. Framing the question and deciding on important outcomes. *J Clin Epidemiol*, 64(4), 395-400.
- Hayden, J. A., Chou, R., Hogg-Johnson, S., & Bombardier, C. (2009). Systematic reviews of low back pain prognosis had variable methods and results: guidance for future prognosis reviews. *J Clin Epidemiol*, 62(8), 781-796 e781.
- Hayden, J. A., Dunn, K. M., van der Windt, D. A., & Shaw, W. S. (2010). What is the prognosis of back pain? *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 24(2), 167-179.
- Hazard, R. G., Haugh, L. D., Reid, S., Preble, J. B., & MacDonald, L. (1996). Early prediction of chronic disability after occupational low back injury. *Spine (Phila Pa 1976)*, 21(8), 945-951.
- Heydari, A., Nargol, A. V., Jones, A. P., Humphrey, A. R., & Greenough, C. G. (2010). EMG analysis of lumbar paraspinal muscles as a predictor of the risk of low-back pain. *Eur Spine J*, 19(7), 1145-1152.
- Hill, J. C., Dunn, K. M., Lewis, M., Mullis, R., Main, C. J., Foster, N. E., & Hay, E. M. (2008). A primary care back pain screening tool: identifying patient subgroups for initial treatment. *Arthritis Rheum*, 59(5), 632-641.
- Hill, J. C., Dunn, K. M., Main, C. J., & Hay, E. M. (2010). Subgrouping low back pain: a comparison of the STarT Back Tool with the Orebro Musculoskeletal Pain Screening Questionnaire. *Eur J Pain*, 14(1), 83-89.

- Hill, J. C., & Fritz, J. M. (2011). Psychosocial influences on low back pain, disability, and response to treatment. *Phys Ther*, *91*(5), 712-721.
- Hill, J. C., Whitehurst, D. G., Lewis, M., Bryan, S., Dunn, K. M., Foster, N. E., . . . Hay, E. M. (2011). Comparison of stratified primary care management for low back pain with current best practice (STarT Back): a randomised controlled trial. *Lancet*, *378*(9802), 1560-1571.
- Hingorani, A. D., Windt, D. A., Riley, R. D., Abrams, K., Moons, K. G., Steyerberg, E. W., . . . Group, P. (2013). Prognosis research strategy (PROGRESS) 4: stratified medicine research. *BMJ*, *346*, e5793.
- Hodges, P. W. (2011). Pain and motor control: From the laboratory to rehabilitation. *J Electromyogr Kinesiol*, *21*(2), 220-228.
- Hodges, P. W., Coppieters, M. W., MacDonald, D., & Cholewicki, J. (2013). New insight into motor adaptation to pain revealed by a combination of modelling and empirical approaches. *Eur J Pain*, *17*(8), 1138-1146.
- Hoy, D., Bain, C., Williams, G., March, L., Brooks, P., Blyth, F., . . . Buchbinder, R. (2012). A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis Rheum*, *64*(6), 2028-2037.
- Hu, Y., J, F. M., Lu, W. W., Cheung, K. M., & Luk, K. D. (2004). Visualization of lumbar muscle contraction synergy using surface electromyography (sEMG) streaming topography. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, *3*, 2337-2340.
- Huijnen, I. P. J., Verbunt, J. A., Wittink, H. M., & Smeets, R. J. E. M. (2013). Physical performance measurement in chronic low back pain: measuring physical capacity or pain-related behaviour? *European Journal of Physiotherapy*, *15*(3), 103-110.
- Humphrey, A. R., Nargol, A. V., Jones, A. P., Ratcliffe, A. A., & Greenough, C. G. (2005). The value of electromyography of the lumbar paraspinal muscles in discriminating between chronic-low-back-pain sufferers and normal subjects. *Eur Spine J*, *14*(2), 175-184.
- Huyse, F. J., Lyons, J. S., Stiefel, F. C., Slaets, J. P., de Jonge, P., Fink, P., . . . van Schijndel, R. S. (1999). "INTERMED": a method to assess health service needs. I. Development and reliability. *Gen Hosp Psychiatry*, *21*(1), 39-48.
- Johannes, C. B., Le, T. K., Zhou, X., Johnston, J. A., & Dworkin, R. H. (2010). The prevalence of chronic pain in United States adults: results of an Internet-based survey. *J Pain*, *11*(11), 1230-1239.

Keele University Website. STarT Back Screening Tool Website. Page consultée à <http://www.keele.ac.uk/sbst/>

Kendall, M. G. (1970). *Rank correlation methods*. London: Griffin.

Kendrick, D., Fielding, K., Bentley, E., Kerslake, R., Miller, P., & Pringle, M. (2001). Radiography of the lumbar spine in primary care patients with low back pain: randomised controlled trial. *BMJ*, 322(7283), 400-405.

Klein, A. B., Snyder-Mackler, L., Roy, S. H., & DeLuca, C. J. (1991). Comparison of spinal mobility and isometric trunk extensor forces with electromyographic spectral analysis in identifying low back pain. *Phys Ther*, 71(6), 445-454.

Lariviere, C., Gravel, D., Gagnon, D., & Arsenault, A. B. (2009). Toward the development of predictive equations of back muscle capacity based on frequency- and temporal-domain electromyographic indices computed from intermittent static contractions. *Spine J*, 9(1), 87-95.

Lariviere, C., Gravel, D., Gardiner, P., Bertrand Arsenault, A., Gagnon, D., & Loisel, P. (2009). A submaximal test to assess back muscle capacity: evaluation of construct validity. *J Electromyogr Kinesiol*, 19(6), e422-429.

Lawrence, R. C., Helmick, C. G., Arnett, F. C., Deyo, R. A., Felson, D. T., Giannini, E. H., . . . Wolfe, F. (1998). Estimates of the prevalence of arthritis and selected musculoskeletal disorders in the United States. *Arthritis Rheum*, 41(5), 778-799.

Ledoux, E., Dubois, J. D., & Descarreaux, M. (2012). Physical and psychosocial predictors of functional trunk capacity in older adults with and without low back pain. *J Manipulative Physiol Ther*, 35(5), 338-345.

Lemeunier, N., Leboeuf-Yde, C., & Gagey, O. (2012). The natural course of low back pain: a systematic critical literature review. *Chiropr Man Therap*, 20(1), 33.

Linton, S. J., & Hallden, K. (1998). Can we screen for problematic back pain? A screening questionnaire for predicting outcome in acute and subacute back pain. *Clin J Pain*, 14(3), 209-215.

Luoto, S., Alaranta, H., Heliovaara, M., & Hurri, H. (1995). Static back endurance and the risk of low-back pain. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 10(6), 323-324.

Luttman, A., M. Jäger, B. Griefhan, G. Caffier, F. Liebers, & U. Steinberg. (2004). La prévention des troubles musculo-squelettiques sur le lieu de travail. Genève, Suisse.: Organisation Mondiale de la Santé, 2004, 40 pages

- Madeleine, P. (2010). On functional motor adaptations: from the quantification of motor strategies to the prevention of musculoskeletal disorders in the neck-shoulder region. *Acta Physiol (Oxf)*, 199 Suppl 679, 1-46.
- Manchikanti, L. (2000). Epidemiology of low back pain. *Pain Physician*, 3(2), 167-192.
- Mannion, A. F. (1999). Fibre type characteristics and function of the human paraspinal muscles: normal values and changes in association with low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*, 9(6), 363-377.
- Mannion, A. F., Dumas, G. A., Stevenson, J. M., & Cooper, R. G. (1998). The influence of muscle fiber size and type distribution on electromyographic measures of back muscle fatigability. *Spine (Phila Pa 1976)*, 23(5), 576-584.
- Marhold, C., Linton, S. J., & Melin, L. (2002). Identification of obstacles for chronic pain patients to return to work: evaluation of a questionnaire. *J Occup Rehabil*, 12(2), 65-75.
- McKeon, M. D., Albert, W. J., & Neary, J. P. (2006). Assessment of neuromuscular and haemodynamic activity in individuals with and without chronic low back pain. *Dyn Med*, 5, 6.
- Melloh, M., Elfering, A., Egli Presland, C., Roeder, C., Barz, T., Rolli Salathe, C., . . . Theis, J. C. (2009). Identification of prognostic factors for chronicity in patients with low back pain: a review of screening instruments. *Int Orthop*, 33(2), 301-313.
- Moons, K. G., Royston, P., Vergouwe, Y., Grobbee, D. E., & Altman, D. G. (2009). Prognosis and prognostic research: what, why, and how? *BMJ*, 338, b375.
- Morso, L., Kent, P., Albert, H. B., Hill, J. C., Kongsted, A., & Manniche, C. (2013). The predictive and external validity of the STarT Back Tool in Danish primary care. *Eur Spine J*, 22(8), 1859-1867.
- Murphy, K. A., Statistics Canada. Health Analysis and Measurement Group., & Public Health Agency of Canada. Policy Research Unit. (2006). *Health state descriptions for Canadians : musculoskeletal diseases*. Ottawa: Statistics Canada.
- Neubauer, E., Junge, A., Pirron, P., Seemann, H., & Schiltewolf, M. (2006). HKF-R 10 - screening for predicting chronicity in acute low back pain (LBP): a prospective clinical trial. *Eur J Pain*, 10(6), 559-566.

- Nyiendo, J., Haas, M., Goldberg, B., & Sexton, G. (2001). Pain, disability, and satisfaction outcomes and predictors of outcomes: a practice-based study of chronic low back pain patients attending primary care and chiropractic physicians. *J Manipulative Physiol Ther*, 24(7), 433-439.
- Page, I., & Descarreaux, M. (2012). Trunk muscle fatigue during a lateral isometric hold test: what are we evaluating? *Chiropr Man Therap*, 20(1), 12.
- Plamondon, A., Trimble, K., Lariviere, C., & Desjardins, P. (2004). Back muscle fatigue during intermittent prone back extension exercise. *Scand J Med Sci Sports*, 14(4), 221-230.
- Refshauge, K. M., & Maher, C. G. (2006). Low back pain investigations and prognosis: a review. *Br J Sports Med*, 40(6), 494-498.
- Reger, S. I., Shah, A., Adams, T. C., Endredi, J., Ranganathan, V., Yue, G. H., . . . Finneran, M. T. (2006). Classification of large array surface myoelectric potentials from subjects with and without low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*, 16(4), 392-401.
- Reis, S., Borkan, J., Vanraalte, R., Tamir, A., Dahan, R., Hermoni, D., & Network, R. A.-I. F. P. R. (2007). The LBP patient perception scale: a new predictor of LBP episode outcomes among primary care patients. *Patient Educ Couns*, 67(1-2), 191-195.
- Roy, S. H., De Luca, C. J., & Casavant, D. A. (1989). Lumbar muscle fatigue and chronic lower back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 14(9), 992-1001.
- Roy, S. H., De Luca, C. J., Emley, M., & Buijs, R. J. (1995). Spectral electromyographic assessment of back muscles in patients with low back pain undergoing rehabilitation. *Spine (Phila Pa 1976)*, 20(1), 38-48.
- Scerri, M., de Goumoens, P., Fritsch, C., Van Melle, G., Stiefel, F., & So, A. (2006). The INTERMED questionnaire for predicting return to work after a multidisciplinary rehabilitation program for chronic low back pain. *Joint Bone Spine*, 73(6), 736-741.
- Schultz, I. Z., Crook, J., Berkowitz, J., Milner, R., & Meloche, G. R. (2005). Predicting return to work after low back injury using the Psychosocial Risk for Occupational Disability Instrument: a validation study. *J Occup Rehabil*, 15(3), 365-376.
- Shaw, W. S., Pransky, G., & Winters, T. (2009). The Back Disability Risk Questionnaire for work-related, acute back pain: prediction of unresolved problems at 3-month follow-up. *J Occup Environ Med*, 51(2), 185-194.

- Smeets, R. J., Hijdra, H. J., Kester, A. D., Hitters, M. W., & Knottnerus, J. A. (2006). The usability of six physical performance tasks in a rehabilitation population with chronic low back pain. *Clin Rehabil*, 20(11), 989-997.
- Stevenson, J. M., Weber, C. L., Smith, J. T., Dumas, G. A., & Albert, W. J. (2001). A longitudinal study of the development of low back pain in an industrial population. *Spine (Phila Pa 1976)*, 26(12), 1370-1377.
- Stratford, P. W., Binkley, J., Solomon, P., Gill, C., & Finch, E. (1994). Assessing change over time in patients with low back pain. *Phys Ther*, 74(6), 528-533.
- Thomas, E., Silman, A. J., Croft, P. R., Papageorgiou, A. C., Jayson, M. I., & Macfarlane, G. J. (1999). Predicting who develops chronic low back pain in primary care: a prospective study. *BMJ*, 318(7199), 1662-1667.
- Truchon, M., & Cote, D. (2005). Predictive validity of the Chronic Pain Coping Inventory in subacute low back pain. *Pain*, 116(3), 205-212.
- Truchon, M., Rossignol, M., Tousignant, M., Durand, M.-J., Schmouth, M. È., & Côté, D. (2010). Dépistage précoce de l'incapacité prolongée liée aux lombalgies : Élaboration et validation d'un questionnaire. (pp. 72). Montréal: IRSST.
- Truchon, M., Schmouth, M. E., Cote, D., Fillion, L., Rossignol, M., & Durand, M. J. (2012). Absenteeism screening questionnaire (ASQ): a new tool for predicting long-term absenteeism among workers with low back pain. *J Occup Rehabil*, 22(1), 27-50.
- van der Windt, D. A., & Dunn, K. M. (2013). Low back pain research--future directions. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 27(5), 699-708.
- van Tulder, M., Koes, B., & Bombardier, C. (2002). Low back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 16(5), 761-775.
- Verkerk, K., Luijsterburg, P. A., Miedema, H. S., Pool-Goudzwaard, A., & Koes, B. W. (2012). Prognostic factors for recovery in chronic nonspecific low back pain: a systematic review. *Phys Ther*, 92(9), 1093-1108.
- Vogler, D., Paillex, R., Norberg, M., de Goumoens, P., & Cabri, J. (2008). [Cross-cultural validation of the Oswestry disability index in French]. *Ann Readapt Med Phys*, 51(5), 379-385.
- Vos, T., Flaxman, A. D., Naghavi, M., Lozano, R., Michaud, C., Ezzati, M., . . . Memish, Z. A. (2012). Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries

- 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*, 380(9859), 2163-2196.
- Waddell, G. (1987). 1987 Volvo award in clinical sciences. A new clinical model for the treatment of low-back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*, 12(7), 638.
- Waddell, G. (2004). *The back pain revolution* (2nd éd.). Edinburgh ; New York: Churchill Livingstone.
- Waddell, G., Newton, M., Henderson, I., Somerville, D., & Main, C. J. (1993). A Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) and the role of fear-avoidance beliefs in chronic low back pain and disability. *Pain*, 52(2), 157-168.
- Wideman, T. H., Hill, J. C., Main, C. J., Lewis, M., Sullivan, M. J., & Hay, E. M. (2012). Comparing the responsiveness of a brief, multidimensional risk screening tool for back pain to its unidimensional reference standards: the whole is greater than the sum of its parts. *Pain*, 153(11), 2182-2191.
- Woolf, A. D., & Pfleger, B. (2003). Burden of major musculoskeletal conditions. *Bull World Health Organ*, 81(9), 646-656.
- Zou, K. H., O'Malley, A. J., & Mauri, L. (2007). Receiver-operating characteristic analysis for evaluating diagnostic tests and predictive models. *Circulation*, 115(5), 654-657.