

Université de Montréal

**Étude des effets d'un protocole de préadaptation sur la
récupération de patients opérés pour une sténose lombaire**

par Andrée-Anne Marchand

Programme de sciences biomédicales

Faculté de médecine

En extension à l'Université du Québec à Trois-Rivières

Thèse présentée

en vue de l'obtention du grade de Philosophiae Doctor (Ph.D.)

en sciences biomédicales

Septembre, 2018

© Andrée-Anne Marchand, 2018

Résumé

La sténose spinale lombaire, manifestation du processus dégénératif normal affectant la colonne vertébrale, engendre de nombreuses limitations fonctionnelles et d'importantes douleurs. En présence de symptômes persistants et d'incapacité physique sévère, la chirurgie rachidienne s'avère être l'option thérapeutique de choix. Cette thèse explore le principe de la préadaptation qui vise à augmenter les capacités physiques fonctionnelles d'un individu avant la chirurgie dans le but de faciliter sa récupération postopératoire. Plus particulièrement, la faisabilité d'implanter un programme de préadaptation destiné aux patients atteints de sténose spinale lombaire en attente d'une chirurgie a été évaluée. Pour ce faire, les participants ont été répartis également entre un programme de réadaptation préopératoire supervisé d'une durée de six semaines et un groupe contrôle. L'intervention consistait en trois séances de 30 minutes par semaine. Les exercices, à intensité et complexité progressive, visait l'amélioration de la force et de l'endurance musculaire ainsi que de la stabilité vertébrale. Les taux d'observance au traitement, d'abandon et de satisfaction de même que l'absence d'effets indésirables ont confirmé la faisabilité d'implanter une telle intervention à plus grande échelle. Les résultats préliminaires portant sur l'efficacité de l'intervention montrent que la préadaptation peut être utilisée pour améliorer le portrait clinique et les capacités fonctionnelles des patients aux prises avec une sténose spinale lombaire. Les améliorations significatives observées en phase préopératoire ne se sont cependant pas traduites par un rétablissement postopératoire à court terme plus rapide. À cet effet, aucun facteur prédictif du succès postopératoire à court terme n'a été identifié parmi les variables démographiques, cliniques et physiques mesurées chez nos participants. Toutefois, une intensité de douleur à la jambe plus élevée en phase préopératoire augmenterait la probabilité d'avoir une récupération cliniquement significative à trois et à six mois postopératoires. Finalement, en réponse aux commentaires et attentes des participants, l'adaptation francophone du questionnaire auto-rapporté *Swiss Spinal Stenosis Questionnaire*, spécifique à l'évaluation des patients atteints de sténose spinale lombaire, a été réalisée. L'évaluation subséquente des propriétés psychométriques de la nouvelle version s'est avérée être suffisamment adéquate pour en recommander l'utilisation. La version francophone

facilitera le travail des cliniciens et chercheurs qui documentent les changements dans cette condition ainsi que la satisfaction des patients traités pour une sténose spinale lombaire.

Mots clés : Sténose spinale lombaire, préadaptation, exercices, récupération, faisabilité

Abstract

Lumbar spinal stenosis, most commonly brought on by degenerative changes affecting the spine structures, causes great disability and severe pain. Spine surgery becomes a prevalent treatment option in the presence of persisting disabling symptoms. This thesis investigates the concept of prehabilitation, defined as the process of augmenting functional capacity before a surgery with the aim to foster faster postoperative recovery. More specifically, the feasibility of conducting a preoperative intervention program aimed to improve the recovery in patients awaiting surgery for lumbar spinal stenosis was assessed. In order to do so, participants were randomly allocated to either a six-week supervised preoperative rehabilitation program or to a control group. The intervention consisted of three 30-minute supervised exercise sessions per week, aiming to improve strength, muscular endurance, and spinal stabilization with intensity and complexity of exercises being increased gradually. High rates of treatment adherence and satisfaction combined with the low rate of attrition and the absence of adverse event confirmed that implementing such an intervention on a larger scale would be feasible. Moreover, the assessment of the intervention preliminary effectiveness showed that prehabilitation can be used to improve both clinical status and physical capacities in patients with lumbar spinal stenosis. However, the significant positive changes seen preoperatively did not translate into faster short-term postoperative recovery. In addition, none of the variables measured at baseline predicted treatment outcome at six-week postoperatively whereas leg pain intensity was the only predictive factors of surgical recovery at three- and six-month postoperatively. Finally, to better reflect the participants' need, the self-reported condition-specific Swiss Spinal Stenosis Questionnaire was translated into French-Canadian language. Assessment of its psychometric properties revealed to be satisfactory to recommend its use. This new version will help French-speaking clinicians and scientists document changes in condition and treatment satisfaction in patients with lumbar spinal stenosis.

Key words : Lumbar spinal stenosis, prehabilitation, exercise, recovery, feasibility

Table des matières

Résumé	i
Abstract	iii
Table des matières	iv
Liste des tableaux	ix
Liste des figures	x
Liste des abréviations	xii
Remerciements	xv
Introduction - Mise en contexte	1
Chapitre 1. De la sténose spinale à la préadaptation	6
1.1 La sténose spinale lombaire (SSL)	6
1.1.1 L’anatomie et la pathoanatomie de la SSL	6
1.1.2 Description quantitative de la SSL	13
1.1.3 Sémiologie de la SSL.....	15
1.1.4 Pathophysiologie de la SSL	17
1.1.5 Évolution naturelle de la SSL	17
1.1.6 Relation entre signes radiologiques et présentation clinique de la SSL	18
1.1.7 Diagnostic clinique de la SSL.....	20
1.1.8 Autres méthodes diagnostiques de la SSL.....	21
1.1.9 Impacts de la sténose spinale lombaire	21
1.1.10 Traitements conservateurs de la SSL.....	23
1.2 La préadaptation.....	30
1.2.1 La chirurgie dans le contexte de la SSL.....	30
1.2.2 Impacts des comorbidités.....	37
1.2.3 Les programmes d’amélioration de la récupération postopératoire.....	38
1.2.4 La préadaptation.....	39
1.2.5 L’activité physique chez les aînés.....	41
1.2.6 Impacts du déconditionnement physique.....	42

1.2.7 Connaissances sur les effets de la préadaptation	43
1.2.8 La préadaptation dans le contexte de la chirurgie rachidienne	44
Chapitre 2. Article I - Current Practices in Lumbar Surgery Perioperative Rehabilitation: A Scoping Review.....	47
Résumé.....	48
Abstract.....	49
Introduction.....	50
Methods.....	51
Literature search strategy	51
Evidence selection criteria	51
Results.....	52
Outcome measures	53
Rehabilitation programs.....	56
Discectomy	57
Vertebral fusion	58
Vertebral decompression	59
Other surgical interventions.....	59
Discussion.....	62
Limitations and research perspectives	63
Conclusion	64
Chapitre 3. Article II - Effects of a prehabilitation program on patients' recovery following spinal stenosis surgery: study protocol for a randomized controlled trial.....	70
Résumé.....	71
Abstract.....	73
Background.....	75
Methods/Design	78
Design	78
Recruitment.....	78
Eligibility criteria	79
Sample Size.....	79

Randomization	79
Interventions	80
Data collection	81
Measures of feasibility	82
Primary outcome measures	83
Secondary outcome measures	83
Additional measurements.....	85
Statistical analysis.....	86
Ethical considerations	86
Discussion.....	86
Trial status.....	87
Chapitre 4. Article III - Feasibility of conducting an active exercise prehabilitation program in patients awaiting spinal stenosis surgery: a pilot trial.....	92
Résumé.....	93
Abstract.....	94
Introduction.....	95
Methods.....	97
Study Design.....	97
Participants and setting	97
Sample size	97
Randomization and minimization.....	98
Blinding.....	98
Intervention.....	99
Outcomes	101
Primary outcome measures	101
Secondary outcome measures	102
Statistical methods	103
Results.....	103
Participants.....	103
Feasibility.....	106

Preliminary testing of intervention effectiveness	108
Discussion	116
Conclusion	119
Chapitre 5. Article IV - French-Canadian adaptation and validation of the Swiss Spinal Stenosis Questionnaire for patients with lumbar spinal stenosis	125
Résumé.....	126
Abstract	128
Introduction.....	130
Materials and Methods.....	131
Cultural adaptation.....	131
Evaluation of psychometric properties	133
Statistical analysis.....	136
Results.....	136
Forward translation, Synthesis, and Expert committee Review	136
Testing of the Prefinal version of the questionnaire	136
Evaluation of psychometric properties	139
Discussion	142
Conclusion	143
Chapitre 6. Article V - Predictors of successful recovery in patients undergoing vertebral decompression for lumbar spinal stenosis: secondary analysis of a randomised clinical trial	147
Résumé.....	148
Abstract	149
Introduction.....	150
Methods.....	151
Study design.....	151
Participants.....	151
Data analysis	154
Results.....	155
Discussion.....	158

Conclusion	161
References.....	162
Chapitre 7. Discussion	165
Utilisation de programmes de réadaptation périopératoires : synthèse des résultats de la littérature.....	166
Faisabilité d’implanter un programme de préadaptation chez les patients atteints de sténose spinale lombaire	169
Utilisation de mesures de résultats dans le contexte d’interventions pour la sténose spinale lombaire	176
Prédicteurs du succès chirurgical.....	180
Perspective de recherches	182
Conclusion	183
Bibliographie	184
Annexe A. Détails de la recherche bibliographique (article I).....	i
Annexe B. Tableau des évidences (article I).....	iv
Annexe C. Questionnaire québécois sur la SSL (article IV).....	xxvii
Annexe D. Oswestry Disability Index.....	xxxii
Annexe E. Questionnaire sur la qualité de vie EQ-5D	xxxiv
Annexe F. Questionnaire sur la dépression de Beck.....	xxxv
Annexe G. Échelle de kinésiophobie de Tampa	xxxvii
Annexe H. Patient Global Impression of Change	xxxviii

Liste des tableaux

Tableau 1.1 Classification des étiologies de la sténose spinale lombaire.....	9
Tableau 1.2 Questions d’anamnèse les plus pertinentes pour établir le diagnostic clinique de la SSL.....	21
Tableau 1.3 Détails des études contrôlées randomisées sur l’efficacité des interventions physiques actives	26
Tableau 1.4. Description des interventions chirurgicales utilisées pour la décompression vertébrale.....	36
Tableau 2.1 Visual representation of the effects of individual intervention (within group results) between pre- and/or postoperative rehabilitation protocols on either pain or disability outcomes.	60
Table 3.1 Schedule of interventions and outcome measures	82
Table 4.1 Participants’ baseline characteristics	105
Table 4.2. Perioperative data	107
Table 4.3 Results for clinical outcome measures.....	113
Table 4.4 Results for physical outcome measures	114
Table 5.1 Participants’ characteristics for testing of the prefinal version (n=25).....	137
Table 5.2 Participants’ baseline characteristics for the validation process (n=50).....	139
Table 5.3 Test-retest reliability of the FCSSSQ assessed by calculating ICC and weighted Cohen κ coefficient with 95% CI.....	140
Table 5.4 Spearman correlation coefficients between the FCSSSQ and the other questionnaires	141
Table 6.1 Participants’ baseline characteristics	156
Table 6.2. Results of univariate analyses for all three models of successful recovery.....	157
Table 6.3. Odds ratios, confidence intervals, and p values of variable retained in the final models to predict medium-term successful recovery from surgical intervention.	158

Liste des figures

Figure 1.2 Représentation de la forme du canal vertébral selon le niveau vertébral	8
Figure 1.3 Représentation de la sténose lombaire congénitale et acquise	9
Figure 1.4 Représentation et IRM d'une sténose spinale centrale.....	10
Figure 1.5 Représentation et IRM d'une sténose du récessus latéral	10
Figure 1.6 Représentation et imagerie par tomodensitométrie d'une sténose foraminale.....	11
Figure 1.7 IRM de la région lombaire en coupe sagittale en position neutre et lors du mouvement de flexion /extension.....	12
Figure 1.8 Mesures utilisées pour déterminer la présence d'une sténose lombaire centrale et d'une sténose du processus latéral	14
Figure 1.9 Imagerie par résonance magnétique du signe de sédimentation	19
Figure 1.10 Modèle conceptuel des interrelations potentielles entre les facteurs influençant les résultats des patients avec claudication neurogène.....	23
Figure 1.11 : Procédures chirurgicales utilisées pour les cas de sténoses lombaires parmi les bénéficiaires de Medicare de 65 ans et plus aux États-Unis entre 2002 et 2007.....	32
Figure 1.12 Douleur et incapacité après une chirurgie pour sténose lombaire.....	34
Figure 1.13 Modèle conceptuel de la trajectoire des capacités fonctionnelles générales chez les patients en préadaptation par rapport aux individus en réadaptation.....	40
Figure 2.1 Flowchart.....	53
Figure 2.2 Proportional representation of each outcome used within the most commonly reported outcome categories.	55
Figure 2.3 Proportion of studies reporting outcomes in each of the general categories.	56
Figure 3.1 Progression of squat exercise	81
Figure 4.1 Exercise progression for the intervention group.	100
Figure 4.2 Timeline of intervention and assessments.	101
Figure 4.3 CONSORT flowchart of the randomized controlled pilot trial.	104
Figure 4.4 Leg pain intensity.	110
Figure 4.5 Total ambulation time.....	111
Figure 4.6 Low back extensor muscles endurance.	112

Figure 5.1 Timeline of the different data collection time points for the testing of the FCSSSQ prefinal version and the evaluation of the FCSSSQ final version psychometric properties... 133

Figure 6.1 Timeline of outcome measures used in the parent clinical trial 153

Liste des abréviations

ANOVA: *Analysis of variance*

AUROC: *Area Under the Receiver Operating characteristic Curve*

BDI: *Beck Disability Index*

CGI-I: *Clinical Global Impression - Improvement scale*

CI: *Confidence Interval*

CIUSSS-MCQ: *Centre Intégré Universitaire de Santé et de Services Sociaux de la Mauricie-et-du-Centre-du-Québec*

COMI: *Core Outcome Measure Index*

CONSORT: *CONsolidated Standards Of Reporting Trials*

CSSSTR: *Centre de Santé et de Services Sociaux de Trois-Rivières*

EQ-5D-3L: *EuroQoL-5D-3L*

FCSSSQ: *French-Canadian Swiss Spinal Stenosis Questionnaire*

GRC: *Global Rating of Change scale*

ICC: *Intra-class Correlation Coefficient*

Int: *Intervention*

IRM: *Imagerie par résonance magnétique*

LBPRS: *Low Back Pain Rating Scale*

LSS: *Lumbar Spinal Stenosis*

MSQ: *Minnesota Satisfaction Questionnaire*

NRS: *Numerical Rating Scale*

ODI: *Oswestry Disability Index*

OR: *Odds Ratio*

RMDQ: *Roland-Morris Disability Questionnaire*

ROM: *Ranges of motion*

SD: *Standard deviation*

SF-36: *36-Item Short Form Survey*

SPWT: *Self-Paced Walking Test*

SSL: *Sténose spinale lombaire*

SLR: *Straight Leg Raise*

SSSQ: *Swiss Spinal Stenosis Questionnaire*

TAT: *Total ambulation time*

TENS: *Transcutaneous electrical nerve stimulation*

TFS: *Time to first symptoms*

UQTR: *Université du Québec à Trois-Rivières*

US: *Ultrasounds*

VAS: *Visual Analog Scale*

WC: *Weight carrying*

WL: *Weight lifting*

À la relève : Mégane, Catherine & Mariève

Remerciements

Cette thèse représente le fruit de précieuses collaborations et l'aboutissement des travaux effectués au cours des cinq dernières années. Je profite donc de l'occasion pour remercier les personnes qui ont contribué de façon significative à l'ensemble de mon parcours doctoral.

Mes premiers remerciements vont à mon directeur de recherche, Martin Descarreaux, qui m'a dirigé de manière aussi inspirante que rigoureuse. Sa vivacité d'esprit, sa grande disponibilité et son soutien continu m'ont encouragée à me dépasser tout au long de ce parcours. Merci d'avoir cru en mes capacités et de m'avoir laissé la liberté de m'accomplir à ma façon.

Je remercie également Julie O'Shaughnessy qui a co-dirigé cette thèse avec beaucoup d'humanité. La grande générosité tant personnelle qu'intellectuelle qu'elle m'a témoignée au quotidien, et ce depuis le début de mon cheminement, aura été des plus précieuses. Merci de m'avoir adopté bien au-delà de ton rôle de codirectrice.

J'éprouve une reconnaissance particulière envers l'équipe de neurochirurgiens du CIUSSS-MCQ, notamment le Dr Claude-Édouard Châtillon, pour m'avoir accordé leur confiance et rendu possible la réalisation de ces projets. Merci également à tous les patients qui ont généreusement accepté de prendre part à mes études.

Un merci particulier à Stephanie qui m'a accompagnée, de façon inattendue, au travers de plusieurs étapes charnières de mon développement en tant que chercheuse. Son œil averti et ses conseils à des moments clés de mes études ont eu une valeur inestimable.

Je souhaite remercier tous mes collègues du 3604 pour leurs précieux encouragements et les discussions stimulantes partagées autour d'une tasse de thé, de photos de chats ou du bureau de Jacques. Votre dévouement et détermination dans la réalisation de vos travaux respectifs auront été source d'inspiration.

Plus particulièrement, merci à Jacques, avec qui j'ai partagé à la fois tout et rien au quotidien, ici comme à l'étranger. Je n'aurais pu espérer un meilleur allié pour franchir toutes ces étapes. Je me souhaite de pouvoir collaborer avec toi encore longtemps.

Merci à Mariève et Catherine, d'avoir égayé mes journées avec votre énergie et votre bonne humeur contagieuses. Ce sera un réel plaisir de vous voir évoluer au cours des prochaines années.

Merci à Mégane, qui bien malgré elle s'est retrouvée en plein cœur du tumulte de l'écriture de cette thèse. Merci pour la tricot-thérapie, on remet ça quand ce sera à ton tour.

Merci à mes parents, tout particulièrement à ma mère, pour son support inconditionnel. Merci à ma sœur et meilleure amie, sans qui je n'aurais probablement jamais envisagé mettre le pied dans cet engrenage. Sa disponibilité, sa ténacité et sa rigueur m'ont encouragée dans l'atteinte de mes objectifs. Merci à mon mari, Sébastien, pour m'avoir laissé investir dans l'avenir sans retenu. Sa patience et sa tendresse m'apportent quotidiennement équilibre et réconfort.

Enfin, je remercie les organismes qui ont rendu ces travaux possibles en m'accordant leur généreux support financier, à savoir les Fonds de recherche du Québec en Santé, l'Institut Robert-Sauvé en Santé et Sécurité du travail, le Fonds Institutionnel de Recherche de l'UQTR et le Fonds de démarrage pour projets collaboratifs du CIUSSS-MCQ.

Introduction - Mise en contexte

À l'instar de plusieurs pays occidentaux, le Canada est aujourd'hui confronté aux nombreux enjeux associés au vieillissement démographique. Depuis 2015, et ce pour la première fois de l'histoire, le nombre de personnes âgées de plus de 65 ans dépasse celui des 14 ans et moins, représentant 16% de la population générale du Canada et 19% de celle du Québec (Institut de la statistique du Québec, 2009). En raison du vieillissement des individus nés dans les années 1960, de l'augmentation de l'espérance de vie globale et plus particulièrement du nombre d'années de vie restantes après 65 ans, la pyramide des âges continuera à se transformer dans les années à venir. On estime qu'en 2038, plus du quart de la population canadienne sera âgée de 65 ans et plus. Parmi ces derniers, 27% auront plus de 80 ans (Public Health Agency of Canada, 2010). Au Québec, la population de moins de 65 ans restera pratiquement inchangée avec 6,6 millions de personnes, tandis que celle de 65 ans et plus augmentera de 1,5 million pour atteindre 2,6 millions en 2056, soit 28% de la population générale (Institut de la statistique du Québec, 2009).

Si le vieillissement n'est pas systématiquement synonyme de mauvaise santé ou d'incapacités physiques, le risque de développer de telles problématiques augmente néanmoins avec l'âge. Un rapport gouvernemental sur l'état de la santé au Canada publié en 2010 rapporte que 89% des aînés présentaient au moins un problème de santé chronique. Plus spécifiquement, 25% des Canadiens âgés de 65 à 79 ans et 37% des Canadiens âgés de 80 ans et plus ont déclaré être atteints d'au moins quatre problèmes de santé chronique. Les conditions affectant les articulations, et plus particulièrement l'arthrite, étaient au nombre des conditions les plus fréquemment rapportées par les répondants, touchant près de 44% des aînés et 85% des personnes âgées de 75 ans et plus (rapport de l'administrateur en chef de la santé publique, 2010).

L'arthrose, engendrée par la détérioration du cartilage articulaire, est la forme la plus courante d'arthrite et fait partie intégrante du processus de vieillissement normal qui affecte de façon variable chaque individu. Toutefois, la relation entre le vieillissement, les changements dégénératifs et les possibles manifestations qui en découlent demeure incomprise, notamment

en ce qui concerne les douleurs cervicales et lombaires qui comptent parmi les conditions les plus fréquemment rencontrées chez la population âgée (Hartvigsen, Frederiksen et al. 2006).

De plus, la nature complexe de ces problématiques les rend particulièrement difficiles à investiguer et à traiter. En ce sens, la dégénérescence des structures rachidiennes engendre des changements structuraux et fonctionnels complexes à plusieurs niveaux, incluant les os, disques, facette articulaire, et ligaments (Aebi, Gunzburg et al. 2005).

Parmi les conditions dégénératives les plus fréquentes chez la personne âgée, on retrouve la sténose spinale lombaire (SSL) (Sobottke, Aghayev et al. 2012) dont les symptômes se manifestent le plus souvent après l'âge de 50 ans (Porter 1996). Malgré le fait que les valeurs exactes soient inconnues, la prévalence de la SSL est estimée à 9% dans la population générale et elle touche jusqu'à 47% chez les 60 ans et plus (Kalichman, Cole et al. 2009).

La SSL est la principale chirurgie de la colonne vertébrale réalisée chez les 65 ans et plus (Ciol, Deyo et al. 1996, Deyo, Gray et al. 2005). De façon générale, le temps d'attente pour les chirurgies électives non prioritaires est plus élevé au Canada que dans les autres pays développés (Canadian Institute for Health Information, 2016). Dans le cas de la SSL, le temps d'attente médian pour subir une chirurgie est de 140 jours après la première rencontre avec un chirurgien spécialiste et de 349 jours après la référence d'un médecin généraliste (Bailey, Gurr et al. 2016).

Dans une ère où de nouveaux défis dans la prise en charge des personnes âgées font surface, l'Association médicale canadienne est d'avis que, pour fournir un soutien et des soins optimaux à la population vieillissante du Canada, un continuum complet de services de santé fondé sur des initiatives misant sur l'activité physique, la prévention des blessures, la nutrition et la santé mentale est nécessaire (Association Médicale Canadienne, 2013). Les Canadiens de plus de 65 ans sont actuellement responsables de 44% de l'utilisation des budgets de soins de santé provinciaux (Canadian Institute for Health Information, 2017). Une grande part de ces dépenses est effectuée en situation postopératoire, notamment pour l'hébergement en milieu hospitalier et l'utilisation subséquente de soins de santé (Canadian Institute for Health Information, 2017). On peut donc s'attendre à ce que le vieillissement de la population canadienne ait une incidence

majeure sur l'utilisation du système de santé au cours des prochaines décennies. Par ailleurs, les gouvernements s'inquiètent de la capacité des ressources actuellement en place à fournir des services de qualité en quantité suffisante.

Bien que l'étendue de sa portée ne soit pas encore tout à fait connue, la préadaptation s'est récemment imposée dans la prise en charge périopératoire de conditions de santé requérant une chirurgie majeure (Treanor, Kyaw et al. 2018). Basée sur la prémisse qu'une préparation physique et mentale adéquate permettrait l'optimisation des résultats postopératoires et donc une diminution des coûts et de l'utilisation des soins de santé, la préadaptation apparaît une solution prometteuse à la demande croissante des ressources périopératoires (Landry, Jaglal et al. 2007).

Les patients atteints de SSL présentent des caractéristiques propices à l'étude du phénomène de la préadaptation dans le contexte de la chirurgie de la colonne vertébrale. Leur statut physique généralement faible, la progression lente de la condition et l'aspect sécuritaire de l'observation des symptômes en font des candidats idéaux pour l'évaluation d'une intervention physique en amont d'une chirurgie élective.

Les travaux de cette thèse s'inscrivent donc dans une perspective générale qui vise à améliorer les connaissances sur le principe de la préadaptation dans le contexte de la chirurgie rachidienne élective. L'objectif principal vise à évaluer la faisabilité et l'efficacité d'un programme de préadaptation basé sur l'activité physique destiné aux patients atteints de SSL qui sont en attente d'une chirurgie élective par décompression vertébrale sans fusion. Considérant les retombées positives observées dans les autres contextes chirurgicaux, nous émettons l'hypothèse que les participants qui prennent part au programme de préadaptation bénéficieront d'une amélioration de leurs capacités fonctionnelles préopératoires qui favorisera une récupération postopératoire plus rapide en comparaison aux participants du groupe contrôle.

Cette thèse est divisée en sept chapitres. Le premier définit et contextualise les concepts de la sténose spinale lombaire et de la préadaptation qui seront utilisés tout au long de cette étude.

Le deuxième chapitre présente le premier article, publié dans la revue *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics* en novembre 2016 qui répertorie les pratiques actuelles ainsi que les mesures de résultats utilisés dans le cadre d'interventions périopératoires en réadaptation pour les chirurgies effectuées pour des conditions touchant la région lombaire. Ces données ont permis de cibler les interventions les plus efficaces et les mesures de résultats pertinentes qui ont par la suite été mises en œuvre dans le contexte de la préadaptation de patients atteints de sténose spinale lombaire.

Le troisième chapitre décrit via le deuxième article, publié dans la revue *Trials* en octobre 2015 le protocole de recherche pour une étude pilote visant à évaluer la faisabilité et l'efficacité d'un programme de préadaptation actif destiné aux patients atteints de sténose spinale lombaire en attente d'une chirurgie.

Le quatrième chapitre présente le troisième article, soumis pour publication à la revue « *Scientific Reports* » en mars 2018, qui décrit les résultats de l'étude pilote quant à la faisabilité d'intervenir auprès d'une population sévèrement déconditionnée en amont d'une chirurgie spinale lombaire ainsi que les résultats préliminaires de l'efficacité de l'intervention proposée.

Le cinquième chapitre fait état du processus de traduction et de validation de la version francophone du questionnaire *Swiss Spinal Stenosis Questionnaire*, un outil de mesure auto-rapporté spécifiquement conçu et largement utilisé pour l'évaluation de la sténose spinale lombaire tant dans le contexte clinique que celui de la recherche. Cet article, le quatrième de cette thèse a été accepté pour publication dans le journal « *Spine* » en septembre 2018.

Le dernier article aurait normalement dû traiter de l'étude clinique contrôlée randomisée à grande échelle qui découle, à quelques modifications près, de l'étude pilote présentée au chapitre quatre. Toutefois, considérant que le nombre de participants souhaité n'avait pas été atteint au moment de rédiger ces lignes et que l'intervention ne semblait pas influencer la

récupération postopératoire à court terme des patients y ayant pris part, nous avons jugé opportun de modifier le contenu de cette thèse.

Le sixième chapitre présente donc l'évaluation des facteurs prédictifs du succès postopératoire à court et moyen terme pour l'ensemble de la population incluse jusqu'à présent, soit dans l'étude pilote et l'étude clinique contrôlée randomisée.

Enfin, les résultats issus des quatre études principales (articles I, III à IV) sont mis en contexte avec la littérature scientifique actuelle dans le chapitre sept et la conclusion fait état des implications cliniques et des avenues de recherche découlant de ce projet de doctorat.

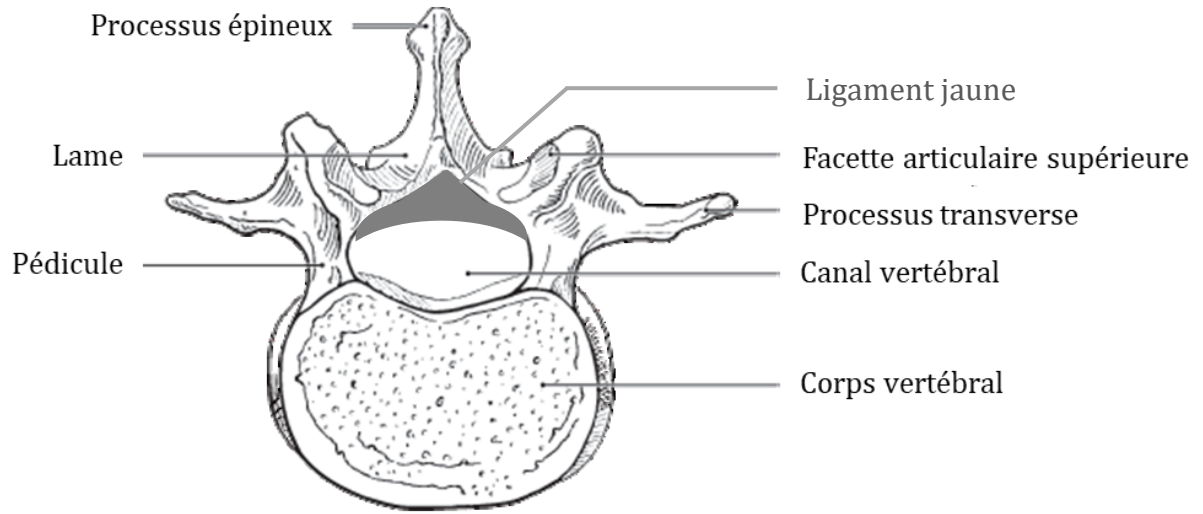
Chapitre 1. De la sténose spinale à la préadaptation

1.1 La sténose spinale lombaire (SSL)

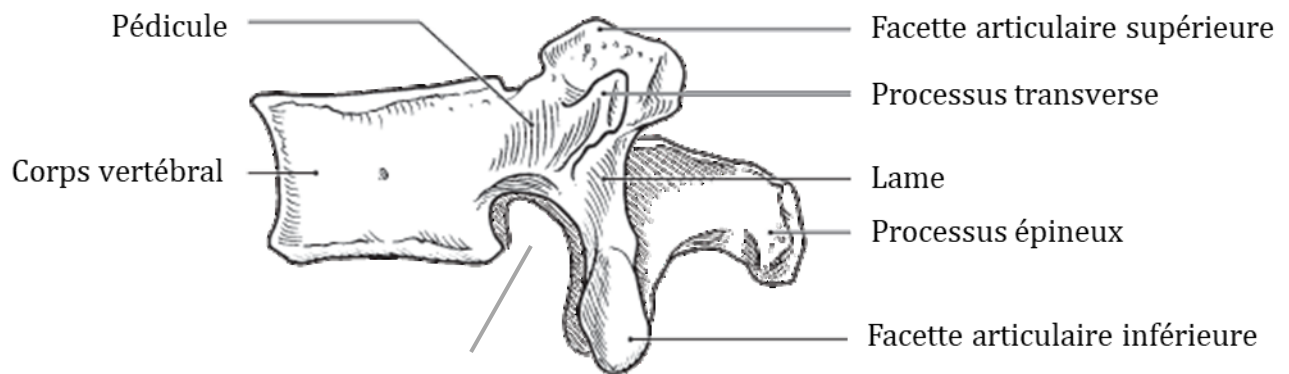
1.1.1 L'anatomie et la pathoanatomie de la SSL

La colonne vertébrale lombaire comprend cinq vertèbres articulées les unes aux autres, reposant sur la base inclinée vers l'avant du sacrum et donnant à la lordose lombaire son angulation naturelle. Dans le rachis lombaire dit « normal », les foramens vertébraux sont alignés de façon à former un canal osseux continu appelé canal vertébral, soit l'enveloppe protectrice de la moelle épinière. La face antérieure du canal vertébral est constituée des surfaces postérieures des corps vertébraux, des disques intervertébraux et du ligament longitudinal postérieur. La face postérieure, quant à elle, est formée des lames vertébrales et du ligament jaune. Les limites latérales de ce canal sont déterminées par les pédicules de part et d'autre (Bogduk 2012). La figure 1.1 présente les différentes composantes anatomiques de la vertèbre lombaire normale.

Ultimement, ce sont la forme ainsi que la taille du canal vertébral qui déterminent l'espace disponible pour les nerfs qui cheminent par ce canal osseux. La forme du canal vertébral lombaire diffère en coupe transversale selon le niveau vertébral (Figure 1.2). Davantage de forme ovale aux niveaux supérieurs, le canal devient par la suite triangulaire dans sa portion inférieure et adopte parfois la forme du trèfle aux niveaux les plus bas. Les espaces latéraux formés bilatéralement par la superposition des échancrures vertébrales supérieures et inférieures donnent lieu aux foramens intervertébraux où cheminent les racines nerveuses spinales segmentaires (Bogduk 2012).



Vue supérieure



Vue latérale

Figure 1.1 Représentation anatomique de la vertèbre lombaire normale

(Adaptée du site www.wsiat.on.ca)

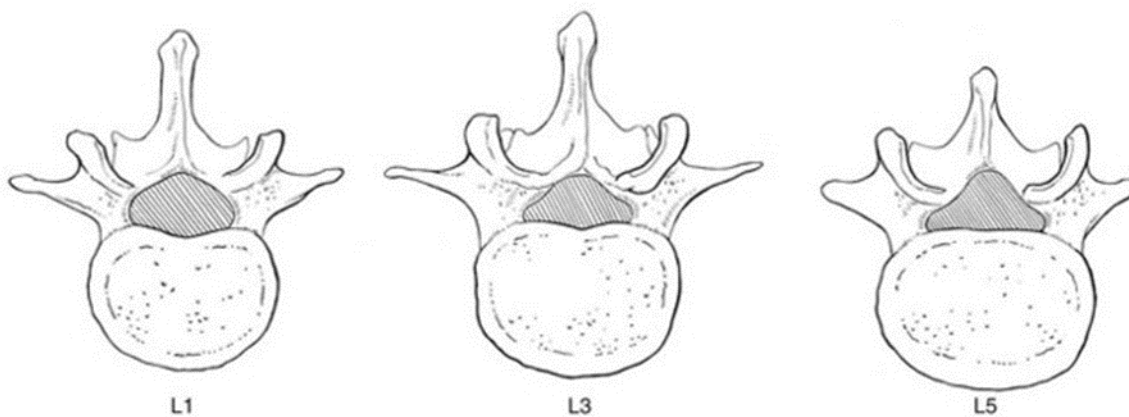


Figure 1.2 Représentation de la forme du canal vertébral selon le niveau vertébral

(Tirée du site musculoskeletalkey.com)

La diminution de cet espace par empiètement des limites du canal porte le nom de sténose spinale lombaire ou communément appelé, canal lombaire étroit. On distingue deux formes de sténose en fonction de leur origine. Le tableau 1.1 présente les différentes étiologies répertoriées pour la sténose lombaire. En raison d'anomalies du développement de l'arc neural, incluant l'épaississement des pédicules ou l'élargissement des processus articulaires, la configuration du canal vertébral peut être anormalement petite. Cette situation, connue sous le nom de sténose congénitale, ne représente que 2,6 à 4,7% des cas (Kalichman, Cole et al. 2009). Par ailleurs, bien que la sténose d'origine congénitale n'entraîne pas d'emblée de compression des éléments nerveux, elle rend néanmoins plus probable l'atteinte des racines nerveuses en présence de changements mineurs touchant les limites du canal vertébral.

La sténose lombaire dite acquise, beaucoup plus commune, se produit quant à elle lorsqu'il y a une dégénérescence ou un processus pathologique impliquant les structures en périphérie du canal vertébral. On compte parmi les altérations patho-anatomiques possibles l'hypertrophie du ligament jaune et des processus articulaires, la présence d'ostéophytes postérieurs ainsi que le bombement ou la protrusion des disques intervertébraux (Bogduk 2012). La Figure 1.3 présente les effets de la sténose lombaire congénitale et acquise sur la taille du canal vertébral.

Tableau 1.1 Classification des étiologies de la sténose spinale lombaire

1) Congénital/développemental

Idiopathique

Achondroplasie

2) Acquise

- Dégénérative: centrale, latérale, foraminale (incluant le spondylolisthésis dégénératif)
- Mixte : toutes combinaisons de congénitale, développementale et dégénérative (incluant la hernie discale)
- Spondylolisthésis/spondylolyse
- Iatrogénique : post-laminectomie, hématome postopératoire, cages ou vis dans le canal, dégénérescence adjacente à une fusion, prolifération excessive du tissu cicatriciel
- Posttraumatique : fragments osseux à l'intérieur du canal
- Divers : acromégalie, fluorose, maladie de Paget, spondylite ankylosante

Adapté de Arnoldi et al. (Arnoldi, Brodsky et al. 1976)

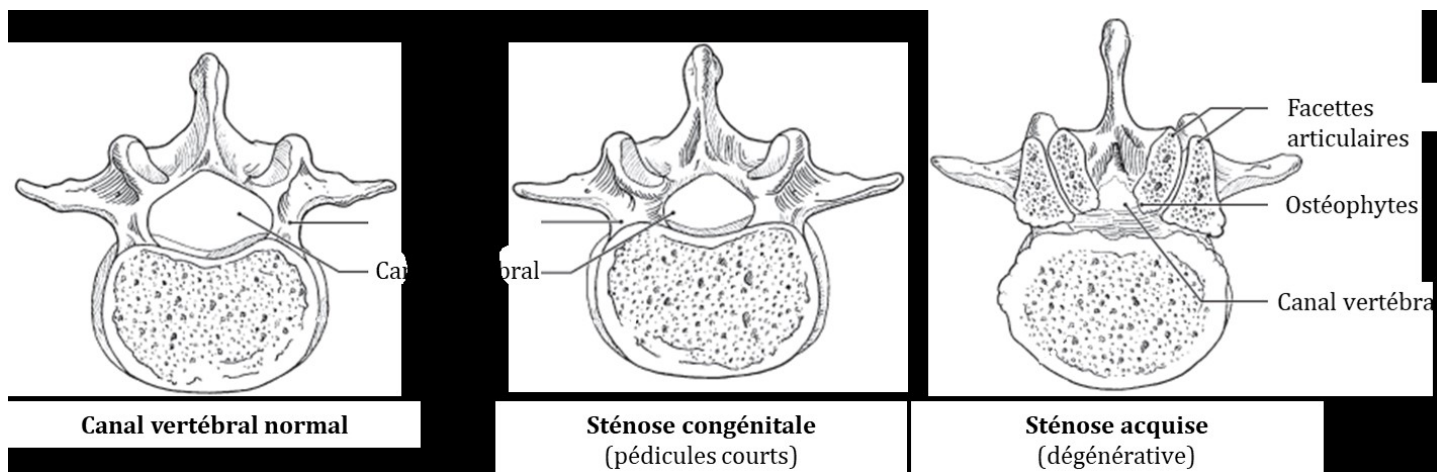


Figure 1.3 Représentation de la sténose lombaire congénitale et acquise

(Adaptée du site www.wsiat.on.ca)

La sténose centrale (Figure 1.4) résulte d'une diminution du diamètre antéropostérieur, transversal ou de la combinaison des deux, suite à une perte de la hauteur du disque intervertébral (avec ou sans bombement) ainsi qu'à l'hypertrophie des facettes articulaires et du ligament jaune causée par l'accumulation de stress mécanique (Genevay and Atlas 2010).

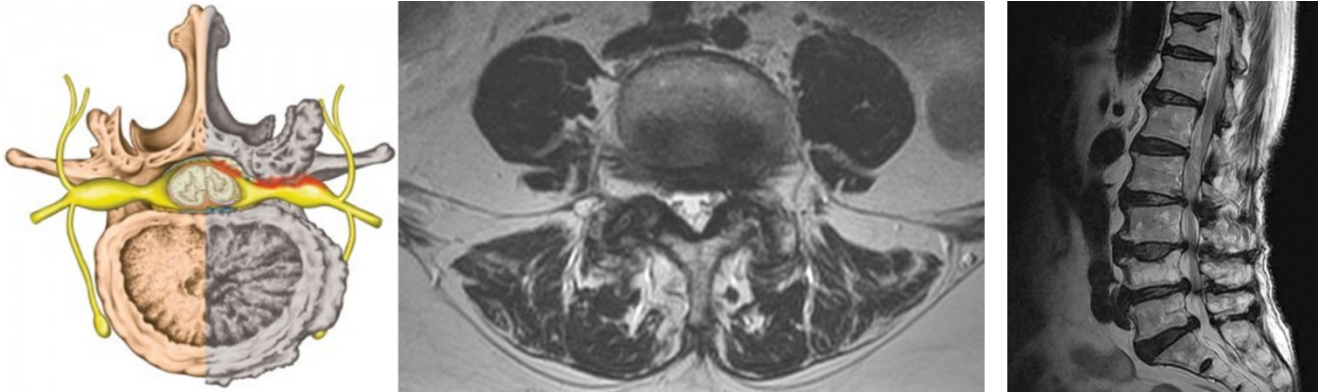


Figure 1.4 Représentation et IRM d'une sténose spinale centrale

(Représentation adaptée du site www.spineuniverse.com)

De façon similaire, la perte de la hauteur discale, l'hypertrophie des facettes articulaires avec ou sans spondylolisthésis, ainsi que la formation d'ostéophytes sur les plateaux vertébraux peuvent entraîner une sténose du récessus latéral (Figure 1.5) (Genevay and Atlas 2010).

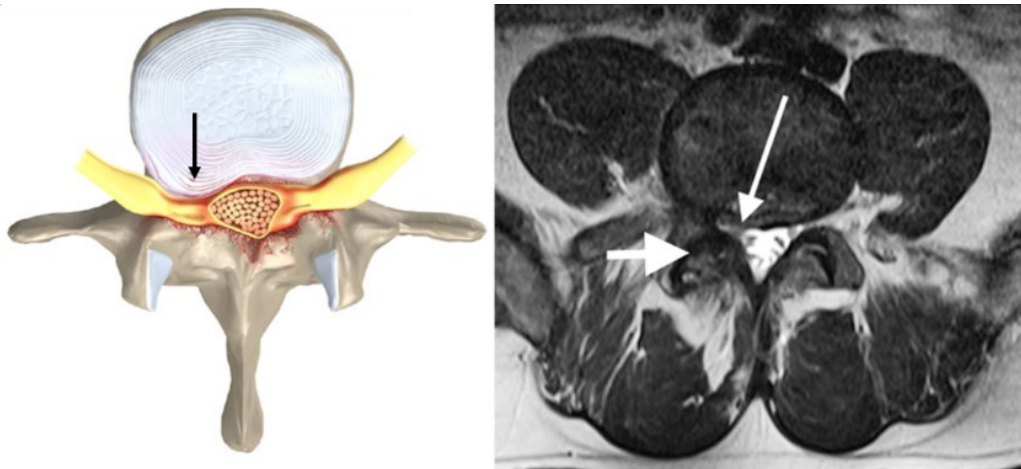


Figure 1.5 Représentation et IRM d'une sténose du récessus latéral

(Représentation adaptée du site eorthopod.com)

La sténose foraminale (Figure 1.6) peut, quant à elle, être causée par une réduction de l'espace antéropostérieur, généralement par la combinaison de la diminution de l'épaisseur discale et de la surcroissance des structures situées antérieurement à la capsule articulaire de la facette. Elle peut aussi être le résultat d'une diminution de l'espace verticale, en raison de la présence d'ostéophytes postérolatéraux sur les plateaux vertébraux empiétant sur le foramen combiné à un bombement des anneaux fibreux latéralement ou encore à une hernie discale qui comprime la racine nerveuse contre le pédicule supérieur (Jenis and An 2000).

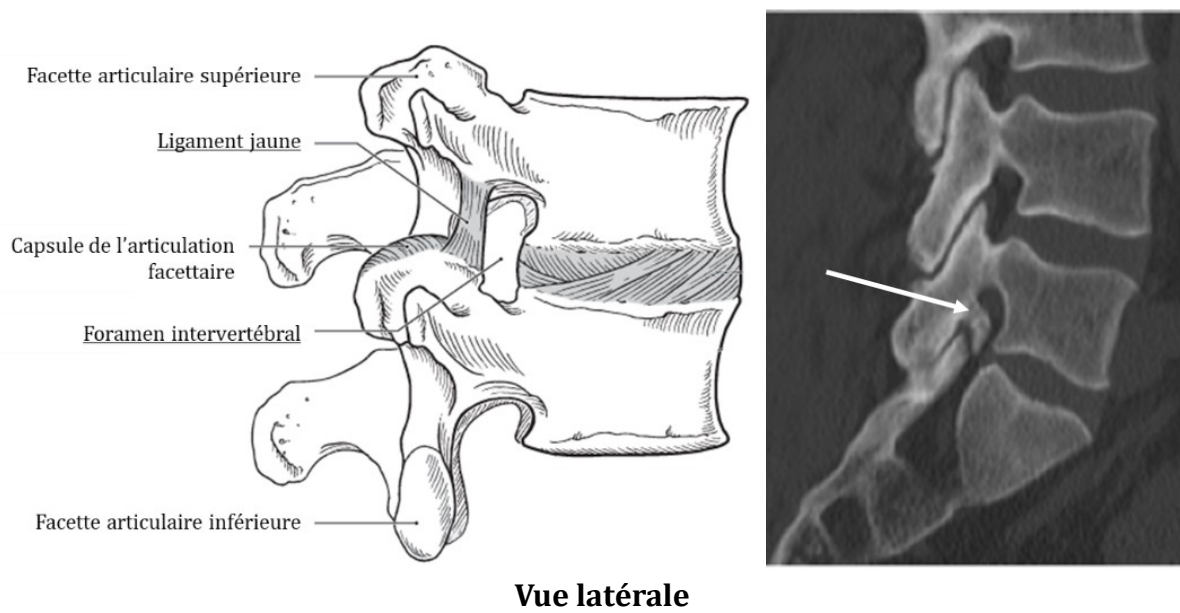


Figure 1.6 Représentation et imagerie par tomodensitométrie d'une sténose foraminale

(Représentation adaptée du site www.wsiat.on.ca)

Foramen intervertébral normal (à gauche) et rétrécissement du foramen intervertébral causé par la calcification du ligament jaune (à droite).

En plus de ces changements anatomiques dégénératifs progressifs, la sténose du rachis lombaire est influencée par une importante composante dynamique (Penning 1992). En ce sens, l'espace disponible dans le canal central varie d'environ 16% selon la position adoptée par le rachis. Plus spécifiquement, une diminution est observée lorsque la colonne vertébrale est mise en charge et en position d'extension, et à l'opposé, on observe une augmentation lorsque la colonne est soumise à une distraction axiale et en position de flexion (Schonstrom, Lindahl et al. 1989). Le même processus dynamique affecte le foramen intervertébral avec la flexion provoquant une augmentation de 12%, et l'extension une diminution de 15% de la surface disponible (Inufusa, An et al. 1996). Malgré le fait que ces changements dynamiques se produisent également dans les colonnes vertébrales saines, les effets sont d'autant plus importants lorsque l'espace disponible au niveau du canal vertébral est de base compromis, comme c'est le cas en présence de dégénérescence vertébrale. La Figure 1.7 présente l'effet dynamique du mouvement en flexion-extension sur le diamètre du canal vertébral.

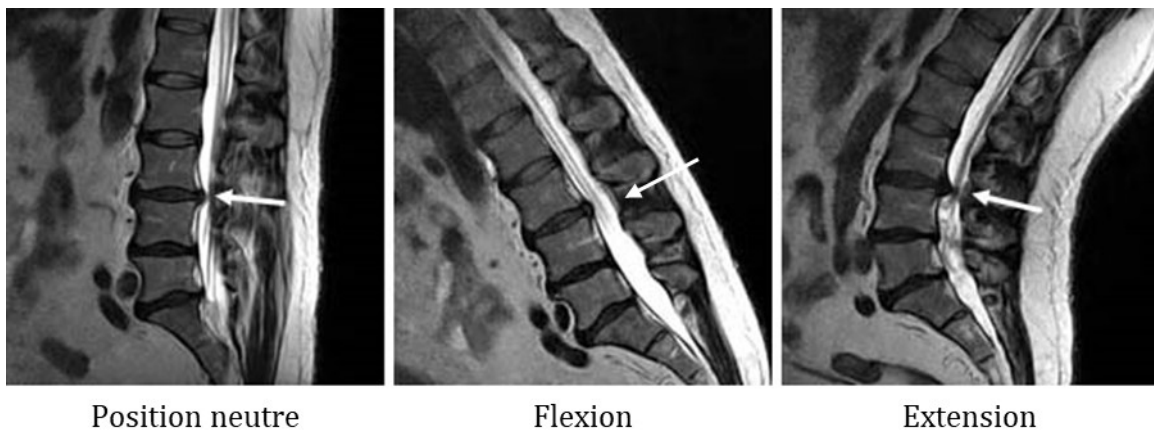


Figure 1.7 IRM de la région lombaire en coupe sagittale en position neutre et lors du mouvement de flexion /extension

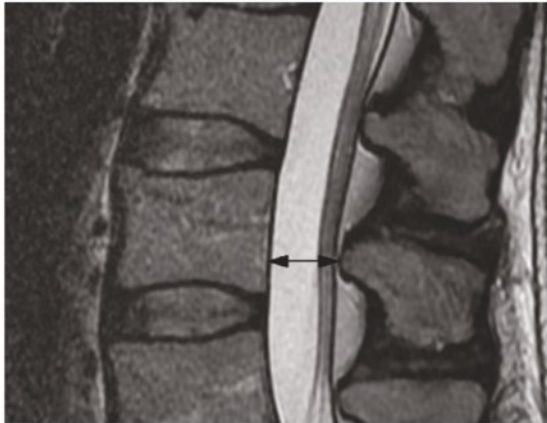
Bien que le rétrécissement anatomique du canal vertébral ou du foramen intervertébral soit une composante nécessaire de la SSL, il est néanmoins insuffisant pour engendrer l'expression clinique du syndrome. En ce sens, le degré de sévérité du rétrécissement doit être tel que la compression des éléments neurovasculaires compromet l'une ou l'autre de ces fonctions (Chad 2007).

La résonance magnétique dynamique est un examen diagnostique particulièrement utile pour analyser les structures impliquées dans la sténose du canal rachidien et le spondylolisthésis. En décubitus dorsal, les facteurs pertinents peuvent être sous-estimés voire non-apparents, devenant appréciables seulement si le patient est debout. En ce sens, on note une augmentation moyenne de 15% de l'épaisseur du ligament jaune et de 16,2% de la protrusion discale en position debout versus couchée. De façon similaire, on note une diminution de 10,8% du diamètre du sac dural, de 13,1% du diamètre du canal vertébral et de 15,8% de l'aire du canal vertébral en position debout comparativement à la position couchée. Par ailleurs, la position debout permet d'apprécier le mouvement dynamique des vertèbres les unes par rapport aux autres sous l'effet de la gravité et fait apparaître ou amplifie le glissement antérieur dans le cas de spondylolisthésis qui ne sont pas toujours visualisés en position couchée (Muto, Giurazza et al. 2016).

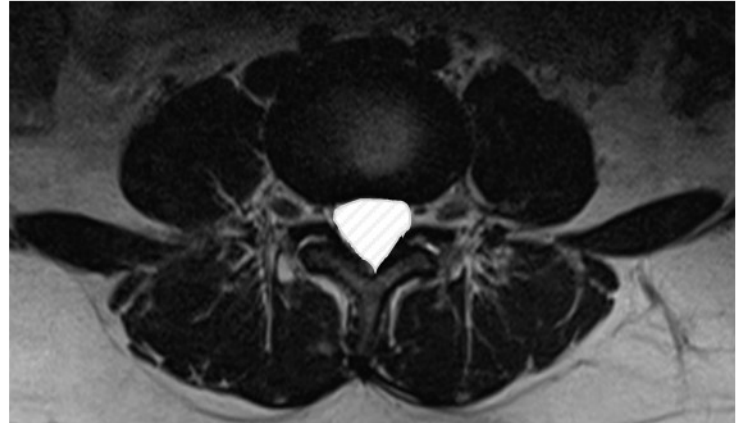
1.1.2 Description quantitative de la SSL

Plusieurs méthodes sont décrites dans la littérature scientifique pour quantifier le degré de sténose à partir d'imageries spécialisées (Steurer, Roner et al. 2011). Les paramètres les plus fréquemment rapportés pour décrire la sténose absolue d'origine centrale sont un diamètre antéropostérieur du canal vertébral osseux de moins de 10 mm (Figure 1.8a) et une aire transverse du sac dural de moins de 70 mm² (Figure 1.8b).

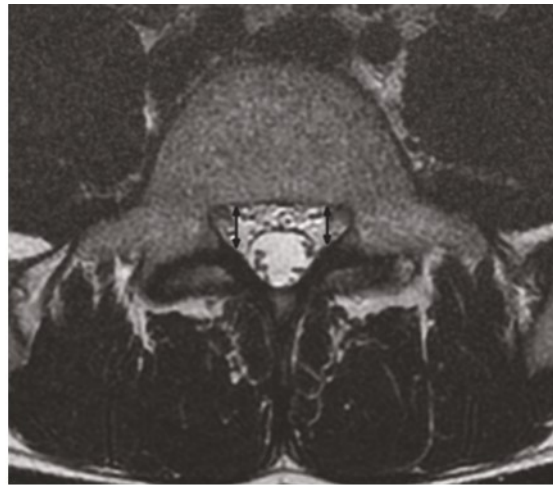
La hauteur ainsi que la profondeur des récessus latéraux sont utilisées pour décrire la sténose latérale. La profondeur du récessus latéral est mesurée entre la facette articulaire supérieure et la partie supérieure du pédicule alors que sa hauteur est considérée comme la distance entre le point le plus antérieur de la facette articulaire supérieure et le bord postérieur du corps vertébral (Figure 1.8c). Une profondeur de 3mm ou moins (≤ 3 mm) et/ou une hauteur égale à 2 mm ou moins (≤ 2 mm) ont été décrites comme des critères diagnostiques d'un récessus latéral sténosé.



**a) Diamètre antéropostérieur
du canal vertébral**



**b) Aire transverse du sac dural
(zone hachurée)**



c) Profondeur du récessus latéral

Figure 1.8 Mesures utilisées pour déterminer la présence d'une sténose lombaire centrale et d'une sténose du processus latéral

Le seul critère établi pour quantifier la sténose foraminale est son diamètre, soit une mesure de 2 à 3 mm est considérée comme indicatrice d'un foramen intervertébral rétréci (Beers, Carter et al. 1985).

Cependant, la fiabilité intra- et inter-juges des différents critères utilisés pour caractériser les trouvailles quantitatives ou qualitatives des trois types de sténoses se sont révélées être très variables (Kappa allant de 0,01 à 1,0) (Andreisek, Imhof et al. 2013).

En l'absence de critères quantitatifs standardisés pour le diagnostic anatomique de la SSL, l'évaluation qualitative est fréquemment utilisée. Les signes jugés les plus pertinents incluent la présence d'une protrusion discale, l'hypertrophie des facettes articulaires, l'épaississement du ligament jaune, ainsi que l'absence de graisse périneurale intraforaminale et l'absence de liquide céphalo-rachidien au pourtour de la moelle épinière (Mamisch, Brumann et al. 2012).

D'un point de vue pathoanatomique, une revue rétrospective des rapports d'imagerie par résonance magnétique de 173 patients canadiens diagnostiqués avec une SSL (Tomkins-Lane, Battie et al. 2014) a permis de constater que la grande majorité des patients, soit 68%, sont atteints par la forme dite mixte, qui touche à la fois le canal central et le récessus latéral (ou segment parapédiculaire du canal radiculaire) ou le foramen intervertébral. Dans 20% et 13% des cas, l'origine était purement centrale ou latérale respectivement. Le niveau le plus souvent atteint était à L4/L5 (95%), suivi de L3/L4 (66%), L5/S1 (49%), L2/L3 (34%) et L1/L2 (12%). Dans 79% des cas, plusieurs niveaux étaient atteints. De L1/ L2 à L4/L5 les trousses étaient plus fréquentes au niveau du canal vertébral tandis qu'à L5/S1 elles étaient principalement d'origine latérale, conséquent avec le fait que le foramen L5-S1 possède le plus petit diamètre pour la racine nerveuse au diamètre le plus grand (Jenis and An 2000).

1.1.3 Sémiologie de la SSL

Le diagnostic clinique de la SSL est compliqué par la grande variété de présentations possibles et la présence potentielle de pathologies vertébrales coexistantes, dont le spondylolisthésis, la scoliose, la hernie discale et la fracture vertébrale (Tomkins-Lane, Battie et al. 2014). Le début est généralement insidieux, les premiers symptômes étant souvent peu spécifiques et pouvant inclure la lombalgie et une raideur matinale soulagée par l'activité (Best 2002). Au moment du diagnostic, les symptômes sont généralement présents depuis plusieurs années (Stromqvist, Fritzell et al. 2013).

Le symptôme le plus discriminant est sans aucun doute la claudication neurogène caractérisée par un inconfort ou une douleur apparaissant à la marche ou en position debout prolongée qui irradie vers la fesse, l'aîne, la cuisse, la jambe ou le pied unilatéralement ou de façon bilatérale

et symétrique (Katz and Harris 2008). La claudication neurogène présente habituellement des caractéristiques typiques, telles que l'amélioration avec la flexion lombaire ou la position assise et l'aggravation par l'extension lombaire (Suri, Rainville et al. 2010).

Certains individus présenteront des symptômes beaucoup moins marqués tels qu'une sensation de faiblesse ou de fatigue affectant les membres inférieurs ainsi que des signes subtils de changements moteurs et sensoriels ou encore, une modification du patron de marche (Simon, Simon-Schulthess et al. 2007, Siebert, Pruss et al. 2009). De même, les patients atteints de SSL ont généralement un examen neurologique normal. Une minorité de patients présente des signes objectifs d'atteintes neurologiques, comme par exemple une démarche avec base de sustentation élargie, une faiblesse musculaire focale ou une perte sensorielle dans la distribution d'une ou plusieurs racines nerveuses spinales, des réflexes ostéotendineux asymétriques ou encore un signe de Romberg positif. Les troubles moteurs, lorsque présents, sont généralement assez légers (Katz and Harris 2008). L'apparition de symptômes d'incontinence urinaire, ou d'infection urinaire récidivante est attribuable à une atteinte des nerfs sacrés et est synonyme de sténose SSL (Arbit and Pannullo 2001, Deasy 2015).

D'autre part, la douleur d'origine radiculaire ou pluri-radiculaire peut également être présente dans le syndrome clinique de la SSL (Konno, Kikuchi et al. 2007, Yamashita, Aono et al. 2007, Djurasovic, Glassman et al. 2010, Genevay and Atlas 2010). Cependant, cette manifestation clinique ne répondra pas aux mêmes caractéristiques provocatrices que la claudication neurogène. La coexistence des symptômes de la claudication neurogène et des sous-types de douleurs radiculaires contribue à la présentation clinique hétérogène de la SSL (Verbiest 1980).

La douleur lombaire est souvent considérée comme une caractéristique clinique du syndrome de la SSL (Alvarez and Hardy, 1998) et est utilisée comme facteur distinctif avec la claudication vasculaire (Malmivaara, Slatis et al. 2007, White 2007). Le rôle joué par la douleur lombaire dans le portrait clinique de la SSL est toutefois controversé et il est possible que l'association de la lombalgie et du syndrome clinique de SSL soit en grande partie due au facteur commun de la dégénérescence rachidienne présente dans les deux conditions. Quoi qu'il en soit, les interventions proposées, incluant la chirurgie, visent habituellement à soulager la douleur

ressentie au niveau des membres inférieurs et non pas celle au niveau lombaire (Malmivaara, Slatis et al. 2007).

1.1.4 Pathophysiologie de la SSL

Bien qu'encore mal compris, le processus pathophysiologique sous-jacent à la SSL pourrait provenir de la compression mécanique de structures nerveuses et vasculaires lors du mouvement d'extension lombaire.

D'une part, la théorie de l'ischémie, suggère que la compression de la microvascularisation lombaire entraîne une ischémie des racines nerveuses qui mène aux symptômes tels que les paresthésies, la douleur et la faiblesse au niveau des membres inférieurs (Evans 1964, Watanabe and Parke 1986). D'autre part, la théorie de la stase veineuse suggère qu'un manque d'oxygénation et l'accumulation subséquente de métabolites au niveau de la queue de cheval dus à l'accumulation de sang lors de sténose touchant plusieurs niveaux est à l'origine des symptômes (Ooi, Mita et al. 1990, Porter and Ward 1992, Porter 1996).

En plus des symptômes de claudication neurogène, un patient atteint de SSL peut présenter des signes de radiculopathie aggravés par les changements posturaux par compression directe des éléments nerveux (Binder, Schmidt et al. 2002).

1.1.5 Évolution naturelle de la SSL

L'histoire naturelle de la sténose spinale reste mal comprise. Des études rapportent que la moitié des patients reste cliniquement stable, tandis qu'un quart des cas s'aggrave et l'autre quart s'améliore (Johnsson, Rosen et al. 1992). Pour chaque patient, le cours de la maladie est difficilement prévisible et souvent caractérisé par des aggravations temporaires et de longues périodes stables (Benoist 2002). Les experts s'entendent sur le fait que l'évolution naturelle de la condition des patients qui présentent des symptômes cliniques d'intensité faible à modérée de SSL dégénérative peut être favorable dans environ un tiers à la moitié des cas (Kreiner, Shaffer

et al. 2013). Il existe également un consensus à l'effet que chez ces patients, le déclin neurologique rapide ou catastrophique est rare (Kreiner, Shaffer et al. 2013).

1.1.6 Relation entre signes radiologiques et présentation clinique de la SSL

Encore à ce jour, la controverse persiste quant à l'existence d'une relation entre les signes morphologiques de SSL perçus par imageries et la manifestation et la sévérité des symptômes cliniques. Peu d'études ont rapporté des corrélations entre le degré de sévérité de la sténose mesurée avec l'aire transverse du sac dural ou la classification de Schizas (Schizas, Theumann et al. 2010) et la capacité de marche, l'incapacité fonctionnelle et l'intensité des déficits neurologiques du membre inférieur (Barz, Melloh et al. 2008, Andrasinova, Adamova et al. 2018). À l'opposé, plusieurs études ont montré qu'il n'y a pas de corrélation entre la sévérité des symptômes cliniques et l'aire transverse du sac dural ou le diamètre du canal vertébral mesuré par IRM, myélogramme ou tomodensitométrie (Amundsen, Weber et al. 1995, Jonsson, Annertz et al. 1997, Lohman, Tallroth et al. 2006, Geisser, Haig et al. 2007, Marawar, Ordway et al. 2016). Des résultats semblables ont été rapportés pour les cas de sténose latérale et foraminale où la sévérité des signes radiographiques ne corrélait pas avec le niveau d'incapacité fonctionnelle, la sévérité des symptômes ou la capacité de marche (Sirvanci, Bhatia et al. 2008, Kuittinen, Sipola et al. 2014). De plus, l'augmentation du diamètre du canal vertébral après une intervention chirurgicale ne semble pas être corrélée à l'amélioration du portrait clinique ni gage du succès de l'opération (Herno, Airaksinen et al. 1994, Herno, Saari et al. 1999, Gunzburg, Keller et al. 2003).

De façon générale, ni la présence de signes de SSL sur l'imagerie par résonnance magnétique ni leur sévérité ne prédisent le développement ou l'évolution des symptômes sur une période de sept ans (Borenstein, O'Mara et al. 2001). Alors que certains proposent que le manque de concordance soit lié au fait que la plupart des imageries sont réalisées en décubitus dorsal, bien que les symptômes apparaissent en position debout ou à la marche (Haig and Tomkins 2010), d'autres laissent supposer que seul le sous-groupe d'individus présentant des signes morphologiques de sténose sévère puisse être corrélé avec la présentation clinique (Marawar, Ordway et al. 2016). De façon similaire, Kim et al. ont rapporté que l'aire transverse et

l'épaisseur du ligament jaune sont associés à des incapacités fonctionnelles plus élevées et que l'aire transverse du sac dural et du canal vertébral sont associées à la distance de marche avant l'apparition des premiers symptômes de claudication (Kim, Kong et al. 2015). Ces résultats suggèrent que la combinaison de plusieurs paramètres morphologiques puisse avoir une meilleure valeur diagnostique que leur évaluation individuelle (Kim, Kong et al. 2015). Plus récemment, un « signe positif de sédimentation des racines nerveuses » (*nerve root sedimentation sign*), caractérisé par des racines nerveuses en suspension à l'intérieur du sac dural visualisé sur les coupes axiales de l'IRM en position couchée, a été suggéré comme outil prometteur du diagnostic de la SSL (Figure 1.9) (Barz, Melloh et al. 2010). Chez les patients présentant des signes morphologiques de sténose sévère, le signe de sédimentation présentait une haute spécificité (0,899) et sensibilité (0,99) comparativement à 0,80 et 0,96 respectivement pour l'ensemble de l'échantillon testé (Zhang, Chen et al. 2015).

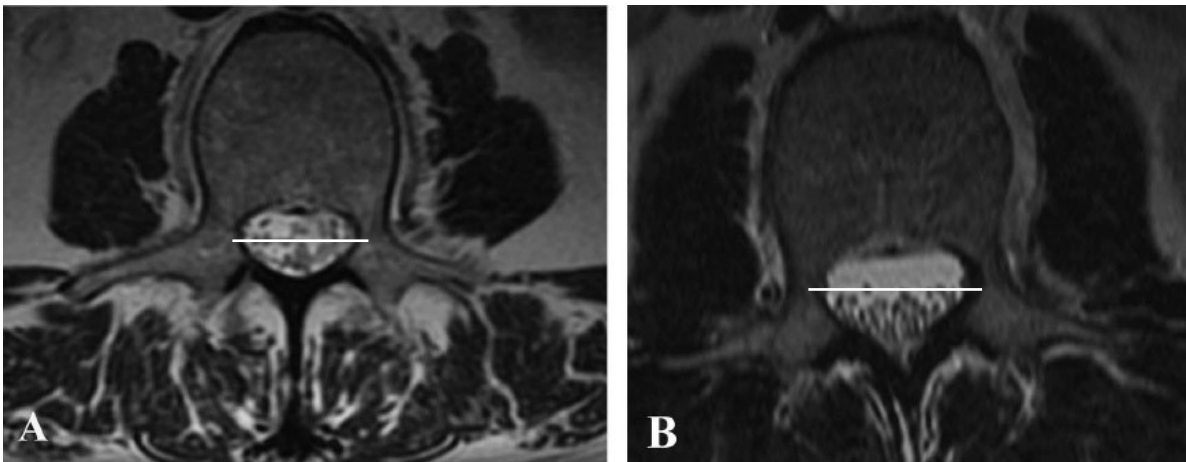


Figure 1.9 Imagerie par résonance magnétique du signe de sédimentation

(Adaptée de Macedo, Wang et al. 2013)

- A) *Signe positif de sédimentation = racines nerveuses en suspension à l'intérieur du sac dural.*
B) *Signe négatif de sédimentation = déplacement (« décantation ») des racines nerveuses dans la partie dorsale du sac dural causé par la gravité.*

Finalement, un éventail de degrés de symptômes cliniques est possible pour les mêmes résultats radiologiques (Ishimoto, Yoshimura et al. 2013). Ceci souligne l'importance de corrélérer les résultats cliniques et radiologiques au moment de choisir une option thérapeutique, notamment dans le cas des procédures chirurgicales.

1.1.7 Diagnostic clinique de la SSL

Le rétrécissement anatomique et la compression neurovasculaire sont tous deux fondamentaux à la pathogenèse de la SSL. Cependant, comme nous venons de le voir, ces résultats d'imagerie sont rapportés chez des patients asymptomatiques (Boden, Davis et al. 1990) et l'association entre le degré de sévérité du rétrécissement anatomique et la manifestation des symptômes cliniques demeure incertaine (Ishimoto, Yoshimura et al. 2013). De façon générale, les symptômes fluctuent dans le temps alors que le degré de sévérité de la sténose, à l'exception des composantes dynamiques liées à la posture, reste relativement stable ou s'aggrave lentement au fil du temps (Lurie and Tomkins-Lane 2016).

La présence de signes radiologiques d'un canal lombaire étroit est donc insuffisante pour conclure à un diagnostic de SSL considérant que la présence de tels signes sont fréquemment rapportés dans une population asymptomatique (Kalichman, Cole et al. 2009). La concordance entre la présentation des symptômes et la confirmation par la présence de signes radiologiques (Kreiner, Shaffer et al. 2013) ou visualisation anatomique (Katz and Harris 2008) est donc de mise.

En l'absence de critères diagnostiques cliniques uniformisés pour la SSL, l'avis du clinicien est considéré comme la mesure étalon. Un consensus d'expert, regroupant 279 cliniciens de 29 pays différents a permis d'identifier les facteurs les plus importants à utiliser pour poser le diagnostic de SSL. Les résultats suggèrent que six questions posées lors de l'anamnèse sont suffisantes pour établir à 80% de certitude le diagnostic de SSL. Le groupe de recherche propose donc un ensemble de sept items pouvant être utilisé comme le critère diagnostique pour définir la SSL dans le contexte clinique et la recherche (Tomkins-Lane, Melloh et al. 2016). Le tableau 1.2 présente les sept questions à considérer dans la démarche clinique du diagnostic de SSL.

Tableau 1.2 Questions d’anamnèse les plus pertinentes pour établir le diagnostic clinique de la SSL.

1. Est-ce que le patient éprouve de la douleur à la jambe ou à la fesse lors de la marche?
2. Est-ce que le patient fléchit le tronc pour soulager la douleur?
3. Est-ce que le patient est soulagé lorsqu’il utilise un panier d’épicerie ou une bicyclette?
4. Est-ce que le patient éprouve des troubles moteurs ou sensoriels lors de la marche?
5. Est-ce que les pouls pédieux sont présents et symétriques?
6. Est-ce que le patient éprouve de la faiblesse dans les membres inférieurs?
7. Est-ce que le patient éprouve de la douleur au bas du dos?

1.1.8 Autres méthodes diagnostiques de la SSL

Bien que la suspicion de la présence d’une SSL nécessite confirmation par de l’imagerie spécialisée (IRM, CT ou myélographie) et que celle-ci soit recommandée comme évaluation de première ligne, d’autres tests diagnostiques ont été décrits dans la littérature (Kreiner, Shaffer et al. 2013). Cependant, en raison du petit nombre d’études consacrées à l’évaluation de l’utilité diagnostique des examens complémentaires tels que les tests de conduction nerveuse motrice, de potentiels évoqués somatosensoriel, moteur et dermatomal ainsi que l’évaluation du réflexe H et de l’onde F, ceux-ci ne feront pas l’objet de cette thèse.

1.1.9 Impacts de la sténose spinale lombaire

La claudication neurogène est l’une des causes les plus commune d’incapacité et de perte d’indépendance chez les individus âgés (Kalichman, Cole et al. 2009). Lorsque la claudication est sévère, elle entraîne d’importantes limitations des capacités de marche (Goh, Khalifa et al. 2004, Winter, Brandes et al. 2010). De même, la SSL mène à des douleurs considérables et d’importantes limitations fonctionnelles (Amundsen, Weber et al. 1995, Arbit and Pannullo 2001, Chad 2007, Deyo 2010, Conway, Tomkins et al. 2011, Ammendolia, Schneider et al. 2017). En effet, les patients atteints de SSL présentent une moins grande mobilité que les patients souffrant d’arthrose du genou ou de la hanche, entraînant une réduction importante de

la distance parcourue quotidiennement (Winter, Brandes et al. 2010). De plus, la SSL a un effet délétère plus important dans les domaines physique et mental que bon nombre de comorbidités rencontrées chez la population âgée (Otani, Kikuchi et al. 2013). De façon similaire, son impact négatif sur la qualité de vie atteint quatre fois la valeur clinique minimalement significative comparativement aux autres conditions de santé dans la population âgée générale (Battie, Jones et al. 2012).

La douleur et la diminution de la fonction physique sont les principales préoccupations liées à la claudication neurogène qui amènent les patients à consulter un professionnel de la santé. Suivent de près les difficultés à faire de l'exercice physique et à participer à des passe-temps et à des activités de loisir (Edwards, Lavalley et al. 2015). Par ailleurs, les patients n'ont pas nécessairement pour objectif de pouvoir marcher plus longtemps, mais souhaitent plutôt réduire l'intensité de la douleur lors de la marche (Markman, Gewandter et al. 2015). En effet, la douleur ainsi que les capacités limitées à la marche et à se tenir debout sont parmi les aspects les plus problématiques de la claudication neurogène qui ont un impact direct sur la réalisation d'activités de la vie quotidienne, récréatives et sociales (Ammendolia, Schneider et al. 2017). De plus, les symptômes de dépression et un sentiment d'impuissance ont été identifiés comme ayant un effet négatif sur la capacité de marche et le fait de prendre part à des activités récréatives chez les personnes atteintes de claudication neurogène (McKillop, Carroll et al. 2014). Considérant la prévalence élevée des troubles émotionnels, dont l'anxiété et l'humeur dépressive dans les cas de claudication neurogène, les répercussions psychologiques ont été suggérées comme étant des médiateurs de l'intensité de la douleur et de l'incapacité fonctionnelle (Ammendolia, Schneider et al. 2017).

L'impact des facteurs émotionnels pourrait également expliquer la variabilité des symptômes et de l'état fonctionnel des patients (Lyle, Williamson et al. 2017) ou encore, l'absence de corrélation entre l'amélioration de la douleur ou de l'incapacité et l'amélioration des capacités de marche (Ammendolia, Stuber et al. 2014). Ammendolia et al. ont décrit l'impact multidimensionnel de la claudication neurogène dans un modèle proposant une interrelation entre les différents facteurs susceptibles d'avoir une influence sur le portrait clinique des patients (Ammendolia, Schneider et al. 2017).

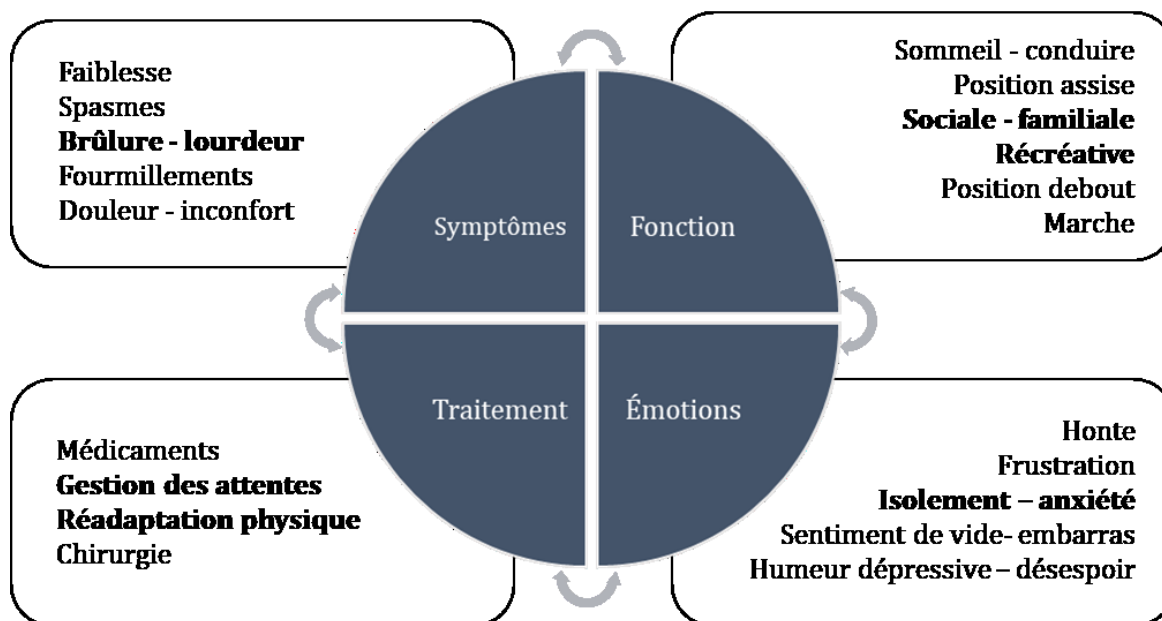


Figure 1.10 Modèle conceptuel des interrelations potentielles entre les facteurs influençant les résultats des patients avec claudication neurogène.

Les items les plus importants sont situés au centre (en gras) et les moins importants en périphérie. (Adaptée de Ammendolia et al. 2014)

La dissonance entre les mesures de résultats utilisées pour quantifier les effets des interventions dans les populations de SSL et la perception des patients sur ce qui leur importe rendent incomplètes les évaluations des portraits cliniques brossés dans la plupart des études cliniques contrôlées randomisées.

1.1.10 Traitements conservateurs de la SSL

Puisque la limitation de la marche constitue l'altération fonctionnelle la plus importante identifiée par les patients atteints de claudication neurogène, l'amélioration des symptômes permettant une augmentation de la capacité de marche est le principal objectif de la plupart des interventions thérapeutiques (Katz and Harris 2008).

Plusieurs modalités thérapeutiques ont fait l'objet d'études cliniques contrôlées randomisées sans pour autant qu'on puisse clairement déterminer leur efficacité dans le contexte de la SSL (Cruz-Medina et al. 2009, Reiman, Harris et al. 2009, Ammendolia, Stuber et al. 2012, Coronado-Zarco, Kim, Kim et al. 2013, Macedo, Hum et al. 2013, Ammendolia, Stuber et al. 2014, Chou, Hashimoto et al. 2015). La grande diversité dans les résultats des études portant sur l'efficacité des traitements conservateurs est entre autres attribuable au fait que les critères d'inclusion utilisés sont très hétérogènes, probablement dû au fait qu'il n'y a pas de consensus sur les critères diagnostiques de la SSL, rendant la comparaison entre les études d'autant plus complexes.

Parmi les options de traitements étudiées pour la prise en charge des patients atteints de SSL, on compte les médicaments, les injections spinales ainsi que les approches multimodales, incluant entre autres l'acupuncture et la thérapie manuelle. Dans le cadre de cette thèse nous nous attarderons plus particulièrement à la pratique de l'exercice physique et à la réadaptation physique active.

Les patients perçoivent généralement bien les thérapies physiques comme traitement conservateur de la SSL (Tomkins, Dimoff et al. 2010), et celles-ci sont recommandées entre autres par la *North American Spine Society* (Kreiner, Shaffer et al. 2013). Il n'existe pas de guide clinique ni de recommandation claire sur l'utilisation des traitements conservateurs pour la prise en charge de la SSL. Toutefois, la plupart des patients qui consultent pour des douleurs liées à la claudication neurogène sont initialement traités de façon conservatrice compte tenu du fait qu'un essai thérapeutique est de mise avant que l'intervention chirurgicale ne soit considérée (Kurd, Lurie et al. 2012).

Malheureusement, peu d'études rigoureuses ont été publiées concernant l'efficacité de la thérapie physique dans la prise en charge de la SSL. Sur l'ensemble des quatre plus récentes revues systématiques (Ammendolia, Stuber et al. 2012, Macedo, Hum et al. 2013, Ammendolia, Stuber et al. 2014, Machado, Ferreira et al. 2015), seuls quatre études cliniques contrôlées randomisées portant sur l'efficacité d'une intervention physique active, comparativement à une autre intervention conservatrice ou à un groupe contrôle, ont été inclus.

Le tableau 1.3 présente les caractéristiques des études ainsi que les effets du traitement.

La première étude rapporte qu'une combinaison de thérapie manuelle, d'exercices de renforcement, de mobilité et de coordination et de marche sans poids sur une période de six semaines favorise l'amélioration globale à court terme de la capacité fonctionnelle, de la satisfaction et de la capacité à la marche comparativement à des exercices de flexion, de la marche et un ultrason placebo (Whitman, Flynn et al. 2006).

La deuxième étude montre qu'un entraînement de six semaines basé sur la marche en apesanteur sur tapis roulant, tout comme un entraînement sur vélo stationnaire, donnait des résultats similaires et modestes quant à l'amélioration de la douleur et de l'incapacité fonctionnelle (Pua, Cai et al. 2007).

La troisième étude rapporte, quant à elle, qu'un programme d'exercices réalisé à la maison, combiné à la prise orale d'anti-inflammatoire non stéroïdiens et à un programme de physiothérapie d'une durée de deux semaines incluant l'utilisation de chaleur, d'ultrasons et de TENS, améliore les capacités fonctionnelles et la douleur comparativement au programme d'exercices à la maison combiné à la prise oral d'anti-inflammatoire non stéroïdiens seule (Koc, Ozcakir et al. 2009).

Finalement, la dernière étude montre que sur une période de trois semaines, la combinaison d'exercices de renforcements et d'étirements des muscles du dos, abdominaux et des jambes, ainsi que du vélo stationnaire à faible intensité, était supérieure à un groupe contrôle pour l'amélioration des douleurs à la jambe et des capacités fonctionnelles à court terme (Goren, Yildiz et al. 2010).

Tableau 1.3 Détails des études contrôlées randomisées sur l'efficacité des interventions physiques actives

Auteur (date)	Critères d'inclusion	Intervention primaire	Durée de l'intervention	Comparatif	Observance	Temps de mesure	Mesures de résultats	Effets de l'intervention
Whitman (2006) N =58	≥ 50 ans, Douleur lombopelvienne et au niveau des membres inférieurs SSL confirmée par IRM Position assise diminue les symptômes par rapport à la position debout ou à la marche	Thérapie manuelle + Marche sur tapis roulant sans poids + Exercices spécifiques+ (n=29) Marche et exercices de renforcement et d'étirement quotidiens	45-60 minutes 2x/semaine pendant 6 semaines	Exercices de flexion lombaire + Marche sur tapis roulant + US placebo+ (n=29) Marche et exercices de renforcement et d'étirement quotidiens	100%	6 semaines 1 an	NRS ODI Distance de marche sur tapis roulant GRC Satisfaction	Plus de patients considérés rétablis à 6 semaines (79% vs 41%) et à 1 an (62% vs 41%) en faveur du groupe intervention Les améliorations dans les autres mesures de résultats sont supérieures pour le groupe intervention mais non significatives
Pua 2007 N = 68	≥ 50 ans SSL confirmée par IRM Douleur lombaire et au membre inférieur à la marche ou après 30 sec d'extension lombaire Les symptômes sont soulagés par la position assise	Chaleur + traction lombaire Marche sur tapis roulant sans poids (n=33) Exercices de flexion et mobilisation neurale quotidiens	65 minutes 2x/semaine pendant 6 semaines	Chaleur + traction lombaire Vélo stationnaire en position fléchie (n=35) Exercices de flexion et mobilisation neurale quotidiens	36% pour le groupe de marche 40% pour le groupe de vélo	3 semaines 6 semaines	VAS RMDQ ODI	Des améliorations ont été notées pour chacune des mesures de résultats dans les 2 groupes à 3 et 6 semaines. Les différences entre les groupes étaient non significatives.

SSL: Sténose spinale lombaire; IRM: Imagerie par résonance magnétique; US: Ultrasons; NRS: Numerical Rating Scale; ODI : Oswestry Disability Index; GRC: Global Rating of Change scale; VAS: Visual Analog Scale; Roland-Morris Disability Questionnaire.

Tableau 1.3 (Suite)

Auteur (date)	Critères d'inclusion	Intervention primaire	Durée de l'intervention	Comparatif	Observance	Temps de mesure	Mesures de résultats	Effets de l'intervention
Koc 2009 N =29	Symptômes cliniques de SSL confirmée par IRM	US+ TENS + Chaleur+ (n=10) Renforcement et étirement musculaire 2x/jour pendant 6 mois	50 minutes 5x/semaine pendant 2 semaines	Injection stéroïdienne + entraînement maison (n=10) Entraînement maison seul (n=9)	100%	2 semaines 1 mois 3 mois 6 mois	VAS Distance doigt-sol Distance de marche sur tapis roulant Sit-to-stand RMDQ QoL WC	Amélioration du VAS, TFS et RMDQ à tous les temps de mesures Amélioration de la distance doigt-sol à 2 semaines Amélioration du TFS à 6 mois (données brutes non disponibles)
Goren 2010 N =50	≥ 18 ans, douleur au dos ou à la jambe, inconfort à la jambe debout ou à la marche, SSL confirmée par IRM, Symptômes de claudication apparaissent après un maximum de 15 minutes à la marche sur tapis roulant	US+ Exercices renforcement/ étirement + Vélo stationnaire (n=17)	55 minutes 5x/semaine pendant 3 semaines	US placebo + exercices (n=17) Contrôle (n=16)	88% pour les 2 groupes intervention 94% pour le groupe contrôle	3 semaines	VAS ODI Distance de marche sur tapis roulant	Améliorations dans tous les paramètres étudiés pour les 2 groupes interventions. Les différences entre les 2 groupes intervention sont non significatives. Améliorations significatives en faveur des 2 groupes intervention par rapport au groupe contrôle pour l'intensité de la douleur à la jambe et le niveau d'incapacité

SSL: Sténose spinale lombaire; IRM: Imagerie par résonance magnétique; US: Ultrasons; TENS: Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation; VAS: Visual Analog Scale; RMDQ : Roland-Morris Disability Questionnaire; QoL: Quality of life; WC: Weight-Carrying; TFS: Time to first symptoms; TAT: total ambulation time.

Les résultats portant sur les effets de la thérapie par l'exercice physique sur l'amélioration des symptômes et de la fonction dans le cadre de la SSL sont donc peu nombreux et partagés. Les différentes revues systématiques qui ont traité du sujet soulignent unanimement qu'il n'est pas possible de faire de recommandation sur l'utilisation de telles interventions notamment dû au fait que les études sont petites, à haut risque de biais et difficilement comparables entre elles (Ammendolia, Stuber et al. 2012, Macedo, Hum et al. 2013, Ammendolia, Stuber et al. 2014, Machado, Ferreira et al. 2015).

D'un point de vue théorique, compte tenu des effets dynamiques de la posture sur le diamètre du canal vertébral, les exercices de flexion pourraient améliorer la pathophysiologie sous-jacente de la SSL. Autrement dit, le rôle principal de la thérapie physique active pourrait être l'amélioration de la gestion des symptômes de la SSL plutôt que l'amélioration de la SSL elle-même. Bien que les effets thérapeutiques puissent ne pas se manifester au niveau de la pathologie spinale directement, les effets de l'exercice peuvent être tout de même suffisants pour atteindre les objectifs et satisfaire les attentes de certains patients atteints de SSL.

En ce sens, une nouvelle tendance peut s'observer dans les études publiées sur les interventions conservatrices pour la SSL qui se sont davantage concentrées sur l'amélioration de la fonction et l'autogestion des symptômes que sur le côté curatif de l'intervention. Tout récemment, une étude a montré les effets bénéfiques d'un programme structuré de 6 semaines comprenant de l'éducation sur la gestion des symptômes et des craintes basées sur la thérapie cognitivo-comportementale, un programme d'exercices quotidiens ainsi que de la thérapie manuelle (Ammendolia, Cote et al. 2018). Les résultats suggèrent que l'intervention modifie de façon significative les capacités de marche, les symptômes et la perception générale de l'état de santé fonctionnelle, et ce, après un suivi de 12 mois.

De façon similaire, une autre étude s'est intéressée aux effets d'une intervention basée sur la modification des habitudes de vie visant à favoriser l'implication des patients avec SSL dans la prise en charge de leur condition (Tomkins-Lane, Lafave et al. 2015). Les résultats préliminaires laissent croire que le fait d'intervenir notamment au niveau de la nutrition et de l'activité physique, par le biais d'objectifs thérapeutiques personnalisés, permettrait d'augmenter le

niveau d'activité physique, ainsi que d'améliorer les symptômes, la qualité de vie et la santé mentale.

Les études portant sur l'efficacité des interventions conservatrices connaissent actuellement un essor important. L'utilisation de telles approches est courante, et ce, bien qu'il soit difficile de faire la recommandation de l'une ou l'autre des approches dans la prise en charge de la SSL, principalement en raison de résultats contradictoires dans les recherches actuelles. Toutefois, compte tenu du rythme de l'avancement des connaissances, ces résultats devraient changer à court ou moyen terme. Qui plus est, un consensus sur les critères d'éligibilité des participants atteints de SSL ainsi que sur les différences minimales cliniquement significatives s'avère plus que nécessaire pour faciliter la comparaison des études entre elles.

1.2 La préadaptation

1.2.1 La chirurgie dans le contexte de la SSL

Avec l'avancement des techniques d'imageries spécialisées et le vieillissement de la population, la SSL est devenue une pathologie de la colonne vertébrale fréquemment diagnostiquée. Par conséquent, les études portant sur l'efficacité des interventions qui permettent de réduire les incapacités lui étant associées se sont multipliées au cours des années.

Tel que discuté précédemment, en raison du manque de données probantes de haute qualité sur l'efficacité des thérapies physiques et autres interventions non chirurgicales chez les patients atteints de SSL, celles-ci ne font généralement pas l'objet de recommandations dans les lignes directrices cliniques portant sur les soins conservateurs (Ammendolia, Stuber et al. 2013, Kreiner, Shaffer et al. 2013, Macedo, Hum et al. 2013). Par ailleurs, en l'absence d'avantages clairs des traitements conservateurs par rapport aux interventions chirurgicales (Kovacs, Urrútia et al. 2011, Jarrett, Orlando et al. 2012, May and Comer 2013, Zaina, Tomkins-Lane et al. 2016, Ma, Zhao et al. 2017), du moins à court terme, l'opération est considérée comme l'option de choix lorsque les ressources conservatrices se sont avérées inefficaces.

Bien qu'un essai thérapeutique soit recommandé avant d'opter pour la chirurgie, moins de 10% des études publiées dans le contexte chirurgical font mention de l'utilisation préalable de stratégies conservatrices (Lindbäck, Tropp et al. 2017). De façon similaire, une étude a montré qu'aussi peu que 49% des patients opérés à la colonne vertébrale au Canada ont utilisé des soins conservateurs dans les six mois précédant leur chirurgie, dont 74% d'entre eux de façon ponctuelle uniquement, et ce malgré le fait qu'on note une augmentation de la qualité de vie chez les patients ayant eu recours aux interventions conservatrices (Rasskazoff, Passmore et al. 2015).

On estime qu'environ un cinquième des adultes âgés de 65 ans ou plus présenteront des symptômes de claudication neurogène en raison d'une sténose lombaire sévère (Ishimoto, Yoshimura et al. 2013, Otani, Kikuchi et al. 2013). Par conséquent, au Canada comme ailleurs,

cette condition est devenue la principale raison de subir une chirurgie électorive au niveau de la colonne vertébrale pour les personnes de 65 ans et plus (Deyo, Mirza et al. 2010). En fait, l'intervention chirurgicale est devenue la procédure standard dans la prise en charge de la SSL symptomatique sévère, et donc, les procédures chirurgicales utilisées pour cette condition sont celles qui ont connu la croissance la plus rapide à l'échelle mondiale entre les années 1980 et 2000 (Deyo, Mirza et al. 2010).

À partir de 2002, le nombre de chirurgies effectuées en lien avec la SSL a plafonné pour ensuite subir une légère baisse de 1,4% jusqu'en 2007 (de 137,4 à 135,5 par 100 000 individus de 2000 à 2007), dernière année pour laquelle les données sont disponibles (Deyo, Mirza et al. 2010). Malgré une baisse du nombre totale de chirurgie réalisée au cours de cette période, caractérisée notamment par une diminution de l'utilisation des interventions telles que la décompression et la fusion simple, on note une hausse importante des chirurgies par fusion complexe, avec 15 fois plus de chirurgies complexes réalisées, correspondant à une hausse des frais hospitaliers de 40% (Deyo, Mirza et al. 2010). La présence de conditions secondaires telles que la scoliose dégénérative ou le spondylolisthésis, tous deux connus pour augmenter la probabilité de subir une fusion chirurgicale complexe, n'arrive pas à elle seule à expliquer cette hausse des cas de fusion alors que les patients ne présentant ni l'une ni l'autre de ces conditions représentaient tout de même 50% des patients soumis à de telles procédures. La figure 1.11 présente les taux de chirurgies pour sténose lombaire aux États-Unis pour la période allant de 2002 à 2007.

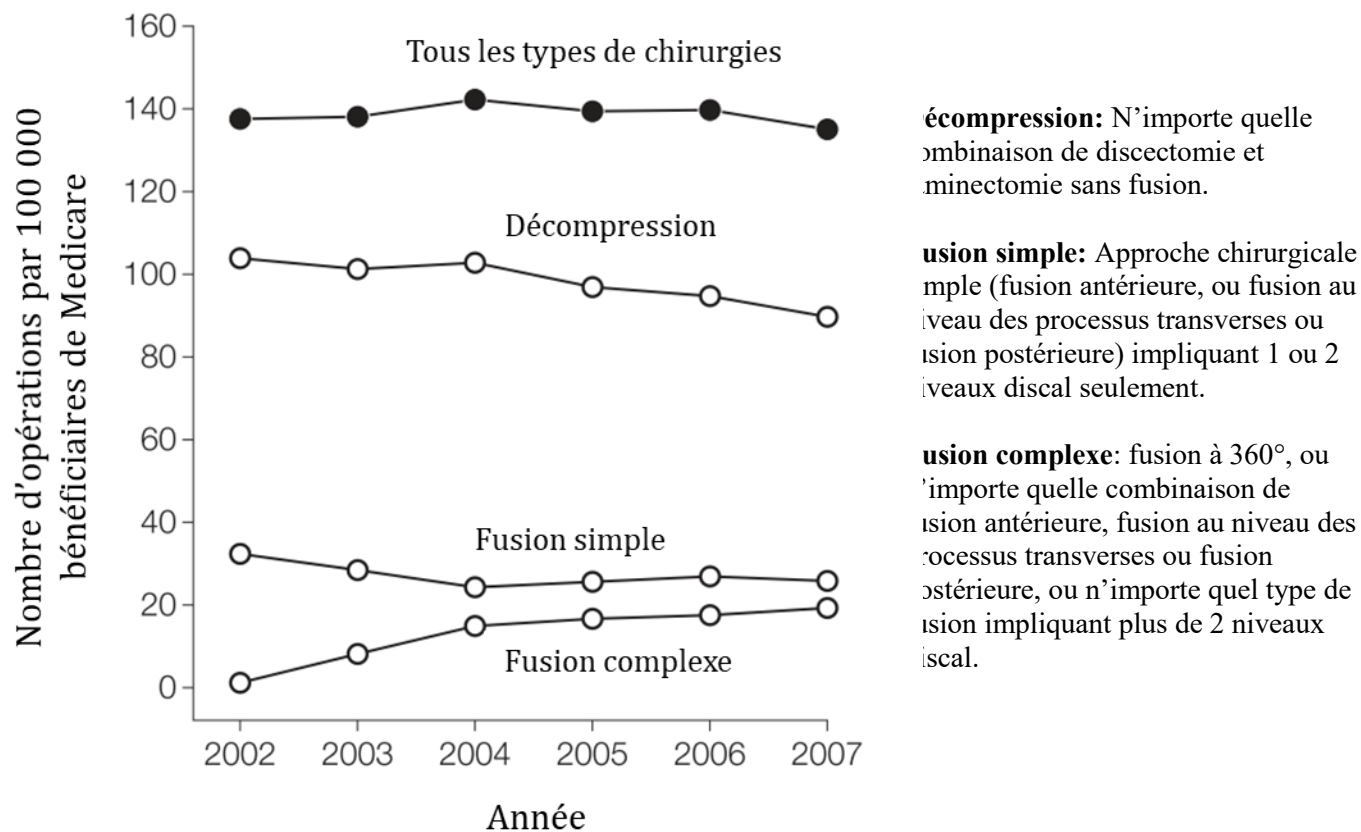


Figure 1.11 : Procédures chirurgicales utilisées pour les cas de sténoses lombaires parmi les bénéficiaires de Medicare de 65 ans et plus aux États-Unis entre 2002 et 2007.

(Adaptée de Deyo et al. 2010)

L'utilisation de techniques chirurgicales plus complexes n'est pourtant pas sans conséquences comme en témoigne la hausse des taux de réadmission (+5,2%) et de mortalité à 30 jours (+1,5%), de complications médicales majeures (+4,9%), ainsi que des frais hospitaliers (+57 164\$ US) comparativement aux décompressions simples (Deyo, Mirza et al. 2010). On rapporte également que ces interventions sont plus longues et entraînent des pertes sanguines peropératoires plus importantes (Machado, Ferreira et al. 2016).

Bien que de façon générale la chirurgie pour la SSL soit associée à des améliorations cliniques à court terme, il n'en demeure pas moins difficile de prédire le pronostic sur une base individuelle. La variation dans les résultats des interventions chirurgicales peut s'expliquer entre

autres par la grande variété des techniques disponibles pour traiter les conditions dégénératives affectant le rachis lombaire. Le choix d'une approche en particulier dépend en grande partie de l'état clinique du patient et de ses caractéristiques personnelles, telles que l'âge, l'intensité de la douleur et le niveau d'incapacité (Kurd, Lurie et al. 2012). On observe également des variations en fonction du pays, potentiellement en raison de l'absence de consensus sur les techniques les plus appropriées, et en fonction de facteurs spécifiques au chirurgien (âge, contexte de formation, niveau d'expérience) (Irwin, Hilibrand et al. 2005).

Une revue systématique avec méta-analyse s'est intéressée à l'évolution clinique des douleurs et incapacités postopératoires à partir d'études de cohortes (Fritsch, Ferreira et al. 2017). Les auteurs concluent que, de façon générale, les patients rapportent une réduction substantielle de la douleur et des incapacités, soit environ 50%, au cours des trois premiers mois suivant l'intervention. Toutefois, peu d'amélioration s'ensuit au cours des cinq années suivantes et, en moyenne, des niveaux légers de douleur et d'incapacité semblent persister à cinq ans (Fritsch, Ferreira et al. 2017), ce qui suggère un rétablissement incomplet. La figure 1.12 présente les moyennes des niveaux de douleur et d'incapacité à compter de l'admission à l'hôpital jusqu'à un maximum de 5 ans postopératoires pour chacune des études incluses dans la revue systématique susmentionnée.

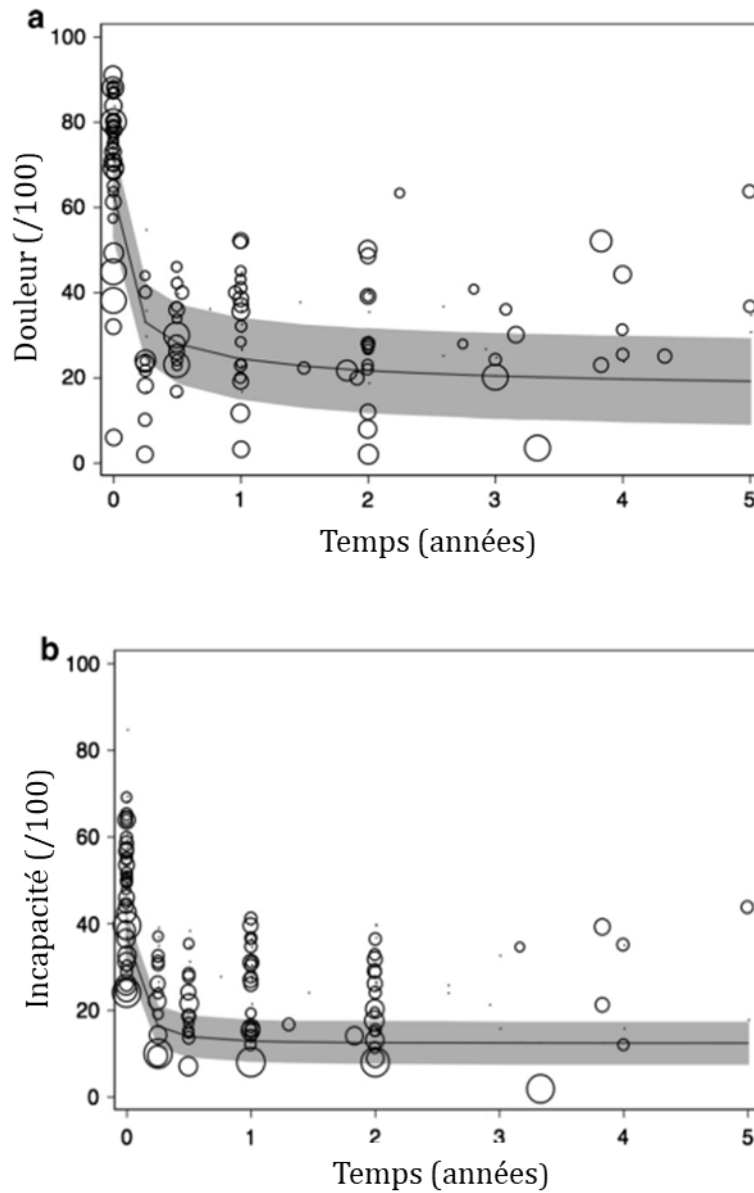


Figure 1.12 Douleur et incapacité après une chirurgie pour sténose lombaire

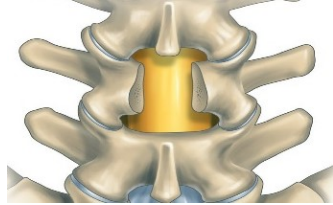
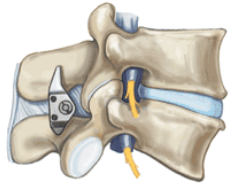


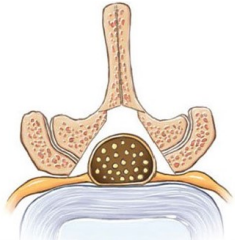
(Adaptée de Fritsch et al 2017)

Chaque cercle correspond à la moyenne des scores rapportés pour une étude à un temps donné. L'aire du cercle est proportionnelle au poids donné à l'étude. La zone en gris représente l'intervalle de confiance de la ligne de régression.

De façon similaire, malgré la multiplication des types de chirurgies disponibles pour réaliser une décompression vertébrale, la laminectomie demeure l'approche la plus utilisée et celle entraînant le moins de complications postopératoires. En ce sens, plusieurs revues systématiques avec méta-analyses ont comparé l'efficacité des différents types de chirurgies parmi ceux les plus couramment utilisés et ont rapporté qu'il n'y a aucune différence statistiquement significative entre ces approches (Machado, Ferreira et al. 2015, Machado, Ferreira et al. 2016, Zhao, Ma et al. 2017, Chang, Zhang et al. 2017, Chang, Yuwen et al. 2017). Le tableau 1.4 présente une description des différentes techniques utilisées dans le cadre d'une décompression vertébrale.

Même si le portrait clinique des patients s'améliore après la chirurgie, un peu plus d'un quart d'entre eux subiront à nouveau une intervention chirurgicale durant la première année postopératoire (Machado, Ferreira et al. 2015). Les chirurgies de révision, et de façon plus générale, les réadmissions en milieu hospitalier, ont été associées à un plus grand risque de complications et à une plus faible satisfaction à l'égard du traitement, comparativement à la première intervention chirurgicale (Atlas, Keller et al. 2005, Aalto, Malmivaara et al. 2006). À long terme, les taux de succès varient de 49% à 71% entre la première et la dixième année postopératoire (Jonsson, Annertz et al. 1997, Javid and Hadar 1998, Amundsen, Weber et al. 2000, Iguchi, Kurihara et al. 2000, Atlas, Keller et al. 2005, Foulongne, Derrey et al. 2013, Stromqvist, Fritzell et al. 2013). Les taux les plus faibles sont principalement associés aux patients dont les douleurs lombaires prédominent sur les douleurs aux membres inférieurs (Katz et al. 1995b, Weinstein et al. 2010, Strömqvist et al. 2013a). Les principales sources d'insatisfaction incluent la présence d'une douleur résiduelle aux jambes ou au dos ainsi qu'une parésie réfractaire atteignant le membre inférieur (Jonsson and Stromqvist 1995, Hara, Oka et al. 2010).

Tableau 1.4. Description des interventions chirurgicales utilisées pour la décompression vertébrale.

Type de décompression	Approche chirurgicale	Résultat
Approches ouvertes		
Laminectomie	Incision musculaire médiane ou postérolatérale. Les muscles paravertébraux sont réclinés pour permettre l'exposition de la lame vertébrale. Résection partielle des éléments osseux (lame vertébrale, processus épineux, facette articulaire) et des tissus mous (complexe de ligaments postérieurs), mais au moins 50% de chaque facette articulaire est conservée afin d'éviter l'instabilité iatrogénique qui pourrait faire l'objet d'une fusion.	
Dispositif d'espacement interépineux (<i>interspinous process spacer devices</i>)	Développé pour contrer les complications associées à la fusion vertébrale. Permet une décompression indirecte du canal vertébral et une meilleure stabilité en préservant la structure osseuse.	
Approches minimalement invasives		
Laminotomie bilatérale	Résection partielle des lames vertébrales et du ligament jaune sans atteinte des facettes articulaires et des muscles qui y sont attachés. Préserve l'arc neural de la vertèbre et protège la dure-mère. Permet le rattachement des muscles paravertébraux sur les processus épineux dans le cas de sténoses multi-segmentaires	
Laminotomie unilatérale	Résection partielle de la facette articulaire et de la portion médiale de la lame vertébrale et résection complète du ligament jaune. Technique développée pour pallier le désavantage de l'instabilité iatrogénique.	
Laminotomie par scission du processus épineux	La lame vertébrale est exposée par la scission longitudinale du processus épineux en deux parties, permettant de garder les attachements musculaire et ligamentaire intacts.	

Informations tirées de Machado et al. 2016

1.2.2 Impacts des comorbidités

Principalement en raison de leur âge avancé, les patients atteints de SSL sont souvent aux prises avec une ou plusieurs comorbidités qui aggravent leur niveau d'incapacités, réduisent leurs capacités fonctionnelles et ultimement leur qualité de vie. Les patients atteints de SSL ont souvent une plus faible qualité de vie préopératoire par rapport aux individus du même âge (Zanoli, Jonsson et al. 2006, Jansson, Nemeth et al. 2009).

La présence de comorbidités complexifie non seulement le portrait clinique et conséquemment le processus diagnostique, elles sont également synonymes de complications médicales et de facteurs de mauvais pronostic postopératoire (Deyo, Mirza et al. 2010, Foulongne, Derrey et al. 2013). En ce sens, quelques études suggèrent que les patients atteints de SSL qui présentent des symptômes de dépression, de problématiques cardio-vasculaires, de maladies pulmonaires chroniques ou de comorbidités entraînant une mobilité réduite ont de moins bons résultats cliniques postopératoires (Aalto, Malmivaara et al. 2006, Deyo, Mirza et al. 2010, McKillop, Carroll et al. 2014). De même, les patients qui présentent de signes persistants de kinésiophobie en phase postopératoire sont moins susceptibles de rapporter une amélioration cliniquement significative à 12 mois (Burgstaller, Wertli et al. 2017).

La claudication neurogène entraîne des niveaux élevés d'invalidité, menant à un mode de vie plus sédentaire et à une perte d'autonomie chez les personnes qui en sont atteintes (Fanuele, Birkmeyer et al. 2000). De plus, l'inactivité a de nombreux effets délétères sur les systèmes musculosquelettique et cardiovasculaire qui sont tous deux des éléments centraux à l'indépendance fonctionnelle d'un individu (Topp, Ditmyer et al. 2002, Puts, Toubasi et al. 2017).

Les patients âgés ou qui présentent de multiples comorbidités sont davantage susceptibles de faire face à des taux de morbidité ou de mortalité plus élevés (Le Roy, Selvy et al. 2016). De faibles niveaux de capacité ambulatoire ont été identifiés comme facteur de risque de mortalité et de morbidité postopératoire après une chirurgie majeure (Snowden, Prentis et al. 2010). À l'opposé, il a été démontré que les adultes plus âgés qui subissent une chirurgie et qui sont

physiquement actifs, ont un bon état nutritionnel et une fonction mentale adéquate ont des niveaux plus élevés de santé fonctionnelle et rencontrent moins de complications postopératoires (Lawrence, Hazuda et al. 2004).

1.2.3 Les programmes d'amélioration de la récupération postopératoire

Les efforts déployés pour favoriser une meilleure récupération suite à une chirurgie se sont surtout attardés à la période postopératoire, connue sous le concept de réadaptation. C'est ainsi que les programmes *Enhanced Recovery After Surgery (ERAS)* (« amélioration de la récupération postopératoire ») aussi connus sous le nom *Fast-track surgery* (« parcours chirurgicales accélérés ») ont été graduellement mis en place à partir des années 1990 pour minimiser et améliorer la réponse psychologique et physique au stress engendré par la chirurgie. Bien que ces différents protocoles de soins regroupent plusieurs éléments tout dépendant du type de chirurgie réalisée, ils ont un but commun : maintenir l'homéostasie. C'est de cette façon, en maintenant les fonctions organiques stables, que le patient pourra éviter le catabolisme cellulaire qui a pour effet d'entraîner la perte des réserves protéïniques, une diminution de la force musculaire et la dysfonction cellulaire (Ljungqvist, Scott et al. 2017).

Les éléments phares de cette approche multimodale incluent l'éducation préopératoire, l'optimisation des apports nutritionnels, des protocoles analgésiques et anesthésiques standardisés, ainsi que le début de la mobilisation le jour même de la chirurgie (Melnik, Casey et al. 2011). Conceptualisés initialement par Henrik Kehlet (Kehlet 1997), le développement des programmes *ERAS* fait aujourd'hui l'objet d'une société internationale qui s'occupe de la mise à jour, de la promotion et de la mise en œuvre des meilleures preuves scientifiques disponibles. Les retombées de ces programmes multimodaux sont positives dans le cadre de divers types d'interventions, notamment les résections chirurgicales, pour lesquelles on rapporte une diminution des complications postopératoires et de la durée d'hospitalisation, une amélioration des capacités cardiopulmonaires, ainsi qu'un retour plus rapide des fonctions intestinales et de reprise des activités normales (Ljungqvist, Scott et al. 2017).

Les interventions chirurgicales sont associées à une diminution des capacités physiques et physiologiques, et ce, même en l'absence de complications (Christensen and Kehlet 1993). À la suite d'une chirurgie, on observe une résistance à l'insuline et une accélération du catabolisme des protéines, résultant en une perte de la masse musculaire et dont l'intensité est directement liée à celle de la chirurgie (Schricker, Meterissian et al. 2007). De plus, de faibles niveaux de performances physiques ont été associés à une mortalité accrue (Wilson, Davies et al. 2010), à des complications postopératoires (Robinson, Wu et al. 2013) et à une récupération plus lente (Lawrence, Hazuda et al. 2004).

Les stratégies visant, d'une part à minimiser les effets de la réponse métabolique au stress engendré par la chirurgie, et d'autre part à accélérer le retour au niveau de base des capacités fonctionnelles sont principalement préconisées durant les périodes intra- et postopératoires. Considérant que la période postopératoire est caractérisée par la fatigue, un sentiment de lassitude, un manque de sommeil et une perte d'appétit (Christensen and Kehlet 1993, Carli and Ferreira 2018), il est possible que la phase postopératoire ne représente pas le meilleur moment pour intervenir avec intensité, et ce, particulièrement chez les patients âgés qui ont une réserve limitée pour se livrer à de nouvelles activités.

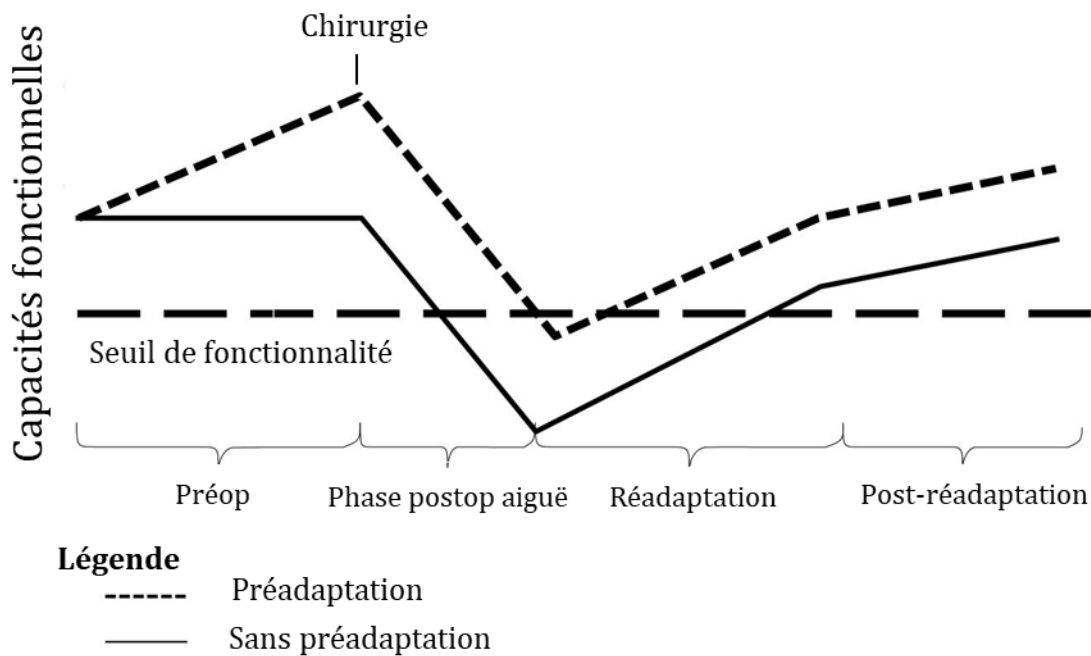
1.2.4 La préadaptation

Compte tenu du fait que la réserve fonctionnelle préopératoire, est un facteur prédictif de la morbidité postopératoire, la préadaptation est apparue comme un concept émergent. En effet, la préadaptation s'attarde directement au fait que pour les individus dont la réserve fonctionnelle est à la base limitée, le seul maintien de celle-ci au cours de la chirurgie est suboptimal et que pour minimiser la perte de cette fonction en période postopératoire il faut d'abord l'améliorer (Le Roy, Selvy et al. 2016).

En ce sens, la préadaptation est fondée sur la conviction que la période préopératoire est une période propice pour encourager les patients à adopter, et surtout maintenir de nouvelles habitudes de vie saines, en les éduquant et en les préparant adéquatement aux tâches qui devront être accomplies lors de la phase postopératoire. Le concept de préadaptation est donc défini comme le « processus permettant aux patients de mieux supporter le stress de la chirurgie en

augmentant la capacité fonctionnelle et la réserve physiologique avant une intervention chirurgicale » (Carli and Ferreira 2018). La réserve physiologique représente une marge de sécurité qui peut s'avérer être nécessaire pour répondre aux demandes accrues pour le maintien de l'homéostasie (Carli and Zavorsky 2005). Les programmes de préadaptation prennent tout leur sens lorsqu'ils permettent de contrer efficacement le déconditionnement préopératoire, tout en supposant que l'augmentation des capacités fonctionnelles permettent de conserver un niveau fonctionnel plus élevé tout au long de l'admission en milieu hospitalier et au-delà de la période de rétablissement (Topp, Ditmyer et al. 2002).

Figure 1.13 Modèle conceptuel de la trajectoire des capacités fonctionnelles générales



chez les patients en préadaptation par rapport aux individus en réadaptation

(Adaptée de Santa Mina et al. 2015)

Bien que la réserve physiologique englobe les composantes nutritionnelle, métabolique et mentale, un programme d'exercices structuré est considéré comme la pierre angulaire de la préadaptation, basé sur la prémisse que l'exposition répétée au stress physiologique de l'activité physique améliorera la réserve physiologique et permettra ainsi de mieux tolérer la chirurgie

(Carli and Scheede-Bergdahl 2015). Pour des résultats optimaux, Carli et al. suggèrent qu'un programme d'exercices préopératoire doit comprendre à la fois de l'entraînement aérobic et en résistance ainsi que des exercices de flexibilité.

1.2.5 L'activité physique chez les aînés

Malgré les bienfaits de l'activité physique chez les individus âgés, notamment l'amélioration des capacités physiques fonctionnelles, de la santé cardiovasculaire et émotionnelle, le maintien des fonctions cognitives et la diminution des marqueurs de fragilité (Taylor, Cable et al. 2004, Puts, Toubasi et al. 2017), l'inactivité physique est encore trop répandue (Hallal, Andersen et al. 2012, Rhodes, Janssen et al. 2017). Pour les adultes âgés de 65 ans et plus, la Société Canadienne de Physiologie de l'Exercice (SCPE) recommande au moins 150 minutes d'activité physique aérobic d'intensité modérée à élevée chaque semaine par séances d'au moins 10 minutes. Dans un échantillon de patients atteints de SSL pour lesquelles des données par accélérométrie étaient disponibles, on constate qu'aussi peu que 4% d'entre eux rencontraient les recommandations, alors que 75% étaient considérés comme inactifs avec moins d'une minute par semaine d'activité modérée à intense. De plus, 82% du temps était consacré aux activités dites sédentaires alors que le temps passé en mouvement était à 99,6% de l'activité à intensité légère (Norden, Smuck et al. 2017). À l'échelle mondiale, l'inactivité est l'un des principaux enjeux responsables des incapacités fonctionnelles et de l'augmentation des taux de maladies non transmissibles et de décès prématurés (Organisation Mondiale de la Santé, 2009).

De façon générale, les individus les moins en forme et les plus sédentaires sont ceux qui montrent l'amélioration la plus importante lorsqu'ils entreprennent un programme d'exercices. Puisque leur réserve physiologique est limitée, même une petite dose d'entraînement physique peut engendrer des améliorations significatives (Minnella, Awasthi et al. 2016). De même, une méta-analyse réalisée sur les effets de l'activité physique chez les adultes âgés vivant en communauté et aux prises avec une mobilité réduite, des incapacités physiques ou de multiples comorbidités, a souligné les effets positifs de la pratique d'exercices à haute ou à faible intensité sur la mobilité, les capacités fonctionnelles et la qualité de vie (de Vries, van Ravensberg et al.

2012). Cette méta-analyse suggère ainsi la faisabilité et le potentiel bénéfique d'entreprendre une activité physique même en présence de déficits fonctionnels importants.

1.2.6 Impacts du déconditionnement physique

Carli et al. caractérisent le déconditionnement physique chez la personne âgée par des modifications de la composition corporelle et de la fonction, notamment une perte de la masse et de la force musculaire, la déminéralisation osseuse, une diminution de la capacité aérobie ainsi qu'une altération de la stabilité vasomotrice et de la fonction respiratoire (Carli and Ferreira 2018). Ce cercle vicieux fréquemment rencontré en présence de conditions douloureuses chroniques, entraîne une baisse de l'autonomie et affecte également le sentiment d'auto-efficacité (Vorhies and Riley 1993).

La combinaison de comorbidités médicales préopératoires et d'autres facteurs de risque, tels qu'un état physique et nutritionnel médiocre, favorisent une cascade d'événements qui potentialise la réponse métabolique au stress subie lors d'une intervention chirurgicale, ayant finalement un impact sur les aspects à court et à long terme de la récupération et de la qualité de vie (Carli and Ferreira 2018).

L'évaluation de l'état physiologique des patients devrait donc être l'objectif principal de l'évaluation préopératoire chez la population âgée afin de planifier efficacement, en amont, les soins périopératoires. Comme la réserve fonctionnelle diminue avec l'âge, tout débalancement des fonctions organiques place d'emblée les individus âgés à risque (Carli and Zavorsky 2005).

Tout d'abord décrite comme une intervention axée principalement sur le statut physique du patient (Asoh and Tsuji 1981), la préadaptation aborde maintenant de façon plus pragmatique l'amélioration du statut physiologique et s'intéresse à l'effet synergique des interventions physiques, nutritionnelles et psychologiques. Les approches plus récentes décrivent l'optimisation du traitement de conditions médicales coexistantes telles que l'hyperglycémie et l'anémie, la correction de la malnutrition, l'arrêt du tabagisme et la diminution de la

consommation excessive d'alcool, tout en soulignant l'importance de l'éducation et de l'autonomisation des patients (Carli and Ferreira 2018).

Avec l'objectif premier de faciliter le rétablissement, de limiter l'inconfort et la dépendance postopératoire ainsi que l'utilisation des ressources de soins de santé, la préadaptation a des répercussions positives importantes tant sur la santé des patients qu'au niveau des coûts des soins de santé (Santa Mina, Scheede-Bergdahl et al. 2015).

1.2.7 Connaissances sur les effets de la préadaptation

Le phénomène de préadaptation a largement été étudié dans les situations chirurgicales pour des conditions organiques et oncologiques. Dans le champ de la chirurgie orthopédique, c'est l'arthroplastie de la hanche et du genou qui ont fait l'objet du plus grand nombre de publications scientifiques. Alors que l'évidence des bénéfices de la préadaptation dans certains domaines spécifiques sont équivoques, d'autres ont montré des résultats prometteurs. Par exemple, une récente revue systématique avec méta-analyse concernant l'efficacité de programmes de préadaptation pour les patients atteints de cancers, conclut aux bénéfices de telles interventions notamment sous forme de support psychologique, d'éducation et d'exercices (Treanor, Kyaw et al. 2018). Plus spécifiquement, les interventions basées sur l'exercice physique permettraient de diminuer de façon significative la probabilité d'incontinence postopératoire et d'augmenter le niveau de qualité de vie chez les patients atteints de cancer de la prostate. De façon similaire, on rapporte une amélioration de la fonction pulmonaire, des capacités fonctionnelles, une diminution de la durée d'hospitalisation, de l'utilisation des services de santé et enfin, des probabilités d'avoir des complications postopératoires chez les patients atteints de cancer du poumon, et ce, même en présence d'importantes comorbidités. Les interventions de nature psychologique, quant à elles, permettraient l'amélioration de l'humeur, du bien-être physique et de la fonction immunitaire chez les patients atteints du cancer de la prostate. Parallèlement, ces interventions permettraient une diminution de la fatigue, de la détresse, de la dépression et de l'anxiété ainsi qu'une augmentation de l'optimisme et de l'esprit combatif dans le cas du cancer du sein.

De façon similaire, Santa Mina et al. (Santa Mina, Clarke et al. 2014) ont révisé l'efficacité de la préadaptation par « approche globale » (*total body-prehabilitation*) sur les résultats chirurgicaux, tous types d'opérations confondus. Les auteurs ont rapporté que dans la majorité des études, la préadaptation, comparativement aux soins usuels, permettait d'améliorer l'intensité des douleurs et les capacités physiques postopératoires ainsi que la durée de l'hospitalisation, mais que les effets sur la qualité de vie et la capacité aérobie étaient incertains. Les effets indésirables liés aux interventions étaient quant à eux assez faibles avec aussi peu que 0.3% d'effets secondaires.

Enfin, Wang et al. (Wang, Lee et al. 2016) ont fait une mise en commun des données probantes disponibles sur l'efficacité de la préadaptation dans le contexte spécifique de l'arthroplastie. Les auteurs ont conclu que les données actuelles suggèrent que la préadaptation, sous forme d'exercices supervisés ou réalisés à la maison en combinaison ou non avec de l'éducation, a un effet tout au plus modeste sur l'amélioration de la douleur et la fonction postopératoire à court ou moyen terme chez les patients subissant une arthroplastie de la hanche ou du genou.

Considérant la nouveauté relative du sujet dans la littérature, combiné à la petite taille des échantillons et les risques de biais souvent élevés, les conclusions de ces différentes revues systématiques seront amenées à changer avec la publication d'études de meilleure qualité.

1.2.8 La préadaptation dans le contexte de la chirurgie rachidienne

À ce jour il n'y a pas de lignes directrices disponibles pour la prise en charge périopératoire des patients atteints de SSL (McGregor, Probyn et al. 2014, Gilmore, McClelland et al. 2015). Cependant, dans le contexte des douleurs lombaires chroniques, on souligne l'importance d'éviter l'immobilisation et on préconise, parmi les recommandations, les séances d'exercices supervisés, les thérapies cognitivo-comportementales et les approches multidisciplinaires (Koes, van Tulder et al. 2010, Bussières, Stewart et al. 2018). Ces principes thérapeutiques sont susceptibles de mener aux mêmes bienfaits chez les patients aux prises avec des conditions dégénératives de la colonne vertébrale.

Les approches de préadaptation actuelles sont positionnées le long d'un continuum d'intensités et de services, allant du matériel éducationnel général aux interventions personnalisées, multimodales, axées sur les habitudes de vie et visant à réduire la morbidité (Santa Mina, Scheede-Bergdahl et al. 2015). Pour que la préadaptation dans le domaine de la chirurgie vertébrale puisse faire la transition du statut actuel de modalité de recherche à un processus clinique structuré, davantage d'indices de son efficacité sont nécessaires.

Au moment de débiter les travaux de cette thèse en 2013, seule une étude portant sur la préadaptation dans le cadre de la chirurgie rachidienne avait fait l'objet d'une publication scientifique. En effet, Nielsen et al. (Nielsen, Jorgensen et al. 2010) ont étudié les effets d'un programme de soins intégré, combinant la préadaptation et la réadaptation hâtive, comparativement aux soins usuels chez les patients en attente d'une chirurgie lombaire élective, en raison de conditions dégénératives comprenant des douleurs lombaires avec irradiation au membre inférieur. D'une durée de six à huit semaines, le programme d'entraînement préopératoire personnalisé consistait en des exercices de renforcement des muscles du dos et des abdominaux ainsi que de l'entraînement cardiovasculaire à effectuer à la maison sur une base quotidienne. Les participants ont également reçu des conseils quant à l'arrêt du tabagisme et la consommation d'alcool avant l'opération, puis des informations concernant l'opération, la mobilisation postopératoire et la réadaptation prévue et finalement, la veille de l'intervention chirurgicale, ils ont complété leur apport nutritionnel avec une boisson riche en protéines. Les soins en période postopératoire comprenaient une gestion des analgésiques faite par le patient, des mobilisations fréquentes et intensives ainsi que des suppléments protéinés dès le jour de la chirurgie. Au moment de l'opération, les patients du groupe intervention montraient un niveau plus élevé de capacité fonctionnelle, alors qu'après l'opération ils ont récupéré et reçu leur congé plus rapidement tout en étant plus satisfaits de leurs soins et des résultats cliniques obtenus. Bien que fort prometteuse, cette étude ne permettait pas de dégager les effets uniques de chacune des nombreuses interventions, ni de reproduire ces dernières dans un contexte clinique similaire.

Les résultats positifs issus des travaux de Nielsen et al. (Nielsen, Jorgensen et al. 2010), combinés à ceux des études publiées dans le cadre d'interventions chirurgicales majeures, sont

à l'origine de la thématique de cette thèse. Depuis, de nouvelles preuves scientifiques explorant le thème de la préadaptation dans le contexte de la chirurgie rachidienne sont parues dans la littérature. Ces travaux de recherche, susceptibles de modifier l'interprétation et la conception que j'avais de cette approche à l'époque, ont volontairement été omis de ce chapitre et feront plutôt l'objet de la discussion de cette thèse.

Chapitre 2. Article I - Current Practices in Lumbar Surgery Perioperative Rehabilitation: A Scoping Review

Ce chapitre inclut le premier article de cette thèse qui a été publié dans la revue « Journal of Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics » en 2016.

Marchand AA¹, O'Shaughnessy J², Châtillon CÉ³, Sorra K⁴, Descarreaux M⁵. Current Practices in Lumbar Surgery Perioperative Rehabilitation: A Scoping Review. *Journal of manipulative and physiological therapeutics* 2016;39:668-92.

Affiliation des auteurs:

[1] Département d'Anatomie, Université de Montréal en extension à l'Université du Québec à Trois-Rivières

[2] Département de Chiropratique, Université du Québec à Trois-Rivières

[3] Département de Neurochirurgie, Centre Intégré Universitaire de Santé et de Services Sociaux de la Mauricie-et-du-Centre-du-Québec

[4] Arroscience Inc.

[5] Département des Sciences de l'activité physique, Université du Québec à Trois-Rivières

NB : Pour faciliter la lecture de la section des résultats les références ont été soulignées en gris.

Résumé

Objectif. L'objectif de cette revue intégrative était d'identifier les pratiques actuelles ainsi que les mesures de résultats objectives et auto-rapportées pertinentes utilisées dans le cadre de programmes de réadaptation périopératoires pour une chirurgie de la région lombaire.

Méthodes. La recherche bibliographique a été réalisée sur les bases de données MEDLINE, CINAHL, Cochrane Central Register of Controlled trials, PEDRO et PubMed en utilisant des termes spécifiques aux concepts d'intervention chirurgicale, de la réadaptation et du rachis lombaire.

Résultats. Un total de 29 études a rencontré les critères d'inclusion, parmi lesquelles 28 se sont intéressées à la réadaptation postopératoire. Les mesures de résultats auto-rapportées fréquemment utilisées incluaient la douleur et l'incapacité fonctionnelle alors que les mesures objectives se concentraient sur différentes variables de la capacité physique. La majorité des programmes de réadaptation comprenaient des exercices de renforcement, seuls ou combiné à des exercices de stabilisation, du conditionnement aérobie, des étirements ou de l'éducation. Bien que la plupart des études aient rapporté des différences statistiquement significatives entre les interventions, l'analyse des changements cliniquement significatifs à l'intérieur des groupes donne un portrait différent de la situation.

Conclusion. Une grande variété de mesures de résultats objectives et auto-rapportées sont utilisées pour documenter les effets de programmes de réadaptation. Les modalités thérapeutiques incluent à la fois les interventions actives et assistées, combinées à différents moyens d'éducation et opportunités d'échanges. La réadaptation postopératoire par approche multimodale peut être utilisée pour améliorer la douleur, la capacité fonctionnelle et la fonction physique. Plus d'évidences des effets de programmes de réadaptation préopératoires sont nécessaires pour juger de leur efficacité.

Mots clés : Mesure de résultats; Réadaptation; Revue; Exercices; Chirurgie; Douleur lombaire

Abstract

Objective

The objective of this review was to identify current practices and relevant patient-reported and objective outcome measures with regard to rehabilitation protocols directed at the lumbar spine in perioperative procedure settings in order to inform clinical practice and future research.

Methods

Literature search was performed in MEDLINE, CINAHL, Cochrane Central Register of Controlled trials, PEDRO and PubMed using terms relevant to surgical interventions, rehabilitation and lumbar spine.

Results

Twenty-nine studies met the inclusion criteria, of which 28 investigated postoperative forms of rehabilitation. Patient-reported outcomes typically used were pain and disability although a wide range of objective measures based on physical capacities were often reported. Rehabilitation programs included for the most part some form of strengthening exercises alone or in combination with stabilization exercises, aerobic conditioning, stretching or education. Despite most studies reporting statistically significant results between intervention groups, considering clinically significant improvement within intervention groups yielded a different portrait.

Conclusion

A wide range of objective and subjective outcomes are used to document changes following active rehabilitation. Program components include both active and assisted interventions combined with various means of education and discussion. Multimodal rehabilitation protocols following lumbar surgery may be used to improve patient-reported and objective outcome measures such as pain, disability and physical function. Further research should be conducted on the effects of preoperative rehabilitation programs.

Keywords: Patient Outcome Assessment; Rehabilitation; Review; Exercise Therapy; General Surgery; Low Back Pain

Introduction

Low back pain (LBP) is one of the leading causes of global disability, affecting 10% of the world population (Friedly, Standaert et al. 2010). The conflicting evidence regarding the effectiveness of numerous treatments for LBP reflects its multifactorial and complex nature, while leaving many individuals unsuccessfully treated (Friedly, Standaert et al. 2010). Despite numerous classes of interventions having been tested in adults with LBP, including surgical, physical, manual, pharmacological, psychological, nutritional and behavioral approaches, few of these appear to consistently provide more than moderate short-term benefits (Deyo, Dworkin et al. 2014).

In cases of persistent and disabling symptoms, or when conservative management is unsuccessful, surgical interventions are ought to be considered with the specific risks and benefits of proposed procedures guiding clinical decision-making (Chou, Loeser et al. 2009, Koes, van Tulder et al. 2010). Although the evidence remains incomplete, data support interventions that promote patients' involvement and activities such as staying active and engaging in physical activity to reduce disability associated with back pain (Friedly, Standaert et al. 2010). With regards to surgical interventions, evidence is growing in favor of adding preoperative lifestyle modification to conventional surgical procedures in order to optimize treatment outcomes (Nielsen, Andreasen et al. 2008, Thomsen, Tonnesen et al. 2009, Oppedal, Moller et al. 2012, Desmeules, Hall et al. 2013). Similarly, patient activation, defined as one's propensity to engage in positive health, is reported as an important factor of the recovery process, leading to increased active participation in physical therapy after lumbar surgery and ultimately, better outcomes (Skolasky, Mackenzie et al. 2008).

Despite equivocal evidence regarding the clinical effectiveness of physical therapy alone in the treatment of LBP (van Tulder, Malmivaara et al. 2000, Hayden, van Tulder et al. 2005), it seems that rehabilitation may be used to improve function and to minimize the risk of persistent dysfunction. However, there is neither a clear consensus nor definite recommendations for implementation of perioperative rehabilitation in lumbar spine surgery. The goal of this scoping review is to identify current practices and relevant patient-reported and objective outcome

measures with regard to rehabilitation protocols directed at the lumbar spine in perioperative procedure settings (either prior or following surgery) in order to inform future research and guide clinical practice. This review extracts breadth of scientific evidence from the literature rather than depth and aims to identify gaps in the overall state of research activity. By its nature, the scoping review addresses broad questions where many different study designs might be applicable (Arksey and O'Malley 2005, Levac, Colquhoun et al. 2010). The purpose is therefore beyond interventions' effectiveness alone and its results should inform interdisciplinary teams of health professionals working in rehabilitation or with low back surgical populations.

Methods

Literature search strategy

The search strategy was developed and managed by one of the authors (KS) and subsequently cross-validated by two co-authors (AAM, JO) to ensure completeness of results. The following databases were searched: MEDLINE, CINAHL, Cochrane Central Register of Controlled trials, PEDRO and PubMed. The search terms included subject headings (MeSH terms) specific to each database and free text words relevant to surgical interventions, rehabilitation and lumbar spine. The search strategy was restricted to English and French studies published between 2000 and 2014 based on innovation in surgical approaches and techniques (see Annexe A for details). Additional data sources included experts in the field and the authors' pre-existing knowledge of the literature, manual review of conference proceedings and articles reference lists.

Evidence selection criteria

Two reviewers independently screened titles and abstracts to determine the eligibility of studies. A third reviewer was involved to resolve any disagreements. The lead author reviewed full articles and extracted data from admissible studies into summary table in a Microsoft Word document. Only interventional clinical studies involving subjects trained before or after surgery for atraumatic low back pain were included. Articles were eligible for inclusion if they were randomized, quasi-randomized or nonrandomized controlled trials comparing rehabilitation programs with a placebo treatment, no treatment, or another active treatment or when

rehabilitation program was used in combination with other interventions. Oral communications, studies not including a control group, retrospective studies, studies involving only passive rehabilitation modalities or exclusively reporting physical outcomes, involving animals or surgery performed for pediatric or traumatic low back pain populations, were excluded. Literature reviews were excluded because they did not provide sufficient details on the investigated interventions to serve the purpose of this study.

Results

A total of 2234 articles were identified from the literature search and 28 articles fulfilled selection criteria. One article was retrieved from the additional data sources and added to the final results. Of the 29 studies retrieved, one reported the effects of an integrated program of care including combined pre- and postoperative rehabilitation programs and the remaining 28 looked at the effects of postoperative rehabilitation alone. The summary table presents key features for each study included (see Annexe B for details).

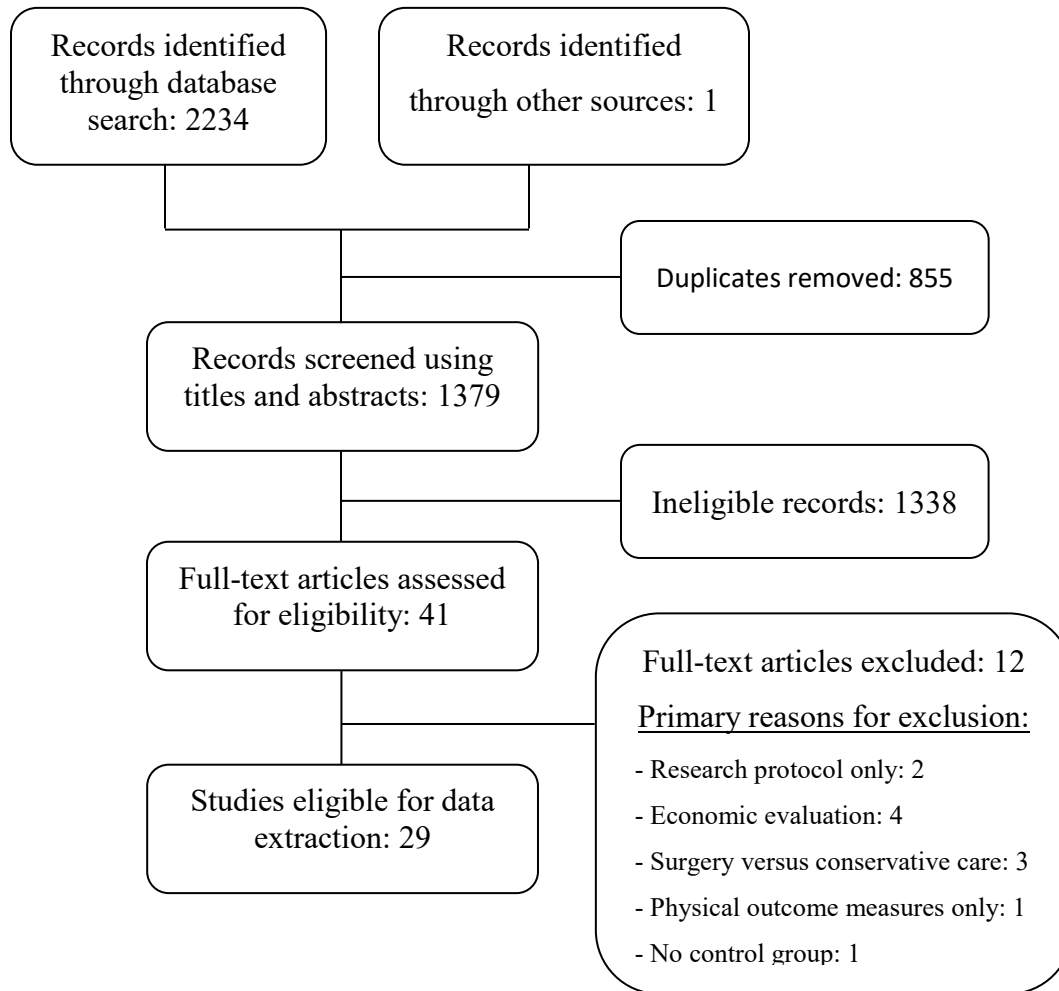


Figure 2.1 Flowchart

Outcome measures

The patient-reported outcome measures most frequently used were pain and disability. Although both outcomes were reported through a range of questionnaires, the most common ones were respectively, the visual analog scale (Danielsen, Johnsen et al. 2000, Dolan, Greenfield et al. 2000, Kjellby-Wendt, Styf et al. 2001, Ostelo, de Vet et al. 2003, Ostelo, de Vet et al. 2003, Yilmaz, Yilmaz et al. 2003, Choi, Raiturker et al. 2005, Filiz, Cakmak et al. 2005, Hakkinen, Ylinen et al. 2005, Millisdotter and Stromqvist 2007, Johansson, Linton et al. 2009, Newsome, May et al. 2009, Abbott, Tyni-Lenne et al. 2010, Gencay-Can, Gunendi et al. 2010, Kim, Park et al. 2010, McGregor, Dore et al. 2011, Chen, Zhong et al. 2012, Ju, Park et al. 2012, Kang, Cho et al. 2012), and the low back pain rating scale for pain (Christensen, Laurberg et al. 2003,

Filiz, Cakmak et al. 2005, Erdogmus, Resch et al. 2007, Oestergaard, Nielsen et al. 2012, Oestergaard, Nielsen et al. 2013), and the original (Choi, Raiturker et al. 2005, Hakkinen, Ylinen et al. 2005, Donaldson, Shipton et al. 2006, Johansson, Linton et al. 2009, Kulig, Beneck et al. 2009, Newsome, May et al. 2009, Abbott, Tyni-Lenne et al. 2010, Kim, Park et al. 2010, Aalto, Leinonen et al. 2011, McGregor, Dore et al. 2011, Chen, Zhong et al. 2012, Oestergaard, Nielsen et al. 2012, Oestergaard, Nielsen et al. 2013) or modified (Yilmaz, Yilmaz et al. 2003, Filiz, Cakmak et al. 2005) version of the Oswestry Disability Index, and the Roland-Morris Disability Questionnaire (Danielsen, Johnsen et al. 2000, Ostelo, de Vet et al. 2003, Ostelo, de Vet et al. 2003, Donaldson, Shipton et al. 2006, Mannion, Denzler et al. 2007, Millisdotter and Stromqvist 2007, Gencay-Can, Gunendi et al. 2010, Nielsen, Jorgensen et al. 2010) for disability.

Several studies also investigated objective measures of physical function, such as muscle strength and/or endurance (Dolan, Greenfield et al. 2000, Yilmaz, Yilmaz et al. 2003, Choi, Raiturker et al. 2005, Filiz, Cakmak et al. 2005, Hakkinen, Ylinen et al. 2005, Kim, Park et al. 2010, Ju, Park et al. 2012, Kang, Cho et al. 2012), original or modified version of the Schober test (Yilmaz, Yilmaz et al. 2003, Filiz, Cakmak et al. 2005, Hakkinen, Ylinen et al. 2005, Millisdotter and Stromqvist 2007, Gencay-Can, Gunendi et al. 2010), range of motion (Dolan, Greenfield et al. 2000, Ostelo, de Vet et al. 2003, Ostelo, de Vet et al. 2003, Yilmaz, Yilmaz et al. 2003), straight leg raise test (Hakkinen, Ylinen et al. 2005, Millisdotter and Stromqvist 2007, Gencay-Can, Gunendi et al. 2010), and walking abilities (Johansson, Linton et al. 2009, Kulig, Beneck et al. 2009, Aalto, Leinonen et al. 2011, Oestergaard, Nielsen et al. 2013). Figure 2.2 illustrates the proportion of outcomes used within the most commonly reported outcome categories. Other outcomes of interest included analgesic consumption (Donaldson, Shipton et al. 2006, Mannion, Denzler et al. 2007, Millisdotter and Stromqvist 2007), the State and Trait anxiety inventory (Kjellby-Wendt, Styf et al. 2001, Erdogmus, Resch et al. 2007), the original or modified version of the Tampa Scale for kinesiophobia (Ostelo, de Vet et al. 2003, Ostelo, de Vet et al. 2003, Johansson, Linton et al. 2009, Abbott, Tyni-Lenne et al. 2010), and the Beck Depression Scale (Kjellby-Wendt, Styf et al. 2001, Yilmaz, Yilmaz et al. 2003, Filiz, Cakmak et al. 2005, Gencay-Can, Gunendi et al. 2010). Figure 2.3 illustrates the proportion of studies reporting outcomes for each of the general categories.

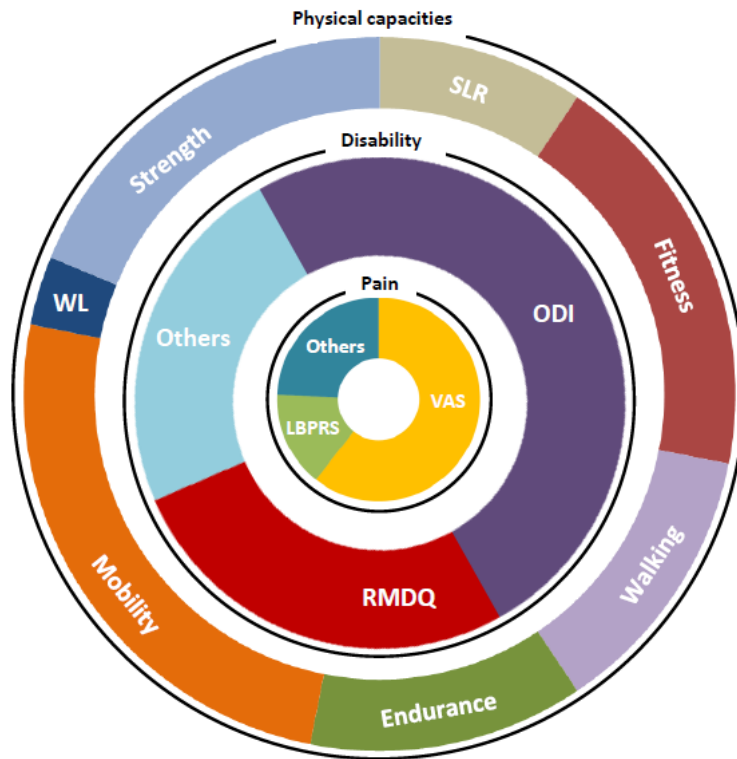


Figure 2.2 Proportional representation of each outcome used within the most commonly reported outcome categories.

(For each type of outcome, proportion was calculated using the total number of times a given outcome was reported in its outcome category). Pain outcomes; VAS: Visual analog scale (60.6%), LBPRS: Low back pain rating scale (15.15%), Others (24.24%). Disability outcomes; ODI: Oswestry disability index (50%), RMDQ: Roland-Morris disability questionnaire (26.6%), Others (23.3%). Physical capacities outcomes; SLR: Straight leg raise (9.3%), Fitness/physical performance (18.75%), walking abilities (12.5%), endurance (12.5%), spinal mobility (25%), WL: weight lifting (3.1%), extensor muscle strength (18.75%).

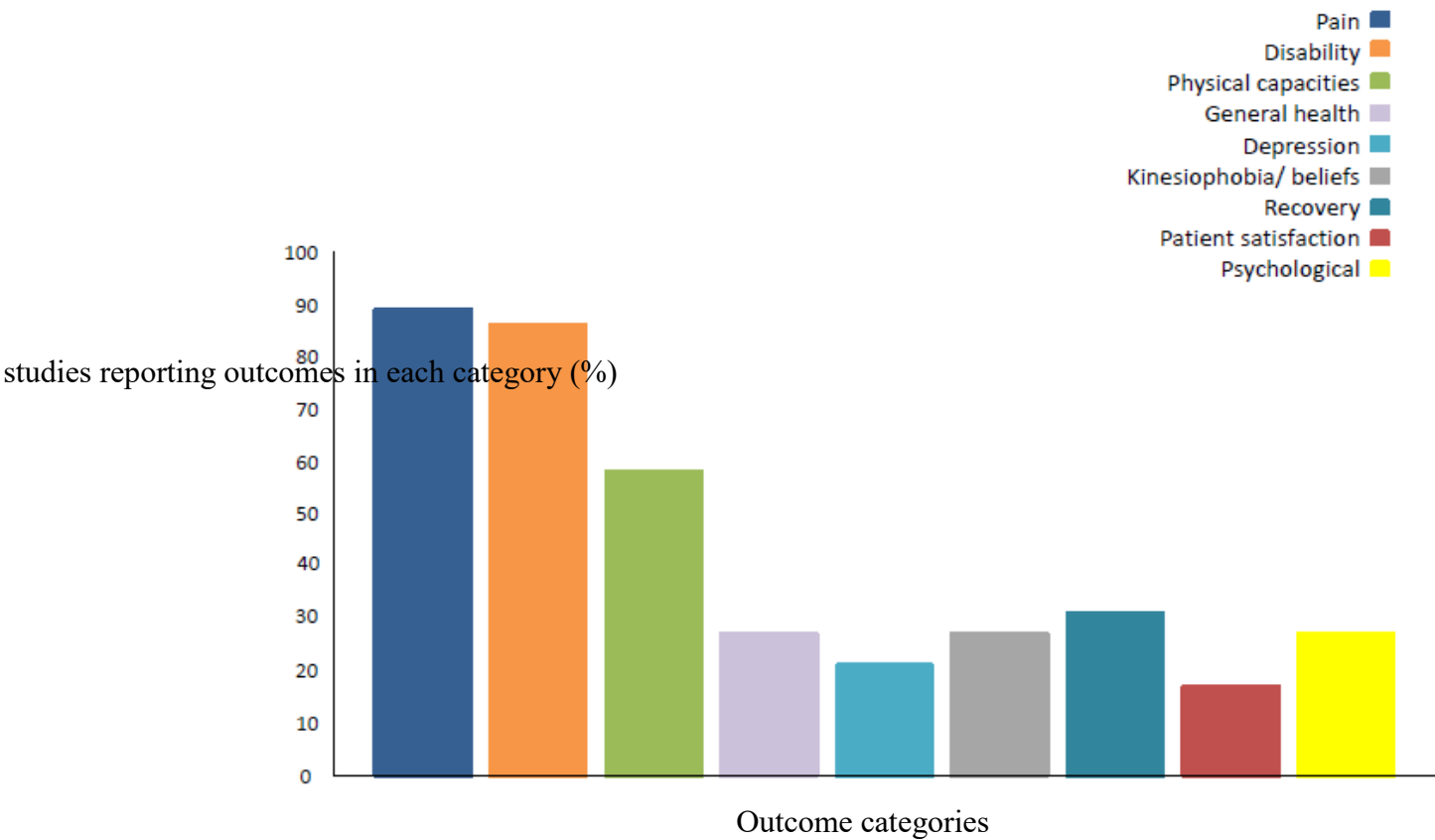


Figure 2.3 Proportion of studies reporting outcomes in each of the general categories.

Rehabilitation programs

Rehabilitation programs were typically delivered over three to twelve weeks and most of them included some form of strengthening exercises, involving either the lumbar extensor muscles alone or added to the abdominal and leg muscles and sometimes combined with stabilization exercises, aerobic conditioning or stretching (Danielsen, Johnsen et al. 2000, Dolan, Greenfield et al. 2000, Kjellby-Wendt, Styf et al. 2001, Christensen, Laurberg et al. 2003, Ostelo, de Vet et al. 2003, Ostelo, de Vet et al. 2003, Yilmaz, Yilmaz et al. 2003, Choi, Raiturker et al. 2005, Filiz, Cakmak et al. 2005, Hakkinen, Ylinen et al. 2005, Donaldson, Shipton et al. 2006, Erdogmus, Resch et al. 2007, Mannion, Denzler et al. 2007, Millisdotter and Stromqvist 2007, Johansson, Linton et al. 2009, Kulig, Beneck et al. 2009, Abbott, Tyni-Lenne et al. 2010,

Gencay-Can, Gunendi et al. 2010, Kim, Park et al. 2010, Nielsen, Jorgensen et al. 2010, Aalto, Leinonen et al. 2011, McGregor, Dore et al. 2011, Chen, Zhong et al. 2012, Kang, Cho et al. 2012, Oestergaard, Nielsen et al. 2012, Oestergaard, Nielsen et al. 2013, Beneck, Popovich et al. 2014). Exercises aimed at enhancing lumbar flexion and/or extension or hip mobility were also frequently reported (Filiz, Cakmak et al. 2005, Johansson, Linton et al. 2009, Newsome, May et al. 2009, Gencay-Can, Gunendi et al. 2010, Kang, Cho et al. 2012). Other commonly described rehabilitation components included education either by means of one-on-one session, booklets, group discussion, and ergonomics (Christensen, Laurberg et al. 2003, Filiz, Cakmak et al. 2005, Erdogmus, Resch et al. 2007, Johansson, Linton et al. 2009, Kulig, Beneck et al. 2009, Abbott, Tyni-Lenne et al. 2010, McGregor, Dore et al. 2011, Chen, Zhong et al. 2012, Oestergaard, Nielsen et al. 2012, Oestergaard, Nielsen et al. 2013, Beneck, Popovich et al. 2014).

Discectomy

Studies conducted in populations undergoing discectomy included protocols investigating the effects of strengthening of the trunk extensor muscles alone, strengthening of the abdominal, back and lower extremities muscles, general conditioning programs, and dynamic lumbar stabilization exercises. Significant improvements were seen in the intervention groups for pain (Danielsen, Johnsen et al. 2000, Dolan, Greenfield et al. 2000, Kjellby-Wendt, Styf et al. 2001, Yilmaz, Yilmaz et al. 2003, Choi, Raiturker et al. 2005, Filiz, Cakmak et al. 2005, Ju, Park et al. 2012, Beneck, Popovich et al. 2014), disability (Danielsen, Johnsen et al. 2000, Dolan, Greenfield et al. 2000, Kulig, Beneck et al. 2009, Gencay-Can, Gunendi et al. 2010, Kim, Park et al. 2010, Beneck, Popovich et al. 2014), lumbar extension (Choi, Raiturker et al. 2005, Hakkinen, Ylinen et al. 2005, Kim, Park et al. 2010, Ju, Park et al. 2012), and abdominal strength (Yilmaz, Yilmaz et al. 2003, Filiz, Cakmak et al. 2005), hip and lumbar mobility (Dolan, Greenfield et al. 2000, Yilmaz, Yilmaz et al. 2003), walking abilities (Kulig, Beneck et al. 2009), activity levels (Danielsen, Johnsen et al. 2000, Johansson, Linton et al. 2009, Beneck, Popovich et al. 2014), satisfaction regarding received care (Johansson, Linton et al. 2009) and earlier return to work (Choi, Raiturker et al. 2005).

In addition, early passive assisted and active hip and knee flexion exercises were found to reduce time to independent mobility and return to work (Newsome, May et al. 2009). Similarly, early

feed-forward co-activation of the deep core muscles improved leg pain and disability (Millisdotter and Stromqvist 2007). Finally, isokinetic lumbar extension training undertaken once or twice a week (versus once every two weeks or control group) provided small significant clinical changes (Kim, Park et al. 2010).

On the other hand, a graded behavioral activity program proved no better than usual care following surgery (Ostelo, de Vet et al. 2003, Ostelo, de Vet et al. 2003) which may be explained by the variable frequency of care in the intervention group (18 sessions over 3 months) and by the wide array of interventions used in the usual care group (based on the treating therapist's judgment). Similarly, a progressive compartmented gym program showed no advantage over no intervention (Donaldson, Shipton et al. 2006), maybe due to the post-intervention measurements performed only 6 months after the end of the intervention.

Vertebral fusion

When compared to stabilization or low intensity flexion-extension exercises, an 8-week device-assisted extension exercises conferred improved disability and lumbar extension strength. Stabilization exercises, however, led to an increase in transverse abdominis and multifidus muscles contraction strength and endurance (Kang, Cho et al. 2012).

Exchange group sessions combined to home-based stability training implemented at 12 weeks postoperatively (versus 6 weeks) improved long-term functional ability, daily activities and pain intensity (Oestergaard, Nielsen et al. 2012, Oestergaard, Nielsen et al. 2013). Similarly, exchange group sessions provided participants with increased ability to complete a succession of daily tasks compared to regular exercise training and a greater proportion resumed work after surgery compared to an educational video group. Both the exchange sessions and educational video groups experienced improvement in pain (Christensen, Laurberg et al. 2003). Also, the addition of a psychomotor therapy to usual care was reported to improve functional disability, self-efficacy, outcome expectancy, fear of movement and pain coping mechanisms (Abbott, Tyni-Lenne et al. 2010). Finally, an integrated program of care (including both pre- and postoperative components) improved patients' function prior to surgery, and help them reach the recovery milestones faster, and leave hospital earlier compared to routine in-hospital procedure (Nielsen, Jorgensen et al. 2010).

Vertebral decompression

Physiotherapy was found to effectively reduce Low Back Pain Rating Scale scores in the short-term as compared to no intervention, but only limited benefits were seen when compared to a sham therapy (Erdogmus, Resch et al. 2007). On the other hand, lumbar isometric exercises and mixed physiotherapy techniques had no significant impact compared to self-management (Mannion, Denzler et al. 2007).

Other surgical interventions

Back muscle exercises added to usual postoperative medication and advice following percutaneous vertebroplasty, improved disability and pain level (Chen, Zhong et al. 2012).

In a mixed population of patients undergoing discectomy or lateral nerve root decompression, it was shown that neither rehabilitation nor an educational booklet used individually or in combination had a significant impact when compared to usual care (McGregor, Dore et al. 2011). Similarly, a study of patients undergoing either open or microscopic decompression alone or in combination with disc excision or vertebral fusion failed to show that a strengthening program was superior to self-management. In this particular case, participants in the control group could be prescribed postoperative treatment if needed, but authors did not provide any information regarding the additional care received (Aalto, Leinonen et al. 2011).

Although the aim of a scoping review is not to critically appraise the quality of scientific evidence, it was deemed important to highlight studies reporting clinically relevant improvements. Table 1 highlights the effects of individual intervention (within group results) between pre- and/or postoperative rehabilitation protocols on either pain or disability outcomes. A cut-off of 15% improvement in baseline score was considered clinically relevant based on previously reported values for minimal clinically important difference for pain and disability (Lauridsen, Hartvigsen et al. 2006). Based on this new interpretation of findings, five studies were identified (Dolan, Greenfield et al. 2000, Christensen, Laurberg et al. 2003, Yilmaz, Yilmaz et al. 2003, Filiz, Cakmak et al. 2005, Kulig, Beneck et al. 2009) in which clinically significant improvement was seen in favor of at least one intervention over another or compared to usual care or to no intervention. Taken together, the results of the five studies suggest that postoperative rehabilitation combining education and/or home or supervised exercise program,

could be used to improve patients reported pain and disability following lumbar discectomy or fusion. In addition, these clinically meaningful changes seen in subjective measures were also reflected in objective outcomes including spinal and hip mobility, weight lifting and walking capacity, back and abdominal muscles endurance, and return to work. Furthermore, out of the 26 studies presented in Table 1, 14 showed clinically significant improvement in all intervention groups, including minimal intervention and control groups (Danielsen, Johnsen et al. 2000, Kjellby-Wendt, Styf et al. 2001, Ostelo, de Vet et al. 2003, Ostelo, de Vet et al. 2003, Choi, Raiturker et al. 2005, Donaldson, Shipton et al. 2006, Millisdotter and Stromqvist 2007, Johansson, Linton et al. 2009, Abbott, Tyni-Lenne et al. 2010, Gencay-Can, Gunendi et al. 2010, McGregor, Dore et al. 2011, Chen, Zhong et al. 2012, Kang, Cho et al. 2012, Oestergaard, Nielsen et al. 2012). Conversely, 7 studies failed to show clinically significant changes in pain or disability outcomes in any of their intervention groups, regardless of the nature of the interventions (Hakkinen, Ylinen et al. 2005, Erdogmus, Resch et al. 2007, Mannion, Denzler et al. 2007, Newsome, May et al. 2009, Kim, Park et al. 2010, Aalto, Leinonen et al. 2011, Ju, Park et al. 2012).

Tableau 2.1 Visual representation of the effects of individual intervention (within group results) between pre- and/or postoperative rehabilitation protocols on either pain or disability outcomes.

Study	Strengthening	General conditioning	Motor control	Stretching/passive intervention	Others
Aalto 2011	○				○ Control group
Abbott 2010		●			● Home-based exercises + 3 education sessions
Chen 2012			●		● Education
Choi 2005	●				● Usual care
Christensen 2003		○			● Education + Group discussion
					○ Education
Danielsen 2000	●				● Education
Dolan 2000		●			○ Education

Donaldson 2006	●				● Control group
Erdogmus 2007		○			○ Sham intervention
Filiz 2005		●		●	○ Control group
Häkkinen 2005	○			○	
Johansson 2009		●			● Home-based exercises
Ju 2012	○				○ Control
Kang 2012	●		●	●	
Kim 2010			○		
Kulig 2009	●				○ Education
Mannion 2007		○	○		
McGregor 2011		●			● Education
					● Usual care
					● Education + Rehabilitation
Millisdotter 2007		●	●		
Nielsen 2010					○ Preoperative combined interventions
					● Postoperative combined interventions
Oestergaard 2012			●		
Ostelo 2003		●			● Usual care
Yilmaz 2003	●		●		○ Control group
Gencay-Can 2010		●		●	
Kjellby-Wendt 2001	●				● Passive pain-coping mechanism + strengthening exercises
Newsome 2009				○	

All type of interventions investigated in each study are represented by a circle. Filled circles represents $\geq 15\%$ improvement, open circles: 15% improvement not achieved. Studies are presented in alphabetical order based on first author's last name. Studies that appear under the hatch line should be interpreted with caution due to the following reasons; In Gencay-Can 2010 (Gencay-Can, Gunendi et al. 2010) and Kjellby-Wendt 2001 (Kjellby-Wendt, Styf et al. 2001) changes in outcomes were calculated based on preoperative and post-rehabilitation scores. In Newsome 2009 no raw data was provided to calculate change in outcomes, the result is the one reported by the authors. NB: The study by Beneck et al. (2014) (Beneck, Popovich et al. 2014) is not presented in the table because the only outcome measure used is the SF-36: We were unable to tease out pain or disability scores from the data provided. The study by Oestergaard et al.

(2013)(Oestergaard, Nielsen et al. 2013) was excluded from the Table because it did not consider any pain or disability outcome.

Discussion

This scoping review examined the extent and nature of clinical research on lumbar perioperative procedures. The main objective was to identify relevant outcomes and nature of currently used rehabilitation interventions. In addition, it documents the statistically but also the clinically significant effects of current rehabilitation protocols in order to inform clinical practice and determine future areas of research. The review of the literature established that rehabilitation programs were by far most commonly studied following discectomy, followed by vertebral fusion, decompression, and vertebroplasty. Multimodal rehabilitation interventions were frequently reported including combinations of exercises, education, group exchange and ergonomics. Patient-reported and objective outcome measures such as pain, disability and physical function were shown to be positively influenced by both pre- and postoperative rehabilitation programs. However, no conclusion could be drawn with regards to the optimal amount of interventions length or intensity. All randomized controlled trials included in this review have effectively overcome the ethical concerns raised by the inclusion of a sham surgical procedure. As such, active interventions of interest were added or compared to other interventions, usual care, or to patient self-management. In contrast, limited data were provided regarding potential co-interventions, especially in the groups identified as control or minimal intervention. Similarly, a relatively small number of studies discussed or even considered the clinical significance of the observed changes in outcomes (Kim, Park et al. 2010) which might bias the clinical findings. Most studies (15/17) conducted in patients undergoing discectomy and all studies focusing on either vertebral fusion (6) or vertebroplasty (1) reported some degree of improvement with postoperative rehabilitation. Conversely, evidence regarding the effects of such therapy after surgical decompression remains limited, and so far, none of the investigated rehabilitation programs yields benefits. Recent systematic reviews provided additional information regarding the efficacy of active rehabilitation following spinal decompression (McGregor, Probyn et al. 2013), discectomy (Oosterhuis, Costa et al. 2014) and vertebral fusion (Gilmore, McClelland et al. 2015). Overall, evidence related to these interventions should be considered as stepping stones for the development of perioperative lumbar spine rehabilitation.

Regarding preoperative rehabilitation procedures, one study investigated and reported positive outcomes both before and at short term after surgical fusion. This rehabilitative approach used alone or in combination with education is known to improve physical function, reduce hospital length and the need for inpatient rehabilitation in hip and knee total arthroplasty (Rooks, Huang et al. 2006, Coudeyre, Jardin et al. 2007, Oosting, Jans et al. 2012, Desmeules, Hall et al. 2013, Santa Mina, Clarke et al. 2014). Given the positive preliminary results in favor of preoperative rehabilitation programs even in “severely compromised” patients, researchers investigating low back pain issues should take interest in further assessing the utility of preoperative rehabilitation to improve patient outcomes.

Limitations and research perspectives

The findings of this review reflect a wide variety of current practices in rehabilitation, their intensity, delay between surgery and treatment implementation, and length of intervention. Its main limitations lie in the studies individual flaws including variable levels of methodological quality and risk of bias across studies, as well as poorly described clinical relevance of findings and occurrence of adverse events. A major limitation in the design of the studies is when changes in outcomes were calculated based on the data gathered at baseline (preoperative measures) and at the end of the rehabilitation period which yielded much larger improvements than if the pre- and post-rehabilitation period only was considered. Therefore, treatment effects cannot be solely attributed to the studied rehabilitation protocols. In addition, studies including patients having undergone previous lumbar surgery did not conduct subanalysis and whether these patients could benefit from a different rehabilitation approach remains unknown. Future studies should focus on the comparison between different rehabilitation modalities and report on the significant and clinically relevant changes observed before, but also after surgical procedures. Finally, longitudinal studies are needed to be able to establish the optimal length of pre- and postoperative rehabilitation interventions. Follow-ups conducted more regularly could provide relevant information related to retention rates, especially when between group differences are no longer observed at long term follow-ups.

Conclusion

A wide range of outcomes is currently used to report changes occurring after rehabilitation in the surgery setting. Subjective and objective measures are used to monitor pain, disability and physical function with a greater proportion being patient reported, in accordance with the preconized patient centered approach in health care. Common components of rehabilitation programs include muscle strengthening used alone or combined with stabilization exercises, aerobic conditioning or stretching and different education means. In light of this information, multimodal rehabilitation protocols following lumbar surgery may be used to improve patient-reported and objective outcome measures such as pain, disability and physical function. A limited amount of data from controlled clinical trials is available regarding the effects of prehabilitation and the impact of its implementation outside of an integrated program of care remains unknown. A better understanding of the clinical and functional changes occurring after lumbar surgery would help identify intervention components that could be translated from postoperative rehabilitation to preoperative prehabilitation.

References

Aalto, T. J., V. Leinonen, A. Herno, M. Alen, H. Kroger, V. Turunen, S. Savolainen, T. Saari and O. Airaksinen (2011). "Postoperative rehabilitation does not improve functional outcome in lumbar spinal stenosis: a prospective study with 2-year postoperative follow-up." Eur Spine J **20**(8): 1331-1340.

Abbott, A. D., R. Tyni-Lenne and R. Hedlund (2010). "Early rehabilitation targeting cognition, behavior, and motor function after lumbar fusion: a randomized controlled trial." Spine (Phila Pa 1976) **35**(8): 848-857.

Arksey, H. and L. O'Malley (2005). "Scoping studies: towards a methodological framework." International Journal of Social Research Methodology **8**(1): 19-32.

Beneck, G. J., J. M. Popovich, Jr., D. M. Selkowitz, S. Azen and K. Kulig (2014). "Intensive, progressive exercise improves quality of life following lumbar microdiscectomy: a randomized controlled trial." Clin Rehabil **28**(9): 892-901.

Chen, B. L., Y. Zhong, Y. L. Huang, L. W. Zeng, Y. Q. Li, X. X. Yang, Q. Jiang and C. H. Wang (2012). "Systematic back muscle exercise after percutaneous vertebroplasty for spinal osteoporotic compression fracture patients: a randomized controlled trial." Clin Rehabil **26**(6): 483-492.

Choi, G., P. P. Raiturker, M.-J. Kim, C. D. Jin, Y.-S. Chae, Na and Sang-Ho (2005). "The Effect of Early Isolated Lumbar Extension Exercise Program for Patients with Herniated Disc Undergoing Lumbar Discectomy." Neurosurgery **57**(4): 764-772.

Chou, R., J. D. Loeser, D. K. Owens, R. W. Rosenquist, S. J. Atlas, J. Baisden, E. J. Carragee, M. Grabois, D. R. Murphy, D. K. Resnick, S. P. Stanos, W. O. Shaffer and E. M. Wall (2009). "Interventional therapies, surgery, and interdisciplinary rehabilitation for low back pain: an evidence-based clinical practice guideline from the American Pain Society." Spine (Phila Pa 1976) **34**(10): 1066-1077.

Christensen, F. B., I. Laurberg and C. E. Bungler (2003). "Importance of the back-cafe concept to rehabilitation after lumbar spinal fusion: a randomized clinical study with a 2-year follow-up." Spine (Phila Pa 1976) **28**(23): 2561-2569.

Coudeyre, E., C. Jardin, P. Givron, P. Ribinik, M. Revel and F. Rannou (2007). "Could preoperative rehabilitation modify postoperative outcomes after total hip and knee arthroplasty? Elaboration of French clinical practice guidelines." Ann Readapt Med Phys **50**(3): 189-197.

Danielsen, J. M., R. Johnsen, S. K. Kibsgaard and E. Hellevik (2000). "Early aggressive exercise for postoperative rehabilitation after discectomy." Spine (Phila Pa 1976) **25**(8): 1015-1020.

Desmeules, F., J. Hall and L. J. Woodhouse (2013). "Prehabilitation improves physical function of individuals with severe disability from hip or knee osteoarthritis." Physiother Can **65**(2): 116-124.

Deyo, R. A., S. F. Dworkin, D. Amtmann, G. Andersson, D. Borenstein, E. Carragee, J. Carrino, R. Chou, K. Cook, A. DeLitto, C. Goertz, P. Khalsa, J. Loeser, S. Mackey, J. Panagis, J. Rainville, T. Tosteson, D. Turk, M. Von Korff and D. K. Weiner (2014). "Focus article report of the NIH task force on research standards for chronic low back pain." Clin J Pain **30**(8): 701-712.

Dolan, P., K. Greenfield, R. J. Nelson and I. W. Nelson (2000). "Can exercise therapy improve the outcome of microdiscectomy?" Spine (Phila Pa 1976) **25**(12): 1523-1532.

Donaldson, B. L., E. A. Shipton, G. Inglis, D. Rivett and C. Frampton (2006). "Comparison of usual surgical advice versus a nonaggravating six-month gym-based exercise rehabilitation program post-lumbar discectomy: results at one-year follow-up." Spine J **6**(4): 357-363.

Erdogmus, C. B., K. L. Resch, R. Sabitzer, H. Muller, M. Nuhr, A. Schoggl, M. Posch, W. Osterode, K. Ungersbock and G. R. Ebenbichler (2007). "Physiotherapy-based rehabilitation following disc herniation operation: results of a randomized clinical trial." Spine (Phila Pa 1976) **32**(19): 2041-2049.

Filiz, M., A. Cakmak and E. Ozcan (2005). "The effectiveness of exercise programmes after lumbar disc surgery: a randomized controlled study." Clin Rehabil **19**(1): 4-11.

Friedly, J., C. Standaert and L. Chan (2010). "Epidemiology of spine care: the back pain dilemma." Phys Med Rehabil Clin N Am **21**(4): 659-677.

Gencay-Can, A., Z. Gunendi, S. Suleyman Can, V. Sepici and N. Ceviker (2010). "The effects of early aerobic exercise after single-level lumbar microdiscectomy: a prospective, controlled trial." Eur J Phys Rehabil Med **46**(4): 489-496.

Gilmore, S. J., J. A. McClelland and M. Davidson (2015). "Physiotherapeutic interventions before and after surgery for degenerative lumbar conditions: a systematic review." Physiotherapy **101**(2): 111-118.

Hakkinen, A., J. Ylinen, H. Kautiainen, U. Tarvainen and I. Kiviranta (2005). "Effects of home strength training and stretching versus stretching alone after lumbar disk surgery: a randomized study with a 1-year follow-up." Arch Phys Med Rehabil **86**(5): 865-870.

Hayden, J. A., M. W. van Tulder and G. Tomlinson (2005). "Systematic review: strategies for using exercise therapy to improve outcomes in chronic low back pain." Ann Intern Med **142**(9): 776-785.

Johansson, A. C., S. J. Linton, L. Bergkvist, O. Nilsson and M. Cornefjord (2009). "Clinic-based training in comparison to home-based training after first-time lumbar disc surgery: a randomised controlled trial." Eur Spine J **18**(3): 398-409.

Ju, S., G. Park and E. Kim (2012). "Effects of an Exercise Treatment Program on Lumbar Extensor Muscle Strength and Pain of Rehabilitation Patients Recovering from Lumbar Disc Herniation Surgery." J. Phys. Ther. Sci. **24**: 515-518.

Kang, H., K. Cho, S. Shim, J. Yu and J. Jung (2012). "Effects of Exercise Rehabilitation on Pain, Disability, and Muscle Strength after Posterior Lumbar Interbody Fusion Surgery: a Randomized Controlled Trial." J. Phys. Ther. Sci. **24**: 1037-1040.

Kim, Y. S., J. Park, J. Hsu, K. K. Cho, Y. H. Kim and J. K. Shim (2010). "Effects of training frequency on lumbar extension strength in patients recovering from lumbar dyscectomy." J Rehabil Med **42**(9): 839-845.

Kjellby-Wendt, G., J. Styf and S. G. Carlsson (2001). "Early active rehabilitation after surgery for lumbar disc herniation: a prospective, randomized study of psychometric assessment in 50 patients." Acta Orthop Scand **72**(5): 518-524.

Koes, B. W., M. van Tulder, C.-W. C. Lin, L. G. Macedo, J. McAuley and C. Maher (2010). "An updated overview of clinical guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care." European Spine Journal **19**(12): 2075-2094.

Kulig, K., G. J. Beneck, D. M. Selkowitz, J. M. Popovich, Jr., T. T. Ge, S. P. Flanagan, E. M. Poppert, K. A. Yamada, C. M. Powers, S. Azen, C. J. Winstein, J. Gordon, S. Samudrala, T. C. Chen, A. N. Shamie, L. T. Khoo, M. J. Spoonamore and J. C. Wang (2009). "An intensive, progressive exercise program reduces disability and improves functional performance in patients after single-level lumbar microdiscectomy." Phys Ther **89**(11): 1145-1157.

Lauridsen, H. H., J. Hartvigsen, C. Manniche, L. Korsholm and N. Grunnet-Nilsson (2006). "Responsiveness and minimal clinically important difference for pain and disability instruments in low back pain patients." BMC Musculoskelet Disord **7**: 82.

Levac, D., H. Colquhoun and K. K. O'Brien (2010). "Scoping studies: advancing the methodology." Implement Sci **5**: 69.

Mannion, A. F., R. Denzler, J. Dvorak, M. Muntener and D. Grob (2007). "A randomised controlled trial of post-operative rehabilitation after surgical decompression of the lumbar spine." Eur Spine J **16**(8): 1101-1117.

McGregor, A. H., C. J. Dore, T. P. Morris, S. Morris and K. Jamrozik (2011). "ISSLS prize winner: Function After Spinal Treatment, Exercise, and Rehabilitation (FASTER): a factorial randomized trial to determine whether the functional outcome of spinal surgery can be improved." Spine (Phila Pa 1976) **36**(21): 1711-1720.

McGregor, A. H., K. Probyn, S. Cro, C. J. Dore, A. K. Burton, F. Balague, T. Pincus and J. Fairbank (2013). "Rehabilitation following surgery for lumbar spinal stenosis." Cochrane Database Syst Rev(12): Cd009644.

Millisdotter, M. and B. Stromqvist (2007). "Early neuromuscular customized training after surgery for lumbar disc herniation: a prospective controlled study." Eur Spine J **16**(1): 19-26.

Newsome, R. J., S. May, N. Chiverton and A. A. Cole (2009). "A prospective, randomised trial of immediate exercise following lumbar microdiscectomy: a preliminary study." Physiotherapy **95**(4): 273-279.

Nielsen, P. R., J. Andreasen, M. Asmussen and H. Tonnesen (2008). "Costs and quality of life for prehabilitation and early rehabilitation after surgery of the lumbar spine." BMC Health Serv Res **8**: 209.

Nielsen, P. R., L. D. Jorgensen, B. Dahl, T. Pedersen and H. Tonnesen (2010). "Prehabilitation and early rehabilitation after spinal surgery: randomized clinical trial." Clin Rehabil **24**(2): 137-148.

Oestergaard, L. G., C. V. Nielsen, C. E. Bungler, R. Sogaard, S. Fruensgaard, P. Helmig and F. B. Christensen (2012). "The effect of early initiation of rehabilitation after lumbar spinal fusion: a randomized clinical study." Spine (Phila Pa 1976) **37**(21): 1803-1809.

Oestergaard, L. G., C. V. Nielsen, C. E. Bungler, K. Svidt and F. B. Christensen (2013). "The effect of timing of rehabilitation on physical performance after lumbar spinal fusion: a randomized clinical study." Eur Spine J **22**(8): 1884-1890.

Oosterhuis, T., L. O. P. Costa, C. G. Maher, H. C. W. de Vet, M. W. van Tulder and R. W. J. G. Ostelo (2014). "Rehabilitation after lumbar disc surgery." Cochrane Database of Systematic Reviews(3).

Oosting, E., M. P. Jans, J. J. Dronkers, R. H. Naber, C. M. Dronkers-Landman, S. M. Appelman-de Vries and N. L. van Meeteren (2012). "Preoperative home-based physical therapy versus

usual care to improve functional health of frail older adults scheduled for elective total hip arthroplasty: a pilot randomized controlled trial." Arch Phys Med Rehabil **93**(4): 610-616.

Oppedal, K., A. M. Moller, B. Pedersen and H. Tonnesen (2012). "Preoperative alcohol cessation prior to elective surgery." Cochrane Database Syst Rev **7**: CD008343.

Ostelo, R. W., H. C. de Vet, M. W. Berfelo, M. R. Kerckhoffs, J. W. Vlaeyen, P. M. Wolters and P. A. van den Brandt (2003). "Effectiveness of behavioral graded activity after first-time lumbar disc surgery: short term results of a randomized controlled trial." Eur Spine J **12**(6): 637-644.

Ostelo, R. W., H. C. de Vet, J. W. Vlaeyen, M. R. Kerckhoffs, W. M. Berfelo, P. M. Wolters and P. A. van den Brandt (2003). "Behavioral graded activity following first-time lumbar disc surgery: 1-year results of a randomized clinical trial." Spine (Phila Pa 1976) **28**(16): 1757-1765.

Rooks, D. S., J. Huang, B. E. Bierbaum, S. A. Bolus, J. Rubano, C. E. Connolly, S. Alpert, M. D. Iversen and J. N. Katz (2006). "Effect of preoperative exercise on measures of functional status in men and women undergoing total hip and knee arthroplasty." Arthritis Rheum **55**(5): 700-708.

Santa Mina, D., H. Clarke, P. Ritvo, Y. W. Leung, A. G. Matthew, J. Katz, J. Trachtenberg and S. M. Alibhai (2014). "Effect of total-body prehabilitation on postoperative outcomes: a systematic review and meta-analysis." Physiotherapy **100**(3): 196-207.

Skolasky, R. L., E. J. Mackenzie, S. T. Wegener and L. H. Riley, 3rd (2008). "Patient activation and adherence to physical therapy in persons undergoing spine surgery." Spine (Phila Pa 1976) **33**(21): E784-791.

Thomsen, T., H. Tonnesen and A. M. Moller (2009). "Effect of preoperative smoking cessation interventions on postoperative complications and smoking cessation." Br J Surg **96**(5): 451-461.

van Tulder, M., A. Malmivaara, R. Esmail and B. Koes (2000). "Exercise therapy for low back pain: a systematic review within the framework of the cochrane collaboration back review group." Spine (Phila Pa 1976) **25**(21): 2784-2796.

Yilmaz, F., A. Yilmaz, F. Merdol, D. Parlar, F. Sahin and B. Kuran (2003). "Efficacy of dynamic lumbar stabilization exercise in lumbar microdiscectomy." J Rehabil Med **35**(4): 163-167.

Chapitre 3. Article II - Effects of a prehabilitation program on patients' recovery following spinal stenosis surgery: study protocol for a randomized controlled trial.

Ce chapitre inclut le deuxième article de cette thèse qui a été publié dans la revue « Trials » en 2015.

Marchand AA¹, Suitner M², O'Shaughnessy J³, Châtillon CÉ⁴, Cantin V², Descarreaux M². Effects of a prehabilitation program on patients' recovery following spinal stenosis surgery: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 2015;16:483.

Affiliation des auteurs:

[1] Département d'Anatomie, Université de Montréal en extension à l'Université du Québec à Trois-Rivières

[2] Département des Sciences de l'activité physique, Université du Québec à Trois-Rivières

[3] Département de Chiropratique, Université du Québec à Trois-Rivières

[4] Département de Neurochirurgie, Centre Intégré Universitaire de Santé et de Services Sociaux de la Mauricie-et-du-Centre-du-Québec

Résumé

Contexte: La sténose spinale lombaire d'origine dégénérative est une condition fréquente chez les adultes de 65 ans et plus qui mènent généralement au déconditionnement physique. Bien que les bénéfices de la chirurgie surpassent ceux des approches conservatrices la réadaptation physique peut être utilisée pour améliorer les capacités fonctionnelles et minimiser le risque de dysfonctions persistantes. Ce protocole de recherche a été développé afin d'établir la faisabilité de mener une étude contrôlée randomisée à grande échelle et d'évaluer l'efficacité préliminaire d'un programme d'intervention actif sur l'amélioration de paramètres cliniques et de la capacité physique fonctionnelle de patients en attente d'une chirurgie pour une sténose spinale lombaire.

Méthodes/devis: Quarante patients seront recrutés et répartis de façon aléatoire entre l'un ou l'autre des deux groupes expérimentaux : soient 6 semaines de réadaptation préopératoire supervisée (groupe intervention) ou la prise en charge régulière offerte à l'hôpital (groupe contrôle). Le groupe intervention prendra part à de l'entraînement personnalisé à raison de 3 fois par semaine, dont le contenu visera à améliorer la force et l'endurance musculaire ainsi que la stabilité vertébrale et la capacité cardiovasculaire. La complexité et l'intensité des exercices proposés seront graduellement augmentées au cours des séances, selon le progrès individuel des participants. Les mesures de résultats primaires sont l'intensité des douleurs au dos et à la jambe et le niveau d'incapacité fonctionnelle liée à la douleur lombaire. Les mesures de résultats secondaires incluent la consommation de médicaments, la qualité de vie, la perception globale d'amélioration déterminée par le patient, endurance des muscles extenseurs lombaires, contraction maximale volontaire des muscles fléchisseurs et extenseurs lombaires, contraction maximale volontaire des muscles extenseurs des genoux, amplitudes de mouvements actives lombaires, capacité de marche et capacité cardiovasculaire. Toutes les données seront mesurées lors de l'évaluation initiale, à la fin du programme d'entraînement (6 semaines après l'évaluation initiale pour les participants du groupe contrôle), et à 6 semaines, 3 et 6 mois postopératoires.

Discussion : Cette étude informera la conception d'une étude contrôlée randomisée à grande échelle. L'amélioration des performances physiques avant de subir une chirurgie de la colonne lombaire pourrait limiter les limitations fonctionnelles se produisant après une intervention chirurgicale. Les résultats de cette étude permettront d'améliorer efficacement les soins dans le

contexte de la colonne vertébrale et nos connaissances sur les stratégies préopératoires favorables à l'optimisation de la récupération postopératoire.

Enregistrement de l'étude clinique: *US National Institutes of Health Clinical Trials registry* NCT02258672, 10 février 2014.

Mots clés : préadaptation, exercices, colonne lombaire, sténose spinale, chirurgie

Abstract

Background: Degenerative lumbar spinal stenosis is a prevalent condition in adults over the age of 65 and often leads to deconditioning. Although the benefits of surgery outweigh those of conservative approaches, physical rehabilitation may be used to improve function and to minimize the risk of persistent dysfunction. This study protocol was designed to establish the feasibility of a full-scale randomized controlled trial and to assess the effectiveness of an active preoperative intervention program on the improvement of clinical parameters and functional physical capacity in patients undergoing surgery for lumbar spinal stenosis.

Methods/Design: Forty patients will be recruited and randomly allocated to one of the two treatment arms; six weeks supervised preoperative rehabilitation program (experimental group) or hospital standard preoperative management (control group). The intervention group will be trained three times per week, with each session aiming to improve strength, muscular endurance, spinal stabilization and cardiovascular fitness. Intensity and complexity of exercises will be gradually increased throughout the sessions, depending on each participant's individual progress. Primary outcomes are level of low back disability and level of pain. Secondary outcomes include the use of pain medication, quality of life, patient's global impression of change, lumbar extensor muscles endurance, maximum voluntary contraction of lumbar flexor and extensor muscles, maximum voluntary contraction of knee extensors, active lumbar ranges of motion, walking abilities, and cardiovascular capacity. Both the primary and secondary outcomes will be measured at baseline, at the end of the training program (6 weeks after baseline evaluation for control participants), and at 6 weeks, 3 and 6 months postoperatively.

Discussion: This study will inform the design of a future large-scale trial. Improvements of physical performances before undergoing lumbar surgery may limit functional limitations occurring after a surgical intervention. Results of this study will provide opportunity to efficiently improve spinal care and advance our knowledge of favorable preoperative strategies to optimize postoperative recovery.

Trial registration: US National Institutes of Health Clinical Trials registry NCT02258672, 10 February 2014.

Keywords: prehabilitation, exercise therapy, lumbar spine, spinal stenosis, surgery

Background

Lumbar spinal stenosis (LSS) is one of the most frequent degenerative conditions in older-aged patients (Sobottke, Aghayev et al. 2012) and the most common indication for spine surgery in patients older than 65 years (Deyo 2010). Although several treatment approaches have been suggested in the literature, there is an increasing body of evidence in favor of surgery-related treatment for the management of LSS (Asghar and Hilibrand 2012). For instance, recent evidence shows that decompressive laminectomy/laminotomy alone or combined with fusion for lumbar spinal stenosis outweighs the effects of nonsurgical interventions (Asghar and Hilibrand 2012). In spite of advances in surgical techniques, outcomes following spine surgery are highly variable and advantages following spinal stenosis surgery seem to diminish over time with outcomes becoming similar to those of conservative management at 5 years postoperatively (Lurie, Tosteson et al. 2015). Furthermore, the frequency of spinal stenosis complex surgeries has increased in the recent years and has been associated with increased costs, risks of complications and resource use, and lower success rates (Deyo, Mirza et al. 2010, Friedly, Standaert et al. 2010).

Although the benefits of surgery outweigh those of conservative approaches for patients with LSS, physical rehabilitation may be used to improve function and to minimize the risk of persistent dysfunction. In fact, a limited course of active physical therapy is initially recommended for patients with LSS (Kreiner, Shaffer et al. 2013). Such decision may be motivated by the fact that watchful waiting of LSS does not result in catastrophic progressions of neurologic deficits (Asghar and Hilibrand 2012). In addition, there is low quality evidence suggesting that exercise therapy leads to better short-term outcomes than no exercise with respect to disability, back and leg pain (Macedo, Hum et al. 2013). However, the current scientific knowledge does not provide sufficient evidence to establish clear recommendation for or against the use of physical therapy or exercise as stand-alone treatments for degenerative lumbar spinal stenosis (Kreiner, Shaffer et al. 2013). Beyond the effectiveness as stand-alone treatments, lies the potential adjuvant effects of conservative modalities to surgical outcomes, which are however, not clearly understood.

On the other hand, the effects of postoperative rehabilitation following lumbar surgery have been extensively studied and yielded optimistic perspectives to improve patients' recovery. A recent systematic review investigated whether active rehabilitation programmes following primary surgery for lumbar spinal stenosis have an impact on functional outcomes and whether such programmes are superior to usual postoperative care (McGregor, Probyn et al. 2013). The study suggests that active rehabilitation is more effective than usual care in improving both short- and long-term functional status and back and leg pain in adult who underwent spinal decompressive surgery (with or without fusion) for the first time (McGregor, Probyn et al. 2013).

Although improvements in pain and disability following spine rehabilitation programs have been described in the early postoperative phase, preoperative muscle dysfunctions such as decreased trunk muscle strength and imbalances between trunk extensor and flexor muscles have been reported up to 3 months after surgical fusion (Tarnanen, Neva et al. 2013). Furthermore, surgical interventions and techniques are known to entail varying levels of invasiveness which can objectively be measured by the levels of biochemical markers of systemic inflammatory response and muscle damage (Linzer, Filip et al. 2015). Such changes will potentially affect muscle function and recovery following surgery. Overall, these results suggest that surgery mostly decreases pain and gross disability but does not systematically lead to improved muscle conditioning. Characterization of postoperative physical capacity deficits should inform the development of targeted approaches aimed at developing improved pain coping and pain-avoidance mechanisms, whilst simultaneously improving overall physical fitness and function.

Authors do acknowledge that much debate persists on which surgical approach is the most cost-effective and may also offer favorable long-term outcomes (Deyo 2010). The development of innovative surgical techniques combined with efforts to optimize perioperative patients' management have increased the focus on improvement of postoperative outcomes. The "fast-track surgery" multimodal approach, which focuses on enhancing recovery and reducing morbidity by optimizing pre- and postoperative patient management, has shown to effectively enhance recovery and reduce need for hospitalization while keeping readmission rates

unchanged (Kehlet and Wilmore 2008). Similarly, patient activation, defined as one's propensity to engage in positive health, has been identified as an important modifier of the recovery process, leading to better outcomes and increased compliance to physical therapy after lumbar surgery (Skolasky, Mackenzie et al. 2008). Santa Mina et al. recently conducted a systematic review investigating the effectiveness of total-body and region-specific prehabilitation interventions for patients awaiting hip or knee arthroplasty, amongst other conditions (Santa Mina, Clarke et al. 2014). The authors reported improved physical function at the preoperative assessment and improved physical function, length of hospital stay, pain and quality of life following surgery, compared with standard care. We conducted a scoping review exploring current practices in perioperative rehabilitation for lumbar spine surgery and identified only one randomised control trial investigating the effects of a preadaptation program. The study, by Nielsen et al., compared the impact of an integrative program of care, combining both preadaptation and early postoperative rehabilitation, to routine procedures for patients undergoing elective surgery for degenerative disease (Nielsen, Jorgensen et al. 2010). Despite the reported improvements in postoperative function, recovery and hospital stay, the pragmatic design of the study does not allow to tease out the effectiveness of individual interventions.

The Nielson study results, coupled with the positive preliminary results reported in favor of rehabilitation programs before knee and hip arthroplasty (Rooks, Huang et al. 2006, Coudeyre, Jardin et al. 2007, Oosting, Jans et al. 2012, Desmeules, Hall et al. 2013) has triggered the following question: would the implementation of a preoperative rehabilitation protocol specifically designed for the lumbar region improve the outcomes of surgical interventions? Consequently, the main purpose of the proposed research protocol is to determine the feasibility of conducting a full-scale, randomized controlled trial of prehabilitation versus usual care, and to estimate treatment effects on the improvement of patients' postoperative clinical and functional status.

Methods/Design

Design

This study is a randomized controlled pilot clinical trial. It is designed to assess the feasibility and effectiveness of an active preadaptation program in improving patients' recovery following a lumbar spinal stenosis surgery. The primary outcomes are level of low back disability (as measured by the Oswestry Disability Index (ODI) version 2.1a) and level of pain as measured by a Numerical Rating Scale (NRS)). The proposed study protocol has been approved by the institutional review boards of the *Université du Québec à Trois-Rivières* and *Centre de Santé et de Services Sociaux de Trois-Rivières* (CÉR-2014-008-00), where the study will take place. The trial has been registered with the US National Institutes of Health Clinical Trials registry (NCT02258672). Informed written consent will be obtained from each participant before any intervention is initiated.

Recruitment

Participants will be recruited at the *Centre de Santé et de Services Sociaux de Trois-Rivières* during their encounter with their treating neurosurgeon once the decision has been made to move forward with a surgical intervention. If deemed eligible, patients willing to participate in the study will be provided with an overview of the study purpose and content and they will be asked permission to be contacted by the research team. Further details will be given over the phone by a member of the research team and an assessment date will be set for the participant. Participants will be guided through the informed consent process and baseline demographics and physical measures will be collected. At the end of the initial assessment visit, a member of the research team will open the sealed envelope to randomly allocate participants to one of the two groups (intervention versus control). Treatments will be schedule after randomization for participants in the intervention group.

Eligibility criteria

The inclusion criteria for study subject are: having a clinical history and diagnostic imaging evidence of lumbar spinal stenosis, being over 18 years, having degenerative lumbar spinal stenosis affecting one or multiple vertebral levels, awaiting lumbar spinal stenosis surgery (minimally invasive or open approach), and be able to provide written informed consent voluntarily. The exclusion criteria are: non-degenerative lumbar spinal stenosis, presence of inflammatory arthritic conditions, altered cognitive capacities, and vertebral instability requiring non- or instrumented fusion. Individual deemed ineligible by their treating neurosurgeon and those unable to comprehend or express oneself in French.

Sample Size

Determination of the sample size was guided by time constraints as well as by a thorough analysis of the patients' surgery rate conducted over a 1 year period at the recruitment site in accordance with our inclusion and exclusion criteria (Hertzog 2008). Furthermore, when one of the study goals is to obtain an estimate of variance in an outcome when an important difference between groups has already been identified (meaning that only the variance needs to be estimated), it is suggested that 10 to 20 participants per group is deemed sufficient to inform feasibility and to plan for a larger study (Hertzog 2008).

Randomization

Treatment allocation will be made based on randomization and minimization methods. Minimization criteria have been decided based on factors identified by the neurosurgeons known to delay postoperative recovery and include presence of diabetes, objective motor deficits in the lower limbs (confirmed by electromyography), self-reported severe disability (ODI score $\geq 41\%$) and smoking habit. Patients will be randomized following a computer-generated list of random numbers. An independent research assistant blinded to patient assignment will sequentially number the envelopes containing intervention assignments

according to the computer-generated randomization. Opaque and sealed envelopes will be opened in front of the participants at the end of the initial assessment visit.

Interventions

Patients will be randomly allocated to one of the two following groups: [1] an intervention group (preoperative supervised physical training) and [2] a control group (hospital standard preoperative management). The intervention group will be trained three times per week for six weeks prior to their surgery.

Preoperative physical training

The preoperative physical training will be supervised by a chiropractor and a certified kinesiologist. Each 30-minute training session will aim to improve strength, muscular endurance and spinal stabilization and will be divided into three phases. The first one consists in a 5-minute cardiovascular warm-up (stationary bicycle). The second one consists of three exercises (squat, superman, legs raise) designed to increased stabilization of the spine achieved by co-contracting the abdominal and back muscles. The third section involves two exercises (hips raise, hips abduction) to strengthen the thighs and hips muscles. The training protocol has been developed so that each specific exercise can be modified to obtain three different levels of difficulty in order to provide a safe and individualized training experience for each participant. Intensity and complexity of the exercises will be gradually increased throughout the sessions, depending on each participant individual progress. Our choice of intervention was informed by a scoping literature review of the nature and effectiveness of currently used intervention for patients undergoing any type (excluding scoliosis) of low back surgery (work submitted for publication). Figure 3.1 illustrates a typical example of the possible modifications for the proposed exercises.

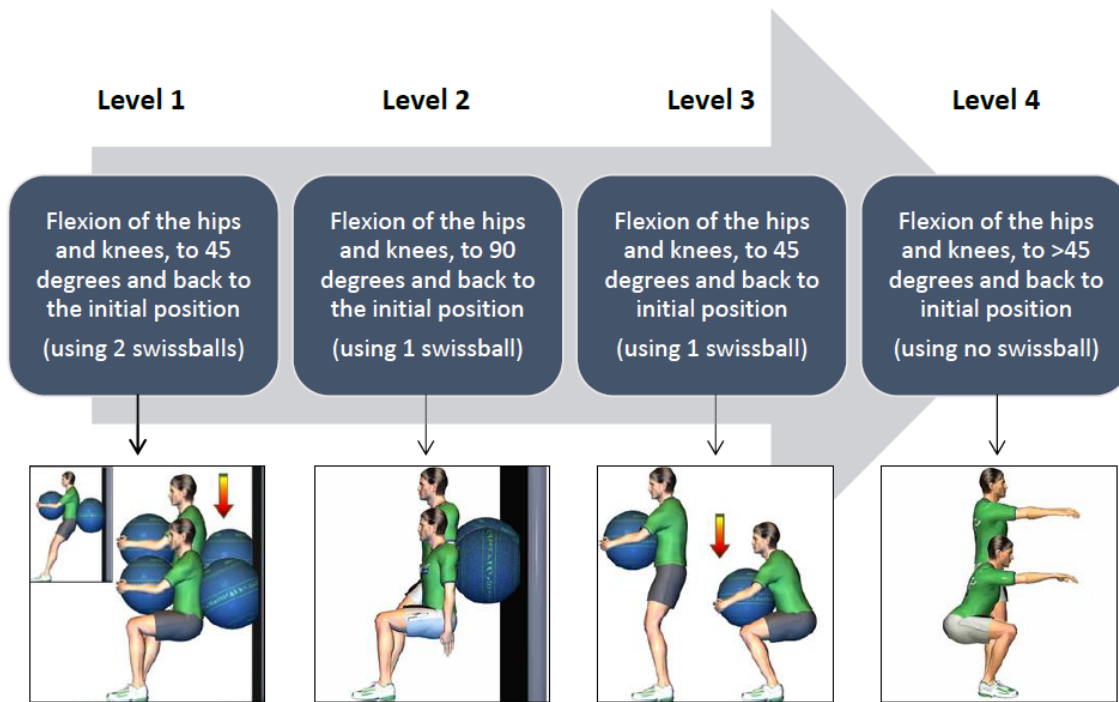


Figure 3.1 Progression of squat exercise

Hospital preoperative management

Patients undergoing surgical intervention at the regional hospital do not receive any particular physical intervention (exercises, manual therapy, etc.). On their last encounter before the day of surgery they are given a pamphlet summarizing tips on how to keep a good back posture when getting in or out of bed and when sitting down. All participants will be questioned on the amount and type of physical activity performed weekly, if any, regardless of their group allocation.

Data collection

This study will take into consideration the evaluation of both clinical parameters (pain intensity, lumbar disability, use of pain medication, quality of life) and physical functional capacities (endurance and strength of lumbar region muscles, lumbar ranges of motion, walking abilities, cardiovascular capacity). All physical measures will be obtained during in-clinic assessments; at baseline, at the end of the training program (6-8 weeks after baseline evaluation for control participants), and at 6 weeks postoperatively and will provide insight as why the prehabilitation

program was successful or not. In addition, self-reported questionnaires will be mailed at 3 and 6 months postoperatively in order to provide a subjective evaluation of patients' recovery at mid- and long-term. The timeline illustrating the various interventions and outcome assessments is presented in Table 3.1.

Table 3.1 Schedule of interventions and outcome measures

Time point	Location	Data collection
Baseline assessment	In clinic (UQTR)	Questionnaires ^a Physical measurements
6 to 8 weeks prehabilitation	In clinic (UQTR)	Physical fitness evolution
Post-intervention, Preoperative assessment	In clinic (UQTR)	Questionnaires Physical measurements
Surgery	Hospital (CSSSTR)	Perioperative data ^b
6-week follow-up	In clinic (UQTR)	Questionnaires Physical measurements
3-month follow-up	Mailing	Questionnaires ^c
6-month follow-up	Mailing	Questionnaires ^c

^aQuestionnaires include NRS, ODI, EQ-5D-3L, Tampa Scale of kinesiophobia, and BDI

^bPerioperative data refers to blood loss, length of surgery and intraoperative complications

^cIn addition to the regular questionnaire packet, a home-made questionnaire regarding physical activities undertaken during the postoperative phase will be mailed to the participants

BDI Beck Disability Index, *CSSSTR* Centre de Santé et de Services Sociaux de Trois-Rivières, *EQ-5D-3L* EuroQoL-5D-3L, *ODI* Oswestry Disability Index, *NRS* Numerical Rating Scale, *UQTR* Université du Québec à Trois-Rivières

Measures of feasibility

Full-scale trial feasibility will be assessed by recruitment rate (and reasons for non-participation) and attrition rate, adherence to the protocol and safety of the intervention. Adherence to the prehabilitation protocol will be monitored through the kinesiologist's logbook. For every participant, date of encounter and exercises performed (including, number of repetitions and levels of difficulty, perceived effort and discomfort - location, intensity and character) will be recorded. Exercises have been specifically designed as to not aggravate stenotic symptoms (slight lumbar flexion is preserved) while performing them. However, in case of unusual or

worsening discomfort, the chiropractor will re-evaluate the participant to ensure that there are no safety issue or possible threat to the participant. If we encounter a number of problems with a given exercises, even with its easiest version, the specific exercise will be considered irrelevant for the population under investigation and the research team will discuss to come up with an alternative that targets the same objective.

Primary outcome measures

Back and leg pain

Pain intensity will be assessed using an 11-point NRS. Each patient will subjectively rate their current level of leg and back pain on a scale of 0 to 10 (0 being an absence of pain 10 being the worst pain imaginable) (Hawker, Mian et al. 2011).

Back disability

Disability related to back pain will be measured via the validated French version of the ODI questionnaire (version 2.1a) (Vogler, Paillex et al. 2008). The ODI contains 10 questions related to daily activities, including pain intensity, personal care, lifting, walking, sitting, standing, sleeping, sexual life, social life, and traveling. Each question is rated on a scale of 0 to 5 points for a maximum of 50. Higher scores indicate greater disability.

Secondary outcome measures

Pain medication

The use of pain medication will be evaluated as the number of pills taken in a day using the patient's hospital chart for the hospital stay period and via a daily self-reported journal for the preoperative and postoperative at-home period.

Quality of life

The quality of life will be measured using the EuroQol-5D-3L questionnaire (EQ-5D-3L). The EQ-5D-3L comprises the following 5 dimensions: mobility, self-care, usual activities,

pain/discomfort and anxiety/depression. Each dimension has 3 levels: no problems, some problems, extreme problems. Scores obtained on the EQ-5D-3L should not be considered as a cardinal score but as an index of perceived health related quality of life (Coons, Rao et al. 2000).

Global Impression of Change

The patient's global impression of change will be measured using the Clinical Global Impression - Improvement scale (CGI-I). The seven-point scale ranging from 1: very much improved to 7: very much worse, will be used to evaluate patient's perception of change in his or her condition over the preoperative 6-week period. Global impression of change will be measured at the preoperative assessment only and will help evaluate the prehabilitation program effects.

Lumbar extensor muscles endurance

Trunk muscle endurance assessment will be done with a modified version of the Sorenson test using an inclined bench. Participants will be positioned on a 30° Roman chair, the iliac crest aligned with the chair's border, the upper body maintained in a horizontal position (parallel to the floor) and the arms crossed on the chest. The test will be stopped when the participant is no longer able to maintain a proper horizontal position (as evaluated by the researcher), becomes too fatigued to continue, or experiences pain.

Maximum voluntary contraction

Strength of knee extensor muscles will be assessed using a load cell (Model LSB350; Futek Advanced Sensor Technology Inc, Irvine, CA). Strength of lumbar flexor and extensor muscles will be assessed using an isokinetic testing device (LIDO, Loredan biomedical, Davis, CA). Each measurement will be taken three times and the mean value will be used for subsequent analyses.

Lumbar ranges of motion

Active lumbar ranges of motion will be assessed with an inclinometer (Digital Dualer IQ Pro™ Digital Inclinometer, Model CM101; JTECH Medical, USA). Each range of movement will be measured twice, and the mean value will be used for analysis.

Walking abilities

Walking abilities will be assessed using two components of the exercise treadmill examination (time to first symptoms (TFS) and total ambulation time (TAT)). Both variables will be measured at a walking speed of 1.2 mph, on a 4° inclined ramp. If ever a participant was unable to keep up with the predetermined walking speed, the examination will be performed using the participant's preferred walking speed. The examination will be stopped at the onset of severe symptoms, defined as the level of discomfort that would cause the patient to stop walking in usual life situations. Walking abilities will serve as an indicator of surgical success.

Maximal aerobic capacity

The maximal aerobic capacity will be estimated based on the results obtained during a submaximal aerobic test and using a linear extrapolation method. The submaximal aerobic test is performed with a Monark ergocycle (Ergomedic 828-E Test Bike, Monark, Swiss) and consists of a three-minute warm-up with an initial workload (from 0.25kp to 0.5kp) successively followed by three-minute periods with progressively increasing workloads until a 85% maximal heart rate is reached. Time to 85% maximal heart rate will be recorded.

Additional measurements

Participants will complete a series of questionnaires and clinical examination procedures during the baseline assessment, allowing for exploratory analysis of any baseline features that might be predictors of intervention response. The questionnaires will include the following: demographics including age, gender, months lived with pain, presence of comorbidities and conservative interventions received so far. The Tampa scale of kinesiophobia will be used at every time assessment point to evaluate fear of movement and of re-injury because it has been found to be associated with poor performance on a number of physical tests and high scores have proven to be a powerful predictor of postoperative disability. The Beck Disability Index (BDI) will be used at every assessment time point as a screening tool for possible signs of high level of anxiety and depression. The Minnesota Satisfaction Questionnaire (MSQ) will be used during the baseline evaluation only in order to assess participant's satisfaction related to work conditions for those employed or on sick leave at the time of the study. Clinical examination will include weight and height measurements and a neurological exam of lower extremity deep

tendon reflexes, assessment of fine touch and pinprick sensation, manual muscle testing for strength, clonus at the ankle and Babinski test. In addition, participants from both groups will be asked about nature, length and frequency of any physical activities undertaken during the preoperative (assessed orally at the preoperative encounter) and postoperative periods (mailed questionnaire at 3 and 6-month follow-up).

Statistical analysis

Participants' characteristics will be summarized using descriptive statistics (mean, standard deviation). The equivalence of groups at baseline in terms of demographic and clinical variables will be assessed using independent samples t-tests for continuous variables and chi-square tests for categorical variables. Following an intention to treat principle, estimates of effectiveness (Group and Time main effect, as well as Group x Time interactions) will be analyzed using a repeated-measure analysis of variance (ANOVA). The statistical significance level will be set at 5% and missing data will be analyzed using multiple imputation methods.

Ethical considerations

Considering that patients are on a waiting list for their surgical intervention, it is possible that the training period will vary from one individual to the others. No intervention presented herein will delay or interfere with the patients' surgical planning. All participants have the right to withdraw from the study at any time and the research team reserves the right to stop the trial if it is believed that there are risks of adverse events or if the patients' condition or symptoms worsen.

Discussion

Despite the development of innovative surgical approaches and efforts being made to optimize treatment plan for the management of low back pain, the role of exercise therapy as an adjunct to operative modalities remains unclear. This pilot study will provide preliminary data that will be used as a stepping stone for a future large-scale clinical study investigating the effects of a prehabilitation program on patients' recovery following spinal stenosis surgery. In addition to the assessment of possible effects and associations that may be worth investigating in a

subsequent larger trial, the study will allow for documentation of patients' compliance and satisfaction regarding a prehabilitation protocol based on exercise training.

In a broader perspective, the observations gathered during the pilot study will expand the knowledge related to the functional changes affecting patients after lumbar surgery, allowing for identification of specific components of physical fitness that should be targeted in future prehabilitation protocol. Similarly, it is believed that the results of this study could eventually lead to improvement in the delivery of spinal care. Identification of patients' characteristics likely to respond favorably to prehabilitation will help target the individuals for whom it should be considered to limit symptoms persistence, and post-surgery complications and side-effects.

Trial status

The trial is currently recruiting participants. Enrollment and trial completion is expected to be finished by the end of 2015.

Abbreviations

LSS: lumbar spinal stenosis, VAS: Visual analog scale, ODI: Oswestry Disability Index, TFS: time to first symptoms, TAT: total ambulation time, BDI: Beck Depression Index, MSQ: Minnesota Satisfaction Questionnaire.

Competing interests

None of the authors have any competing interests to disclose. None of the funding bodies are involved in or have influence over the design of the study, the interpretation of the results, or the decision to publish the results.

Authors' contributions

AAM drafted the manuscript and has been involved in project management. MS has designed the rehabilitation protocol. JO has participated in the conception of the study and served as an expert with regards to clinical trial issues. CÉC has participated in the conception of the study and served as an expert in surgical intervention. VC has participated in the conception of the study. MD has been involved in the conception of the study, supervision, project management and critical revision of the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Authors' information

AAM is a part-time clinically active chiropractor in private practice and a PhD student at the Université du Québec à Trois-Rivières. MS is a part-time clinically-active kinesiologist and a master student at the Université du Québec à Trois-Rivières. JO is a full-time professor at the Université du Québec à Trois-Rivières, department of chiropractic. CÉC is a full-time neurosurgeon at the Centre de Santé et de Services Sociaux de Trois-Rivières. VC and MD are full-time professor at the Université du Québec à Trois-Rivières, department of physical activities.

Acknowledgements

This study was funded by the Fonds institutionnel de recherche Clinique de l'université du Québec à Trois-Rivières et le programme de soutien au démarrage de projets de recherche en collaboration CSSSTR-UQTR.

References

Asghar, F. A. and A. S. Hilibrand (2012). "The impact of the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) results on orthopaedic practice." J Am Acad Orthop Surg **20**(3): 160-166.

Coons, S. J., S. Rao, D. L. Keininger and R. D. Hays (2000). "A comparative review of generic quality-of-life instruments." Pharmacoeconomics **17**(1): 13-35.

Coudeyre, E., C. Jardin, P. Givron, P. Ribinik, M. Revel and F. Rannou (2007). "Could preoperative rehabilitation modify postoperative outcomes after total hip and knee arthroplasty? Elaboration of French clinical practice guidelines." Ann Readapt Med Phys **50**(3): 189-197.

Desmeules, F., J. Hall and L. J. Woodhouse (2013). "Prehabilitation improves physical function of individuals with severe disability from hip or knee osteoarthritis." Physiother Can **65**(2): 116-124.

Deyo, R. A. (2010). "Treatment of lumbar spinal stenosis: a balancing act." Spine J **10**(7): 625-627.

Deyo, R. A., S. K. Mirza, B. I. Martin, W. Kreuter, D. C. Goodman and J. G. Jarvik (2010). "Trends, major medical complications, and charges associated with surgery for lumbar spinal stenosis in older adults." JAMA **303**(13): 1259-1265.

Friedly, J., C. Standaert and L. Chan (2010). "Epidemiology of spine care: the back pain dilemma." Phys Med Rehabil Clin N Am **21**(4): 659-677.

Hawker, G. A., S. Mian, T. Kendzerska and M. French (2011). "Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP)." Arthritis Care Res (Hoboken) **63 Suppl 11**: S240-252.

Hertzog, M. A. (2008). "Considerations in determining sample size for pilot studies." Res Nurs Health **31**(2): 180-191.

Kehlet, H. and D. W. Wilmore (2008). "Evidence-based surgical care and the evolution of fast-track surgery." Ann Surg **248**(2): 189-198.

Kreiner, D. S., W. O. Shaffer, J. L. Baisden, T. J. Gilbert, J. T. Summers, J. F. Toton, S. W. Hwang, R. C. Mendel, C. A. Reitman and S. North American Spine (2013). "An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spinal stenosis (update)." Spine J **13**(7): 734-743.

- Linzer, P., M. Filip, F. Samal, J. Kremr, T. Salek, M. Gajdos and J. Jarkovsky (2015). "Comparison of Biochemical Markers of Muscle Damage and Inflammatory Response Between the Open Discectomy, Microsurgical Discectomy, and Microsurgical Discectomy Using Tubular Retractor." J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg **76**(5): 384-391.
- Lurie, J. D., T. D. Tosteson, A. Tosteson, W. A. Abdu, W. Zhao, T. S. Morgan and J. N. Weinstein (2015). "Long-term outcomes of lumbar spinal stenosis: eight-year results of the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT)." Spine (Phila Pa 1976) **40**(2): 63-76.
- Macedo, L. G., A. Hum, L. Kuleba, J. Mo, L. Truong, M. Yeung and M. C. Battie (2013). "Physical therapy interventions for degenerative lumbar spinal stenosis: a systematic review." Phys Ther **93**(12): 1646-1660.
- McGregor, A. H., K. Probyn, S. Cro, C. J. Dore, A. K. Burton, F. Balague, T. Pincus and J. Fairbank (2013). "Rehabilitation following surgery for lumbar spinal stenosis." Cochrane Database Syst Rev **12**: CD009644.
- Nielsen, P. R., L. D. Jorgensen, B. Dahl, T. Pedersen and H. Tonnesen (2010). "Prehabilitation and early rehabilitation after spinal surgery: randomized clinical trial." Clin Rehabil **24**(2): 137-148.
- Oosting, E., M. P. Jans, J. J. Dronkers, R. H. Naber, C. M. Dronkers-Landman, S. M. Appelman-de Vries and N. L. van Meeteren (2012). "Preoperative home-based physical therapy versus usual care to improve functional health of frail older adults scheduled for elective total hip arthroplasty: a pilot randomized controlled trial." Arch Phys Med Rehabil **93**(4): 610-616.
- Rooks, D. S., J. Huang, B. E. Bierbaum, S. A. Bolus, J. Rubano, C. E. Connolly, S. Alpert, M. D. Iversen and J. N. Katz (2006). "Effect of preoperative exercise on measures of functional status in men and women undergoing total hip and knee arthroplasty." Arthritis Rheum **55**(5): 700-708.
- Santa Mina, D., H. Clarke, P. Ritvo, Y. W. Leung, A. G. Matthew, J. Katz, J. Trachtenberg and S. M. Alibhai (2014). "Effect of total-body prehabilitation on postoperative outcomes: a systematic review and meta-analysis." Physiotherapy **100**(3): 196-207.
- Skolasky, R. L., E. J. Mackenzie, S. T. Wegener and L. H. Riley, 3rd (2008). "Patient activation and adherence to physical therapy in persons undergoing spine surgery." Spine (Phila Pa 1976) **33**(21): E784-791.
- Sobottke, R., E. Aghayev, C. Roder, P. Eysel, S. K. Delank and T. Zweig (2012). "Predictors of surgical, general and follow-up complications in lumbar spinal stenosis relative to patient age as emerged from the Spine Tango Registry." Eur Spine J **21**(3): 411-417.

Tarnanen, S., M. H. Neva, H. Kautiainen, J. Ylinen, L. Pekkanen, T. Kaistila, M. Vuorenmaa and A. Hakkinen (2013). "The early changes in trunk muscle strength and disability following lumbar spine fusion." Disabil Rehabil **35**(2): 134-139.

Vogler, D., R. Paillex, M. Norberg, P. de Goumoens and J. Cabri (2008). "[Cross-cultural validation of the Oswestry disability index in French]." Ann Readapt Med Phys **51**(5): 379-385.

Chapitre 4. Article III - Feasibility of conducting an active exercise prehabilitation program in patients awaiting spinal stenosis surgery: a pilot trial

Ce chapitre inclut le troisième article de cette thèse qui a été soumis dans la revue « Scientific Reports » en avril 2018. La version présentée dans ce document correspond à celle soumise le 9 septembre 2018 suite à la première ronde de révisions.

Marchand AA¹, Suitner M², O'Shaughnessy J³, Châtillon CÉ⁴, Cantin V², Descarreaux M². Feasibility and effectiveness of an active exercise prehabilitation program for patients awaiting spinal stenosis surgery: a randomized controlled trial. *Scientific Reports* (en révision)

Affiliation des auteurs:

[1] Département d'Anatomie, Université de Montréal en extension à l'Université du Québec à Trois-Rivières

[2] Département des Sciences de l'activité physique, Université du Québec à Trois-Rivières

[3] Département de Chiropratique, Université du Québec à Trois-Rivières

[4] Département de Neurochirurgie, Centre Intégré Universitaire de Santé et de Services Sociaux de la Mauricie-et-du-Centre-du-Québec

Résumé

La préadaptation est définie comme le processus d'augmentation des capacités fonctionnelles avant une intervention chirurgicale en préparation pour la phase postopératoire. Cette étude a pour but d'évaluer la faisabilité et l'efficacité primaire d'une intervention préopératoire sur l'amélioration du portrait clinique, des capacités fonctionnelles et le rétablissement chez des patients en attente d'une chirurgie pour une sténose spinale lombaire. Les patients ont été répartis également entre un programme de réadaptation préopératoire supervisé d'une durée de 6 semaines et un groupe contrôle. L'intervention consistait en trois séances de 30 minutes par semaine. Les exercices, à intensité et complexité progressive, visait à améliorer la force et l'endurance musculaire ainsi que la stabilité vertébrale. Des mesures de faisabilité et d'efficacité ont été considérées et les données ont été recueillies lors de la rencontre initiale, 6 semaines plus tard ainsi que 6 semaines, 3 mois et 6 mois après la chirurgie. Soixante-cinq pourcent des participants admissibles ont accepté de prendre part à l'étude, desquels 5% ont abandonné avant la fin de la période d'intervention. Au total, 85% des séances d'entraînement prévues ont eu lieu sans qu'aucun effet secondaire ne soit rapporté. Des améliorations significatives ont été observées dans les amplitudes de mouvement actifs lombaires, l'intensité des douleurs à la jambe, l'endurance des muscles extenseurs du tronc et la capacité de marche en faveur du groupe expérimental au moment de l'évaluation préopératoire. Aucun effet indésirable n'a été rapporté dans l'un ou l'autre des groupes à l'étude. Les résultats montrent que la préadaptation est faisable et peut être utilisée pour améliorer de façon sécuritaire le portrait clinique et les capacités fonctionnelles des patients aux prises avec une sténose spinale lombaire. Les améliorations significatives observées en phase préopératoire ne se sont cependant pas traduites par un rétablissement postopératoire à court terme plus rapide.

Mots clés : Sténose spinale lombaire, préadaptation, chirurgie, exercice, rétablissement

Abstract

Prehabilitation is defined as the process of augmenting functional capacity before a surgery in preparation for the postoperative phase. This study intends to assess the feasibility of conducting a preoperative intervention program aimed to improve the recovery in patients awaiting surgery for lumbar spinal stenosis. Patients were allocated to either a 6-week supervised preoperative rehabilitation program or a control group. The intervention consisted of three 30-minute exercise sessions per week, aiming to improve strength, muscular endurance, and spinal stabilization with intensity and complexity of exercises being increased gradually. Feasibility and preliminary effectiveness outcomes were measured at baseline, 6 weeks later and again 6 weeks, 3 months and 6 months after surgery. Sixty-five percent of admissible participants agreed to take part in the study, of which 5% dropped out before the end of the intervention period. Eighty-eight percent of potential training sessions were delivered without adverse event. Improvements were seen in favour of the experimental group at the preoperative assessment for active ranges of motion, leg pain intensity, lumbar extensor muscle endurance and walking capacities. Results show that prehabilitation is feasible and can be used to safely improve both clinical status and physical capacities in patients with lumbar spinal stenosis.

Keys words: Lumbar spinal stenosis, Prehabilitation, Surgery, Exercise, Recovery

Introduction

With aging of the North American population, it is expected that the proportion of individuals over 65 years of age which currently represent 15% of the US population (46 million) will rise to 21% in 2030 and almost double in 2060 (98 million) (Mark Mather 2015). Similar trends are observed in Canada, with people 65 years of age and older representing 16% of the general population and 19% in the province of Quebec specifically (Institut de la Statistique du Québec, 2009). While, for the first time in history, the proportion of Canadian elderly equals that of children under the age of 14, their health care costs now account for 50% of national public expenses in health care, of which the majority is spent on hospital expenses. (Canadian Institute for Health Information, 2017) As the population continues to grow older, increasing demand is expected on health care systems.

Although Canada performs well when it comes to wait times for priority procedures (ie. cataract, hip and knee), which account for less than 50% of performed elective surgeries, the wait for elective surgery is estimated to be longer in Canada than other developed worldwide countries (Canadian Institute for Health Information, 2016). As such, despite being one of the most frequent degenerative conditions in older-aged patients (Sobottke, Aghayev et al. 2012) and the main reason for undergoing surgery in adults aged over 65 (Deyo 2010), waiting time for lumbar spinal stenosis (LSS) surgery reaches a median of 140 days from initial consultation with a spine surgeon up to a median of 349 days from primary care physician referral (Bailey, Gurr et al. 2016).

Lumbar spinal stenosis is known to cause compression and ischemia of the lumbosacral nerve roots secondary to the narrowing of central and vertebral canals most commonly brought on by degenerative changes including thickening of the articulating facet joints, infolding of the ligamentum flavum and degenerative bulging of the intervertebral discs (Katz and Harris 2008, Comer, Redmond et al. 2009, Backstrom, Whitman et al. 2011). A dominant feature of LSS is walking limitation due to neurogenic claudication characterized by unilateral or bilateral buttock, thigh or calf pain, discomfort or weakness. Symptoms are triggered by prolonged standing and walking and relieved by bending forward and sitting (Suri, Rainville et al. 2010). Neurogenic claudication causes high levels of disability, leading to a more sedentary lifestyle and loss of independence in the elderly population (Fanuele, Birkmeyer et al. 2000).

Furthermore, inactivity has numerous known deleterious effects on the musculoskeletal and cardiovascular systems that are both central to functional independence (Topp, Ditmyer et al. 2002). Similarly, there is evidence that older adults undergoing surgery who are physically active, have good nutritional state and adequate mental function have higher levels of functional health and lower postoperative complications (Lawrence, Hazuda et al. 2004). Despite unequivocal benefits of surgical interventions in patient with LSS, results based on pain and disability levels suggest incomplete long-term recovery (Fritsch, Ferreira et al. 2017).

In contrast to rehabilitation, commonly delivered postoperatively, prehabilitation is rooted in the belief that the preoperative period is a salient period to encourage patients to embrace and increase compliance to new healthy habit by educating and preparing them for the tasks that need to be completed in the postoperative period (Gillis, Feldman et al. 2015). As such, the concept of prehabilitation is defined as the process of enabling patients to better withstand the stress of surgery, and therefore prompting faster recovery, by augmenting functional capacity and physiological reserve prior to a surgical intervention (Topp, Ditmyer et al. 2002, Carli and Ferreira 2018). Indeed, prehabilitation has shown to enable postoperative reduction of pain levels and hospitalization duration, and accelerated return to baseline physical function (Santa Mina, Clarke et al. 2014). Although physiological reserve entails nutritional, metabolic and mental components, a structured exercise program is believed to be the cornerstone of prehabilitation (Carli and Scheede-Bergdahl 2015). Even though minimal research has been conducted so far regarding prehabilitation within the context of spinal surgery, patients with LSS may be one of the best population to study the effect of prehabilitation before a spine surgery considering the safety of watchful-waiting in this slowly progressing condition (Weinstein, Lurie et al. 2009).

Therefore, the main objective of this study was to assess the feasibility of conducting an active prehabilitation programme in patients awaiting decompression surgery for LSS. More specifically, we aimed to 1) estimate rates of recruitment, attrition and adherence, 2) identify estimates of variance for sample size calculation for future trial, 3) test data collection questionnaires and physical assessment procedures, and 4) ensure safety of the intervention.

Methods

Study Design

The present study was a single-blinded, two-arm randomized controlled pilot clinical trial and its detailed methods have been previously published elsewhere (Marchand, Suitner et al. 2015). The trial received ethical approval from the institutional review boards of the Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) and the Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Mauricie-et-du-Centre-du-Québec (CIUSSS-MCQ - formerly known as Centre de Santé et de Services Sociaux de Trois-Rivières) (CÉR-2014-008-00). All methods were carried out in accordance with the relevant guidelines and regulations. The trial was registered with the US National Institutes of Health Clinical Trials registry (NCT02258672; October 7th, 2014). We followed the Consolidated Standards of Reporting Trials guideline for randomized controlled trial. Informed written consent was obtained from each participant before any intervention was initiated.

Participants and setting

All patients were recruited at the Trois-Rivières' regional hospital (Quebec, Canada) in collaboration with the neurosurgery team. The inclusion criteria were the following: having a clinical history and diagnostic imaging evidence of LSS; having degenerative LSS primarily of central origin affecting one or multiple vertebral levels; awaiting LSS surgery (minimally invasive or open approach); being over 18 years of age; and being able to provide written informed consent voluntarily. Exclusion criteria included presence of non-degenerative LSS, inflammatory arthritic conditions, vertebral instability requiring non-instrumental or instrumented fusion and altered cognitive capacities; individuals deemed ineligible by their treating neurosurgeon; and being unable to understand or express oneself in French.

Sample size

Sample size determination of N=40 was guided by time constraints but also by feasibility issues related to patients' surgery rate conducted over a 1-year period at the recruitment site in

accordance with our inclusion and exclusion criteria. Furthermore, when one of the study goals is to obtain an estimate of variance in an outcome when a minimally clinically important difference between groups has already been established (meaning that only the variance needs to be estimated), it is suggested that 10 to 20 participants per group is deemed sufficient to inform feasibility and to plan for a larger study (Hertzog 2008). As one of the most important outcomes for patients with LSS is to decrease leg pain intensity (Markman, Gewandter et al. 2015), the intervention preliminary effects on this variable will be used to estimate adequate sample size for future research planning.

Randomization and minimization

Following baseline evaluation, participants were randomly allocated to one of the two groups. The main investigator opened an opaque, sealed envelope in front of the participants. The allocation sequence was computer-generated and prepared by a research assistant not involved in the study process. To ensure good balance of prognostic factors in our small sample, four minimization criteria known to delay postoperative recovery were considered 1) presence of diabetes, 2) objective motor deficits in the lower limbs (confirmed by electromyography), 3) self-reported severe disability (Oswestry Disability Index score ≥ 41 %) and 4) smoking habit.

Blinding

Participants were not blinded to intervention allocation, but content of exercise sessions was known only to those in the intervention group to prevent cross-contamination between groups. The kinesiologist involved in the training of participants did not take part in the evaluation sessions as the main investigator conducted all evaluations and follow-ups.

Intervention

Control group

Patients followed the regular hospital preoperative management and received, the day prior to surgery, standardized written information on how to keep a good back posture when getting in or out of bed and when sitting down.

Intervention group

Patients received an exercise-based intervention 3 times per week for 6 weeks prior to their surgery. Training sessions were individually supervised by a certified kinesiologist and lasted 30 minutes. Sessions began with a 5-minute warm-up which consisted of cycling (stationary) or walking (treadmill) based on participants' preference, followed by five muscular exercises with concentric or isometric phases that aim to improve muscle and structures involved in walking capacities. Each exercise intensity level was tailored to the participant's capacity and progressively modified to obtain increasing levels of difficulty in order to provide a safe, individualized and yet motivating training experience for each participant. Exercises and their progression are detailed in Figure 4.1. The intervention was performed at the Université du Québec à Trois-Rivières. For each patient, the kinesiologist used a logbook to document, for each exercise, the number of repetitions and levels of difficulty reached, perceived effort and discomfort if any, including location, intensity and character. Patients in the intervention group received the same standardized written information as the control group.

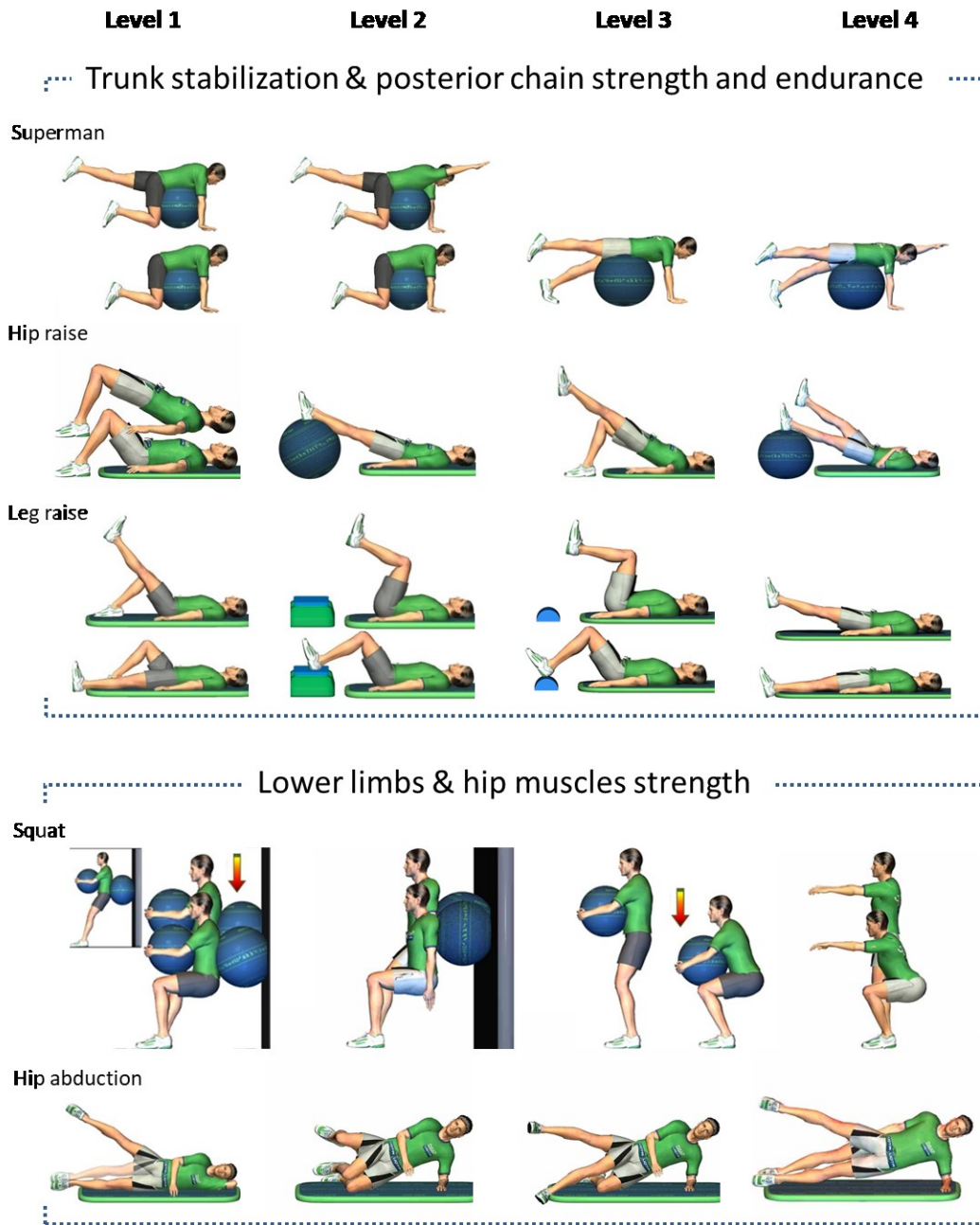


Figure 4.1 Exercise progression for the intervention group.

Outcomes

Questionnaire-based patient-reported outcome measures were collected at UQTR’s research facility at baseline, after six weeks prehabilitation intervention, and six weeks post-surgery, and by mail at three- and six-month post-surgery. Physical outcome measures were collected at UQTR’s research facility at baseline, after six weeks prehabilitation intervention, and six weeks post-surgery. A timeline illustrating the intervention and outcome assessments is presented in Figure 4.2.

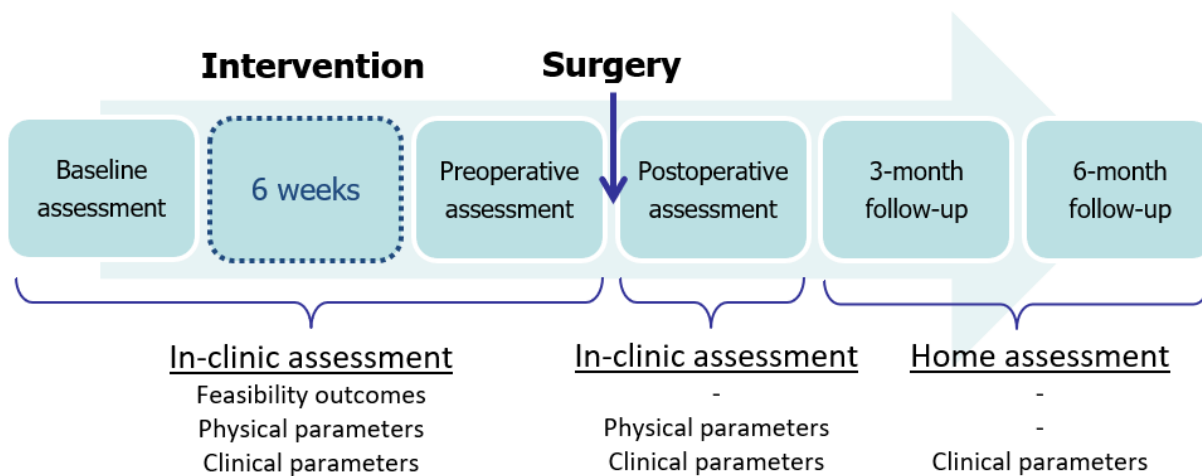


Figure 4.2 Timeline of intervention and assessments.

Primary outcome measures

Feasibility parameters

Feasibility parameters included recruitment, attrition and adherence rates and safety of the intervention. Recruitment rate was determined by the number of individuals who participated in the study out of those who were admissible and contacted by phone but refused to participate. Attrition was defined by the number of individuals who gave consent to participate in the study but dropped out before the end of the intervention period, regardless of group allocation. Adherence to the intervention was measured by using the number of exercises sessions delivered out of the theoretical number that could have been delivered based on the surgical wait time of

each participant. Safety of the intervention was determined based on the number and nature of adverse event, which was defined as symptoms flare-ups that would prevent a patient from taking part in subsequent training sessions or injuries requiring medical attention. In addition to the kinesiologist taking note of any undesirable effect during in-clinic visits, all participants were asked to report any reaction or flare-up that was not consistent with their usual pain presentation as a result of either exercise or assessment sessions.

Secondary outcome measures

Clinical outcome measures

Preliminary effectiveness of the intervention was considered using valid clinical outcomes, previously used in LSS studies and deemed relevant to the LSS patients. Patient-reported outcomes were used to document current low back and leg pain intensity (11-point Numerical Rating Scale) (Hawker, Mian et al. 2011), low back disability (Oswestry Disability Index) (Vogler, Paillex et al. 2008), quality of life (EuroQol-5D) (Coons, Rao et al. 2000) and perception of treatment effect (Patient Global Impression of Change) (Dworkin 2005). Moreover, pain medication intake was measured with daily self-reported journal and hospital chart. Additional clinical information was collected throughout the study, regarding factors considered as potential predictors of intervention response, such as fear avoidance behavior (Tampa Scale of Kinesiophobia) (French, Roach et al. 2002), and level of anxiety and depression (Beck Disability Index) (Bourque 1982). Similarly, the satisfaction related to work conditions was measured using the Minnesota Satisfaction Questionnaire (Roussel 1996) during baseline assessment only, for those employed or on sick leave at the time of the study. Lastly, perioperative data including blood loss, length of surgery, surgical technique used, intraoperative complications, and length of hospital stay were documented as potential explanatory factors of between group differences in recovery.

Physical outcome measures

Objective physical outcome measures were used to document the preliminary effects of the prehabilitation program on participants' physical conditioning. Physical tests included lumbar

extensor muscles endurance (modified Sorensen test), trunk flexor and extensor muscle strength (isometric contraction), knee extensor muscle strength (isometric contraction), active lumbar ranges of motion, walking abilities (time to first symptoms and total ambulation time), and maximal aerobic capacity. Study protocol provides further information about the selected outcomes (Marchand, Suitner et al. 2015).

Statistical methods

For between-group comparisons of demographic data and to describe feasibility outcomes, the independent Student t test for continuous variables and the chi-square test for categorical variables were used. General trends and preliminary assessment of outcomes variability over time were explored using mixed model ANOVAs were used for group comparison over time and a priori contrasts were conducted whenever significant main or interaction effects were present. Whenever baseline variables did not follow normal distribution, appropriate transformations were applied in order to conduct parametric statistics. Analyses of primary and secondary outcomes were conducted according to the intention-to-treat principle with participants analyzed according to randomly assigned treatment group irrespective of compliance. Both complete case and imputation analyses were performed. Missing data (mean number = 9.3% per table) were replaced using Winer et al.'s least squares imputation method with iteration, subtracting 1 degree of freedom from the interaction term per imputed value (Winer, 1991). Analyses were computed using Statistica 10 (Statsoft, Tulsa, OK). The level of significance was set to $p < .05$.

Results

Participants

Between February 2015 and June 2016, a total of 62 eligible patients were contacted, of whom 40 agreed to participate and were randomly assigned to the intervention (n=20) or control group (n=20) (Participants flow chart is presented in Figure 4.3). There was no significant difference between the groups with respect to baseline characteristics except for the maximum isometric lumbar strength in extension which was higher in the intervention group (Table 4.1).

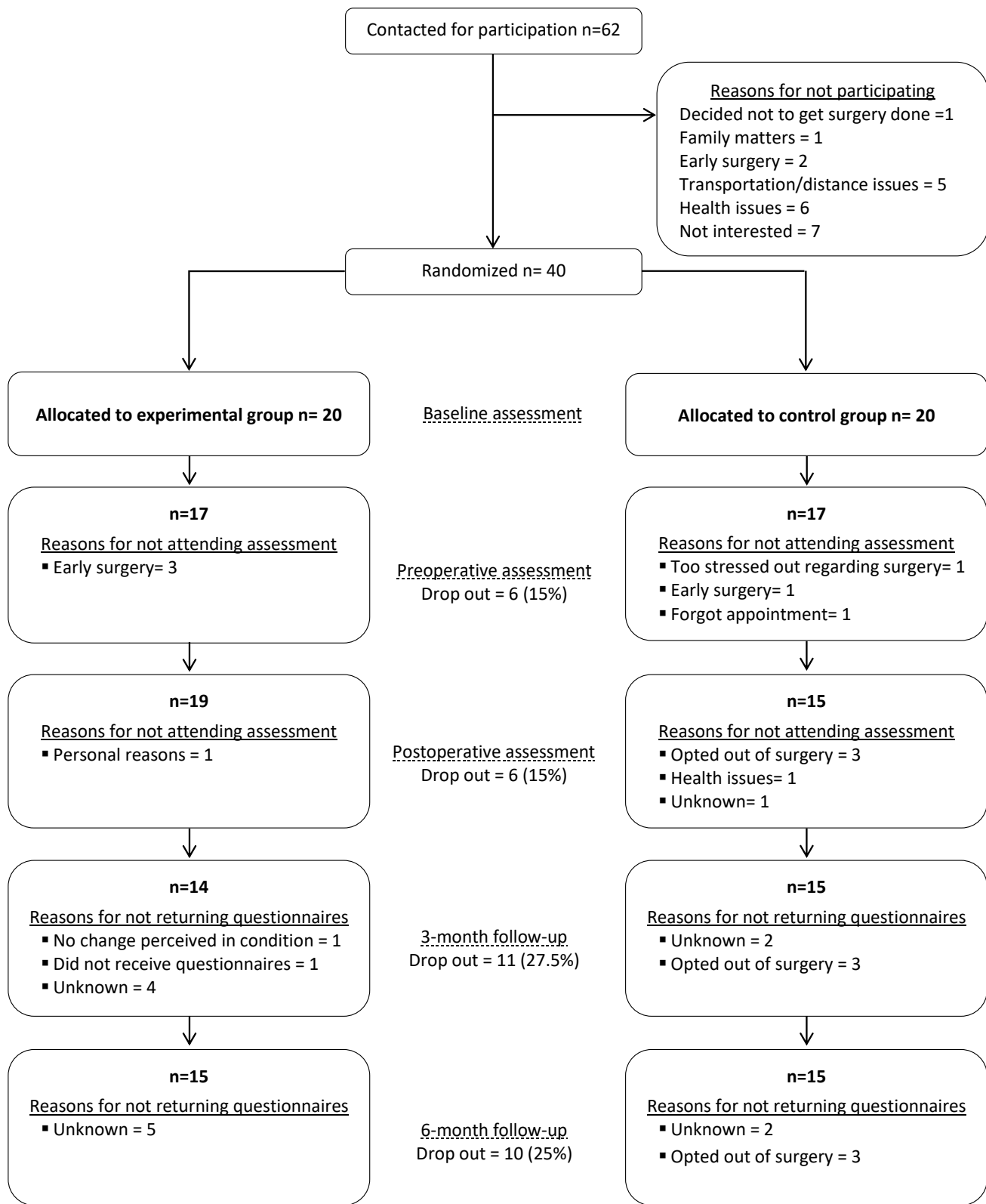


Figure 4.3 CONSORT flowchart of the randomized controlled pilot trial.

Table 4.1 Participants' baseline characteristics

	Intervention (N=20) Mean ± SD	Control (N=20) Mean ± SD	<i>p</i>
Demographics			
Age – yrs	66.7±11.6	71.5±7.3	.12
Gender, female – n (%)	9 (45)	8 (40)	.74
Weight – kg	76.68±16.43	83.11±14.79	.21
Height – cm	168.25±10.12	162.78±9.28	.10
Employment situation – n (%)			.54
Currently working	1 (5)	2 (10)	
Sick leave or retired due to pain	9 (45)	3 (15)	
Retired unrelated to pain	10 (50)	15 (75)	
†Work satisfaction - /100	85.5 ± 7.7	87.5 ± 12.0	.43
Clinical parameters			
Pain intensity – /10			
Back	5.0±3.3	5.9±2.7	.37
Leg	7.3±2.1	6.5±2.7	.29
Leg pain dominant – n (%)	15 (75)	13 (65)	.49
Weekly days with pain – (/7)	6.9±0.2	7.0±0	.33
Back disability – /100	38.8±16.5	39.5±13.5	.88
Kinesiophobia – /68	47.6±8.0	45.4±7.3	.36
Depression – /63	4.2±4.1	5.6±4.6	.30
Physical parameters			
Lumbar active ROMs – degrees			
Flexion	61±28	66±21	.50
Extension	15±8	16±5	.63
Left lateral flexion	14±7	12±5	.25
Right lateral flexion	16±8	14±6	.51
Trunk muscles strength – N·m			
Flexion	46.81±23.19	44.79±31.47	.82
Extension	40.73±31.85	22.76±22.02	.04*
Knee extensor strength – lbs	56.93±30.6	56.48±30.9	.96
Lumbar extensor endurance – sec	38.46±52.7	19.97±22.6	.15
Walking capacities – sec			
Time to 1 st symptoms	121±101	101±83	.49
Total ambulation time	189±99	183±160	.89

* Statistically significant difference between groups; † results based on 2 participants from the intervention group and 2 from the control group.

Feasibility

Recruitment rate reached 65% with the main reasons for non-participation being lack of interest (N=7; 32%), concomitance of health issues believed to prevent taking part in a physical training program or overall self-perceived poor physical condition (N=6; 27%), and transportation difficulties such as being unable to drive by oneself or living in a distant city (N=5; 23%).

Attrition rate at the preoperative assessment was 5% with two participants from the intervention group dropping-out for reasons unrelated to the proposed exercises. Two weeks before the end of the program, one started to experience bouts of increased leg pain known to happen periodically and did not want to exercise through pain (completed 11/18 training sessions). The other one had vacations planned and did not want to risk decreasing the effects of a cortisone injection she was about to receive (completed 2/18 training sessions). No participants from the control group dropped-out before the preoperative assessment.

Adherence to the protocol

A total of 8 participants completed all 18 training sessions as planned (40% compliance) whereas 9 completed more than 50% of sessions (range:11-17) and 3 less than 50% (range: 2-7). Considering that the intervention period was shortened for some participants due to the variable rate of surgical operation for elective surgeries, we can consider that a maximum of 326 sessions could be provided to participants yielding a compliance rate of 88% (288/326). Main reasons for not completing all training sessions, aside from early surgery and the ones mentioned for attrition included lack of transportation, funeral, medical appointments and headache episodes related to a concussion.

Adverse event

No adverse events were reported as a result of the training program or physical assessments at any point in time.

Perceived change in global status was described as more favorable in the intervention group (mean±SD: 2.8±1.2) compared to the control group (mean± SD: 4.4±1.1) at the preoperative assessment ($t_{31} = 3.9$, $p < .001$). In the intervention group 66% reported “improvements” (=very much better, much better, or slightly better) compared to 13% in the control group ($\chi^2_{33} = 9.5$,

p=.002). Five percent reported “worsening” (=very much worse, much worse, or slightly worse) in the intervention group compared with 40% in the control group ($\chi^2_{33}=5.8$, p=.01).

Satisfaction

Satisfaction (mean±SD) regarding the intervention program was rated at 93.7% ±9.1 by 19 of the participants. One participant did not provide a satisfaction score given its short participation duration.

Satisfaction rates regarding postoperative outcomes were similar in both groups with results (mean±SD) for back pain reaching 83.7%±25.9 in the intervention group and 80%±25.3 in the control group ($t_{31}=0.4$, p=.68). Similarly, satisfaction rate for the postoperative results regarding leg pain reached 84.4%±20.9 in the intervention group and 83.1%±26.5 in the control group ($t_{31}=0.2$, p=.87).

Perioperative data

No between group differences were found regarding perioperative variables and length of hospital stay. Results are presented in Table 4.2.

Table 4.2. Perioperative data

	Intervention (n=20) Mean ± SD	Control (n=17) Mean ± SD	p
*Reported physical activity at the preoperative assessment (n)	7	6	.73
Length of surgery (min)	108.9±56.7	109.7±75.37	.97
Blood loss (ml)	120.0±141.8	220.6±269.2	.15
Intraoperative complication (n)	0	1	
Length of hospital stay (days)	3.6±4.0	4.2±2.6	.61
Minimally invasive approach (n)	5	2	.30
Open approach (n)	15	15	1
Received physiotherapy postoperatively (n)	2	2	1

* Data provided based on n=20 per group. Types of physical activity included treadmill or outdoor walking, stationary or outdoor bicycling, fall risk prevention program, and performing the prehabilitation exercise on off days. Physiotherapy consisted on one hospital-based or home-based visit to ensure adequate independency. The intraoperative complication was a dural tear.

Treatment fidelity

The process of defining the components of the training sessions was undertaken by three clinical experts familiar with the LSS population but working in different fields (kinesiology, chiropractic and neurosurgery). Clinicians met to agree on a treatment protocol based on current scientific evidence and decided on a set of standardised exercise progression. One certified kinesiologist having a background with the elderly population was employed to provide the intervention to study participants. Initial training of the therapist included discussion on the pathophysiological process and clinical manifestations of LSS with research team members, review of the exercise proper execution and their progression as well as familiarisation with data recording using the study logbook. One study coordinator accompanied the kinesiologist during the first few visits and acted as an external observer to ensure that treatment was delivered as planned and offered feedback when needed. The only reasons that required temporary modifications to the standard procedure were back pain when lying down during the leg raise exercise (n=7), the inability to kneel on the floor because of knee pain during the superman exercise (n=2), and loss of balance during the squat exercise (n=1).

Preliminary testing of intervention effectiveness

Case complete and imputation analyses yielded similar results for primary outcomes. Imputed data analyses are presented from here on. Significant Group x Time interactions were found between the baseline and the preoperative assessment in favor of the intervention group for active lumbar extension ($F_{2,53}=6.29$, $p=.003$, $\eta^2=.12$ (large effect size)) and flexion ($F_{2,62}=5.01$, $p=.009$, $\eta^2=.08$ (medium effect size)) ranges of motion; leg pain intensity ($F_{4,114}=6.95$, $p<.001$, $\eta^2=.06$ (medium effect size), Figure 4.4); total ambulation time ($F_{2,62}=4.08$, $p=.02$, $\eta^2=.05$ (medium effect size), Figure 4.5); and low back extensor muscles endurance ($F_{2,62}=5.76$, $p=.05$, $\eta^2=.09$ (medium effect size), Figure 4.6). These differences were not maintained at the postoperative and follow-ups assessments. Secondary covariance analyses were conducted on the trunk muscles strength in extension variable with adjustment made for baseline values. A significant difference was found in favor of the intervention group at the preoperative assessment ($p<.001$).

Numerous variables improved in both groups overtime, including depression and anxiety ($F_{4,118}= 19.1, p<.001$), low back pain intensity ($F_{4,114}=18.1, p<.001$), trunk muscles strength in flexion ($F_{2,62}=4.9, p=.009$), low back related disability ($F_{4,116}=40.6, p<.001$), and kinesiophobia ($F_{4,118}=16.1, p<.001$). Results are presented by group based on clinical and physical outcomes for all time point in Table 4.3 and 4.4 respectively.

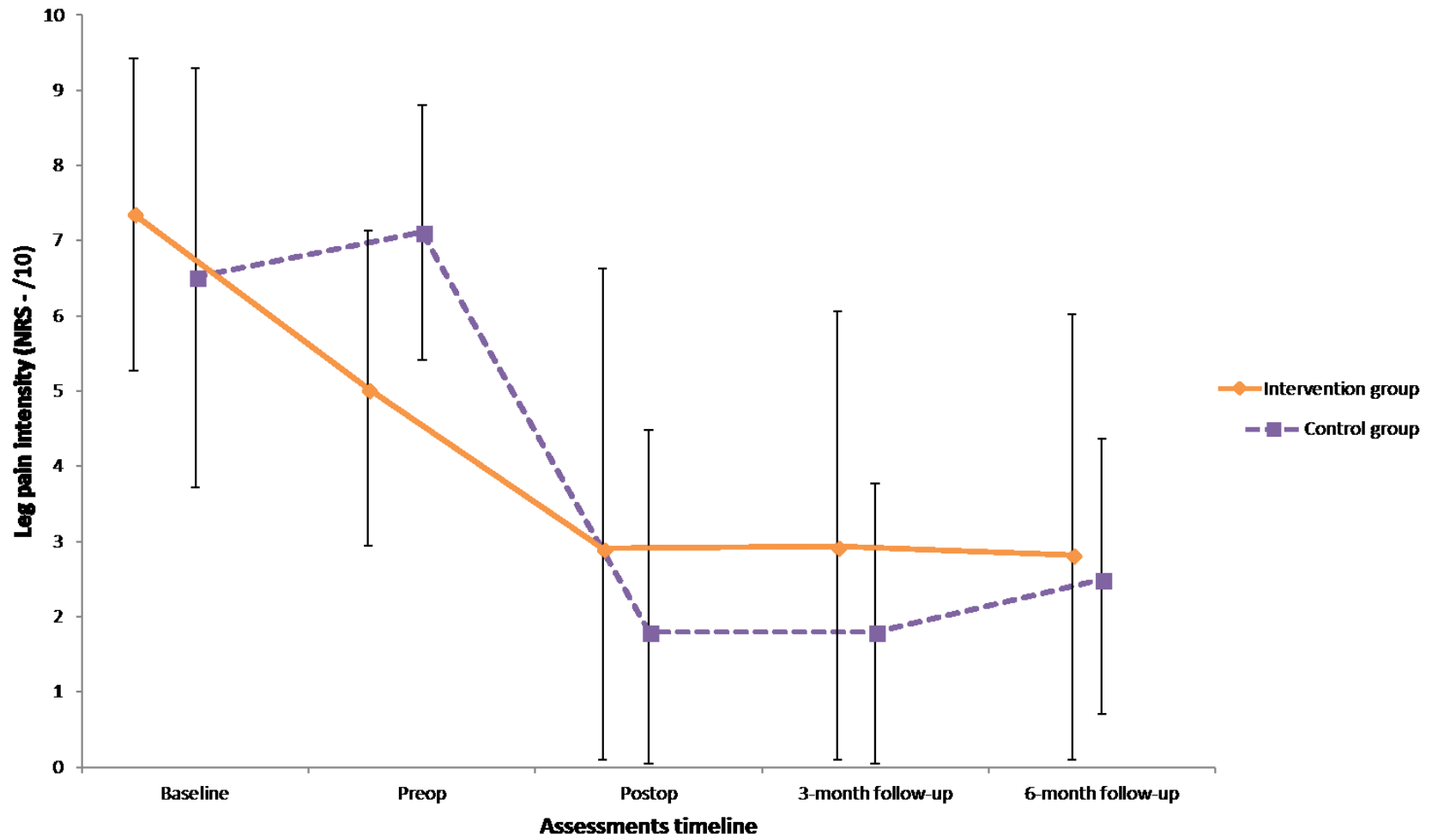


Figure 4.4 Leg pain intensity.

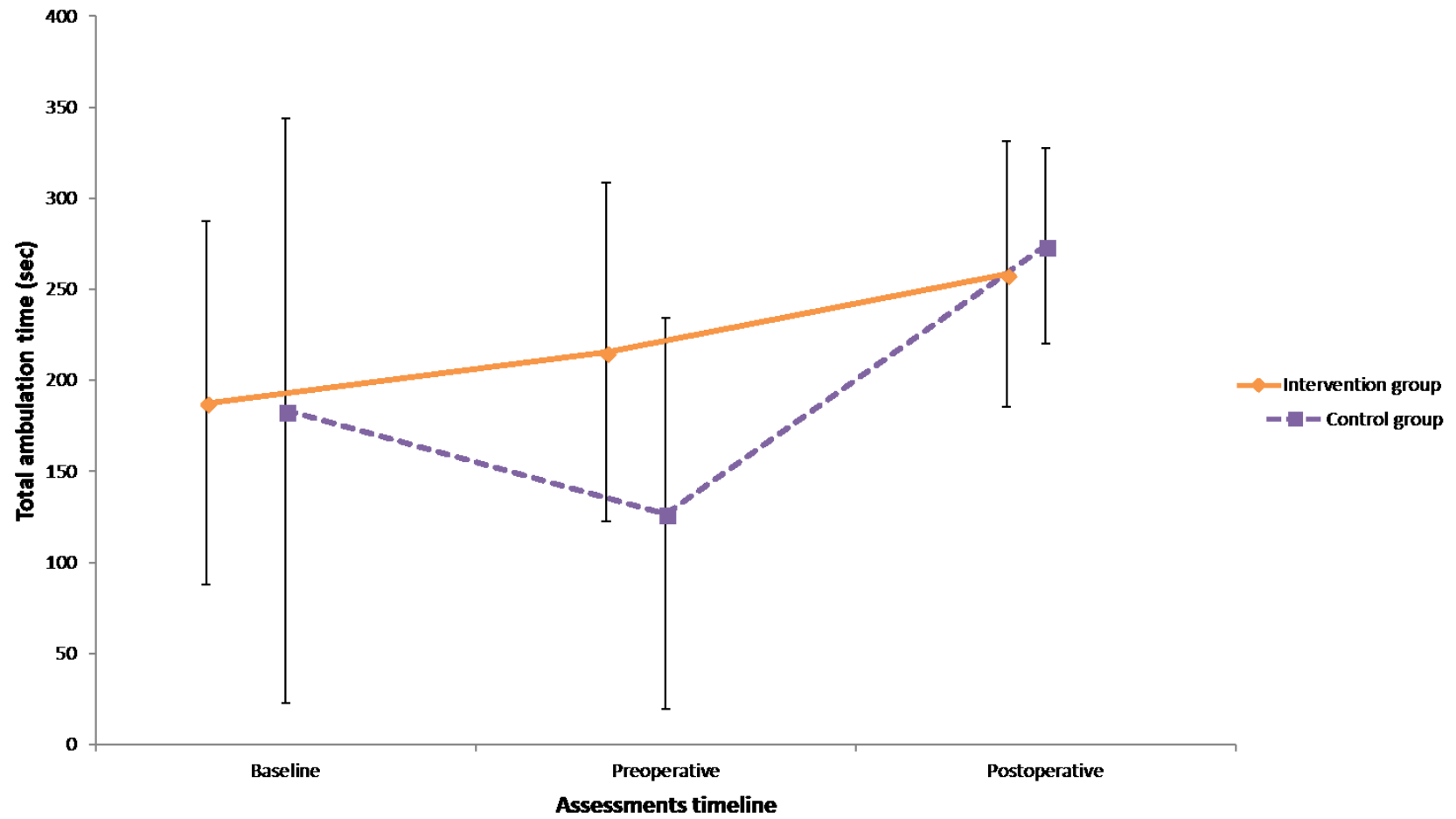


Figure 4.5 Total ambulation time.

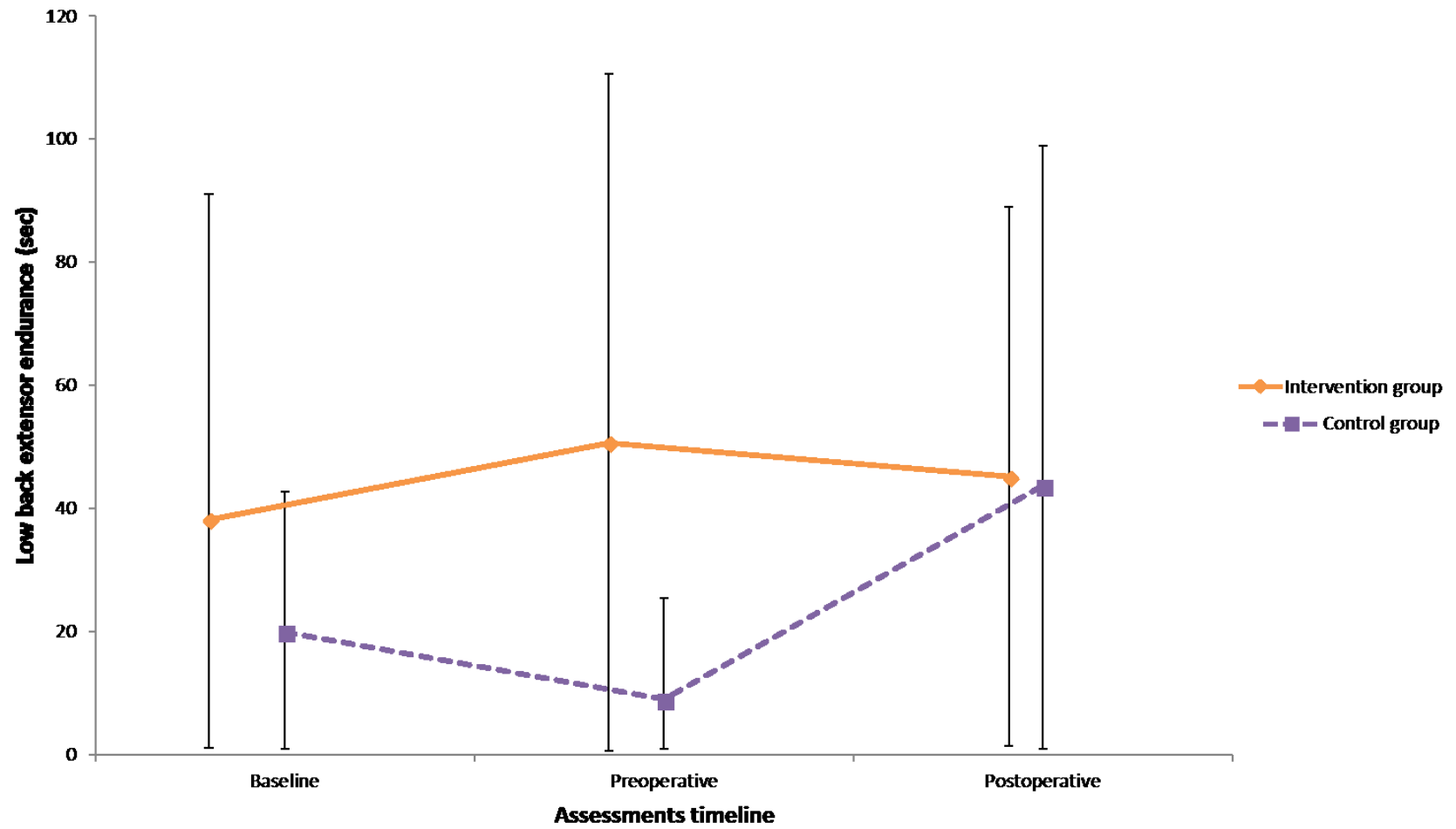


Figure 4.6 Low back extensor muscles endurance.

Table 4.3 Results for clinical outcome measures

	Group	Baseline		Preoperative		Postoperative		3-month		6-month	
		Mean ±SD	95% CI	Mean ±SD	95% CI	Mean ±SD	95% CI	Mean±SD	95% CI	Mean ±SD	95% CI
NRS Back pain /10	Int	5.1 ± 3.3	(3.5 – 6.6)	4.6 ± 2.3	(3.4 – 5.7)	2.7 ± 2.3	(1.6 – 3.8)	1.8 ± 1.2	(1.0 – 2.5)	2.9 ± 2.9	(1.3 – 4.6)
	Control	5.9 ± 2.7	(4.6 – 7.2)	5.6 ± 2.7	(4.3 – 7.0)	3.4 ± 2.8	(1.8 – 5.0)	2.8 ± 2.4	(1.5 – 4.1)	3.5 ± 2.3	(2.4 – 4.8)
NRS leg pain /10	Int	7.4 ± 2.1	(6.4 – 8.3)	5.0 ± 2.1	(3.9 – 6.1)	2.9 ± 3.7	(1.1 – 4.7)	2.9 ± 3.1	(1.1 – 4.7)	2.8 ± 3.2	(0.9 – 4.6)
	Control	6.5 ± 2.8	(5.2 – 7.8)	7.1 ± 1.7	(6.3 – 8.0)	1.8 ± 2.7	(0.3 – 3.3)	1.8 ± 2.0	(0.7 – 2.9)	2.5 ± 1.9	(1.4 – 3.6)
Back disability /100	Int	38.8 ± 16.5	(31.1 – 46.6)	37.2 ± 15.3	(29.6 – 44.8)	20.4 ± 15.4	(13 – 27.8)	20.3 ± 13.7	(12 – 28.6)	16.4 ± 19.0	(5.9 – 27.0)
	Control	39.5 ± 13.5	(33.2 – 45.8)	40.4 ± 14.7	(32.8 – 48.0)	15.5 ± 15.9	(6.7 – 24.4)	23.5 ± 13.5	(16.0 – 31.0)	22.9 ± 12.9	(16.0 – 29.8)
Kinesiophobia /68	Int	47.6 ± 8.0	(43.8 – 51.4)	46.1 ± 7.1	(42.6 – 49.6)	39.8 ± 8.8	(35.5 – 44.1)	39.4 ± 7.9	(34.8 – 44.0)	37.5 ± 7.5	(33.3 – 41.6)
	Control	45.4 ± 7.3	(42.0 – 48.8)	48.3 ± 7.6	(44.4 – 52.2)	38.6 ± 9.6	(33.3 – 43.9)	41.1 ± 7.8	(36.8 – 45.5)	40.7 ± 10.5	(35.2 – 46.1)
Depression /63	Int	4.2 ± 4.1	(2.3 – 6.1)	4.5 ± 5.1	(2.0 – 7.0)	2.7 ± 3.7	(0.9 – 4.5)	2.7 ± 2.6	(1.2 – 4.2)	2.1 ± 2.2	(0.8 – 3.4)
	Control	5.7 ± 4.6	(3.5 – 7.8)	5.8 ± 5.9	(2.8 – 8.9)	2.3 ± 3.6	(0.3 – 4.3)	4.2 ± 4.6	(1.6 – 6.8)	3.5 ± 3.5	(1.7 – 5.3)

Int = intervention; SD = Standard Deviation; CI = Confidence Interval; NRS = Numerical Rating Scale.

Table 4.4 Results for physical outcome measures

	Group	Baseline		Preoperative		Postoperative	
		Mean ±SD	95% CI	Mean ±SD	95% CI	Mean ±SD	95% CI
Trunk muscles strength N·m							
Flexion	Int	46.8 ± 23.2	(36.0 – 57.7)	55.1 ± 28.1	(40.7 – 69.5)	51.5 ± 29.0	(37.5 – 65.5)
	Control	44.8 ± 31.5	(29.6 – 60.0)	43.7 ± 29.5	(28.0 – 59.4)	47.6 ± 26.4	(33.0 – 62.2)
Extension	Int	40.7 ± 31.9	(25.8 – 55.6)	74.8 ± 69.4	(39.1 – 110.5)	45.2 ± 47.9	(22.0 – 68.3)
	Control	22.8 ± 22.0	(12.1 – 33.4)	29.1 ± 25.2	(15.7 – 42.5)	40.1 ± 39.1	(18.4 – 61.7)
Lumbar active ROMs (degrees)							
Flexion	Int	61 ± 28	(48 – 74)	66 ± 22	(54 – 78)	68 ± 19	(58 – 77)
	Control	66 ± 21.9	(56 – 77.0)	61 ± 27	(46 – 75)	74 ± 14	(66 – 82)
Extension	Int	15 ± 8	(10 – 19)	18 ± 6	(14 – 22)	18 ± 7	(14 – 21)
	Control	16 ± 5	(13 – 19)	13 ± 7	(9 – 17)	15 ± 6	(12 – 19)
Left lateral flexion	Int	15 ± 7	(11 – 18)	17 ± 8	(13 – 22)	14 ± 5	(11 -17)
	Control	12 ± 5	(10 – 15)	12 ± 5	(9 – 14)	14 ± 5	(11-17)
Right lateral flexion	Int	16 ± 8	(12 – 20)	16 ± 7	(13 – 20)	14 ± 6	(11 – 17)
	Control	14 ± 6	(11 – 17)	12 ± 5	(9 – 15)	17 ± 6	(13 – 21)
Knee extensors strength – lbs	Int	56.9 ± 30.6	(42.6 – 71.3)	64.1 ± 33.8	(45.3 – 82.8)	63.3 ± 39.7	(42.8 – 83.7)
	Control	56.5 ± 30.9	(42.0 – 71.0)	53.5 ± 36.5	(34 – 72.9)	58.4 ± 30.4	(41.5 – 75.2)
Lumbar extensors endurance – sec	Int	38.5 ± 52.7	(13.8 – 63.1)	50.9 ± 59.8	(20.2 – 81.6)	45.5 ± 43.6	(23.8 – 67.1)
	Control	20.0 ± 22.7	(9.4 – 30.6)	9.0 ± 16.4	(0.3 – 17.7)	43.7 ± 55.2	(13.2 – 74.3)
Walking capacities – sec							
Time to 1st symptoms	Int	121.4 ± 101.2	(74 – 168.7)	140.5 ± 98.3	(90.0 – 191.1)	208.4 ± 120.2	(150.5 – 266.4)
	Control	101.0 ± 83.1	(62.1 – 139.9)	61.3 ± 59.0	(29.8 – 92.7)	186.4 ± 128.9	(115.0 – 257.8)
Total ambulation time	Int	189.1 ± 99.6	(142.5 – 235.6)	216.8 ± 92.8	(169.1 – 264.5)	259.6 ± 72.7	(223.4 – 295.7)
	Control	183.4 ± 160.6	(108.2 – 258.5)	126.8 ± 107.4	(69.6 – 184.0)	274.1 ± 53.7	(244.3 – 303.8)

Int= intervention; SD = Standard Deviation; CI= Confidence Interval; ROM= Ranges of Motion.

Changes in quality of life were considered by comparing proportions of patients reporting improvement in each of the five dimensions for each assessment. No between group significant difference was found at any time point (all $p > .05$).

Lumbar extensor muscles endurance

Imputation of missing data was not possible for lumbar extensor muscle endurance due to the significant number of participants (10/40) who were unable or unwilling to perform the task. For those who achieved a 20% improvement in endurance time intervention group (6/20) compared to (1/20) for the control group $p = .03$ at the preoperative assessment. Results were no longer significant $p = .72$ at the postoperative assessment (5/20 and 6/20 for the intervention and control group respectively).

Excluded outcomes

Following completion of the study, outcomes related to cardiovascular capacity and pain medication intake were deemed uninterpretable for this specific sample of LSS population. Out of 40 participants, 21 presented with high blood pressure managed with beta-blockers which mode of action is to limit increase in heart rate. Consequently, heart rate plateaued during the early stage of the test, making it impossible to attain the 85% of maximal capacity required to proceed to linear extrapolation in order to compute VO_2 max values. Furthermore, in participants not reporting hypertension, low physical capacities prevented 14 of them to take part in the cardiovascular evaluation, leaving only five participants being able to complete the test. Furthermore, participants took their pain medication as prescribed; regardless of pain intensity both before and after the operation in fear of seeing the symptoms reappear or increase.

Sample size estimate

Based on the medium effect size estimate derived from the leg pain intensity data, and considering a significance level of $p = .05$, a power of 90%, and a 20% attrition rate an estimated 58 total patients would be required to detect significant between-group differences. This estimate will be used in the subsequent full-scale randomized trial assessing the effectiveness of the prehabilitation intervention.

Discussion

The main objective of the present study was to assess the feasibility of conducting an active prehabilitation program in patients with lumbar spinal stenosis. Results showed that prehabilitation is both feasible and well tolerated despite commonly observed symptoms fluctuation. In addition, preliminary testing of intervention effectiveness showed improved outcomes in both clinical and physical parameters at the preoperative assessment in favor of the prehabilitation group. However, at the postoperative assessment and follow-ups, these differences had leveled out. Most outcomes showed similar trend with improvements seen at the preoperative assessment in favor of the intervention group while the control group remained stable or worsened over time, which reflects the potential added benefits of participating in prehabilitation in the context of spine surgery. In addition, outcomes that were clinically and statistically significant were the ones deemed important by the participants, namely leg pain intensity and walking abilities (Markman, Gewandter et al. 2015).

Perceived low health status and transport logistic were reported as the main obstacles for not taking part in the study. In-home telerehabilitation has been reported to yield similar results in patients after total knee arthroplasty compared to face-to-face rehabilitation (Moffet, Tousignant et al. 2017). Such alternative should be considered in patients that show good execution of the proposed exercises. Poor self-perceived health and high pain intensity have been associated with kinesiophobia in individuals over 65 years of age (Larsson, Ekvall Hansson et al. 2016). In this sample of LSS patients, walking was considered the most common form of physical activity one would undertake if in a pain free context. Given that all participants had limited walking capacities based on the nature of their condition, and that very few of them had continued taking part in social activities (i.e golf, bowling), they tend to refer to walking as the sole potential physical activity when answering the Tampa Scale of Kinesiophobia. Not surprisingly, fear avoidance scores were relatively high and may explain the belief that if one has a hard time walking, which is related to as a basic everyday activity, undertaking any other form of more complex physical activity may appear unrealistic. Providing in depth information to patients regarding how LSS affects their body and means to get round walking incapacities while staying active may open the door to more effectively engaging older patients in improving

physical capacities. Surprisingly, no adverse event was reported in the present study. However, it can be expected that most patients with low physical fitness would experience temporary delayed onset muscle soreness, at least following the first few exercise sessions. One could argue that in clinical settings even such benign and transient and adverse event, may discourage participation in prehabilitation programs. The lack of observed adverse event also emphasizes the importance of proper supervision of participants to ensure appropriate execution of movements especially in the early phase of exercise implementation.

A possible reason that explain the lack of between group differences at the postoperative assessment might be that the major positive impact brought on by the surgery outweighs that of the prehabilitation program. Furthermore, prehabilitation may only have a significant postoperative impact on recurrence of symptoms later down the road rather than immediate benefits. A longer follow-up period should be included in future studies assessing the effectiveness of prehabilitation to allow a better understanding of its potential short and long-term effects. Similarly, a better documentation of concomitant painful conditions, especially those affecting the lower back region and lower limbs that have the potential to influence patients' postoperative physical performances and clinical status seems warranted. Finally, participants in the control group may have had less fear of performing physical tests after the surgical intervention compared to the preoperative period, although this was not reflected in the kinesiophobia scores. Preliminary results of effectiveness should be interpreted with caution as the study was not adequately powered to answer hypothesis testing.

Very few published studies have reported on the effect of prehabilitation within the context of spine surgery. Nielsen et al. (Nielsen, Jorgensen et al. 2010) looked at the impact of combined prehabilitation and early rehabilitation in patients awaiting elective spine surgery for degenerative disease that included both low back and radiating pain. The intervention consisted in a 6 to 8 weeks daily individualized home training program, supplemental food intake and early in-hospital rehabilitation. The intervention group reported increased function at the time of operation and recovered and left hospital significantly earlier than the hospital standard care group. In addition, a greater proportion of patients (53%) in the intervention group reported being "very satisfied" regarding the overall treatment (compared to 21% for the control group).

Although it is not possible to tease out the effectiveness of each intervention components from the Nielsen study, those results may suggest that a multimodal prehabilitation program is more beneficial in improving immediate postoperative recovery. More recently, Lindbäck et al. (Lindbäck, Tropp et al. 2017) reported on the effectiveness of a 9-week presurgery physiotherapy program performed bi-weekly combined with a behavioral approach to reduce fear avoidance and increase activity level. The physiotherapy group was significantly improved after receiving the intervention with between group differences found in low back disability, back pain intensity, quality of life, fear avoidance, self-efficacy and depression. Although they did include degenerative lumbar spine disorders (including disc herniation, spondylolisthesis, degenerative disc disease) 65% of the sample had received a diagnosis of LSS. Follow-ups at 3- and 12-month post-surgery did not show significant group difference except for a larger proportion of patients in the physiotherapy group reporting higher physical activity level at the 1-year follow-up. Similarly to the Nielsen's study and ours, patients in the physiotherapy group were more likely to report improvements than patients in the waiting-list group after the presurgery intervention (49% compared to 17%).

The lack of difference observed between the two groups for some of the outcomes may be explained by the short duration of the intervention. Although a longer intervention could be thought of as ideal to test the full extent of the responses to the intervention, reality is that once patients have opted for surgery, the length of the preoperative delay becomes unpredictable. Similarly, given that physical changes may only be observed over longer period of time it was deemed necessary to add simpler functional tests that would better reflect patients' activities of daily living. As such, the full scale randomized controlled trial will include the 30 second sit-to-stand (Jones, Rikli et al. 1999) and the timed up and go (Podsiadlo and Richardson 1991) tests. These tests will allow for the measurement of progress regarding balance, sit to stand, and walking capacities. In addition, due to the fact that no self-reported outcome measures specific to lumbar spinal stenosis is available in French we instead used outcomes commonly reported in the low back pain literature to measure the clinical incapacities. Although the walking section of the ODI has been shown to be highly correlated to objective walking distance (Tomkins-Lane, Battie et al. 2014), the participants in our sample found that the questionnaire did not completely capture their daily challenges. As a matter of fact, little changes were observed for

the total ODI score throughout the study period despite global perceived change. This observation highlighted the need for a French adaptation and validation of the Swiss Spinal Stenosis questionnaire original version (Stucki, Liang et al. 1995, Stucki, Daltroy et al. 1996).

In light of the limited evidence available regarding prehabilitation within the context of spine surgery, the strengths and limitations of the study should be discussed. The population awaiting surgery was homogenous and the proposed intervention was tailored to individual participants' physical capacities. One kinesiologist delivered all exercise sessions which limits inter-individual variation and a potential clinician effect. The study used a pragmatic approach echoing the realities of the Quebec's public health care system which was reflected in the variability of the surgical waiting-list length. If the program was to be offered as part of the public health care regimen it is expected that not all patients would be able to attend a predetermined number of training sessions, therefore prompting the importance to document the effects of the intervention based on different length of time. Patients came from different geographic regions within the province of Quebec, making the results generalizable to provinces with similar health care system. From a methodological perspective, imputation was used to deal with missing data, allowing to preserve reasonable power when conducting the statistical analyses. On the other hand, the principal investigator was aware of the participants' group allocation when conducting assessments, potentially introducing bias as the assessor may have acted differently with participants from the intervention group than with those from the control group.

Conclusion

The main objective of the present study was to establish the feasibility of a 6-week preoperative exercise program in patients awaiting elective surgery for LSS and our findings suggest that it is both feasible and safe to train a population presenting a deconditioned physical status, combined with severe pain and disability. The second objective was to document the primary effectiveness of the prehabilitation program on both preoperative and postoperative clinical and physical parameters. The graded individual exercise program seems to have a beneficial effect on decreasing leg pain intensity, and increasing active lumbar ranges of motion, low back

extensor muscles endurance and walking capacities preoperatively. Further studies are necessary to assess the effectiveness of physical exercise as a stand-alone intervention or as part of a multimodal approach to prehabilitation with patients awaiting elective spine surgery.

References

Backstrom, K. M., J. M. Whitman and T. W. Flynn (2011). "Lumbar spinal stenosis-diagnosis and management of the aging spine." Man Ther **16**(4): 308-317.

Bailey, C. S., K. R. Gurr, S. I. Bailey, D. Taylor, M. P. Rosas-Arellano, C. Tallon, Y. Bureau and J. C. Urquhart (2016). "Does the wait for lumbar degenerative spinal stenosis surgery have a detrimental effect on patient outcomes? A prospective observational study." CMAJ Open **4**(2): E185-193.

Bourque, P. B., D. (1982). "Étude psychométrique du questionnaire de dépression de Beck auprès d'un échantillon d'étudiants universitaires francophones [Psychometric study of the Beck Depression Inventory on a sample of French-speaking university students]. ." Canadian Journal of Behavioural Science / Revue canadienne des sciences du comportement **14**(3): 211-218.

Canadian Institute for Health Information. How Canada Compares: Results From The Commonwealth Fund's 2016 International Health Policy Survey of Adults in 11 Countries. Ottawa, O. C.

Carli, F. and V. Ferreira (2018). "Prehabilitation: a new area of integration between geriatricians, anesthesiologists, and exercise therapists." Aging Clinical and Experimental Research.

Carli, F. and C. Scheede-Bergdahl (2015). "Prehabilitation to enhance perioperative care." Anesthesiol Clin **33**(1): 17-33.

Comer, C. M., A. C. Redmond, H. A. Bird and P. G. Conaghan (2009). "Assessment and management of neurogenic claudication associated with lumbar spinal stenosis in a UK primary care musculoskeletal service: a survey of current practice among physiotherapists." BMC Musculoskelet Disord **10**: 121.

Coons, S. J., S. Rao, D. L. Keininger and R. D. Hays (2000). "A comparative review of generic quality-of-life instruments." Pharmacoeconomics **17**(1): 13-35.

Deyo, R. A. (2010). "Treatment of lumbar spinal stenosis: a balancing act." Spine J **10**(7): 625-627.

Fanuele, J. C., N. J. Birkmeyer, W. A. Abdu, T. D. Tosteson and J. N. Weinstein (2000). "The impact of spinal problems on the health status of patients: have we underestimated the effect?" Spine (Phila Pa 1976) **25**(12): 1509-1514.

French, D. J., P. J. Roach and S. Mayes (2002). "Peur du mouvement chez des accidentés du travail: L'Échelle de Kinésiophobie de Tampa (EKT)." Canadian Journal of Behavioural Science / Revue canadienne des sciences du comportement **34**(1): 28-33.

Gillis, C., L. S. Feldman, A. Gamsa and F. Carli (2015). "In reply." Anesthesiology **122**(6): 1438-1439.

Hawker, G. A., S. Mian, T. Kendzerska and M. French (2011). "Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP)." Arthritis Care Res (Hoboken) **63 Suppl 11**: S240-252.

Hertzog, M. A. (2008). "Considerations in determining sample size for pilot studies." Res Nurs Health **31**(2): 180-191.

Institut canadien d'information sur la santé. Tendances des dépenses nationales de santé, à. O., ON : ICIS; 2017.

Jones, C. J., R. E. Rikli and W. C. Beam (1999). "A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults." Res Q Exerc Sport **70**(2): 113-119.

Katz, J. N. and M. B. Harris (2008). "Clinical practice. Lumbar spinal stenosis." N Engl J Med **358**(8): 818-825.

Larsson, C., E. Ekvall Hansson, K. Sundquist and U. Jakobsson (2016). "Kinesiophobia and its relation to pain characteristics and cognitive affective variables in older adults with chronic pain." BMC Geriatrics **16**: 128.

Lawrence, V. A., H. P. Hazuda, J. E. Cornell, T. Pederson, P. T. Bradshaw, C. D. Mulrow and C. P. Page (2004). "Functional independence after major abdominal surgery in the elderly." J Am Coll Surg **199**(5): 762-772.

Lindbäck, Y., H. Tropp, P. Enthoven, A. Abbott and B. Öberg (2017). "Prepare: pre-surgery physiotherapy for patients with degenerative lumbar spine disorder: a randomized controlled trial." The Spine Journal.

Marchand, A. A., M. Suitner, J. O'Shaughnessy, C. E. Chatillon, V. Cantin and M. Descarreaux (2015). "Effects of a prehabilitation program on patients' recovery following spinal stenosis surgery: study protocol for a randomized controlled trial." Trials **16**: 483.

Mark Mather, L. A. J., Kelvin M. Pollard (2015). "Aging in the United States." Population Bulletin **70**(2).

Markman, J. D., J. S. Gewandter, M. E. Frazer, C. Pittman, X. Cai, K. V. Patel, B. S. Jahromi, R. H. Dworkin, L. B. Burke and J. T. Farrar (2015). "Evaluation of outcome measures for neurogenic claudication: A patient-centered approach." Neurology **85**(14): 1250-1256.

Moffet, H., M. Tousignant, S. Nadeau, C. Merette, P. Boissy, H. Corriveau, F. Marquis, F. Cabana, E. L. Belzile, P. Ranger and R. Dimentberg (2017). "Patient Satisfaction with In-Home Telerehabilitation After Total Knee Arthroplasty: Results from a Randomized Controlled Trial." Telemed J E Health **23**(2): 80-87.

Nielsen, P. R., L. D. Jorgensen, B. Dahl, T. Pedersen and H. Tonnesen (2010). "Prehabilitation and early rehabilitation after spinal surgery: randomized clinical trial." Clin Rehabil **24**(2): 137-148.

Podsiadlo, D. and S. Richardson (1991). "The Timed "Up & Go": A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons." Journal of the American Geriatrics Society **39**(2): 142-148.

Roussel, P. P. (1996). Rémunération, motivation et satisfaction au travail, Economica, Collection Recherche en Gestion.

Sobottke, R., E. Aghayev, C. Roder, P. Eysel, S. K. Delank and T. Zweig (2012). "Predictors of surgical, general and follow-up complications in lumbar spinal stenosis relative to patient age as emerged from the Spine Tango Registry." Eur Spine J **21**(3): 411-417.

Statistique Canada, D. d. l. d., Estimations de la population, adapté par l'Institut de la statistique du Québec (ISQ), site Web de l'ISQ, 27 septembre 2017.

Stucki, G., L. Daltroy, M. H. Liang, S. J. Lipson, A. H. Fossel and J. N. Katz (1996). "Measurement properties of a self-administered outcome measure in lumbar spinal stenosis." Spine (Phila Pa 1976) **21**(7): 796-803.

Stucki, G., M. H. Liang, A. H. Fossel and J. N. Katz (1995). "Relative responsiveness of condition-specific and generic health status measures in degenerative lumbar spinal stenosis." J Clin Epidemiol **48**(11): 1369-1378.

Suri, P., J. Rainville, L. Kalichman and J. N. Katz (2010). "Does This Older Adult With Lower Extremity Pain Have the Clinical Syndrome of Lumbar Spinal Stenosis?" Jama **304**(23): 2628-2636.

Tomkins-Lane, C. C., M. C. Battie and L. G. Macedo (2014). "Longitudinal construct validity and responsiveness of measures of walking capacity in individuals with lumbar spinal stenosis." Spine J **14**(9): 1936-1943.

Topp, R., M. Ditmyer, K. King, K. Doherty and J. Hornyak, 3rd (2002). "The effect of bed rest and potential of prehabilitation on patients in the intensive care unit." AACN Clin Issues **13**(2): 263-276.

Vogler, D., R. Paillex, M. Norberg, P. de Goumoens and J. Cabri (2008). "[Cross-cultural validation of the Oswestry disability index in French]." Ann Readapt Med Phys **51**(5): 379-385.

Weinstein, J. N., J. D. Lurie, T. D. Tosteson, W. Zhao, E. A. Blood, A. N. A. Tosteson, N. Birkmeyer, H. Herkowitz, M. Longley, L. Lenke, S. Emery and S. S. Hu (2009). "Surgical Compared with Nonoperative Treatment for Lumbar Degenerative Spondylolisthesis: Four-Year Results in the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) Randomized and Observational Cohorts." The Journal of Bone and Joint Surgery. American volume. **91**(6): 1295-1304.

Winer, B. J., Brown, D. R., Michels, K. M. (1991). Statistical principles in experimental design, New York: McGraw-Hill.

Chapitre 5. Article IV - French-Canadian adaptation and validation of the Swiss Spinal Stenosis Questionnaire for patients with lumbar spinal stenosis

Ce chapitre inclut le quatrième article de cette thèse qui a été accepté pour publication dans la revue « Spine » le 11 septembre 2018.

Marchand AA¹, Tétreau C², O'Shaughnessy J³, Descarreaux M². French-Canadian adaptation and validation of the Swiss Spinal Stenosis Questionnaire for patients with lumbar spinal stenosis. *Spine* 2018

Affiliation des auteurs:

[1] Département d'Anatomie, Université de Montréal en extension à l'Université du Québec à Trois-Rivières

[2] Département des Sciences de l'activité physique, Université du Québec à Trois-Rivières

[3] Département de Chiropratique, Université du Québec à Trois-Rivières

Résumé

Devis expérimental : Étude observationnelle prospective.

Objectif : L'objectif de cette étude était d'évaluer la fiabilité et la validité de la version francophone canadienne (FCSSSQ) du questionnaire auto-rapporté Swiss Spinal Stenosis Questionnaire (SSSQ).

Résumé des connaissances actuelles : Le SSSQ est un outil validé dans le contexte de la sténose spinale lombaire et est utilisé dans l'évaluation de la douleur, la fonction et la satisfaction des patients envers les soins reçus.

Méthodes : La traduction et l'adaptation francophone de la version originale du questionnaire SSSQ ont été effectuées selon une approche en 4 étapes soient : (1) la traduction; (2) la synthèse; (3) la révision par le comité expert; et finalement (4) la mise à l'essai de la version pré-finale du questionnaire. Les propriétés psychométriques ont par la suite été déterminées chez des patients ayant subi une chirurgie par décompression vertébrale pour une sténose spinale lombaire dégénérative. Les patients ont complété la nouvelle version du questionnaire SSSQ, une échelle numérique d'évaluation de la douleur, et l'échelle d'incapacité Oswestry. La fiabilité test-retest a été mesurée en utilisant le score de Kappa pondéré et le coefficient de corrélation intraclasse. La validité conceptuelle a été évaluée par l'utilisation du coefficient de corrélation de Spearman et la réactivité au changement par la réponse moyenne standardisée ainsi que l'aire sous la courbe de la sensibilité/spécificité. Les effets de plancher et de plafond tout comme la cohérence interne ont également été évalués.

Résultats : Vingt-cinq et cinquante patients ont respectivement été inclus dans les processus d'adaptation et de validation du questionnaire francophone. La fiabilité test-retest du score total du FCSSSQ s'est révélée être excellente (ICC=0.996 95% CI 0.938-0.982). Des valeurs élevées du coefficient de corrélation de Spearman ont également été trouvées entre le score total du FCSSSQ et l'intensité des douleurs à la jambe (0.801), l'intensité des douleurs lombaires (0.705) et le score d'incapacité (0.825). La capacité du nouveau questionnaire à détecter le changement était satisfaisante avec une aire sous la courbe de 0.875 (95% CI 0.744-1.0).

Le plus petit score total possible a été observé chez 5 patients (10%) alors qu'aucun d'entre eux n'a rapporté le score le plus élevé possible. Le coefficient α de Cronbach a donné des valeurs entre 0.810 et 0.945 indiquant une cohérence interne allant de bonne à excellente.

Conclusion : La version francophone du SSSQ est valide et fiable tout comme la version originale anglophone. Cette nouvelle version facilitera le travail des cliniciens et chercheurs qui documentent les changements dans la condition ainsi que la satisfaction des patients traités pour une sténose spinale lombaire.

Mots clés : sténose spinale lombaire, questionnaire, propriétés psychométriques, validité, fiabilité, traduction, test-retest, cohérence interne, effets de plancher et plafond, Swiss Spinal Stenosis Questionnaire.

Abstract

Study Design. Observational prospective study.

Objective. The study objective was to assess the reliability and validity of the French-Canadian version (FCSSSQ) of the Swiss Spinal Stenosis questionnaire (SSSQ).

Summary of Background Data. The SSSQ is a validated disease-specific tool developed to assess pain, function and satisfaction with care in patients with lumbar spinal stenosis (LSS).

Methods. The French-Canadian translation and adaptation of the SSSQ was completed following a 4-stage approach: (1) forward translation; (2) synthesis; (3) expert committee review; and (4) testing of the questionnaire prefinal version. Psychometric properties were subsequently determined in patients who had undergone decompressive surgery for degenerative LSS. Patients completed the SSSQ adapted version, the Numerical Rating Scale and the Oswestry Disability Index. Test-retest reliability was assessed with weighted Kappa score and intraclass correlation coefficient. Construct validity was evaluated using the Spearman correlation coefficient and responsiveness with the mean standardized response as well as the area under the receiver operating characteristic curve (AUROC). Floor and ceiling effects and internal consistency were also evaluated.

Results. Twenty-five and fifty patients were included for the adaptation and validation processes respectively. The test-retest reliability of the FCSSSQ total score was excellent (ICC=0.996 95% CI 0.938-0.982). High Spearman correlation coefficients were also found between the total FCSSSQ score and the leg pain NRS (0.801), back pain NRS (0.705) and the ODI (0.825) scores. External responsiveness analysis was satisfactory with an AUROC of 0.875 (95% CI 0.744-1.0). The lowest FCSSSQ possible score was observed in 5 patients (10%) whereas no patients reported the highest possible score. The Cronbach α coefficient ranged from 0.810 to 0.945 indicating good to excellent internal consistency.

Conclusions. The French-Canadian version of the SSSQ is a reliable and valid questionnaire consistent with the original English version. This new version will help French-speaking clinicians and scientists document changes in condition and treatment satisfaction in patients with LSS.

Key Words: lumbar spinal stenosis, questionnaire, psychometric properties, validity, reliability, translation, test-retest, internal consistency, floor and ceiling effects, Swiss Spinal Stenosis questionnaire.

Key Points.

The Swiss Spinal Stenosis questionnaire is a condition-specific, self-reported instrument that assesses symptoms severity, physical functional and patient satisfaction.

The Swiss Spinal Stenosis questionnaire has made the object of numerous translations, but no validated French version is currently available.

In this study, we show that the French-Canadian adapted version of the Swiss Spinal Stenosis questionnaire has excellent test-rest reliability, internal consistency and construct validity, and low floor and ceiling effects.

The French-Canadian version of the Swiss Spinal Stenosis questionnaire will help French-speaking clinicians and scientists document changes in condition and treatment satisfaction in patients with lumbar spinal stenosis.

Mini Abstract

The Swiss Spinal Stenosis questionnaire is a tool for patients with lumbar spinal stenosis (LSS). In this study, we propose a French-Canadian adapted version that is reliable and valid consistent with the original English version. This version should help French-Speaking clinicians and scientists document changes in patients with LSS.

Introduction

Lumbar spinal stenosis (LSS) affects 9% of the general population and up to 47% of adults over 60 years of age (Kalichman, Cole et al. 2009). The main cause of LSS is the narrowing of the spinal central canal, usually a consequence of degenerative changes affecting its surrounding structures (Bogduk 2012). Neurologic claudication, the hallmark of LSS, is often associated with severe pain, resulting in disability and physical limitations (Ammendolia, Schneider et al. 2017). Commonly reported symptoms include buttock, thigh or calf pain, numbness or weakness in the lower limb, sometimes associated with lower back pain, provoked by prolonged standing or walking, and relieved by sitting with the lumbar spine in flexion (Deyo 2010).

Although the condition is well documented, in absence of definite diagnostic criteria, its diagnosis is based on an integration of factors including history taking, physical examination and imaging studies that correlate to patients' presentation (Tomkins-Lane, Melloh et al. 2016). Different clinical tools are used to assess the impacts of LSS on patients, most of them being derived from low back pain and lower limb functional outcome measures, such as the Visual Analogue Scale, the Oswestry Disability Index (ODI), and the Self-Pace Walking Test.

The use of the Swiss Spinal Stenosis Questionnaire is recommended to quantify outcome in patients with spinal stenosis (Kreiner, Shaffer et al. 2013). The Swiss Spinal Stenosis Questionnaire, also called the Zurich claudication questionnaire, was originally developed in 1995 to complement other generic health instruments in the outcome evaluation of patients with LSS (Stucki, Daltroy et al. 1996). The questionnaire was designed to specifically and comprehensively assess symptoms and functional deficits of the neuroischemic syndrome displayed in LSS as well as patient satisfaction with the results of elective decompressive surgery (Stucki, Liang et al. 1995, Stucki, Daltroy et al. 1996). This condition-specific self-reported outcome measure evaluates patients' perspective on symptoms and physical function over the previous month according to a typical day. Testing of the original questionnaire psychometric properties showed good reliability (Pratt, Fairbank et al. 2002) and validity (Comer, Conaghan et al. 2011). To our knowledge, this questionnaire has already been adapted in various languages including, Iranian (Azimi, Ghandehari et al. 2014), German (Wertli,

Steurer et al. 2014), Spanish (Hidalgo Ovejero, Menendez Garcia et al. 2015), Iranian (Heshmati and Mirzaee 2018), Polish (Tomaszewski, Klosinski et al. 2017), and Japanese (Hara, Matsudaira et al. 2016), but no French translation exists.

The aim of this study was to translate and culturally adapt the original English version of the SSSQ for the French-Canadian population and to assess the validity and reliability of this new version.

Materials and Methods

The study received ethical approval from the institutional review boards of the Université du Québec à Trois-Rivières (CÉR-2014-008-00) and informed written consent was provided by all participants.

Cultural adaptation

Translation

The cross-cultural adaption process of the original English version of the Swiss Spinal Stenosis Questionnaire to French-Canadian was based on the “Guidelines for the process of cross-cultural adaptation of self-report measures” proposed by Beaton et al. (Beaton, Bombardier et al. 2000). All stages of the suggested process were followed with the exception of “back translation” since recent data suggest that no added value arises from this additional step (Epstein, Osborne et al. 2015). Therefore, the translation process included the following four stages: 1) Forward translation, 2) Synthesis, 3) Expert committee review and 4) Testing of the prefinal questionnaire.

Stage 1: Forward Translation

Two bilingual native French-Canadian translators initially performed an independent forward translation of the original questionnaire. As suggested by the followed guidelines, these two translators possessed a different background, with one having considerable experience with the

target population in clinical setting (CT) and the other one presenting a rich body of scientific experience in various fields although not presenting any medical or clinical background (GC).

Stage 2: Synthesis

Subsequently, the two translators met to compare their version and reached agreement on a preliminary synthesized version. Uncertainties raised around item interpretation were brought on to the expert committee for review.

Stage 3: Expert committee review

The expert committee consisted of a scientist familiar with the cultural adaptation process (MD), two health care providers (AAM and JO), one patient who recently underwent spinal decompression surgery for LSS, one neurosurgeon familiar with the LSS population, and the two translators (GC and CT). The committee addressed all concerns brought up in the previous stage and achieved consensus to produce a prefinal version. Moreover, authors of the original version were contacted regarding the satisfaction subscale and whether or not it was designed for the sole purpose of assessing postsurgical satisfaction or the effects of any type of intervention.

Stage 4: Pretesting

The prefinal version was submitted to patients who had undergone decompression surgery (without fusion) for LSS at the Trois-Rivières regional hospital and had previously participated in a prehabilitation randomized controlled trial with our research team. Exclusion criteria included presence of inflammatory arthritic conditions, altered cognitive capacities, and being unable to understand or express oneself in French. Participants were asked to complete the prefinal French-Canadian SSSQ (FCSSSQ) and provided sociodemographic characteristics (age, educational level, time since LSS diagnostic and time since surgery was performed). Participants also completed a short questionnaire inquiring about the level of clarity for each of the 3 subscales (Likert scale from 1=not at all, to 5=absolutely) and participants' interpretation of questions 11 and 12. In addition, they were asked to identify the questions they found to be the most problematic, and to formulate any comments regarding the overall questionnaire. A team member (AAM or JO) followed up with all participants that partially completed the

questionnaires or judged them as unclear to further investigate participants' experience. Figure 5.1 presents the timeline with completion time points for the testing of the prefinal questionnaire and the psychometric properties evaluation of the final version.

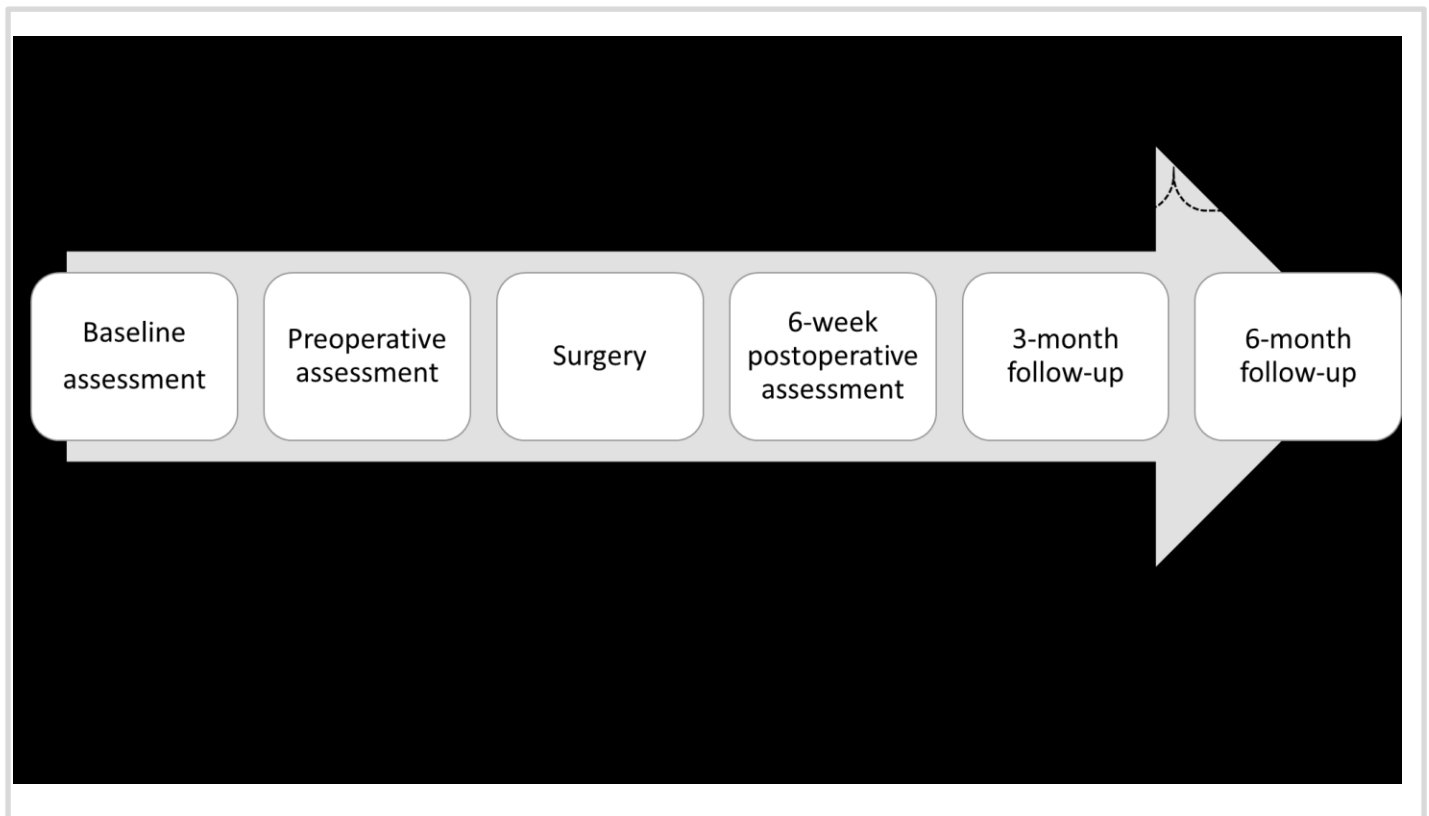


Figure 5.1 Timeline of the different data collection time points for the testing of the FCSSSQ prefinal version and the evaluation of the FCSSSQ final version psychometric properties.

Evaluation of psychometric properties

Participants

Fifty participants were recruited for the validation process from an ongoing research project that included patients who underwent spinal decompression surgery for spinal stenosis. Exclusion criteria were consistent with the ones previously mentioned. Sample size was determined

following the recommendation that 50 participants is deemed sufficient for reliability and floor and ceiling effects analyses (Terwee, Bot et al. 2007).

Test-Retest Reliability

Reliability refers the level of similarity between test-retest measures in stable individuals (Terwee, Bot et al. 2007). Participants were therefore asked to complete the French-Canadian version of the SSS questionnaire twice at a 48h interval. The length of this interval was chosen so patients would present a limited modification of their state while limiting recall bias following the first completion of the questionnaire. In order to ensure that the patient's condition had not changed significantly, pain intensity on a numerical rating scale (NRS) was collected at both assessment time-points. Participants reporting a difference of 20 points or more on the pain NRS were excluded from the test-retest reliability analysis. Statistical analyses consisted of intra-class correlation coefficient (ICC) using a two-way mixed model to compare SSS questionnaire scores obtained at baseline and 48h later combined with weighted Cohen's Kappa coefficient to compare each item individually. Reliability coefficients range from 0 to 1, where a coefficient of 0.01–0.20 is referred as no to slight agreement, 0.21–0.40 as fair, 0.41–0.60 as moderate, 0.61–0.80 as substantial, and 0.81–1.00 as almost perfect agreement (McHugh 2012). In this study, a coefficient ≥ 0.7 was considered satisfactory (Terwee, Bot et al. 2007).

Construct validity

Construct validity refers to the relation that exists between data collected with different measurement tools which are hypothetically linked to each other in a way that is theory logical and coherent (Terwee, Bot et al. 2007). Projected hypotheses included strong correlations between SSS questionnaire score and both the pain NRS (leg and back pain intensity) and the Oswestry Disability Index (ODI) scores as these questionnaires are frequently used to assess pain and functional capacities in lumbar spinal stenosis population (Tomkins-Lane, Battie et al. 2014). Construct validity was analysed using Spearman rank correlation coefficients between SSS questionnaire, ODI and pain NRS scores at baseline. Coefficient < 0.30 , $0.30-0.60$ and > 0.60 were considered to indicate low, moderate and high correlations, respectively (Andresen 2000).

Responsiveness

External responsiveness represents the extent to which a questionnaire can detect, although minimal, clinically important difference over time (Husted, Cook et al. 2000, Terwee, Bot et al. 2007). In addition, internal responsiveness refers to the capacity of an assessment tool to yield different results over a predetermined timeframe (Husted, Cook et al. 2000). In this study, external responsiveness was measured using the area under the receiver operating characteristics curve (AUROC) to identify patients whose functional limitations remain unchanged according to the ODI as an external criterion. Given that a difference of 11 points on the 100 points ODI scale is considered the minimal clinically important difference (Lauridsen, Hartvigsen et al. 2006), this threshold was used. An AUROC ≥ 0.7 was considered adequate (Terwee, Bot et al. 2007). For internal responsiveness, comparison in time were measured twice. First, presurgical FCSSSQ score was compared to the 6-week postsurgical score, where the most effect was expected to occur. Second, the postoperative score of FCSSSQ was compare with that of a repeated measure at 6- to 8-week follow-up, where it was expected that not much change would occur. A value of ≤ 0.2 , 0.5 and ≥ 0.8 represents a small, moderate and large change, respectively (Husted, Cook et al. 2000).

Floor and ceiling effects

Floor and ceiling effects indicate if a measurement tool can discriminate ratings at the extreme ends of the scale. If more than 15% of respondents obtain respectively the minimal or maximal score, a floor or ceiling effect is considered to be present (Terwee, Bot et al. 2007). These effects limit content validity since some difference in participants' characteristics may not be adequately assessed. Floor and ceiling effects also impair responsiveness because modification in respondent's condition may not be reflected by substantial changes in one's responses. The SSSQ scores range from 18 to 79, which are often converted into percentage, thus ranging from 22.78% (18/79) to 100% (79/79). Floor and ceiling effects were analysed with baseline SSS questionnaire scores by calculating the frequency of lowest and highest possible score and a threshold of $\leq 15\%$ was considered acceptable (Terwee, Bot et al. 2007).

Internal consistency

Internal consistency reflects the homogeneity of the elements of a scale or subscale in order to measure a specific concept (Terwee, Bot et al. 2007). The SSSQ has three subscales consisting of symptom severity (items 1-7), physical function (items scale 8-12) and patient's satisfaction with treatment (items 13-18). Baseline scores were computed separately for each of the three subscales and were analysed using the Cronbach's α which range from 0, meaning there is no correlation, to 1, indicating a perfect correlation between the items. A result lower than 0.70 indicates a lack of similarity between item answers in a given subscale, suggesting it evaluates different concepts while a result higher than 0.95 indicates overlapping items (Terwee, Bot et al. 2007).

Statistical analysis

All statistical analyses were computed using the SPSS Statistics version 24.0 for Windows (IBM Corp, Armonk, NY). The Shapiro-Wilk and Kolmogorov-Smirnov tests were used to verify the normal distribution for all parameters and determine adequate statistic tests. Descriptive statistics were used to examine participant's baseline characteristics.

Results

Forward translation, Synthesis, and Expert committee Review

Although authors acknowledge that measures of distance are nowadays most commonly reported in meters instead of feet, to accommodate older participants, both imperial and international systems of units were retained for question 8 responses pertaining to the distance one was able to walk over the past month.

Testing of the Prefinal version of the questionnaire

Twenty-five participants completed the prefinal version of the FCSSSQ. Participants' mean age was representative of LSS population (71 ± 8.7 years) and females and males were equally represented (52% and 48% respectively). All participants had undergone surgery at the time of

data collection (mean time since surgery= 8±4.5 months). In terms of educational level, the majority had a degree (64%), with high school being the most frequent (37.5%). Table 5.1 presents participants' baseline characteristics.

Table 5.1 Participants' characteristics for testing of the prefinal version (n=25)

	Mean ± SD	Range
Age (year)	71±8.7	(53-86)
Females (n)	13 (52%)	
Educational level (n)		
No degree	9 (36%)	
High school degree	6 (24%)	
Professional degree	3 (12%)	
Collegial degree	4 (16%)	
University degree	3 (12%)	
Time since diagnostic (months)	22.7±17.2	(5-72)
Time since surgery (months)	8.0±4.5	(1-14)

SD indicates standard deviation

Of the 25 completed FCSSSQ, 5 individual forms were identified as not properly completed. Two participants failed to answer question 2 based on the fact that “no pain” was not part of the multiple choices offered. Two other participants chose multiple answers (questions 1-4 and 6 respectively), and one additional participant indicated he would have scored between 2 proposed answers on question 17. In response to these observations, the committee decided to modify the first answer item of question 2 to “*Aucune douleur ou moins d'une fois par semaine*” (No pain or less than once a week). In addition, a short introduction was added mentioning that only one item per question should be checked.

The expert committee was concerned that participants would not perceive any difference between questions 11 and 12 of the physical function scale. The overall understanding of these 2 specific questions was assessed by asking participants to define in their own words what was meant by “Have you walked around the different rooms in your house or apartment?” (question 11) and “Have you walked from your bedroom to the bathroom?” (question 12). As expected only 41% of the participants identified the 2 questions as being different with the first one

pertaining to being able to walk around for activities of daily living or pleasure, and the second one pertaining to only being able to move around for necessary activities such as going to the bathroom.

To emphasize the distinction between the 2 questions, the concepts of necessity versus leisure were incorporated within the appropriate sentence. As such, the sentence “*Avez-vous marché dans les différentes pièces de votre maison ou de votre appartement?* (Have you walked around the different rooms in your house or apartment?)” became “*Avez-vous marché pour le plaisir dans les différentes pièces de votre maison ou appartement (ex. de la cuisine au salon pour regarder la télévision)?* ” (Have you walked for leisure around the different rooms in your house or apartment?). Similarly, the sentence “*Vous êtes-vous déplacé de votre chambre à la salle de bain* ” (Have you walked from your bedroom to the bathroom?) became “*Avez-vous effectué des déplacements nécessaires (ex. de votre chambre à la salle de bain)?* ” (Have you moved around for essential needs (ie. from your bedroom to the bathroom). In addition, questions 11 and 12 were swapped in the final version of the questionnaire to accentuate the nature of the questions, that is “necessity” first, then “leisure”.

The overall understanding of the prefinal version of the FCSSSQ was assessed for all 3 subscales independently (symptoms severity, physical function, and satisfaction) using a 5-point Likert scale (1= not at all; 5 = absolutely). The subscales were overall well understood with the most common answer being 5. Results were as follow for the symptom severity subscale (5=49%; 4=43%; 2= 8%), the physical function subscale (5= 73%; 4= 23%; 3= 4%), and the satisfaction subscale (5= 67%; 4= 33%). One of the main concerns raised by participants was having concomitant painful conditions (i.e. hip, knee and low back arthrosis) and whether these should be taken into consideration when completing the questionnaire. The introduction paragraph now includes a short description of the questionnaire aim (i.e. it pertains to LSS related symptoms and its impact on everyday function) and mentions that any other concomitant painful conditions should not be considered when answering the questionnaire.

Another comment was made regarding the fact that questions 1, 3 and 4 were quite similar. Indeed, questions 3 (back or buttock pain intensity) and 4 (leg or foot pain intensity) are a

breakdown of question 1 (overall back, buttock and leg pain intensity). To clarify this breakdown into pain presentation we added “only” at the end of questions 3 and 4. Furthermore, participants who rated the questions “not at all” clearly specified that their evaluation reflected the fact that they had a hard time evaluating their symptoms given that they were quite variable over time. Considering that their evaluation was based on the ease of selecting an answer rather than the items clarity itself, and that the questionnaire could not accommodate for symptoms variability, it was decided not to bring any modification to the questionnaire current format.

It should be noted that with the aim to simplify the questionnaire overall visual appearance, the questions were numbered with Arabic numbers and the item answers were identified with check boxes.

Evaluation of psychometric properties

Patients’ baseline characteristics are presented in Table 5.2.

Table 5.2 Participants’ baseline characteristics for the validation process (n=50)

Variables	Mean±SD
Age	69.0± 7.5
Female (n (%))	24 (48%)
Height (cm)	167.3±11.2
Weight (kg)	79.6±18.9
Leg pain dominant (n(%))	36 (72%)
Leg pain NRS (0-10)	7.0±2.3
Back pain NRS (0-10)	5.5±2.9
ODI	36.6±15.4
FCSSSQ (18-55)	38.7±4.1

NRS indicates Numerical Rating Scale; ODI Oswestry Disability Index; SD standard deviation; FCSSSQ French-Canadian Swiss Spinal Stenosis Questionnaire

Test-Retest Reliability

The FCSSSQ reliability analyses yielded ICCs of 0.996 (95% CI 0.938-0.982) for the global score, 0.941 (95% CI 0.892-0.968) for the symptom severity subscale, 0.903 (95% CI 0.826-0.947) for the function subscale, and 0.970 (95% CI 0.944-0.984) for the satisfaction subscale.

Weighted Cohen κ coefficients ranged from 0.448 to 1.0 for the 18 items. One (5.5%) items had a moderate agreement, 9 (50%) had a substantial agreement, and 8 (44.5%) had an almost perfect agreement. Results are presented in table 5.3.

Table 5.3 Test-retest reliability of the FCSSSQ assessed by calculating ICC and weighted Cohen κ coefficient with 95% CI

Items	ICC	95% CI
Total score	0.996	0.938-0.982
Symptom severity subscale	0.941	0.892-0.968
Physical function subscale	0.903	0.826-0.947
Satisfaction subscale	0.970	0.944-0.984
1	0.818	0.692-0.944
2	0.627	0.433-0.821
3	0.766	0.640-0.893
4	0.816	0.695-0.937
5	0.784	0.674-0.894
6	0.705	0.531-0.878
7	0.683	0.487-0.879
8	0.663	0.440-0.885
9	0.713	0.562-0.864
10	0.807	0.651-0.963
11	0.844	0.659-1.028
12	0.448	0.214-0.681
13	1.00	1.00-1.00
14	0.866	0.735-0.997
15	0.900	0.807-0.993
16	0.819	0.688-0.950
17	0.732	0.576-0.888
18	0.713	0.534-0.891

ICC indicates intraclass correlation coefficient; CI confidence interval; FCSSSQ French-Canadian Swiss Spinal Stenosis Questionnaire

Construct Validity

For convergent validity high Spearman correlation coefficients were found between the total FCSSSQ score and the leg pain NRS (0.801), back pain NRS (0.705) and the ODI (0.825). Results are presented in table 5.4.

Table 5.4 Spearman correlation coefficients between the FCSSSQ and the other questionnaires

Instruments	FCSSSQ total	FCSSSQ symptom severity subscale	FCSSSQ physical function subscale
FCSSSQ symptom severity subscale	0.974	-	
FCSSSQ physical function subscale	0.893	0.823	-
Leg pain NRS	0.801	0.795	0.745
Back pain NRS	0.705	0.724	0.687
ODI	0.825	0.824	0.848

FCSSSQ indicates French-Canadian Swiss Spinal Stenosis Questionnaire; NRS Numerical Rating Scale; ODI Oswestry Disability Index

Responsiveness

Forty-five participants returned the responsiveness questionnaires. Internal responsiveness analyses yielded an effect size of 0.06 (95% CI 0.04-.018) and a standardized response mean of 0.17 (95% CI -0.13-0.52) when using data from 6-week and 3-month postoperatively. When measured with baseline and postoperative data the effect size was of 3.67 (95% CI 2.72-5.16) and the standardized response mean of 3.27 (95% CI 2.2-4.36). External responsiveness analysis indicated an AUROC of 0.875 (95% CI 0.744-1.0).

Floor and ceiling effects

Five participants (10%) had the minimum possible score of 18 on the French FCSSSQ at baseline and none had the maximum score of 79. These participants scored 0 (n=2), 2 (n=1), 3 (n=1), or 4 (n=1) on the ODI.

Internal Consistency

The Cronbach α coefficient was 0.916 for the symptoms subscale, 0.810 for the function subscale and 0.945 for the satisfaction subscale, showing a good to excellent internal consistency.

Discussion

The objective of this study was to translate and culturally adapt the original English version of the SSSQ for the French-Canadian population and subsequently assess the reliability and validity of this new version.

Few linguistic issues arose during the translation process, which were all resolved by consensus. Implication of a patient representative proved to be useful to ensure that the range of symptoms and life impacts were clearly captured. Testing of the prefinal FCSSSQ indicated that the prefinal version was generally well understood. However, based on participants' comments, the expert committee brought minor changes that would improve the questionnaire's clarity without impacting the content validity. The most important change was the addition of a short heading to provide patients with context and instructions regarding how to complete the questionnaire.

According to this study, the test-retest reliability of the proposed French-Canadian translation of the SSSQ is excellent when considering the total score but also for every subscale individually (all ICCs >0.90). In the original validation of the SSSQ article, Spearman rank correlation coefficient values were 0.94 for the symptom severity and physical function scales and 0.96 for the satisfaction scale. Weighted Cohen κ coefficient for each individual item ranged from 0.448 to 1.0 in the present study which resembles the results reported for the original tool (i.e. 0.60 to 0.95). The internal consistency of the French-Canadian SSSQ for the symptom severity subscale is higher than originally reported (i.e. 0.64) with a Cronbach α coefficient of 0.916 whereas results are consistent for the physical function (0.81 versus 0.82) and the satisfaction subscales (0.94 versus 0.92). Internal responsiveness analysis indicated that the French-Canadian version of the SSSQ can properly identify changes in symptoms and function when assessing pre- versus postoperative patient status. Floor and ceiling effects were deemed acceptable for both version of the SSSQ. The convergent validity between the FCSSSQ subscales and leg pain NRS (0.801), back pain NRS (0.705) and ODI (0.825) were found to be high.

To date, no condition-specific outcome measure assessing the impact of LSS was available in French. Given the high prevalence of LSS and the slowly progressing nature of the condition patients are likely to turn to a diversity of health care professionals for symptoms

management. Similarly, a course of conservative care is usually recommended before undergoing surgery, and patient rehabilitation is common as part of the postoperative regimen. This new version of the SSSQ could assist health care providers in the assessment and management of patients with LSS and allow for comparison of the effects of different types of care. In addition, comparison of research outcomes with initiatives from other French countries will now be possible.

Conclusion

The French-Canadian version of the SSSQ is valid and reliable and can therefore be recommended for clinical and research purposes.

References

Ammendolia, C., M. Schneider, K. Williams, S. Zickmund, M. Hamm, K. Stuber, C. Tomkins-Lane and Y. R. Rampersaud (2017). "The physical and psychological impact of neurogenic claudication: the patients' perspectives." J Can Chiropr Assoc **61**(1): 18-31.

Andresen, E. M. (2000). "Criteria for assessing the tools of disability outcomes research." Arch Phys Med Rehabil **81**(12 Suppl 2): S15-20.

Azimi, P., H. S. Ghandehari, S. Sadeghi, S. Azhari, H. N. Aghaei, H. R. Mohammadi and A. Montazeri (2014). "Severity of symptoms, physical functioning and satisfaction in patients with lumbar spinal stenosis: a validation study of the Iranian version of the Swiss Spinal Stenosis Score." J Neurosurg Sci **58**(3): 177-182.

Beaton, D. E., C. Bombardier, F. Guillemin and M. B. Ferraz (2000). "Guidelines for the process of cross-cultural adaptation of self-report measures." Spine (Phila Pa 1976) **25**(24): 3186-3191.

Bogduk, N. (2012). Clinical and radiological anatomy of the lumbar spine. Edinburgh, Elsevier/Churchill Livingstone.

Comer, C. M., P. G. Conaghan and A. Tennant (2011). "Internal construct validity of the Swiss Spinal Stenosis questionnaire: Rasch analysis of a disease-specific outcome measure for lumbar spinal stenosis." Spine (Phila Pa 1976) **36**(23): 1969-1976.

Deyo, R. A. (2010). "Treatment of lumbar spinal stenosis: a balancing act." Spine J **10**(7): 625-627.

Epstein, J., R. H. Osborne, G. R. Elsworth, D. E. Beaton and F. Guillemin (2015). "Cross-cultural adaptation of the Health Education Impact Questionnaire: experimental study showed expert committee, not back-translation, added value." J Clin Epidemiol **68**(4): 360-369.

Hara, N., K. Matsudaira, K. Masuda, J. Tohnosu, K. Takeshita, A. Kobayashi, M. Murakami, N. Kawamura, K. Yamakawa, S. Terayama, S. Ogihara, H. Shiono, J. Morii, K. Hayakawa, S. Kato, K. Nakamura, H. Oka, T. Sawada, K. Inuzuka and N. Kikuchi (2016). "Psychometric Assessment of the Japanese Version of the Zurich Claudication Questionnaire (ZCQ): Reliability and Validity." PLoS ONE **11**(7): e0160183.

Heshmati, A. A. and M. Mirzaee (2018). "Reliability and Validity of the Swiss Spinal Stenosis Questionnaire for Iranian Patients with Lumbar Spinal Stenosis." Arch Bone Jt Surg **6**(2): 119-123.

Hidalgo Ovejero, A. M., M. Menendez Garcia, B. Bermejo Fraile, S. Garcia Mata, T. Forcen Alonso and P. Mateo Sebastian (2015). "Cross-cultural adaptation of the Zurich Claudication Questionnaire. Validation study of the Spanish version." An Sist Sanit Navar **38**(1): 41-52.

Husted, J. A., R. J. Cook, V. T. Farewell and D. D. Gladman (2000). "Methods for assessing responsiveness: a critical review and recommendations." J Clin Epidemiol **53**(5): 459-468.

Kalichman, L., R. Cole, D. H. Kim, L. Li, P. Suri, A. Guermazi and D. J. Hunter (2009). "Spinal stenosis prevalence and association with symptoms: the Framingham Study." Spine J **9**(7): 545-550.

Kreiner, D. S., W. O. Shaffer, J. L. Baisden, T. J. Gilbert, J. T. Summers, J. F. Toton, S. W. Hwang, R. C. Mendel and C. A. Reitman (2013). "An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spinal stenosis (update)." The Spine Journal **13**(7): 734-743.

Lauridsen, H. H., J. Hartvigsen, C. Manniche, L. Korsholm and N. Grunnet-Nilsson (2006). "Responsiveness and minimal clinically important difference for pain and disability instruments in low back pain patients." BMC Musculoskelet Disord **7**: 82.

McHugh, M. L. (2012). "Interrater reliability: the kappa statistic." Biochem Med (Zagreb) **22**(3): 276-282.

Pratt, R. K., J. C. Fairbank and A. Virr (2002). "The reliability of the Shuttle Walking Test, the Swiss Spinal Stenosis Questionnaire, the Oxford Spinal Stenosis Score, and the Oswestry Disability Index in the assessment of patients with lumbar spinal stenosis." Spine (Phila Pa 1976) **27**(1): 84-91.

Stucki, G., L. Daltroy, M. H. Liang, S. J. Lipson, A. H. Fossel and J. N. Katz (1996). "Measurement properties of a self-administered outcome measure in lumbar spinal stenosis." Spine (Phila Pa 1976) **21**(7): 796-803.

Stucki, G., M. H. Liang, A. H. Fossel and J. N. Katz (1995). "Relative responsiveness of condition-specific and generic health status measures in degenerative lumbar spinal stenosis." J Clin Epidemiol **48**(11): 1369-1378.

Terwee, C. B., S. D. Bot, M. R. de Boer, D. A. van der Windt, D. L. Knol, J. Dekker, L. M. Bouter and H. C. de Vet (2007). "Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires." J Clin Epidemiol **60**(1): 34-42.

Tomaszewski, K. A., M. Klosinski, B. M. Henry, B. Skinningsrud, E. Kucharska, Z. Dudkiewicz, R. Chrzanowski, M. Mikos, R. Glowacki and M. Pachalska (2017). "Large prospective validation and cultural adaptation of the Polish version of the Swiss Spinal Stenosis

Questionnaire for patients with lumbar spinal stenosis." Ann Agric Environ Med **24**(4): 676-682.

Tomkins-Lane, C., M. Melloh, J. Lurie, M. Smuck, M. C. Battie, B. Freeman, D. Samartzis, R. Hu, T. Barz, K. Stuber, M. Schneider, A. Haig, C. Schizas, J. P. Cheung, A. F. Mannion, L. Staub, C. Comer, L. Macedo, S. H. Ahn, K. Takahashi and D. Sandella (2016). "ISSLS Prize Winner: Consensus on the Clinical Diagnosis of Lumbar Spinal Stenosis: Results of an International Delphi Study." Spine (Phila Pa 1976) **41**(15): 1239-1246.

Tomkins-Lane, C. C., M. C. Battie and L. G. Macedo (2014). "Longitudinal construct validity and responsiveness of measures of walking capacity in individuals with lumbar spinal stenosis." Spine J **14**(9): 1936-1943.

Wertli, M. M., J. Steurer, L. M. Wildi and U. Held (2014). "Cross-cultural adaptation of the German version of the spinal stenosis measure." Eur Spine J **23**(6): 1309-1319.

Chapitre 6. Article V - Predictors of successful recovery in patients undergoing vertebral decompression for lumbar spinal stenosis: secondary analysis of a randomised clinical trial

Marchand AA¹, Houle M², O'Shaughnessy J³, Châtillon CÉ⁴, Descarreaux M²

Affiliation des auteurs:

[1] Département d'Anatomie, Université de Montréal en extension à l'Université du Québec à Trois-Rivières

[2] Département des Sciences de l'activité physique, Université du Québec à Trois-Rivières

[3] Département de Chiropratique, Université du Québec à Trois-Rivières

[4] Département de Neurochirurgie, Centre Intégré Universitaire de Santé et de Services Sociaux de la Mauricie-et-du-Centre-du-Québec

Résumé

Objectifs: L'objectif de cette étude était d'identifier les facteurs préopératoires associés à une récupération post-opératoire cliniquement significative chez les patients atteints de sténose spinale lombaire.

Devis expérimental: Analyse secondaire d'une étude clinique contrôlée randomisée.

Méthodes: Soixante et un participants ont été inclus dans cette analyse. Suite à la première séance d'évaluation qui comprenait la collecte des données démographiques et des symptômes cliniques ainsi que la réalisation de tests physiques, les participants ont été assignés aléatoirement au programme de préadaptation d'une durée de six semaines ou aux soins hospitaliers standards. Le succès post-opératoire a été défini comme suit; une amélioration de $\geq 30\%$ sur l'échelle visuelle analogue pour l'intensité des douleurs à la jambe et une amélioration de $\geq 30\%$ pour au moins une des deux composantes de l'évaluation des capacités à la marche effectuée sur tapis roulant (temps requis pour l'apparition des premiers symptômes ou temps total d'ambulation) lors de l'évaluation postopératoire à six semaines. Les prédicteurs potentiels identifiés parmi les variables de base ont été soumis à une analyse par régressions logistiques multiples.

Résultats: Soixante et onze pour cent des participants ont été catégorisés comme ayant subi une récupération post-opératoire satisfaisante. Parmi toutes les variables étudiées, aucune n'a pu prédire une récupération satisfaisante à six semaines post-opératoires alors que seule l'intensité de la douleur à la jambe permettait de prédire une récupération satisfaisante à trois et six mois post-opératoires.

Conclusions: Une intensité de douleur à la jambe plus élevée en phase préopératoire augmente la probabilité d'avoir une récupération cliniquement significative à trois et à six mois postopératoires. D'avantage d'études sont nécessaires pour évaluer le plein potentiel des mesures de résultats physiques comme prédicteurs de la récupération postopératoire.

Mots clés: Sténose spinale lombaire; prédicteurs; récupération; mesures de résultats

Abstract

Objectives: The purpose of this study was to identify preoperative factors in individuals with lumbar spinal stenosis associated with short-term successful postoperative recovery.

Design: Secondary analyses of a randomized clinical trial.

Methods: Sixty-one participants were included in the analyses. Following baseline collection of demographics, clinical symptomatology and physical testing, participants were randomized to either 6-week prehabilitation program or hospital standard care. Clinical success was defined as an increase of $\geq 30\%$ on the Visual Analog Scale for leg pain intensity and an increase of $\geq 30\%$ on at least one of the two components of the exercise treadmill examination (time to first symptoms or total ambulation time) at 6-week postoperatively. Potential predictors among baseline variables were used to conduct multiple logistic regression analyses.

Results: Seventy-one percent of participants were categorized as successfully recovered. Together, none of the baseline variables predicted treatment outcome at 6-week postoperatively whereas leg pain intensity was the only predictive factors of surgical recovery at 3- and 6-month postoperatively.

Conclusions: Higher preoperative leg pain intensity improved the odds of achieving successful recovery at 3- and 6-month postoperatively. Further testing is needed to assess the full potential of physical outcome measures as predictors of postoperative recovery.

Key words: Lumbar spinal stenosis; predictors; recovery; outcome measures

Introduction

Lumbar spinal stenosis (LSS) is the most common reason for undergoing lumbar spine surgery in adults over 65 years of age (Deyo, Mirza et al. 2010). While positive postoperative results support surgical interventions, with patients experiencing rapid symptom reduction, success rates over time are quite variable (Jonsson, Annertz et al. 1997, Javid and Hadar 1998, Amundsen, Weber et al. 2000, Iguchi, Kurihara et al. 2000, Atlas, Keller et al. 2005, Foulongne, Derrey et al. 2013, Stromqvist, Fritzell et al. 2013). In fact, slightly more than 25% will require revision surgery within the first year (Machado, Ferreira et al. 2015) and persistence of mild-to-moderate pain and disability up to five years should be expected (Fritsch, Ferreira et al. 2017).

In the last decade, means to improve surgical outcomes have been sought and the concept of prehabilitation has emerged. Indeed, prehabilitation is defined as the process by which patients are better prepared to withstand the stress of surgery ahead of a surgical intervention. Augmentation of functional capacity and physiological reserve is the cornerstone of prehabilitation which aims ultimately to foster a faster recovery (Topp, Ditmyer et al. 2002, Carli and Ferreira 2018).

Recently, our group conducted a randomized clinical trial investigating the impact of prehabilitation on improving postoperative recovery in patients awaiting surgery for lumbar spinal stenosis compared to standard hospital care. While participants in the intervention group showed improvements in numerous clinical and physical outcome measures at the post-intervention assessment, all differences between both groups had leveled out at the post-operative evaluation with the surgery having a tremendous effect on most patients from both groups. Considering that the main goal of prehabilitation is to facilitate recovery and return to baseline functional level, it was deemed important to identify possible predictors of success following surgery. In turn, baseline variables identified as predictors of favorable postsurgical outcome would then be targeted in future prehabilitation programs. Therefore, the objective of this study was to examine factors associated with success of short- and medium-term postoperative decompression surgery in patients with lumbar spinal stenosis.

Methods

Study design

This study was a retrospective analysis of data from an ongoing randomized controlled trial investigating the effect of active prehabilitation in patients awaiting surgery for lumbar spinal stenosis. More detailed methodology regarding subject recruitment and data collection can be found in the original publications resulting from this trial (chapitre 5). The study protocol is registered (ClinicalTrials.gov: NCT02258672) and published elsewhere (Marchand, Suitner et al. 2015). Ethics approval for involvement of human participants was obtained through the Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) and the Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Mauricie-et-du-Centre-du-Québec (CIUSSS-MCQ) institutional review boards (CÉR-2014-008-00). All participants provided written informed consent.

Participants

Data from the aforementioned trial that has enrolled a total of 60 operated participants to date were used for the present study. Participants were recruited from the Trois-Rivières regional hospital (Canada) during clinical encounters with the members of the neurosurgery team from September 2015 to May 2018. To be included, in the original study patients had to (1) be aged over 18 years, (2) have both clinical and radiologic confirmation of degenerative central lumbar spinal stenosis, (3) have made the decision to undergo decompressive surgery, (4) be able to provide written informed consent voluntarily, and (5) to understand and speak fluent French. Potential participants were excluded if they presented with non-degenerative or other than primarily central canal stenosis, inflammatory arthritic conditions, vertebral instability requiring surgical non-instrumental or instrumental fusion, altered cognitive function, or any other conditions that made them unfit as judged by their treating neurosurgeon.

Original study

Background information on the original study is provided to give context to the current study. In the original study, eligible participants were randomized to either a 6-week prehabilitation program or to standard hospital care. Upon enrollment, participants provided information on

demographics, answered baseline self-reported questionnaires and completed physical function tests. Detailed description of outcome measures can be found elsewhere (Marchand, Suitner et al. 2015). All evaluation sessions were conducted at the UQTR biomechanics laboratory and were conducted following a standardised format. Figure 6.1 presents the timeline of assessments along with data collection for every evaluation timepoint. Participants randomized to the standard hospital care group did not receive any particular intervention nor were they discouraged from keeping up with current physical activities if any. Participants randomized to the prehabilitation group aimed to meet one-on-one with the kinesiologist three times a week for six weeks. Training sessions lasted 30 minutes and included a 5-minute warm-up and a set of five exercises designed to improve trunk stabilization, posterior chain muscles strength and endurance, and lower limb and hip muscles strength. Detailed progression of the proposed exercise can be found elsewhere (chapitre 5). The analysis of the intervention effectiveness on clinical outcomes and physical function showed that despite statistically and clinically significant changes in favor of the prehabilitation group seen at the preoperative assessment these differences were not maintained at the postoperative and follow-up assessments.

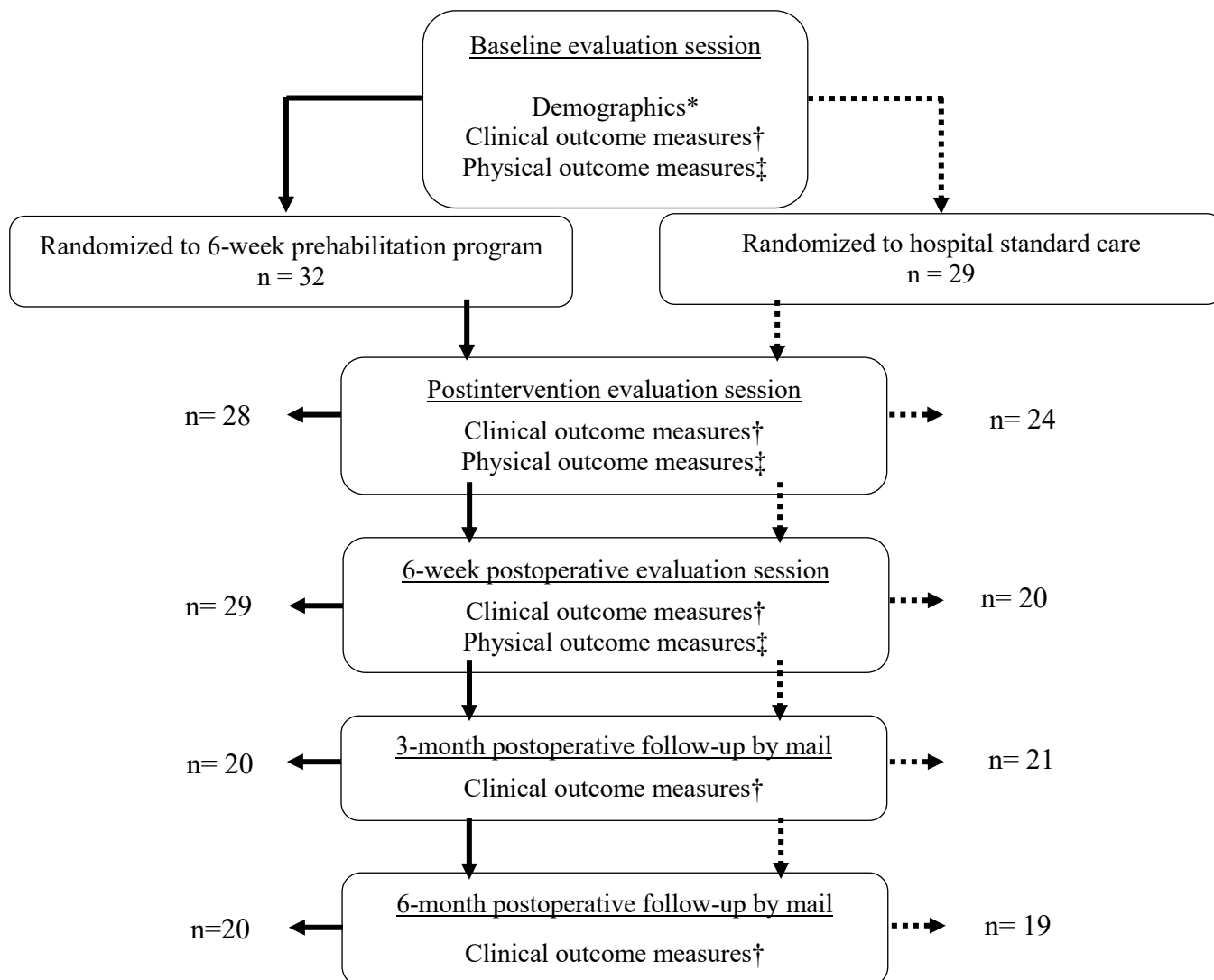


Figure 6.1 Timeline of outcome measures used in the parent clinical trial

* Demographics included: Age, gender, employment status; variables included in minimization process (smoking status; disability score $\geq 41\%$; presence of diabetes; nerve root motor disturbance confirmed by electrodiagnostic test); number of months since pain first started; presence of comorbidities; previous use of conservative care.

† Clinical outcome measures included: Leg pain and low back pain intensity (Numerical Rating Scale); number of days per week with disturbing pain; low back pain-related disability (Oswestry Disability Index); Quality of life (European Quality of life EQ-5D); Kinesiophobia (Tampa scale of kinesiophobia); Depression (Beck Disability Index); Patients' global impression of change (at the postintervention assessment only)

‡ Physical outcome measures included: Active lumbar ranges of motion; Lumbar flexor and extensor muscles maximum voluntary contraction; Lumbar extensor muscles endurance (modified Sorenson test); Knee extensor muscles maximum voluntary contraction; Walking capacities (treadmill evaluation).

Current study

In the present study, we aimed to identify a set of predictors of successful recovery in a sample of patients who underwent surgery for central lumbar spinal stenosis. Predictors of short (6 weeks postoperatively) and medium-term (3 and 6 months postoperatively) recovery were investigated and compared. Recovery was dichotomized into “recovered” and “not recovered” using variables that have been reported as the most meaningful for patients with LSS: leg pain intensity and walking capacities (Markman, Gewandter et al. 2015). Pain intensity was assessed using an 11-point Numerical Rating Scale. Each patient subjectively rated its current level of leg pain on a scale of 0 to 10 (0 being an absence of pain 10 being the worst pain imaginable) (Hawker, Mian et al. 2011). Walking capacities were assessed using two components of the exercise treadmill examination: the time to first symptoms (TFS) and the total ambulation time (TAT). Both variables were measured at a walking speed of 1.2 mph, on a 4° inclined ramp. The examination was stopped at the onset of severe symptoms, defined as the level of discomfort that would cause the patient to stop walking in usual life situations.

For the short-term recovery assessment, in order to be considered “recovered”, participants needed to have a $\geq 30\%$ decrease in leg pain intensity (using results from the visual analog scale) from baseline, and a $\geq 30\%$ increase in at least one of the two walking capacity variables (time to first symptoms and total ambulation time) from the baseline scores. For the medium-term assessments (3- and 6-month) of successful recovery status, only leg pain intensity was considered given that physical capacities were not available for those two follow-ups conducted by mail. In order to be considered “recovered” participants needed to have a $\geq 30\%$ decrease in leg pain intensity from baseline score and not to show an aggravation of symptoms on any of the previous postoperative assessments.

Data analysis

Given that in the original study, both groups had similar postoperative improvements all participants were included regardless of initial group allocation for the present analysis. As the main goal was to identify a set of predictive variables, we did not use imputed data for this study. Baseline data from participants characteristics, self-reported questionnaires, and physical tests were compared between the “recovered” and “non-recovered” subgroups using independent t-tests for continuous variables and chi-squared tests for categorical variables. In

order to find independent predictors of recovery, all significant variables from the univariate step were entered into a forward stepwise multivariate logistic regression model using $p < 0.20$ as the prerequisite entry in the stepwise model. All variables entered into the model were screened for collinearity, and if a correlation coefficient of 0.40 was obtained, those variables were removed from the model. The results of the logistic regression analyses are presented as Odds Ratio (OR) with a 95% confidence interval for each predictor. All significance tests were two-sided and conducted at the 5% significance level. All statistical analyses were performed using SAS System version 9, SAS Institute, Cary, NC, USA.

Results

Baseline demographic information for all participants from the original trial is presented in Table 6.1. Seventy-one percent ($n=35$), 72% ($n=32$), and 71% ($n=28$) of the sample achieved successful recovery as determined by each model at the postoperative assessment, 3-month follow-up, and 6-month follow-ups respectively. Table 6.2 outlines the univariate associations of each variable for all three models.

Table 6.1 Participants' baseline characteristics

	(N=60) Mean \pm SD
Demographics	
Age – yrs	68.3 \pm 9.4
Gender, female – n (%)	22 (37)
Weight – kg	82.5 \pm 17.9
Height – m	1.68 \pm 0.1
Diabetes – n (%)	10 (16)
EMG confirmed motor deficit – n (%)	10 (16)
ODI \geq 41%	23 (38)
Smoker	28 (46)
Currently Employed– n (%)	6 (10)
[†] Work satisfaction - /100	80.0 \pm 16.2
Randomized to intervention – n (%)	32 (53)
Clinical parameters	
Pain intensity – /10	
Back	5.5 \pm 2.9
Leg	7.1 \pm 2.2
Leg pain dominant – n (%)	43 (72)
Weekly days with pain – (/7)	6.9 \pm 0.2
Back disability – /100	37.9 \pm 15.0
Kinesiophobia – /68	46.4 \pm 8.0
Depression – /63	4.6 \pm 4.7
Physical parameters	
Lumbar active ROMs – degrees	
Flexion	65.6 \pm 23.9
Extension	14.4 \pm 6.4
Left lateral flexion	12.6 \pm 6.8
Right lateral flexion	13.8 \pm 6.8
Trunk muscles strength – N·m	
Flexion	45.8 \pm 27.2
Extension	31.9 \pm 28.8
Knee extensor strength – lbs	58.9 \pm 28.6
Lumbar extensor endurance – sec	37.3 \pm 50.1
Walking capacities – sec	
Time to 1 st symptoms	106.8 \pm 85.7
Total ambulation time	188.0 \pm 118.3

[†] Results based on 6 participants

Table 6.2. Results of univariate analyses for all three models of successful recovery

<i>6-week postoperative recovery</i>		P value
Demographic variables	Age	0.14
	Smoker	0.02
	EMG confirmed motor deficit	0.08
Clinical parameters	Leg pain predominance	0.17
	EQ-5D mobility	0.18
Physical parameters	Time to first symptoms	0.19
<i>3-month postoperative recovery</i>		
Demographic variables	Smoker	0.15
	Employment status	0.05
	Diabetes	0.11
Clinical parameters	Leg pain predominance	0.03
	Leg pain intensity	<0.001
	EQ-5D autonomy	0.17
	EQ-5D pain	0.19
	Depression & anxiety	0.18
Physical parameters	Knee extensor strength	0.16
<i>6-month postoperative recovery</i>		
Demographic variables	Diabetes	0.19
	Weight	0.14
Clinical parameters	ODI \geq 41%	0.07
	Leg pain intensity	0.002
	EQ-5D autonomy	0.10

In the regression model with leg pain intensity and walking capacities as the dependant variables, none of the six variables identified as potential predictors of the 6-week successful recovery was retained in the final model ($\chi^2(1) = 10.2$, $p=0.33$). In the regression models with leg pain intensity as the dependant variable, only leg pain intensity was identified as having an impact on medium-term recovery at both 3- and 6-month postoperative. For the 3-month analysis, the logistic regression model was statistically significant $\chi^2(1) = 8.37$, $p=0.003$. The model explained 6.58% of the variance (Nagelkerke R^2) in recovery at 3-month. Of the nine predictor variables, only leg pain intensity was statistically significant (as shown in Table 6.3). Participants with higher preoperative leg pain intensity at baseline had 1.93 times higher odds to recover than those with lower leg pain intensity. For the 6-month analysis, the logistic regression model was statistically significant $\chi^2(1) = 6.97$, $p=0.008$. The model explained 10.9% of the variance (Nagelkerke R^2) in recovery at 6-month. Of the five predictor variables, only leg pain intensity was statistically significant (as shown in Table 6.3). Participants with higher preoperative leg pain intensity at baseline had 1.76 times higher odds to recover than those with lower leg pain intensity.

Table 6.3. Odds ratios, confidence intervals, and p values of variable retained in the final models to predict medium-term successful recovery from surgical intervention.

Variable	3-month postoperative recovery		6-month postoperative recovery	
	Odds Ratio (95% CI)	<i>p</i> value	Odds Ratio (95% CI)	<i>p</i> value
Leg pain intensity	1.93 (1.23 – 3.02)	0.003	1.76 (1.15 – 2.69)	0.008

Discussion

The aim of this study was to identify predictors to assist with determining the chances of successful postoperative recovery in individuals undergoing decompressive surgery for lumbar spinal stenosis. This is the first study to investigate whether postoperative recovery can be predicted by objectively measured physical capacity variables. Surprisingly, none of the

included variables could predict short-term recovery at 6-week postoperative. On the other hand, only leg pain intensity was predictive for medium-term recovery with higher preoperative pain leading to greater odds of recovery at 3- and 6-month postoperatively.

A systematic review of preoperative predictors for LSS surgery have investigated 21 prospective studies and reported on the predictive value of different outcome measures (Aalto, Malmivaara et al. 2006). Although there was a clear variation in the number of predictors and outcome measures used the authors concluded that at 6-month follow-up preoperative expectations predicted subjective outcome and being a male and of younger age predicted better postoperative walking ability. Furthermore, at two to five years follow-up, better preoperative walking capacity predicted better postoperative capacity and satisfaction. On the other hand, preoperative depression predicted higher levels of pain, less treatment satisfaction, poorer walking capacity and less global satisfaction.

More recently, additional studies have reported on numerous categories of predictors of good but also poor surgical outcomes in LSS. For instance, radiological severity of the stenosis at the laminectomy level was not predictive of surgical outcome at one to five years after instrumented posterior decompression (Alicioglu, Yilmaz et al. 2012) and at one year after surgically implanted interspinous device (Moojen, Schenck et al. 2018). Conversely, severe central stenosis and one-level central stenosis have been associated with lower pain intensity and higher satisfaction at 2-year follow-up (Kuittinen, Sipola et al. 2014).

With regards to clinical outcomes, higher preoperative disability has been described as a predictor of better outcome at 2-year follow-up whereas higher values of body mass index and a history of psychiatric disease have been associated with a worse disability outcome (Athiviraham, Wali et al. 2011). Similarly, depressive symptoms were strong predictors of poorer disability, symptom severity, and walking capacity at 1-year follow-up (Sinikallio, Aalto et al. 2009). In addition, symptoms duration of more than 33 months has been associated to a less favourable functional outcome at one- and two-year follow-ups (Ng, Tafazal et al. 2007) whereas patients with symptoms of fewer than twelve months duration experience significantly better outcomes at 4-year follow-up (Radcliff, Rihn et al. 2011).

With respect to objective physical outcome measures, radiculopathy confirmed by electrodiagnostic study has been related to unsuccessful surgical outcomes (Lee and Lee 2015). Shen et al. reported on the predictive value of hand grip strength with higher preoperative values associated with better surgical outcomes in terms of disability and health status 6 months after spine surgery (Shen, Kim et al. 2018). To the best of our knowledge no previous study has investigated objective physical outcome measures related to the low back and lower limbs to predict surgical outcome. Although self-reported outcome measures may be more easily administered in the clinical setting, objective physical outcome measures offer valuable insight on patients' current level of physical fitness and facilitate the identification of deficits that could then be targeted in prehabilitation programs.

Variability in predictive value may be attributable to the wide definitions used to define “favorable outcome”, “success” or “satisfaction” following surgery, the inclusion of mixed surgical populations such as the use of complex surgical techniques, the differences in the choice of outcome measures and whether the latter were specific to the target population, and self-reported or objectively measured. Indeed, there is no unanimous definition of surgical success in terms of postoperative outcomes and numerous outcomes are reported in the literature for the same outcome category.

The fact that numerous predictors have been identified based on different outcomes suggests that the predictive value may be outcome specific prompting the use of all relevant outcome measures. Further studies are needed to assess the full potential of physical outcome measures as predictors of successful short-term recovery in patients with lumbar spinal stenosis and to inform the design of more effective prehabilitation programs.

Limitations

This study has limitations that should be acknowledged. First, dependent variables used to define recovery were also used as predictive factors in the regression models. It could be argued that if leg pain intensity was removed from the predictive variables, the 3-month and 6-month recovery models would have been non-statistically significant. Therefore, the results of the

present analyses should be interpreted with caution. Second, this study involved a relatively small number of individuals and most of them (>70%) were classified as recovered in all three regression models. A larger number of participants may allow more homogenous characteristics among groups of recovered and non-recovered individuals and balanced number of participants in each group. Third, the criteria used to define recovery were based off minimal clinically important changes in scores from baseline and it could be argued that it is not sufficient to reflect postoperative recovery. Furthermore, it has been previously suggested that clinically meaningful changes should be larger in surgical populations than in non-surgical populations. Lastly, due to physical outcomes not being measured at the 3- and 6-month mail follow-ups, criteria used to define recovery differed between analyses which would have made it difficult to compare the predictive variables over different periods of time.

Conclusion

This study investigated factors that may influence postoperative recovery in individuals with lumbar spinal stenosis. Higher preoperative leg pain intensity improved the odds of achieving successful recovery at 3- and 6-month postoperatively. Further testing is needed to assess the full potential of physical outcome measures as predictors of postoperative recovery.

References

Aalto, T. J., A. Malmivaara, F. Kovacs, A. Herno, M. Alen, L. Salmi, H. Kroger, J. Andrade, R. Jimenez, A. Tapaninaho, V. Turunen, S. Savolainen and O. Airaksinen (2006). "Preoperative predictors for postoperative clinical outcome in lumbar spinal stenosis: systematic review." Spine (Phila Pa 1976) **31**(18): E648-663.

Alicioglu, B., B. Yilmaz, N. Bulakbasi, C. Copuroglu, E. Yalniz, B. Aykac and D. U. Urut (2012). "Magnetic resonance imaging predictors of surgical outcome in degenerative lumbar spinal stenosis." Jpn J Radiol **30**(10): 811-818.

Amundsen, T., H. Weber, H. J. Nordal, B. Magnaes, M. Abdelnoor and F. Lilleas (2000). "Lumbar spinal stenosis: conservative or surgical management?: A prospective 10-year study." Spine (Phila Pa 1976) **25**(11): 1424-1435; discussion 1435-1426.

Athiviraham, A., Z. A. Wali and D. Yen (2011). "Predictive factors influencing clinical outcome with operative management of lumbar spinal stenosis." Spine J **11**(7): 613-617.

Atlas, S. J., R. B. Keller, Y. A. Wu, R. A. Deyo and D. E. Singer (2005). "Long-term outcomes of surgical and nonsurgical management of lumbar spinal stenosis: 8 to 10 year results from the maine lumbar spine study." Spine (Phila Pa 1976) **30**(8): 936-943.

Carli, F. and V. Ferreira (2018). "Prehabilitation: a new area of integration between geriatricians, anesthesiologists, and exercise therapists." Aging Clinical and Experimental Research.

Deyo, R. A., S. K. Mirza, B. I. Martin, W. Kreuter, D. C. Goodman and J. G. Jarvik (2010). "Trends, major medical complications, and charges associated with surgery for lumbar spinal stenosis in older adults." JAMA **303**(13): 1259-1265.

Foulongne, E., S. Derrey, M. Ould Slimane, S. Leveque, A. C. Tobenas, F. Dujardin, P. Freger, P. Chassagne and F. Proust (2013). "Lumbar spinal stenosis: which predictive factors of favorable functional results after decompressive laminectomy?" Neurochirurgie **59**(1): 23-29.

Fritsch, C. G., M. L. Ferreira, C. G. Maher, R. D. Herbert, R. Z. Pinto, B. Koes and P. H. Ferreira (2017). "The clinical course of pain and disability following surgery for spinal stenosis: a systematic review and meta-analysis of cohort studies." European Spine Journal: Official Publication Of The European Spine Society, The European Spinal Deformity Society, And The European Section Of The Cervical Spine Research Society **26**(2): 324-335.

Hawker, G. A., S. Mian, T. Kendzerska and M. French (2011). "Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade

Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP)." *Arthritis Care Res (Hoboken)* **63 Suppl 11**: S240-252.

Iguchi, T., A. Kurihara, J. Nakayama, K. Sato, M. Kurosaka and K. Yamasaki (2000). "Minimum 10-year outcome of decompressive laminectomy for degenerative lumbar spinal stenosis." *Spine (Phila Pa 1976)* **25**(14): 1754-1759.

Javid, M. J. and E. J. Hadar (1998). "Long-term follow-up review of patients who underwent laminectomy for lumbar stenosis: a prospective study." *J Neurosurg* **89**(1): 1-7.

Jonsson, B., M. Annertz, C. Sjoberg and B. Stromqvist (1997). "A prospective and consecutive study of surgically treated lumbar spinal stenosis. Part II: Five-year follow-up by an independent observer." *Spine (Phila Pa 1976)* **22**(24): 2938-2944.

Kuittinen, P., P. Sipola, V. Leinonen, T. Saari, S. Sinikallio, S. Savolainen, H. Kroger, V. Turunen, O. Airaksinen and T. Aalto (2014). "Preoperative MRI findings predict two-year postoperative clinical outcome in lumbar spinal stenosis." *PLoS One* **9**(9): e106404.

Lee, J. H. and S. H. Lee (2015). "Clinical usefulness of electrodiagnostic study to predict surgical outcomes in lumbosacral disc herniation or spinal stenosis." *Eur Spine J* **24**(10): 2276-2280.

Machado, G. C., P. H. Ferreira, I. A. Harris, M. B. Pinheiro, B. W. Koes, M. van Tulder, M. Rzewuska, C. G. Maher and M. L. Ferreira (2015). "Effectiveness of surgery for lumbar spinal stenosis: a systematic review and meta-analysis." *PLoS One* **10**(3): e0122800.

Marchand, A. A., M. Suitner, J. O'Shaughnessy, C. E. Chatillon, V. Cantin and M. Descarreaux (2015). "Effects of a prehabilitation program on patients' recovery following spinal stenosis surgery: study protocol for a randomized controlled trial." *Trials* **16**: 483.

Moojen, W. A., C. D. Schenck, A. N. G. J. Lycklama, W. C. H. Jacobs, B. F. Van der Kallen, M. P. Arts, W. C. Peul and C. Vleggeert-Lankamp (2018). "Preoperative MRI in Patients With Intermittent Neurogenic Claudication: Relevance for Diagnosis and Prognosis." *Spine (Phila Pa 1976)* **43**(5): 348-355.

Ng, L. C., S. Tafazal and P. Sell (2007). "The effect of duration of symptoms on standard outcome measures in the surgical treatment of spinal stenosis." *Eur Spine J* **16**(2): 199-206.

Radcliff, K. E., J. Rihn, A. Hilibrand, T. DiIorio, T. Tosteson, J. D. Lurie, W. Zhao, A. R. Vaccaro, T. J. Albert and J. N. Weinstein (2011). "Does the duration of symptoms in patients with spinal stenosis and degenerative spondylolisthesis affect outcomes?: analysis of the Spine Outcomes Research Trial." *Spine (Phila Pa 1976)* **36**(25): 2197-2210.

Shen, F., H. J. Kim, N. K. Lee, H. J. Chun, B. S. Chang, C. K. Lee and J. S. Yeom (2018). "The influence of hand grip strength on surgical outcomes after surgery for degenerative lumbar spinal stenosis: a preliminary result." Spine J.

Sinikallio, S., T. Aalto, O. Airaksinen, A. Herno, H. Kroger and H. Viinamaki (2009). "Depressive burden in the preoperative and early recovery phase predicts poorer surgery outcome among lumbar spinal stenosis patients: a one-year prospective follow-up study." Spine (Phila Pa 1976) **34**(23): 2573-2578.

Stromqvist, B., P. Fritzell, O. Hagg, B. Jonsson and B. Sanden (2013). "Swespine: the Swedish spine register : the 2012 report." Eur Spine J **22**(4): 953-974.

Topp, R., M. Ditmyer, K. King, K. Doherty and J. Hornyak, 3rd (2002). "The effect of bed rest and potential of prehabilitation on patients in the intensive care unit." AACN Clin Issues **13**(2): 263-276.

Chapitre 7. Discussion

L'objectif principal de cette thèse était d'évaluer la faisabilité d'implanter un programme de réadaptation préopératoire basé sur l'activité physique destiné aux patients atteints de SSL en attente d'une chirurgie et de documenter les retombées préliminaires de l'intervention. Plus précisément, la première étude réalisée sous la forme d'une revue intégrative de la littérature, a permis de répertorier les pratiques de réadaptation périopératoire actuellement utilisées dans le contexte de la chirurgie rachidienne lombaire et d'identifier les mesures de résultats pertinentes permettant de quantifier l'évolution clinique des patients. Les études deux et trois, quant à elles, avaient pour but de décrire avec précision le protocole de recherche sur le programme de préadaptation et de rapporter la faisabilité d'implanter une telle intervention ainsi que son efficacité préliminaire sur l'amélioration de la récupération postopératoire. L'étude quatre présentait le processus d'adaptation en version francophone du questionnaire auto-rapporté *Swiss Spinal Stenosis Questionnaire* et l'évaluation des propriétés psychométriques de la nouvelle version. Finalement, l'étude cinq a mis en lumière les facteurs prédictifs du succès postopératoire à courte et moyen terme.

Les résultats de cette thèse ont permis d'améliorer les connaissances sur la préadaptation dans le contexte de la sténose spinale lombaire. Les prochaines sections discuteront des principaux résultats obtenus au travers de ces études et les placeront dans le contexte des connaissances actuelles. Des perspectives de recherche seront également proposées.

Utilisation de programmes de réadaptation périopératoires : synthèse des résultats de la littérature

L'utilisation et l'évaluation de programmes actifs de réadaptation dans le contexte de la chirurgie rachidienne lombaire est répandue dans la littérature scientifique, et ce, plus particulièrement pour la phase postopératoire (Marchand, O'Shaughnessy et al. 2016). Parmi les vingt-neuf articles inclus dans la revue intégrative de la littérature (voir chapitre 2) la majorité des protocoles a été réalisée suite à une discectomie ou à une fusion vertébrale et dans une moindre mesure après une décompression vertébrale ou une vertébroplastie. Une seule étude s'est penchée sur l'évaluation d'un programme de soins intégrés combinant à la fois la prise en charge pré- et postopératoire. Les protocoles de réadaptation sont de durées variables et incluent généralement plusieurs composantes parmi lesquelles les exercices, le matériel éducatif, les groupes de soutien et les conseils d'ergonomie sont les plus fréquemment proposés aux patients. Bien que la combinaison de plusieurs composantes thérapeutiques ait l'avantage de refléter les méthodes de traitements utilisées en pratique clinique, elle rend néanmoins difficile l'interprétation de l'efficacité individuelle des interventions lorsque ces dernières ne sont pas déjà documentées dans la littérature. De façon similaire, l'inclusion de populations hétérogènes ou l'absence de critères d'inclusion et d'exclusions clairs diminuent le niveau de confiance envers les effets rapportés et la validité interne des études. Par ailleurs, d'un point de vue clinique, la prescription de réadaptation est une décision prise au cas par cas. Dans le contexte québécois, nous avons observé que la principale raison pour entreprendre un programme de réadaptation postopératoire semble être un résultat chirurgical jugé non optimal. On peut donc douter de la pertinence d'inclure systématiquement, comme le font certaines études, tous les patients qui ont subi une opération sans égard aux résultats chirurgicaux. En effet, les individus qui ont obtenu des résultats favorables, et donc pour qui le potentiel d'amélioration par un programme de réadaptation est limité, sont susceptibles d'avoir un impact négatif sur l'évaluation de l'efficacité globale de l'intervention.

Les mesures de résultats utilisées pour documenter les changements cliniques et physiques sont également nombreuses et comprennent à la fois des mesures auto-rapportées, relatives

notamment à la douleur et à l'incapacité fonctionnelle, mais également des mesures objectives, basées principalement sur les capacités physiques.

Alors que la réadaptation postopératoire semble avoir des retombées positives pour l'ensemble des interventions chirurgicales étudiées, les résultats publiés dans le contexte de la décompression vertébrale sont limités et non concluants (Erdogmus, Resch et al. 2007, Mannion, Denzler et al. 2007). Bien que l'étude I n'avait pas pour but de déterminer l'efficacité des interventions en réadaptation ni de juger de la qualité scientifique des évidences disponibles, nous avons pu constater que la plupart des études rapportent les améliorations d'un point de vue purement statistique plutôt que cliniquement significatif, ce qui biaise l'interprétation des données et l'applicabilité des résultats. En effet, lorsque les résultats sont étudiés en fonction des valeurs considérées cliniquement significatives, seulement cinq des 22 articles qui rapportaient initialement des effets positifs conservaient des différences en faveur de l'un des traitements évalués. De plus, l'interprétation générale des résultats est compliquée par la présence de nombreux biais méthodologiques (Higgins and Green 2011). La qualité de la plupart des études incluses est minée par des problématiques fréquemment observées dans les études interventionnelles, telles que les petites tailles d'échantillon sans calcul de puissance réalisée au préalable, les taux élevés d'abandon et la faible observance aux traitements. Par ailleurs, peu de détails sont généralement fournis sur la nature de l'intervention offerte aux groupes contrôles, surtout lorsque l'intervention consiste en la prise en charge régulière, ou encore sur la présence de co-interventions, et ce, malgré leur influence possible sur les résultats.

Afin d'augmenter la qualité des preuves scientifiques disponibles, les études en réadaptation bénéficieraient de l'utilisation de liste de contrôle des paramètres à inclure ainsi que de lignes directrices sur la description des interventions comme celles proposées dans le modèle TIDieR (*Template for Intervention Description and Replication*) décrit par Hoffmann et al. (Hoffmann, Glasziou et al. 2014). De même, l'incidence de tout effet indésirable, ou même l'absence de complications, est une information nécessaire pour l'élaboration de recommandations cliniques éventuelles et devrait apparaître dans toutes les publications qui comportent une intervention.

En somme, la combinaison de matériel éducatif avec un programme d'exercices réalisé à la maison ou de façon supervisée permettrait d'améliorer à la fois l'intensité de la douleur, le niveau de capacité fonctionnelle ainsi que les capacités physiques suite à une opération lombaire. Toutefois, il n'y a pas de conclusion possible quant à l'intensité, la fréquence et la durée optimale d'intervention ni d'indication sur le moment idéal pour débiter un programme de réadaptation. D'avantage d'études prospectives de haute qualité sont nécessaires pour connaître l'étendue des retombées de différents programmes de réadaptation axés sur la région lombaire à la fois en situation pré- et postopératoire.

Enfin, le peu d'études publiées sur la réadaptation dans le contexte de la décompression vertébrale et sur la préadaptation pour la région lombaire a confirmé la pertinence de mener une étude clinique portant sur un programme actif de préadaptation pour les patients atteints de SSL. Les résultats issus de la revue intégrative de la littérature ont servi à l'élaboration de notre intervention en préadaptation et ont informé le choix des mesures de résultats. En ce sens, la durée de l'intervention (six semaines), la nature de l'intervention (renforcement des muscles du tronc et des membres inférieurs; stabilisation vertébrale), ainsi que les mesures de résultats ont été choisis dans l'optique de faciliter la comparaison avec la littérature actuelle. Le choix final des types d'exercices utilisés a plutôt été déterminé en fonction de la pathophysiologie et des répercussions physiques engendrées par la SSL qui pouvaient être améliorées. De même, les catégories de mesures de résultats utilisées ont été choisies en fonction de leur validité pour la population à l'étude et de leur pertinence en fonction des objectifs de recherche.

Faisabilité d'implanter un programme de préadaptation chez les patients atteints de sténose spinale lombaire

La troisième étude avait pour but de documenter la faisabilité d'implanter auprès de patients atteints de SSL et en attente d'une chirurgie, un programme actif de préadaptation. Par souci de transparence, et afin de fournir un maximum de détails dans le but d'accroître la reproductibilité de l'étude, nous avons procédé à l'enregistrement de l'étude clinique pilote ([clinicaltrials.gov NCT02258672](https://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT02258672)) et de son protocole de recherche (Marchand et al. *Trials* 2015).

L'étude pilote comprend à la fois des éléments de faisabilité, à savoir si quelque chose peut être fait et si oui, comment, mais elle possède également une autre dimension, soit la mise en œuvre d'une partie ou de l'ensemble d'une démarche scientifique telle qu'elle serait utilisée dans une étude à part entière (Eldridge, Lancaster et al. 2016). Elle prend fréquemment la forme d'une version réduite d'une étude de grande envergure, utilisée pour vérifier si tous les éléments à l'étude sont coordonnés de façon adéquate. L'étude pilote peut donc ressembler à l'étude principale à bien des égards, comprenant l'exécution de ses différentes étapes ainsi que l'évaluation de la mesure de résultat primaire. Elle peut par ailleurs constituer la première phase de l'étude principale en contribuant à l'analyse finale (étude pilote dite interne), ou constituer une finalité en soit (étude pilote dite externe) (Thabane, Ma et al. 2010).

Les études pilotes ont pour buts d'évaluer la sécurité de l'intervention proposée, le potentiel de recrutement au sein de la population d'intérêt, la faisabilité de mener à terme un projet de grande envergure basé sur un profil similaire ainsi que d'accroître la connaissance des différentes variables mises à l'étude (Thabane, Ma et al. 2010). Bien qu'elles ne soient pas conçues pour répondre aux questions liées à l'efficacité d'un traitement (Shanyinde, Pickering et al. 2011), les études pilotes sont parfois utilisées pour générer des données préliminaires pouvant servir à l'estimation subséquente d'une taille d'échantillon adéquate, et ce tout particulièrement dans les cas où le processus ne peut être informé par la littérature disponible. Toutefois, le débat persiste et plusieurs auteurs estiment hasardeuse l'utilisation des données et tailles d'effets issues d'études pilotes (Kraemer, Mintz et al. 2006, Hertzog 2008, Thabane, Ma et al. 2010, Leon,

Davis et al. 2011). En effet, les études pilotes peuvent n'être qu'un pâle reflet de la réalité, voire une estimation biaisée par le petit nombre d'individus ayant fourni les données sur lesquelles ces estimations sont basées. Malgré les divergences d'opinion, nous avons choisi de quantifier les effets préliminaires de l'intervention afin de mesurer une taille d'échantillon adéquate pour informer la phase subséquente du projet. Aussi, les données issues de l'étude pilote seront combinées à celles de l'étude clinique contrôlée et randomisée à grande échelle qui est toujours en cours.

Les résultats de l'étude pilote (chapitre 4) ont permis de constater que, selon les indicateurs (ou mesures) utilisés, qu'il est faisable pour les patients atteints de SSL de prendre part à un programme d'entraînement supervisé préopératoire. En effet, bien que 50% des patients inclus dans le groupe préadaptation étaient à tout le moins sévèrement incapacités, aucun d'entre eux n'a abandonné l'étude parce que l'intervention était trop difficile. De façon similaire, les exercices ont été bien tolérés, et ce, malgré la fluctuation des symptômes sur une base quotidienne, ce qui souligne l'importance de pouvoir adapter l'intervention en ayant différents niveaux de difficulté pour un même exercice.

Le taux de participation s'est élevé à 65% pour l'ensemble de notre échantillon, soit un taux plus faible que dans les autres études similaires (81% dans Lindbäck et al. 2017; 82% dans Nielsen et al. 2010). Les principaux motifs évoqués par les non-participants ont été une perception trop négative de leur état de santé général pour leur permettre de faire de l'activité physique de façon sécuritaire et des problèmes de transport. Ce faible taux pourrait entre autres s'expliquer par le fait que nous n'ayons pas fait d'éducation au moment du recrutement. En effet, la brève explication du projet de recherche, donnée au téléphone, ne contenait aucune information quant aux bienfaits généraux de la pratique d'activités physiques, même en présence d'une SSL, ni sur le fait que les exercices inclus dans le programme avaient été choisis parce qu'ils permettaient de conserver une légère flexion du tronc, et donc de ne pas exacerber les symptômes. De plus amples détails étaient fournis aux patients à la lecture du consentement éclairé lors de la première séance d'évaluation. Si la présentation initiale du projet s'était faite en personne, comme par exemple à l'hôpital au moment où la décision de subir la chirurgie

venait de se prendre, peut-être aurions-nous été capables de recruter davantage de patients. Ceci étant dit, pour des raisons administratives, il nous a été impossible de procéder de cette façon.

De même, les longues distances à parcourir entre le domicile des patients et l'université où se tenaient à la fois les séances d'évaluations et d'entraînements peuvent être le reflet du système de santé québécois. En effet, les temps d'attente pour consulter un médecin spécialiste étant généralement assez long, les patients qui demeurent dans les grands centres n'hésitent pas à se déplacer dans les régions si ça peut leur permettre d'être vu et opéré plus rapidement. Considérant les effets similaires de l'entraînement par téléadaptation comparativement aux séances supervisées en clinique suite à une arthroplastie totale du genou (Moffet, Tousignant et al. 2015), cette alternative pourrait être envisagée pour les patients qui présentent une bonne maîtrise des exercices à effectuer lors des premières séances.

Le taux d'abandon, pour des raisons autre que celle de subir sa chirurgie plus rapidement que ce qui était prévu par le calendrier, s'est révélé être très faible puisque seulement deux participants (5%) sur vingt ont cessé leur participation prématurément pour des motifs non reliés à l'étude. Ce faible taux pourrait s'expliquer par la satisfaction des patients vis-à-vis de l'intervention proposée, évaluée à 94% au moment de la rencontre préopératoire.

Aucun effet secondaire indésirable autre que l'augmentation temporaire des symptômes n'a été rapporté ou observé pour l'ensemble des patients. Toutefois, on peut s'attendre à ce qu'un inconfort ou une douleur temporaire survienne, du moins après les premières séances d'entraînement. Les participants ont pour la plupart attribué la fluctuation des symptômes à la variabilité naturelle de la présentation de leur condition. Néanmoins, il est possible que dans un contexte clinique où les douleurs sont particulièrement incommodantes, qu'une augmentation temporaire, même faible, soit suffisante pour créer une barrière à la participation à un programme de préadaptation.

En comparaison avec l'étude de Lindbäck (Lindbäck, Tropp et al. 2017), dans laquelle un minimum de 12 séances sur 18 était considéré comme le seuil optimal de l'observance au traitement, nous avons obtenu un taux d'observance de 80% comparativement à 57% rapporté

suite à leur intervention de physiothérapie préopératoire. Considérant le déconditionnement physique de la plupart des participants, la fluctuation et la chronicité des symptômes et surtout la durée variable de l'intervention, en raison du délai imprévisible entre le moment d'opter pour la chirurgie et la date d'opération, ce taux apparaît satisfaisant.

La réalisation d'une étude pilote nous aura également permis de mieux se familiariser avec la population à l'étude, d'identifier les comorbidités les plus fréquentes et de mieux comprendre leur impact sur la condition principale. En effet, les futures études devraient considérer les comorbidités telles que l'hypertension, le diabète, ainsi que l'arthrose de la hanche et du genou dans la conception des interventions et plus particulièrement dans le choix des mesures de résultats. On note par ailleurs qu'il peut être difficile pour un patient de distinguer la part de responsabilité d'une condition concomitante, telle que l'arthrose de la hanche ou du genou, sur l'ensemble du portrait clinique. L'utilisation d'un questionnaire uniformisé, tel que le *Self-Administered Comorbidity Questionnaire* (Sangha, Stucki et al. 2003), nous aurait permis de contrôler l'impact du nombre de comorbidités sur la condition principale.

De plus, nous avons eu l'occasion de mieux cerner la pertinence des tests physiques et des mesures de résultats cliniques utilisés et d'apporter des modifications pour l'étude clinique à grande échelle. En ce sens, peu d'individus se sont dit incapables de prendre part à l'un ou l'autre des tests effectués lors des évaluations physiques. Le test d'endurance des muscles extenseurs lombaires et le test de marche sur tapis roulant sont les seules mesures pour lesquelles des difficultés ont été rencontrées. Le positionnement sur le banc incliné a été problématique pour certains participants lors de la première évaluation et la crainte de basculer vers l'avant a aussi été mentionnée à quelques reprises pour mettre fin au test avant l'atteinte de l'état de fatigue. De façon similaire, la perte d'équilibre et la fatigue musculaire ont parfois été invoquées pour cesser le test sur tapis roulant avant l'apparition des douleurs. Si le contexte environnemental s'y était prêté, l'utilisation du *self-paced walking* test, qui permet plus de latitude au participant dans l'exécution de ses mouvements, aurait pu faciliter l'objectivation du temps de marche. De même, peu de changements ont été observés dans les différentes mesures physiques. La courte durée de l'intervention ne permet peut-être pas de faire apparaître des changements physiques cliniquement observables ou peut-être que les tests physiques ne

correspondent pas suffisamment aux exercices effectués durant les séances d'entraînement ou aux tâches effectuées par les participants en dehors du contexte de l'étude. En effet, Brown et al. ont rapporté que l'une des composantes les plus importantes d'un programme d'exercices est son caractère spécifique. Autrement dit, plus l'entraînement reflète les activités quotidiennes et les méthodes d'évaluation, meilleures sont les chances que l'amélioration soit détectée au moment de l'évaluation (Brown, Loprinzi et al. 2014). L'ajout de tests fonctionnels plus simples et correspondant à des tâches du quotidien s'avérerait donc judicieux pour la suite des choses. Pour la deuxième phase de l'étude clinique, les tests *30-second sit-to-stand* (Jones, Rikli et al. 1999) et *timed up and go* (Podsiadlo and Richardson 1991) ont été ajoutés aux évaluations physiques. Ces deux tests fourniront des informations supplémentaires sur l'équilibre, la capacité à passer de la position assise à debout et la marche sans appui.

En ce qui a trait aux questionnaires auto-rapportés utilisés pour quantifier les changements dans le portrait clinique des participants, ces derniers ont souligné que le questionnaire sur l'incapacité liée aux douleurs lombaires (ODI) ne capturerait pas réellement les limitations fonctionnelles auxquelles ils font face au quotidien. De façon similaire, on note que les scores au questionnaire ODI n'ont pas vraiment varié dans le temps, et ce, même si une amélioration de l'état général des patients a été observée. Suite à ces commentaires, nous avons jugé nécessaire d'ajouter un questionnaire spécifique à la SSL pour obtenir un meilleur portrait global des douleurs et incapacités engendrées par la sténose elle-même ainsi que la claudication neurogène. Puisqu'aucun outil francophone n'était disponible, nous avons adapté et validé la version originale anglophone du SSSQ. L'utilisation d'outils auto-rapportés dans le contexte de la SSL sera abordée dans la prochaine section.

Sur le plan organisationnel, la gestion du calendrier chirurgical a été la principale source de difficultés rencontrées. Les dates d'opérations étant difficilement prévisibles, la durée de l'intervention a été très variable d'un participant à l'autre. Toutefois, cette variabilité reflète bien la réalité du système de santé québécois et souligne l'importance de documenter les effets de l'intervention sur différentes périodes de temps. De plus, le délai de 48 heures entre le moment où la date d'opération était connue et le moment où elle avait lieu a été la principale raison pour

la perte de données préopératoires. En effet, les patients ne désiraient pas ou n'arrivaient pas à inclure à leur planification une visite au laboratoire dans les deux jours précédant leur opération.

Les résultats quant à l'efficacité de l'intervention montrent une diminution des douleurs à la jambe et une augmentation des capacités physiques et fonctionnelles après l'intervention, au moment de l'évaluation préopératoire. Toutefois, ces améliorations n'étaient peut-être pas suffisantes pour influencer de façon significative la récupération postopératoire à court terme. La principale raison pour expliquer l'absence de différence entre les groupes au moment de l'évaluation à six semaines postopératoires pourrait être l'effet drastique de la chirurgie, tel qu'observé dans les deux groupes. De plus, il est possible que les effets de la préadaptation aient en partie été perdus lors de l'attente, parfois assez longue (nombre médian de jours =17), entre la fin de la période d'intervention et le moment de la chirurgie ou encore qu'ils ne soient visibles qu'à plus long terme, notamment sur la réapparition de symptômes en phase postopératoire. Des périodes de suivis plus longues seront nécessaires afin de documenter le plein potentiel de ce type de programme préopératoire. La présence de conditions douloureuses concomitantes affectant la colonne lombaire ou le membre inférieur peut également avoir joué un rôle dans la perception des patients par rapport à leur récupération. En ce sens, les conditions non résolues suite à la chirurgie peuvent avoir été perçues comme étant plus inconfortables que lorsque les symptômes de la sténose étaient prédominants et s'être reflété dans leurs évaluations postopératoires.

Limites potentielles de l'étude pilote

Outre la nature exploratoire de l'étude pilote, il est important de souligner les biais de mesure qui peuvent avoir eu une influence sur les résultats.

La prise de mesures physiques aurait pu faire l'objet de marches à suivre plus rigoureuses. Plus précisément, le marquage de repères anatomiques fixes pour l'évaluation des amplitudes de mouvements et l'utilisation d'un appareil permettant d'isoler le mouvement d'extension du genou pour en mesurer la force, auraient assuré une meilleure reproductibilité et potentiellement une moins grande variabilité dans les résultats. Cependant, les évaluations reflétaient les prises de mesures telles qu'elles auraient généralement été réalisées en milieu clinique.

On ne peut pas non plus éliminer complètement la possibilité que les patients aient surestimé leur bénéfice au moment de l'évaluation préopératoire dans le but plaire à l'équipe de recherche. De même, la fluctuation des symptômes sur une base quotidienne a pu jouer un rôle dans la perception des symptômes et des capacités physiques si l'évaluation a été réalisée lors d'une bonne journée pour les patients du groupe intervention et, à l'inverse, lors d'une mauvaise journée pour les patients du groupe contrôle.

Idéalement, les trois évaluations auraient dû être menées par un membre de l'équipe de recherche qui n'était pas au fait du groupe auquel appartenaient les participants. Bien que les séances d'évaluations aient été menées de manière standardisée, il demeure possible qu'involontairement l'évaluatrice ait pu influencer les participants dans leur performance physique et leurs réponses aux questionnaires. De même, moins d'attention a été offerte aux participants du groupe contrôle, ce qui a également pu influencer négativement leur expérience au sein de l'étude.

Finalement, les suivis à trois et à six mois postopératoires, qui consistaient en l'envoi postal des questionnaires auto-rapportés n'ont été tentés qu'une seule fois et n'ont pas fait l'objet d'un suivi téléphonique en cas de non-retour. La mise en place d'une meilleure stratégie, telle que informer les participants au moment de l'envoi postal, faire un suivi téléphonique quelques jours plus tard ou encore procéder à un deuxième envoi en cas de non-retour, aurait pu permettre une meilleure rétention lors des suivis postopératoires (Edwards, Roberts et al. 2007).

Utilisation de mesures de résultats dans le contexte d'interventions pour la sténose spinale lombaire

Le quatrième article avait pour but de documenter le processus de traduction en version francophone d'un outil de mesure spécifiquement développé pour les patients atteints de SSL et d'en assurer sa validité, conformément à sa version originale. Il n'existe à ce jour aucun consensus sur le choix des mesures de résultats à utiliser pour documenter l'efficacité des approches thérapeutiques dans le contexte de la SSL. De plus, le doute persiste sur la validité des comparaisons effectuées entre des études utilisant des mesures de résultats différentes. En effet, plusieurs instruments sont utilisés dans la littérature pour quantifier les résultats chez les patients avec une SSL. Le plus fréquent est probablement le SSSQ (Stucki, Daltroy et al. 1996), aussi connu sous le nom de *Zurich Claudication Questionnaire* ou de *Brigham Spinal Stenosis Questionnaire*, dont l'adaptation en version francophone et sa validation ont été présentées au chapitre cinq. Le SSSQ a l'avantage de recueillir à la fois la perception du patient sur ses symptômes, ses capacités fonctionnelles et sa satisfaction envers un traitement. De plus, les scores peuvent être interprétés par sous-groupes de questions ou tous ensembles pour un score global, quoique les valeurs de changements cliniques minimalement significatifs soient uniquement disponibles pour les sections relatives aux symptômes et aux capacités fonctionnelles (Stucki, Liang et al. 1995, Cleland, Whitman et al. 2012). Une des limites de l'utilisation du SSSQ réside d'ailleurs dans l'absence de barèmes pour l'interprétation clinique des scores.

Parmi les autres outils fréquemment utilisés dans la littérature, on compte les échelles numériques d'évaluation de la douleur, telles que le *Visual Analog Scale* (Scott and Huskisson 1976) et le *Numeric Rating Scale* (Hawker, Mian et al. 2011), les questionnaires d'incapacité, tels que le *Roland Morris Disability Questionnaire* (Roland and Morris 1983) et l'*Oswestry Disability Index* (Fairbank, Couper et al. 1980), de même que les indices de santé et de qualité de vie plus généraux, comme les questionnaires *36-Item Short Form Health Survey (SF-36)* (Aaronson, Acquadro et al. 1992) et *EuroQol* (EuroQol Group, 1990). Bien que l'utilisation d'outils destinés aux populations lombalgique avec des populations SSL soit courante et semble a priori pratique pour comparer les effets des interventions entre ces deux populations, elle peut

rendre difficile l'interprétation des résultats considérant que les différences cliniques minimalement significatives pour la population avec SSL semblent être différentes de celles pour les individus avec lombalgie (Wertli, Buletti et al. 2017). Par ailleurs, ces outils ont tous été critiqués pour leur manque de spécificité dans le contexte de la SSL, ce qui a mené au développement d'outils capables de capturer un portrait plus juste des patients atteints de SSL et plus performant du point de vue de la détection du changement clinique. Outre le SSSQ développé en 1995 (Stucki, Daltroy et al. 1996), est apparu le *Oxford Claudication Score* (Makan, Fairbank et al. 1998) aussi connu sous le nom de *Oxford Spinal Stenosis Score* en 1998, le *Neurologic Claudication Outcome Score* (Weiner, Fraser et al. 1999) en 1999 et finalement, le *Lumbar Spinal Stenosis-Specific Symptom Scale* également connu comme le *Fukushima LSS Scale 25* et le *FLS-25* en 2011 (Sekiguchi, Wakita et al. 2011).

Le SSSQ a fait l'objet de comparaisons avec d'autres outils de mesures plus génériques mais couramment utilisés. Dans une population de patients atteints de SSL qui recevaient des soins conservateurs, Cleland et al. (2012) ont rapporté que les outils de mesures auto-rapportés ODI, SSSQ, et *Patient Specific Functional Scale* (Stratford, Gill et al. 1995) possédaient des propriétés psychométriques suffisamment adéquates pour recommander leur utilisation dans l'évaluation des patients avec SSL. Toutefois, la corrélation entre le questionnaire SSSQ et la perception du changement par le patient était passable pour l'échelle des symptômes et bonne pour l'échelle des capacités fonctionnelles. De plus, les auteurs ont soulevé la possibilité que l'utilisation du *Numerical Pain Rating Scale* pour l'évaluation des douleurs au niveau de dos et de la fesse ou au niveau de la cuisse et de la jambe ne soit pas la méthode la plus appropriée. En effet, la faible capacité de l'outil à capturer le changement pourrait être attribuée au fait que les symptômes du patient sont généralement évalués en dehors des positions ou des activités provocatrices (Cleland, Whitman et al. 2012).

En ce qui a trait à l'évaluation des propriétés psychométriques chez des patients traités chirurgicalement pour une SSL, Pratt et al. ont rapporté que le SSSQ était l'outil possédant la meilleure reproductibilité, et ce, probablement dû à son nombre élevé de questions, mais que le ODI corrélait plus fortement avec le changement tel que perçu par les patients. Les auteurs

conclus que le ODI, plus rapide à compléter, performe presque aussi bien que le SSSQ (Pratt, Fairbank et al. 2002).

En effet, le SSSQ a l'avantage de cibler toutes les facettes pertinentes de la SSL, mais il est parfois critiqué pour sa longueur. Bien qu'on s'attende à ce qu'un outil développé spécifiquement pour une condition soit plus sensible à la détection du changement comparativement à un outil plus générique (Stucki, Liang et al. 1995), Mannion et al. ont rapporté que le *Core Outcome Measure Index* (COMI) est aussi réactif au changement que le SSSQ tout en minimisant le fardeau imposé au répondant et le risque d'obtenir des réponses incomplètes (Mannion, Fekete et al. 2015). Le COMI a été développé au terme d'un consensus d'experts visant à standardiser l'utilisation des mesures de résultats chez les populations touchées par des conditions affectant la colonne vertébrale afin de faciliter la comparaison entre elles (Deyo, Battie et al. 1998). La version SSL du questionnaire reflète les cinq domaines jugés les plus pertinents en regard du contexte, soient : la douleur (dos et jambe), la fonction; le bien-être en fonction des symptômes; le bien-être général (qualité de vie) et; l'incapacité (travail et social). Avec son total de sept questions, le COMI est un outil facilement utilisable qui permettrait de comparer plus facilement entre elles les effets de diverses interventions.

Outre la douleur, la capacité à la marche est un aspect important du portrait clinique des patients atteints de SSL. Bien que les mesures auto-rapportées intègrent généralement des items reliés aux capacités de marche, il semblerait que la perception qu'ont les patients des distances qu'ils sont capables de parcourir soit souvent erronée (Okoro, Qureshi et al. 2010, Tomkins-Lane and Battie 2010). Les tests physiques servant à objectiver la capacité à la marche nécessitent du personnel, du temps ainsi que de l'espace ou du matériel et sont donc plus difficile à réaliser que l'administration d'un questionnaire. Afin de savoir si les mesures auto-rapportées peuvent faire office de substitut aux tests physiques, elles ont fait l'objet de comparaisons avec des mesures objectives de la capacité à la marche.

On compte parmi les tests physiques les plus fréquemment utilisés le *Self-Paced Walking Test* (SPWT) (Tomkins-Lane and Battie 2010) et le *Motorized Treadmill Test* (Barz, Melloh et al. 2008). De façon générale, les mesures objectives de la capacité à la marche sont valides et ont

une bonne fiabilité (Pratt, Fairbank et al. 2002). Cependant, on note que comparativement au SPWT le test sur tapis roulant sous-estimerait d'environ 30% les capacités à la marche des participants (Tomkins, Battie et al. 2009).

Les items correspondant à la distance parcourue à la marche dans le questionnaire ODI et à l'échelle des capacités fonctionnelles dans le SSSQ, ont une très bonne corrélation avec la marche totale au SPWT (Tomkins-Lane and Battie 2010). Fait intéressant, Conway et al. ont rapporté que les mesures de la capacité à la marche auto-rapportées tout comme celles obtenues en laboratoire sont uniquement le reflet de la "capacité" d'un individu à accomplir une tâche dans un environnement contrôlé (Conway, Tomkins et al. 2011). En ce sens que l'évaluation du temps total passé à réaliser des activités au quotidien, défini comme la « performance » d'un individu (Tomkins-Lane, Holz et al. 2012) ne corrèle ni avec les informations obtenues à partir des mesures auto-rapportées ni les mesures objectives. Il n'est donc pas surprenant de constater que tout comme les mesures auto-rapportées, les tests physiques de capacités de marche corrélaient tout au plus faiblement avec le changement perçu par le patient (Rainville, Childs et al. 2012).

En somme, l'utilisation de questionnaires auto-rapportés est adéquate pour l'évaluation du portrait clinique et fonctionnel des patients avec SSL. La version francophone du SSSQ aidera les praticiens œuvrant auprès des patients avec une SSL à mieux documenter l'évolution clinique et permettra de comparer les effets de différents types de soins. De plus, la comparaison des résultats de recherche avec les initiatives d'autres régions francophones sera désormais possible.

Prédicteurs du succès chirurgical

À la lumière des nombreuses études qui ont rapporté tout autant de facteurs prédictifs du succès chirurgical dans le traitement de la SSL, il apparaît plausible que la valeur prédictive d'une variable donnée soit hautement dépendante des critères choisis pour définir le succès de l'intervention. En dehors du tabagisme et de la dépression comme facteurs de mauvais pronostic et de la prédominance de la douleur à la jambe comme facteur de bon pronostic, bien peu de prédictifs ont fait l'objet de tendances aussi fortes chez les patients atteints de SSL traités chirurgicalement (Sanden, Forsth et al. 2011, Adogwa, Parker et al. 2012, Havakeshian and Mannion 2013, Sigmundsson, Jonsson et al. 2017, Paulsen, Bouknaitir et al. 2018, Tuomainen, Pakarinen et al. 2018).

Dans le cadre de la cinquième étude de cette thèse, nous nous sommes intéressés aux facteurs prédictifs modifiables et plus particulièrement aux variables relatives aux capacités physiques des participants. Car même s'il est pertinent d'être capable d'identifier les candidats susceptibles de répondre favorablement à l'intervention chirurgicale, dans le contexte de la préadaptation, il nous apparaissait également important d'identifier les facteurs sur lesquels il était possible d'avoir un impact durant la phase préopératoire. Cependant, et de façon plutôt surprenante, seule la variable de l'intensité de la douleur à la jambe s'est montrée prédictive du succès chirurgical à moyen terme. De plus, aucun des prédictifs étudiés dans cette étude, que ce soit au niveau des variables démographiques, cliniques ou physiques, n'a permis d'identifier qui répondrait favorablement au traitement chirurgical à court terme. Bien que notre choix de définition du succès postopératoire ait pu jouer un rôle dans l'absence de détection de facteurs prédictifs à court terme, l'évaluation de l'intensité de la douleur aux jambes nous apparaissait acceptable considérant qu'une réduction de l'intensité de la douleur, et ce, même en l'absence d'amélioration concomitante de la fonction physique, ait été rapporté comme un résultat important pour la plupart des individus présentant une sténose lombaire et une claudication neurogène (Markman, Gewandter et al. 2015).

Peu d'études se sont intéressées à des facteurs physiques objectifs comme prédictifs du succès chirurgical chez les patients atteints de SSL. Outre Shen et al. qui ont suggéré que la force de

préhension manuelle était associée au niveau d'incapacité liée aux douleurs lombaires à six mois postopératoires (Shen, Kim et al. 2018), Caliandro et al. ont démontré que les résultats d'examen neurophysiologiques postopératoires ne correspondaient en rien à l'évaluation de la qualité de vie faite par les patients (Caliandro, Aulisa et al. 2005). Par ailleurs, une mesure objective moins fréquemment utilisée, la description du patron de marche, a été rapportée comme étant un meilleur prédicteur de l'incapacité et de l'intensité de la douleur postopératoire que les mesures auto-rapportées (Lee, Campion et al. 2017).

La grande variabilité de résultats rapportée dans la littérature pourrait être liée au fait qu'il n'y a pas de définition unanime de ce que devrait constituer le succès d'une intervention. Par conséquent, on considère que le succès devrait être déterminé en fonction de ce qui est important pour le patient (Mannion, Fekete et al. 2015). Plusieurs options ont d'ailleurs été proposées dans la littérature dont : l'atteinte d'une valeur seuil correspondant à un changement clinique minimalement significatif, l'utilisation de scores dichotomiques à partir d'échelles longitudinales pour statuer sur le « succès » ou le « non-succès » d'une intervention ou encore, le seuil maximal considéré comme acceptable pour le patient (douleur ou incapacité) advenant que le résultat d'une intervention soit permanent (Fekete, Haschtmann et al. 2016, Wertli, Buletti et al. 2017). L'utilisation d'une autre méthode pour définir le succès nous aurait peut-être permis de trouver des résultats différents.

De plus, l'utilisation du niveau de satisfaction du patient comme critère de réussite est également de plus en plus répandue, et ce malgré le fait qu'elle ne soit pas synonyme de succès clinique (Godil, Parker et al. 2013). Cependant, Sigmundsson et al. et Paulsen et al. qui ont tous deux étudié un grand nombre de patients (5001 et 2562 respectivement) s'entendent pour dire que seule une bonne capacité de marche est prédictive de la satisfaction postopératoire à un an (Sigmundsson, Jonsson et al. 2017, Paulsen, Bouknaitir et al. 2018).

En somme, l'évaluation globale d'un traitement chirurgical devrait comprendre tout au moins trois outils : un pour quantifier l'intensité de la douleur, un spécifique à la condition permettant d'objectiver la fonction et un dernier pour la qualité de vie (DeVine, Norvell et al. 2011).

Perspective de recherches

Les données présentées dans cette thèse suggèrent que les preuves scientifiques relatives à l'efficacité de programmes de préadaptation pour les conditions musculosquelettiques sont moins robustes que celles pour les conditions organiques et oncologiques. À la lumière des résultats obtenus, il est fort probable que comparativement à l'exercice seul, l'approche multimodale ait un impact plus global sur les individus qui participent à des interventions préopératoires. Nous souhaitons initialement isoler les effets thérapeutiques de la pratique d'exercices physiques, mais il n'en demeure pas moins qu'en ciblant les aspects les plus susceptibles d'influencer positivement la récupération postopératoire, notamment en prenant en charge les comorbidités psychologiques, meilleures seront les chances d'avoir un effet significatif pour les patients.

Par ailleurs, les soins centrés sur le patient font partie intégrante des démarches de soins de santé actuelles (National Academy of Sciences, 2001), et par conséquent il semble tout à fait logique que la préparation préopératoire suive la même approche (Shaughness, Howard et al. 2017). À cet effet, plusieurs pistes sont à envisager, notamment l'augmentation du niveau d'activation des patients, une gestion adéquate des attentes ainsi que l'augmentation du niveau d'activité physique.

Considérant les retombées positives telles qu'une meilleure gestion des conditions de santé et l'adoption de comportements sains (Hibbard and Tusler 2007, Thiboutot, Sciamanna et al. 2013, Wilkes, Day et al. 2013), l'augmentation de l'activation des patients dans leur prise en charge apparaît comme un élément incontournable de la préadaptation. Des niveaux plus élevés d'activation permettraient entre autres d'assurer l'engagement des patients envers un programme de réadaptation et favoriseraient ainsi une meilleure récupération fonctionnelle (Skolasky, Mackenzie et al. 2011). L'activation des patients est étroitement liée au sentiment d'auto-efficacité (Brown, Loprinzi et al. 2014) qui lui peut être renforcé, dans le contexte de la préadaptation, par la gestion des barrières à l'engagement envers un programme d'exercice physique (Skolasky, Maggard et al. 2015). Skolasky et al. ont identifié les facteurs associés à l'engagement envers un programme de réadaptation spécifiquement chez des patients ayant subi une chirurgie pour une SSL. Leurs résultats suggèrent que le manque de connaissances sur le rôle de l'exercice dans la récupération fonctionnelle, l'absence de support familial ainsi que la

peur du mouvement, et plus précisément l'inquiétude face à la gestion de la douleur, sont les principaux facteurs qui minent leur sentiment de confiance et freinent leur participation (Skolasky, Maggard et al. 2015). De plus, des attentes irréalistes envers les résultats chirurgicaux ont été associées avec de moins bons résultats postopératoires et des niveaux de satisfaction plus bas (Witiw, Mansouri et al. 2018), soulignant l'importance de l'éducation des patients envers les objectifs de la chirurgie et les résultats potentiels (Bialosky, Bishop et al. 2010). Finalement, la préadaptation vise l'adoption de comportements sains qui se traduisent notamment par une meilleure autonomie pour la personne âgée. Avec ses nombreux bienfaits (de Vries, van Ravensberg et al. 2012), la pratique d'activité physique sur une base régulière devrait servir de point commun à tous les programmes de préadaptation.

Les prochaines études portant sur l'efficacité de programmes de préadaptation devront se pencher sur des interventions de différentes durées afin de déterminer le moment optimal pour leur implémentation. Ces études devraient également considérer, outre l'augmentation du niveau d'activité physique, l'éducation du patient sur sa condition et la nature de ses symptômes ainsi que la gestion des attentes par rapport aux résultats des interventions proposées. Lorsque la formule optimale aura été déterminée, une évaluation du ratio coûts-bénéfices sera par la suite une étape obligatoire avant de pouvoir recommander la mise en place à plus grande échelle de programmes de préadaptation dans le contexte des chirurgies rachidiennes lombaires.

Conclusion

La participation à un programme d'entraînement physique préopératoire d'une durée de six semaines est insuffisante pour avoir un impact significatif à court terme sur la récupération postopératoire des patients opérés pour une SSL. L'étendue du rôle joué par l'activité physique dans la prise en charge conservatrice et chirurgicale des patients atteints de SSL demeure incertaine. Toutefois, même en l'absence de l'effet recherché, cette thèse identifie les aspects pertinents à la préadaptation dans le contexte de la chirurgie rachidienne lombaire et souligne les perspectives de recherche susceptibles de bonifier les connaissances actuelles. De même, la traduction et la validation de la version francophone du SSSQ permettra de poursuivre les recherches sur la SSL avec un outil spécifique à la condition.

Bibliographie

Aalto, T. J., V. Leinonen, A. Herno, M. Alen, H. Kroger, V. Turunen, S. Savolainen, T. Saari and O. Airaksinen (2011). "Postoperative rehabilitation does not improve functional outcome in lumbar spinal stenosis: a prospective study with 2-year postoperative follow-up." Eur Spine J **20**(8): 1331-1340.

Aalto, T. J., A. Malmivaara, F. Kovacs, A. Herno, M. Alen, L. Salmi, H. Kroger, J. Andrade, R. Jimenez, A. Tapaninaho, V. Turunen, S. Savolainen and O. Airaksinen (2006). "Preoperative predictors for postoperative clinical outcome in lumbar spinal stenosis: systematic review." Spine (Phila Pa 1976) **31**(18): E648-663.

Aaronson, N. K., C. Acquadro, J. Alonso, G. Apolone, D. Bucquet, M. Bullinger, K. Bungay, S. Fukuhara, B. Gandek, S. Keller and et al. (1992). "International Quality of Life Assessment (IQOLA) Project." Qual Life Res **1**(5): 349-351.

Abbott, A. D., R. Tyni-Lenne and R. Hedlund (2010). "Early rehabilitation targeting cognition, behavior, and motor function after lumbar fusion: a randomized controlled trial." Spine (Phila Pa 1976) **35**(8): 848-857.

Adogwa, O., S. L. Parker, D. N. Shau, S. K. Mendenhall, O. S. Aaronson, J. S. Cheng, C. J. Devin and M. J. McGirt (2012). "Preoperative Zung Depression Scale predicts outcome after revision lumbar surgery for adjacent segment disease, recurrent stenosis, and pseudarthrosis." Spine J **12**(3): 179-185.

Aebi, M., Gunzburg, R., and Szpalski M. (2005). The Aging Spine, [New York], Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Alicioglu, B., B. Yilmaz, N. Bulakbasi, C. Copuroglu, E. Yalniz, B. Aykac and D. U. Urut (2012). "Magnetic resonance imaging predictors of surgical outcome in degenerative lumbar spinal stenosis." Jpn J Radiol **30**(10): 811-818.

Alvarez, J. A. and R. H. Hardy, Jr. (1998). "Lumbar spine stenosis: a common cause of back and leg pain." Am Fam Physician **57**(8): 1825-1834, 1839-1840.

Ammendolia, C., P. Cote, D. Southerst, M. Schneider, B. Budgell, C. Bombardier, G. Hawker and Y. R. Rampersaud (2018). "Comprehensive non-surgical treatment versus self-directed care to improve walking ability in lumbar spinal stenosis: A randomized trial." Arch Phys Med Rehabil.

Ammendolia, C., M. Schneider, K. Williams, S. Zickmund, M. Hamm, K. Stuber, C. Tomkins-Lane and Y. R. Rampersaud (2017). "The physical and psychological impact of neurogenic claudication: the patients' perspectives." J Can Chiropr Assoc **61**(1): 18-31.

Ammendolia, C., K. Stuber, L. K. de Bruin, A. D. Furlan, C. A. Kennedy, Y. R. Rampersaud, I. A. Steenstra and V. Pennick (2012). "Nonoperative treatment of lumbar spinal stenosis with neurogenic claudication: a systematic review." Spine (Phila Pa 1976) **37**(10): E609-616.

Ammendolia, C., K. Stuber, C. Tomkins-Lane, M. Schneider, Y. R. Rampersaud, A. D. Furlan and C. A. Kennedy (2014). "What interventions improve walking ability in neurogenic claudication with lumbar spinal stenosis? A systematic review." Eur Spine J **23**(6): 1282-1301.

Ammendolia, C., K. J. Stuber, E. Rok, R. Rampersaud, C. A. Kennedy, V. Pennick, I. A. Steenstra, L. K. de Bruin and A. D. Furlan (2013). "Nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis with neurogenic claudication." Cochrane Database Syst Rev(8): CD010712.

Amundsen, T., H. Weber, F. Lilleas, H. J. Nordal, M. Abdelnoor and B. Magnaes (1995). "Lumbar spinal stenosis. Clinical and radiologic features." Spine (Phila Pa 1976) **20**(10): 1178-1186.

Amundsen, T., H. Weber, H. J. Nordal, B. Magnaes, M. Abdelnoor and F. Lilleas (2000). "Lumbar spinal stenosis: conservative or surgical management?: A prospective 10-year study." Spine (Phila Pa 1976) **25**(11): 1424-1435; discussion 1435-1426.

Andrasinova, T., B. Adamova, J. Buskova, M. Kerkovsky, J. Jarkovsky and J. Bednarik (2018). "Is there a Correlation Between Degree of Radiologic Lumbar Spinal Stenosis and its Clinical Manifestation?" Clin Spine Surg.

Andreisek, G., M. Imhof, M. Wertli, S. Winklhofer, C. W. Pfirrmann, J. Hodler and J. Steurer (2013). "A systematic review of semiquantitative and qualitative radiologic criteria for the diagnosis of lumbar spinal stenosis." AJR Am J Roentgenol **201**(5): W735-746.

Andresen, E. M. (2000). "Criteria for assessing the tools of disability outcomes research." Arch Phys Med Rehabil **81**(12 Suppl 2): S15-20.

Arbit, E. and S. Pannullo (2001). "Lumbar stenosis: a clinical review." Clin Orthop Relat Res(384): 137-143.

Arksey, H. and L. O'Malley (2005). "Scoping studies: towards a methodological framework." International Journal of Social Research Methodology **8**(1): 19-32.

Arnoldi, C. C., A. E. Brodsky, J. Cauchoix, H. V. Crock, G. F. Dommissie, M. A. Edgar, F. P. Gargano, R. E. Jacobson, W. H. Kirkaldy-Willis, A. Kurihara, A. Langenskiold, I. Macnab, G. W. McIvor, P. H. Newman, K. W. Paine, L. A. Russin, J. Sheldon, M. Tile, M. R. Urist, W. E. Wilson and L. L. Wiltse (1976). "Lumbar spinal stenosis and nerve root entrapment syndromes. Definition and classification." Clin Orthop Relat Res(115): 4-5.

Asghar, F. A. and A. S. Hilibrand (2012). "The impact of the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) results on orthopaedic practice." J Am Acad Orthop Surg **20**(3): 160-166.

Asoh, T. and H. Tsuji (1981). "Preoperative physical training for cardiac patients requiring non-cardiac surgery." Jpn J Surg **11**(4): 251-255.

Association médicale canadienne 2013_ https://www.cma.ca/Assets/assets-library/document/en/advocacy/policy-research/CMA_Policy_Health_and_Health_Care_for_an_Aging-Population_PD14-03-e.pdf

Athiviraham, A., Z. A. Wali and D. Yen (2011). "Predictive factors influencing clinical outcome with operative management of lumbar spinal stenosis." Spine J **11**(7): 613-617.

Atlas, S. J., R. B. Keller, Y. A. Wu, R. A. Deyo and D. E. Singer (2005). "Long-term outcomes of surgical and nonsurgical management of lumbar spinal stenosis: 8 to 10 year results from the maine lumbar spine study." Spine (Phila Pa 1976) **30**(8): 936-943.

Azimi, P., H. S. Ghandehari, S. Sadeghi, S. Azhari, H. N. Aghaei, H. R. Mohmmadi and A. Montazeri (2014). "Severity of symptoms, physical functioning and satisfaction in patients with lumbar spinal stenosis: a validation study of the Iranian version of the Swiss Spinal Stenosis Score." J Neurosurg Sci **58**(3): 177-182.

Backstrom, K. M., J. M. Whitman and T. W. Flynn (2011). "Lumbar spinal stenosis-diagnosis and management of the aging spine." Man Ther **16**(4): 308-317.

Bailey, C. S., K. R. Gurr, S. I. Bailey, D. Taylor, M. P. Rosas-Arellano, C. Tallon, Y. Bureau and J. C. Urquhart (2016). "Does the wait for lumbar degenerative spinal stenosis surgery have a detrimental effect on patient outcomes? A prospective observational study." CMAJ Open **4**(2): E185-193.

Barz, T., M. Melloh, L. Staub, C. Roeder, J. Lange, F. G. Smiszek, J. C. Theis and H. R. Merk (2008). "The diagnostic value of a treadmill test in predicting lumbar spinal stenosis." Eur Spine J **17**(5): 686-690.

Barz, T., M. Melloh, L. P. Staub, S. J. Lord, J. Lange, C. P. Roder, J. C. Theis and H. R. Merk (2010). "Nerve root sedimentation sign: evaluation of a new radiological sign in lumbar spinal stenosis." Spine (Phila Pa 1976) **35**(8): 892-897.

Battie, M. C., C. A. Jones, D. P. Schopflocher and R. W. Hu (2012). "Health-related quality of life and comorbidities associated with lumbar spinal stenosis." Spine J **12**(3): 189-195.

Beaton, D. E., C. Bombardier, F. Guillemin and M. B. Ferraz (2000). "Guidelines for the process of cross-cultural adaptation of self-report measures." Spine (Phila Pa 1976) **25**(24): 3186-3191.

Beers, G. J., A. P. Carter, B. E. Leiter, S. P. Tilak and R. R. Shah (1985). "Interobserver discrepancies in distance measurements from lumbar spine CT scans." AJR Am J Roentgenol **144**(2): 395-398.

Beneck, G. J., J. M. Popovich, Jr., D. M. Selkowitz, S. Azen and K. Kulig (2014). "Intensive, progressive exercise improves quality of life following lumbar microdiscectomy: a randomized controlled trial." Clin Rehabil **28**(9): 892-901.

Benoist, M. (2002). "The natural history of lumbar degenerative spinal stenosis." Joint Bone Spine **69**(5): 450-457.

Best, J. T. (2002). "Understanding spinal stenosis." Orthop Nurs **21**(3): 48-54; quiz 54-46.

Bialosky, J. E., M. D. Bishop and J. A. Cleland (2010). "Individual expectation: an overlooked, but pertinent, factor in the treatment of individuals experiencing musculoskeletal pain." Phys Ther **90**(9): 1345-1355.

Binder, D. K., M. H. Schmidt and P. R. Weinstein (2002). "Lumbar spinal stenosis." Semin Neurol **22**(2): 157-166.

Boden, S. D., D. O. Davis, T. S. Dina, N. J. Patronas and S. W. Wiesel (1990). "Abnormal magnetic-resonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects. A prospective investigation." J Bone Joint Surg Am **72**(3): 403-408.

Bogduk, N. (2012). Clinical and radiological anatomy of the lumbar spine. Edinburgh, Elsevier/Churchill Livingstone.

Borenstein, D. G., J. W. O'Mara, Jr., S. D. Boden, W. C. Lauerman, A. Jacobson, C. Platenberg, D. Schellinger and S. W. Wiesel (2001). "The value of magnetic resonance imaging of the lumbar spine to predict low-back pain in asymptomatic subjects : a seven-year follow-up study." J Bone Joint Surg Am **83-a**(9): 1306-1311.

Bourque, P. B., D. (1982). "Étude psychométrique du questionnaire de dépression de Beck auprès d'un échantillon d'étudiants universitaires francophones [Psychometric study of the Beck Depression Inventory on a sample of French-speaking university students]. ." Canadian Journal of Behavioural Science / Revue canadienne des sciences du comportement **14**(3): 211-218.

Brown, K., P. D. Loprinzi, J. A. Brosky and R. Topp (2014). "Prehabilitation influences exercise-related psychological constructs such as self-efficacy and outcome expectations to exercise." J Strength Cond Res **28**(1): 201-209.

Burgstaller, J. M., M. M. Wertli, J. Steurer, A. G. Kessels, U. Held and H. F. Gramke (2017). "The Influence of Pre- and Postoperative Fear Avoidance Beliefs on Postoperative Pain and Disability in Patients With Lumbar Spinal Stenosis: Analysis of the Lumbar Spinal Outcome Study (LSOS) Data." Spine (Phila Pa 1976) **42**(7): E425-E432.

Bussieres, A. E., G. Stewart, F. Al-Zoubi, P. Decina, M. Descarreaux, D. Haskett, C. Hincapie, I. Page, S. Passmore, J. Srbely, M. Stupar, J. Weisberg and J. Ornelas (2018). "Spinal Manipulative Therapy and Other Conservative Treatments for Low Back Pain: A Guideline From the Canadian Chiropractic Guideline Initiative." J Manipulative Physiol Ther.

Caliandro, P., L. Aulisa, R. Padua, I. Aprile, G. Mastantuoni, O. Mazza, P. Tonali and L. Padua (2005). "Quality of life, clinical and neurophysiological picture in patients operated on for lumbar stenosis." Acta Neurochir Suppl **92**: 143-146.

Canadian Institute for Health Information. How Canada Compares: Results From The Commonwealth Fund's 2016 International Health Policy Survey of Adults in 11 Countries. Ottawa, O. C.

Canadian Institute for Health Information 2017. National Health Expenditure Trends, 1975 to 2017. Accessed at <http://www.cihi.ca>

Carli, F. and V. Ferreira (2018). "Prehabilitation: a new area of integration between geriatricians, anesthesiologists, and exercise therapists." Aging Clinical and Experimental Research.

Carli, F. and C. Scheede-Bergdahl (2015). "Prehabilitation to enhance perioperative care." Anesthesiol Clin **33**(1): 17-33.

Carli, F. and G. S. Zavorsky (2005). "Optimizing functional exercise capacity in the elderly surgical population." Curr Opin Clin Nutr Metab Care **8**(1): 23-32.

Chad, D. A. (2007). "Lumbar spinal stenosis." Neurol Clin **25**(2): 407-418.

Chang, F., T. Zhang, G. Gao, S. Ding, Y. Su, L. Li, G. Zuo, B. Chen, X. Wang and C. Yu (2017). "Comparison of the Minimally Invasive and Conventional Open Surgery Approach in the Treatment of Lumbar Stenosis: A Systematic Review and a Meta-Analysis." Ann Acad Med Singapore **46**(4): 124-137.

Chang, W., P. Yuwen, Y. Zhu, N. Wei, C. Feng, Y. Zhang and W. Chen (2017). "Effectiveness of decompression alone versus decompression plus fusion for lumbar spinal stenosis: a systematic review and meta-analysis." Arch Orthop Trauma Surg **137**(5): 637-650.

Chen, B. L., Y. Zhong, Y. L. Huang, L. W. Zeng, Y. Q. Li, X. X. Yang, Q. Jiang and C. H. Wang (2012). "Systematic back muscle exercise after percutaneous vertebroplasty for spinal osteoporotic compression fracture patients: a randomized controlled trial." Clin Rehabil **26**(6): 483-492.

Choi, G., P. P. Raiturker, M.-J. Kim, C. D. Jin, Y.-S. Chae, Na and Sang-Ho (2005). "The Effect of Early Isolated Lumbar Extension Exercise Program for Patients with Herniated Disc Undergoing Lumbar Discectomy." Neurosurgery **57**(4): 764-772.

Chou, R., R. Hashimoto, J. Friedly, R. Fu, C. Bougatsos, T. Dana, S. D. Sullivan and J. Jarvik (2015). "Epidural Corticosteroid Injections for Radiculopathy and Spinal Stenosis: A Systematic Review and Meta-analysis." Annals Of Internal Medicine **163**(5): 373-381.

Chou, R., J. D. Loeser, D. K. Owens, R. W. Rosenquist, S. J. Atlas, J. Baisden, E. J. Carragee, M. Grabois, D. R. Murphy, D. K. Resnick, S. P. Stanos, W. O. Shaffer and E. M. Wall (2009). "Interventional therapies, surgery, and interdisciplinary rehabilitation for low back pain: an evidence-based clinical practice guideline from the American Pain Society." Spine (Phila Pa 1976) **34**(10): 1066-1077.

Christensen, F. B., I. Laurberg and C. E. Bungler (2003). "Importance of the back-cafe concept to rehabilitation after lumbar spinal fusion: a randomized clinical study with a 2-year follow-up." Spine (Phila Pa 1976) **28**(23): 2561-2569.

Christensen, T. and H. Kehlet (1993). "Postoperative fatigue." World J Surg **17**(2): 220-225.

Ciol, M. A., R. A. Deyo, E. Howell and S. Kreif (1996). "An assessment of surgery for spinal stenosis: time trends, geographic variations, complications, and reoperations." J Am Geriatr Soc **44**(3): 285-290.

Cleland, J. A., J. M. Whitman, J. L. Houser, R. S. Wainner and J. D. Childs (2012). "Psychometric properties of selected tests in patients with lumbar spinal stenosis." Spine J **12**(10): 921-931.

Comer, C. M., P. G. Conaghan and A. Tennant (2011). "Internal construct validity of the Swiss Spinal Stenosis questionnaire: Rasch analysis of a disease-specific outcome measure for lumbar spinal stenosis." Spine (Phila Pa 1976) **36**(23): 1969-1976.

Comer, C. M., A. C. Redmond, H. A. Bird and P. G. Conaghan (2009). "Assessment and management of neurogenic claudication associated with lumbar spinal stenosis in a UK primary

care musculoskeletal service: a survey of current practice among physiotherapists." BMC Musculoskelet Disord **10**: 121.

Conway, J., C. C. Tomkins and A. J. Haig (2011). "Walking assessment in people with lumbar spinal stenosis: capacity, performance, and self-report measures." Spine J **11**(9): 816-823.

Coons, S. J., S. Rao, D. L. Keininger and R. D. Hays (2000). "A comparative review of generic quality-of-life instruments." Pharmacoeconomics **17**(1): 13-35.

Coronado-Zarco, R., E. Cruz-Medina, A. Arellano-Hernandez, D. Chavez-Arias and S. R. Leon-Hernandez (2009). "Effectiveness of calcitonin in intermittent claudication treatment of patients with lumbar spinal stenosis: a systematic review." Spine (Phila Pa 1976) **34**(22): E818-822.

Coudeyre, E., C. Jardin, P. Givron, P. Ribinik, M. Revel and F. Rannou (2007). "Could preoperative rehabilitation modify postoperative outcomes after total hip and knee arthroplasty? Elaboration of French clinical practice guidelines." Ann Readapt Med Phys **50**(3): 189-197.

Danielsen, J. M., R. Johnsen, S. K. Kibsgaard and E. Hellevik (2000). "Early aggressive exercise for postoperative rehabilitation after discectomy." Spine (Phila Pa 1976) **25**(8): 1015-1020.

de Vries, N. M., C. D. van Ravensberg, J. S. Hobbelen, M. G. Olde Rikkert, J. B. Staal and M. W. Nijhuis-van der Sanden (2012). "Effects of physical exercise therapy on mobility, physical functioning, physical activity and quality of life in community-dwelling older adults with impaired mobility, physical disability and/or multi-morbidity: a meta-analysis." Ageing Res Rev **11**(1): 136-149.

Deasy, J. (2015). "Acquired lumbar spinal stenosis." Jaapa **28**(4): 19-23.

Desmeules, F., J. Hall and L. J. Woodhouse (2013). "Prehabilitation improves physical function of individuals with severe disability from hip or knee osteoarthritis." Physiother Can **65**(2): 116-124.

DeVine, J., D. C. Norvell, E. Ecker, D. R. Fourney, A. Vaccaro, J. Wang and G. Andersson (2011). "Evaluating the correlation and responsiveness of patient-reported pain with function and quality-of-life outcomes after spine surgery." Spine (Phila Pa 1976) **36**(21 Suppl): S69-74.

Deyo, R. A. (2010). "Treatment of lumbar spinal stenosis: a balancing act." Spine J **10**(7): 625-627.

Deyo, R. A., M. Battie, A. J. H. M. Beurskens, C. Bombardier, P. Croft, B. Koes, A. Malmivaara, M. Roland, M. Von Korff and G. Waddell (1998). "Outcome Measures for Low Back Pain Research: A Proposal for Standardized Use." Spine **23**(18): 2003-2013.

Deyo, R. A., S. F. Dworkin, D. Amtmann, G. Andersson, D. Borenstein, E. Carragee, J. Carrino, R. Chou, K. Cook, A. DeLitto, C. Goertz, P. Khalsa, J. Loeser, S. Mackey, J. Panagis, J. Rainville, T. Tosteson, D. Turk, M. Von Korff and D. K. Weiner (2014). "Focus article report of the NIH task force on research standards for chronic low back pain." Clin J Pain **30**(8): 701-712.

Deyo, R. A., D. T. Gray, W. Kreuter, S. Mirza and B. I. Martin (2005). "United States trends in lumbar fusion surgery for degenerative conditions." Spine (Phila Pa 1976) **30**(12): 1441-1445; discussion 1446-1447.

Deyo, R. A., S. K. Mirza, B. I. Martin, W. Kreuter, D. C. Goodman and J. G. Jarvik (2010). "Trends, major medical complications, and charges associated with surgery for lumbar spinal stenosis in older adults." JAMA **303**(13): 1259-1265.

Djurasovic, M., S. D. Glassman, L. Y. Carreon and J. R. Dimar, 2nd (2010). "Contemporary management of symptomatic lumbar spinal stenosis." Orthop Clin North Am **41**(2): 183-191.

Dolan, P., K. Greenfield, R. J. Nelson and I. W. Nelson (2000). "Can exercise therapy improve the outcome of microdiscectomy?" Spine (Phila Pa 1976) **25**(12): 1523-1532.

Donaldson, B. L., E. A. Shipton, G. Inglis, D. Rivett and C. Frampton (2006). "Comparison of usual surgical advice versus a nonaggravating six-month gym-based exercise rehabilitation program post-lumbar discectomy: results at one-year follow-up." Spine J **6**(4): 357-363.

Dworkin, R. H. T., Dennis C.; Farrar, John T.; Haythornthwaite, Jennifer A.; Jensen, Mark P.; Katz, Nathaniel P.; Kerns, Robert D.; Stucki, Gerold; Allen, Robert R.; Bellamy, Nicholas; Carr, Daniel B.; Chandler, Julie; Cowan, Penney; Dionne, Raymond; Galer, Bradley S.; Hertz, Sharon; Jadad, Alejandro R.; Kramer, Lynn D.; Manning, Donald C.; Martin, Susan; McCormick, Cynthia G.; McDermott, Michael P.; McGrath, Patrick; Quessy, Steve; Rappaport, Bob A.; Robbins, Wendy; Robinson, James P.; Rothman, Margaret; Royal, Mike A.; Simon, Lee; Stauffer, Joseph W.; Stein, Wendy; Tollett, Jane; Wernicke, Joachim; Witter, James (2005). "Core outcome measures for chronic pain clinical trials: IMMPACT recommendations." Pain **113**(1-2): 9-19.

Edwards, P., I. Roberts, M. Clarke, C. DiGuseppi, S. Pratap, R. Wentz, I. Kwan and R. Cooper (2007). "Methods to increase response rates to postal questionnaires." Cochrane Database Syst Rev(2): Mr000008.

Edwards, T. C., D. C. Lavalley, Z. Bauer, B. A. Comstock, J. G. Jarvik, D. L. Patrick, U. E. Makris and J. L. Friedly (2015). "Problem areas identified as important to older adults with lumbar spinal stenosis." Spine J **15**(7): 1636-1644.

Eldridge, S. M., G. A. Lancaster, M. J. Campbell, L. Thabane, S. Hopewell, C. L. Coleman and C. M. Bond (2016). "Defining Feasibility and Pilot Studies in Preparation for Randomised Controlled Trials: Development of a Conceptual Framework." PloS one **11**(3): e0150205-e0150205.

Epstein, J., R. H. Osborne, G. R. Elsworth, D. E. Beaton and F. Guillemin (2015). "Cross-cultural adaptation of the Health Education Impact Questionnaire: experimental study showed expert committee, not back-translation, added value." J Clin Epidemiol **68**(4): 360-369.

Erdogmus, C. B., K. L. Resch, R. Sabitzer, H. Muller, M. Nuhr, A. Schoggl, M. Posch, W. Osterode, K. Ungersbock and G. R. Ebenbichler (2007). "Physiotherapy-based rehabilitation following disc herniation operation: results of a randomized clinical trial." Spine (Phila Pa 1976) **32**(19): 2041-2049.

EuqoQol Group (1990). "EuroQol - a new facility for the measurement of health-related quality of life." Health Policy **16**(3): 199-208.

Evans, J. G. (1964). "NEUROGENIC INTERMITTENT CLAUDICATION." Br Med J **2**(5415): 985-987.

Fairbank, J. C., J. Couper, J. B. Davies and J. P. O'Brien (1980). "The Oswestry low back pain disability questionnaire." Physiotherapy **66**(8): 271-273.

Fanuele, J. C., N. J. Birkmeyer, W. A. Abdu, T. D. Tosteson and J. N. Weinstein (2000). "The impact of spinal problems on the health status of patients: have we underestimated the effect?" Spine (Phila Pa 1976) **25**(12): 1509-1514.

Fekete, T. F., D. Haschtmann, F. S. Kleinstuck, F. Porchet, D. Jeszenszky and A. F. Mannion (2016). "What level of pain are patients happy to live with after surgery for lumbar degenerative disorders?" Spine J **16**(4 Suppl): S12-18.

Filiz, M., A. Cakmak and E. Ozcan (2005). "The effectiveness of exercise programmes after lumbar disc surgery: a randomized controlled study." Clin Rehabil **19**(1): 4-11.

Foulongne, E., S. Derrey, M. Ould Slimane, S. Leveque, A. C. Tobenas, F. Dujardin, P. Freger, P. Chassagne and F. Proust (2013). "Lumbar spinal stenosis: which predictive factors of favorable functional results after decompressive laminectomy?" Neurochirurgie **59**(1): 23-29.

French, D. J., P. J. Roach and S. Mayes (2002). "Peur du mouvement chez des accidentés du travail: L'Échelle de Kinésiophobie de Tampa (EKT)." Canadian Journal of Behavioural Science / Revue canadienne des sciences du comportement **34**(1): 28-33.

Friedly, J., C. Standaert and L. Chan (2010). "Epidemiology of spine care: the back pain dilemma." Phys Med Rehabil Clin N Am **21**(4): 659-677.

Fritsch, C. G., M. L. Ferreira, C. G. Maher, R. D. Herbert, R. Z. Pinto, B. Koes and P. H. Ferreira (2017). "The clinical course of pain and disability following surgery for spinal stenosis: a systematic review and meta-analysis of cohort studies." European Spine Journal: Official Publication Of The European Spine Society, The European Spinal Deformity Society, And The European Section Of The Cervical Spine Research Society **26**(2): 324-335.

Geisser, M. E., A. J. Haig, H. C. Tong, K. S. J. Yamakawa, D. J. Quint, J. T. Hoff, J. A. Miner and V. V. Phalke (2007). "Spinal Canal Size and Clinical Symptoms Among Persons Diagnosed With Lumbar Spinal Stenosis." The Clinical Journal of Pain **23**(9): 780-785.

Gencay-Can, A., Z. Gunendi, S. Suleyman Can, V. Sepici and N. Ceviker (2010). "The effects of early aerobic exercise after single-level lumbar microdiscectomy: a prospective, controlled trial." Eur J Phys Rehabil Med **46**(4): 489-496.

Genevay, S. and S. J. Atlas (2010). "Lumbar spinal stenosis." Best Pract Res Clin Rheumatol **24**(2): 253-265.

Gillis, C., L. S. Feldman, A. Gamsa and F. Carli (2015). "In reply." Anesthesiology **122**(6): 1438-1439.

Gilmore, S. J., J. A. McClelland and M. Davidson (2015). "Physiotherapeutic interventions before and after surgery for degenerative lumbar conditions: a systematic review." Physiotherapy **101**(2): 111-118.

Godil, S. S., S. L. Parker, S. L. Zuckerman, S. K. Mendenhall, C. J. Devin, A. L. Asher and M. J. McGirt (2013). "Determining the quality and effectiveness of surgical spine care: patient satisfaction is not a valid proxy." Spine J **13**(9): 1006-1012.

Goh, K. J., W. Khalifa, P. Anslow, T. Cadoux-Hudson and M. Donaghy (2004). "The clinical syndrome associated with lumbar spinal stenosis." Eur Neurol **52**(4): 242-249.

Goren, A., N. Yildiz, O. Topuz, G. Findikoglu and F. Ardic (2010). "Efficacy of exercise and ultrasound in patients with lumbar spinal stenosis: a prospective randomized controlled trial." Clin Rehabil **24**(7): 623-631.

Gunzburg, R., T. S. Keller, M. Szpalski, K. Vandeputte and K. F. Spratt (2003). "A Prospective Study on CT Scan Outcomes After Conservative Decompression Surgery for Lumbar Spinal Stenosis." Clinical Spine Surgery **16**(3): 261-267.

Haig, A. J. and C. C. Tomkins (2010). "Diagnosis and management of lumbar spinal stenosis." JAMA **303**(1): 71-72.

Hakkinen, A., J. Ylinen, H. Kautiainen, U. Tarvainen and I. Kiviranta (2005). "Effects of home strength training and stretching versus stretching alone after lumbar disk surgery: a randomized study with a 1-year follow-up." Arch Phys Med Rehabil **86**(5): 865-870.

Hallal, P. C., L. B. Andersen, F. C. Bull, R. Guthold, W. Haskell and U. Ekelund (2012). "Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects." Lancet **380**(9838): 247-257.

Hara, N., K. Matsudaira, K. Masuda, J. Tohnosu, K. Takeshita, A. Kobayashi, M. Murakami, N. Kawamura, K. Yamakawa, S. Terayama, S. Ogihara, H. Shiono, J. Morii, K. Hayakawa, S. Kato, K. Nakamura, H. Oka, T. Sawada, K. Inuzuka and N. Kikuchi (2016). "Psychometric Assessment of the Japanese Version of the Zurich Claudication Questionnaire (ZCQ): Reliability and Validity." PLoS ONE **11**(7): e0160183.

Hara, N., H. Oka, T. Yamazaki, K. Takeshita, M. Murakami, K. Hoshi, S. Terayama, A. Seichi, K. Nakamura, H. Kawaguchi and K. Matsudaira (2010). "Predictors of residual symptoms in lower extremities after decompression surgery on lumbar spinal stenosis." Eur Spine J **19**(11): 1849-1854.

Hartvigsen, J., H. Frederiksen and K. Christensen (2006). "Back and neck pain in seniors-prevalence and impact." European spine journal : official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society **15**(6): 802-806.

Havakeshian, S. and A. F. Mannion (2013). "Negative beliefs and psychological disturbance in spine surgery patients: a cause or consequence of a poor treatment outcome?" Eur Spine J **22**(12): 2827-2835.

Hawker, G. A., S. Mian, T. Kendzerska and M. French (2011). "Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP)." Arthritis Care Res (Hoboken) **63 Suppl 11**: S240-252.

Hayden, J. A., M. W. van Tulder and G. Tomlinson (2005). "Systematic review: strategies for using exercise therapy to improve outcomes in chronic low back pain." Ann Intern Med **142**(9): 776-785.

Herno, A., O. Airaksinen and T. Saari (1994). "Computed Tomography After Laminectomy for Lumbar Spinal Stenosis: Patients' Pain Patterns, Walking Capacity, and Subjective Disability Had No Correlation With Computed Tomography Findings." Spine **19**(17): 1975-1978.

Herno, A., T. Saari, O. Suomalainen and O. Airaksinen (1999). "The Degree of Decompressive Relief and Its Relation to Clinical Outcome in Patients Undergoing Surgery for Lumbar Spinal Stenosis." Spine **24**(10): 1010-1014.

Hertzog, M. A. (2008). "Considerations in determining sample size for pilot studies." Res Nurs Health **31**(2): 180-191.

Heshmati, A. A. and M. Mirzaee (2018). "Reliability and Validity of the Swiss Spinal Stenosis Questionnaire for Iranian Patients with Lumbar Spinal Stenosis." Arch Bone Jt Surg **6**(2): 119-123.

Hibbard, J. H. and M. Tusler (2007). "Assessing activation stage and employing a "next steps" approach to supporting patient self-management." J Ambul Care Manage **30**(1): 2-8.

Hidalgo Ovejero, A. M., M. Menendez Garcia, B. Bermejo Fraile, S. Garcia Mata, T. Forcen Alonso and P. Mateo Sebastian (2015). "Cross-cultural adaptation of the Zurich Claudication Questionnaire. Validation study of the Spanish version." An Sist Sanit Navar **38**(1): 41-52.

Higgins, J. and S. Green (2011). "Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0."

Hoffmann, T. C., P. P. Glasziou, I. Boutron, R. Milne, R. Perera, D. Moher, D. G. Altman, V. Barbour, H. Macdonald, M. Johnston, S. E. Lamb, M. Dixon-Woods, P. McCulloch, J. C. Wyatt, A.-W. Chan and S. Michie (2014). "Better reporting of interventions: template for intervention description and replication (TIDieR) checklist and guide." BMJ : British Medical Journal **348**.

Husted, J. A., R. J. Cook, V. T. Farewell and D. D. Gladman (2000). "Methods for assessing responsiveness: a critical review and recommendations." J Clin Epidemiol **53**(5): 459-468.

Iguchi, T., A. Kurihara, J. Nakayama, K. Sato, M. Kurosaka and K. Yamasaki (2000). "Minimum 10-year outcome of decompressive laminectomy for degenerative lumbar spinal stenosis." Spine (Phila Pa 1976) **25**(14): 1754-1759.

Institut canadien d'information sur la santé. Tendances des dépenses nationales de santé, à. O., ON : ICIS; 2017.

Institut de la statistique du Québec. "Estimations de la population, adapté par l'Institut de la statistique du Québec (ISQ)." 2009

Inufusa, A., H. S. An, T. H. Lim, T. Hasegawa, V. M. Haughton and B. H. Nowicki (1996). "Anatomic changes of the spinal canal and intervertebral foramen associated with flexion-extension movement." Spine (Phila Pa 1976) **21**(21): 2412-2420.

Irwin, Z. N., A. Hilibrand, M. Gustavel, R. McLain, W. Shaffer, M. Myers, J. Glaser and R. A. Hart (2005). "Variation in surgical decision making for degenerative spinal disorders. Part I: lumbar spine." Spine (Phila Pa 1976) **30**(19): 2208-2213.

Ishimoto, Y., N. Yoshimura, S. Muraki, H. Yamada, K. Nagata, H. Hashizume, N. Takiguchi, A. Minamide, H. Oka, H. Kawaguchi, K. Nakamura, T. Akune and M. Yoshida (2013). "Associations between radiographic lumbar spinal stenosis and clinical symptoms in the general population: the Wakayama Spine Study." Osteoarthritis and Cartilage **21**(6): 783-788.

Jansson, K. A., G. Nemeth, F. Granath, B. Jonsson and P. Blomqvist (2009). "Health-related quality of life (EQ-5D) before and one year after surgery for lumbar spinal stenosis." J Bone Joint Surg Br **91**(2): 210-216.

Jarrett, M. S., J. F. Orlando and K. Grimmer-Somers (2012). "The effectiveness of land based exercise compared to decompressive surgery in the management of lumbar spinal-canal stenosis: a systematic review." BMC Musculoskelet Disord **13**: 30.

Javid, M. J. and E. J. Hadar (1998). "Long-term follow-up review of patients who underwent laminectomy for lumbar stenosis: a prospective study." J Neurosurg **89**(1): 1-7.

Jenis, L. G. and H. S. An (2000). "Spine update. Lumbar foraminal stenosis." Spine (Phila Pa 1976) **25**(3): 389-394.

Johansson, A. C., S. J. Linton, L. Bergkvist, O. Nilsson and M. Cornefjord (2009). "Clinic-based training in comparison to home-based training after first-time lumbar disc surgery: a randomised controlled trial." Eur Spine J **18**(3): 398-409.

Johnsson, K. E., I. Rosen and A. Uden (1992). "The natural course of lumbar spinal stenosis." Clin Orthop Relat Res(279): 82-86.

Jones, C. J., R. E. Rikli and W. C. Beam (1999). "A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults." Res Q Exerc Sport **70**(2): 113-119.

Jonsson, B., M. Annertz, C. Sjoberg and B. Stromqvist (1997). "A prospective and consecutive study of surgically treated lumbar spinal stenosis. Part I: Clinical features related to radiographic findings." Spine (Phila Pa 1976) **22**(24): 2932-2937.

Jonsson, B., M. Annertz, C. Sjoberg and B. Stromqvist (1997). "A prospective and consecutive study of surgically treated lumbar spinal stenosis. Part II: Five-year follow-up by an independent observer." Spine (Phila Pa 1976) **22**(24): 2938-2944.

Jonsson, B. and B. Stromqvist (1995). "Motor affliction of the L5 nerve root in lumbar nerve root compression syndromes." Spine (Phila Pa 1976) **20**(18): 2012-2015.

Ju, S., G. Park and E. Kim (2012). "Effects of an Exercise Treatment Program on Lumbar Extensor Muscle Strength and Pain of Rehabilitation Patients Recovering from Lumbar Disc Herniation Surgery." J. Phys. Ther. Sci. **24**: 515-518.

Kalichman, L., R. Cole, D. H. Kim, L. Li, P. Suri, A. Guermazi and D. J. Hunter (2009). "Spinal stenosis prevalence and association with symptoms: the Framingham Study." Spine J **9**(7): 545-550.

Kang, H., K. Cho, S. Shim, J. Yu and J. Jung (2012). "Effects of Exercise Rehabilitation on Pain, Disability, and Muscle Strength after Posterior Lumbar Interbody Fusion Surgery: a Randomized Controlled Trial." J. Phys. Ther. Sci. **24**: 1037-1040.

Katz, J. N. and M. B. Harris (2008). "Clinical practice. Lumbar spinal stenosis." N Engl J Med **358**(8): 818-825.

Kehlet, H. (1997). "Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation." Br J Anaesth **78**(5): 606-617.

Kehlet, H. and D. W. Wilmore (2008). "Evidence-based surgical care and the evolution of fast-track surgery." Ann Surg **248**(2): 189-198.

Kim, K. H., T. H. Kim, B. R. Lee, J. K. Kim, D. W. Son, S. W. Lee and G. Y. Yang (2013). "Acupuncture for lumbar spinal stenosis: a systematic review and meta-analysis." Complement Ther Med **21**(5): 535-556.

Kim, Y. S., J. Park, J. Hsu, K. K. Cho, Y. H. Kim and J. K. Shim (2010). "Effects of training frequency on lumbar extension strength in patients recovering from lumbar dyscectomy." J Rehabil Med **42**(9): 839-845.

Kim, Y. U., Y. G. Kong, J. Lee, Y. Cheong, S. Kim, H. K. Kim, J. Y. Park and J. H. Suh (2015). "Clinical symptoms of lumbar spinal stenosis associated with morphological parameters on magnetic resonance images." Eur Spine J **24**(10): 2236-2243.

Kjellby-Wendt, G., J. Styf and S. G. Carlsson (2001). "Early active rehabilitation after surgery for lumbar disc herniation: a prospective, randomized study of psychometric assessment in 50 patients." Acta Orthop Scand **72**(5): 518-524.

Koc, Z., S. Ozcakir, K. Sivrioglu, A. Gurbet and S. Kucukoglu (2009). "Effectiveness of Physical Therapy and Epidural Steroid Injections in Lumbar Spinal Stenosis." Spine **34**(10): 985-989.

Koes, B. W., M. van Tulder, C.-W. C. Lin, L. G. Macedo, J. McAuley and C. Maher (2010). "An updated overview of clinical guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care." European Spine Journal **19**(12): 2075-2094.

Koes, B. W., M. van Tulder, C. W. Lin, L. G. Macedo, J. McAuley and C. Maher (2010). "An updated overview of clinical guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care." Eur Spine J **19**(12): 2075-2094.

Konno, S., S. Kikuchi, Y. Tanaka, K. Yamazaki, Y. Shimada, H. Takei, T. Yokoyama, M. Okada and S. Kokubun (2007). "A diagnostic support tool for lumbar spinal stenosis: a self-administered, self-reported history questionnaire." BMC Musculoskelet Disord **8**: 102.

Kovacs, F. M., G. Urrútia and J. D. Alarcón (2011). "Surgery Versus Conservative Treatment for Symptomatic Lumbar Spinal Stenosis: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials." Spine **36**(20): E1335-E1351.

Kraemer, H. C., J. Mintz, A. Noda, J. Tinklenberg and J. A. Yesavage (2006). "Caution regarding the use of pilot studies to guide power calculations for study proposals." Arch Gen Psychiatry **63**(5): 484-489.

Kreiner, D. S., W. O. Shaffer, J. L. Baisden, T. J. Gilbert, J. T. Summers, J. F. Toton, S. W. Hwang, R. C. Mendel and C. A. Reitman (2013). "An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spinal stenosis (update)." Spine J **13**(7): 734-743.

Kreiner, D. S., W. O. Shaffer, J. L. Baisden, T. J. Gilbert, J. T. Summers, J. F. Toton, S. W. Hwang, R. C. Mendel and C. A. Reitman (2013). "An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spinal stenosis (update)." The Spine Journal **13**(7): 734-743.

Kreiner, D. S., W. O. Shaffer, J. L. Baisden, T. J. Gilbert, J. T. Summers, J. F. Toton, S. W. Hwang, R. C. Mendel, C. A. Reitman and S. North American Spine (2013). "An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spinal stenosis (update)." Spine J **13**(7): 734-743.

Kuittinen, P., P. Sipola, T. J. Aalto, S. Maatta, A. Parviainen, T. Saari, S. Sinikallio, S. Savolainen, V. Turunen, H. Kroger, O. Airaksinen and V. Leinonen (2014). "Correlation of lateral stenosis in MRI with symptoms, walking capacity and EMG findings in patients with surgically confirmed lateral lumbar spinal canal stenosis." BMC Musculoskelet Disord **15**: 247.

Kuittinen, P., P. Sipola, V. Leinonen, T. Saari, S. Sinikallio, S. Savolainen, H. Kroger, V. Turunen, O. Airaksinen and T. Aalto (2014). "Preoperative MRI findings predict two-year postoperative clinical outcome in lumbar spinal stenosis." PLoS One **9**(9): e106404.

Kulig, K., G. J. Beneck, D. M. Selkowitz, J. M. Popovich, Jr., T. T. Ge, S. P. Flanagan, E. M. Poppert, K. A. Yamada, C. M. Powers, S. Azen, C. J. Winstein, J. Gordon, S. Samudrala, T. C. Chen, A. N. Shamie, L. T. Khoo, M. J. Spoonamore and J. C. Wang (2009). "An intensive, progressive exercise program reduces disability and improves functional performance in patients after single-level lumbar microdiscectomy." Phys Ther **89**(11): 1145-1157.

Kurd, M. F., J. D. Lurie, W. Zhao, T. Tosteson, A. S. Hilibrand, J. Rihn, T. J. Albert and J. N. Weinstein (2012). "Predictors of treatment choice in lumbar spinal stenosis: a spine patient outcomes research trial study." Spine (Phila Pa 1976) **37**(19): 1702-1707.

Landry, M. D., S. B. Jaglal, W. P. Wodchis, N. S. Cooper and C. A. Cott (2007). "Rehabilitation services after total joint replacement in Ontario, Canada: can 'prehabilitation' programs mediate an increasing demand?" Int J Rehabil Res **30**(4): 297-303.

Larsson, C., E. Ekvall Hansson, K. Sundquist and U. Jakobsson (2016). "Kinesiophobia and its relation to pain characteristics and cognitive affective variables in older adults with chronic pain." BMC Geriatrics **16**: 128.

Lauridsen, H. H., J. Hartvigsen, C. Manniche, L. Korsholm and N. Grunnet-Nilsson (2006). "Responsiveness and minimal clinically important difference for pain and disability instruments in low back pain patients." BMC Musculoskelet Disord **7**: 82.

Lawrence, V. A., H. P. Hazuda, J. E. Cornell, T. Pederson, P. T. Bradshaw, C. D. Mulrow and C. P. Page (2004). "Functional independence after major abdominal surgery in the elderly." J Am Coll Surg **199**(5): 762-772.

Le Roy, B., M. Selvy and K. Slim (2016). "The concept of prehabilitation: What the surgeon needs to know?" J Visc Surg **153**(2): 109-112.

Lee, J. H. and S. H. Lee (2015). "Clinical usefulness of electrodiagnostic study to predict surgical outcomes in lumbosacral disc herniation or spinal stenosis." Eur Spine J **24**(10): 2276-2280.

Lee, S. I., A. Champion, A. Huang, E. Park, J. H. Garst, N. Jahanforouz, M. Espinal, T. Siero, S. Pollack, M. Afridi, M. Daneshvar, S. Ghias, M. Sarrafzadeh and D. C. Lu (2017). "Identifying predictors for postoperative clinical outcome in lumbar spinal stenosis patients using smart-shoe technology." J Neuroeng Rehabil **14**(1): 77.

Leon, A. C., L. L. Davis and H. C. Kraemer (2011). "The role and interpretation of pilot studies in clinical research." J Psychiatr Res **45**(5): 626-629.

Levac, D., H. Colquhoun and K. K. O'Brien (2010). "Scoping studies: advancing the methodology." Implement Sci **5**: 69.

Lindbäck, Y., H. Tropp, P. Enthoven, A. Abbott and B. Öberg (2017). "Prepare: pre-surgery physiotherapy for patients with degenerative lumbar spine disorder: a randomized controlled trial." The Spine Journal.

Linzer, P., M. Filip, F. Samal, J. Kremr, T. Salek, M. Gajdos and J. Jarkovsky (2015). "Comparison of Biochemical Markers of Muscle Damage and Inflammatory Response Between the Open Discectomy, Microsurgical Discectomy, and Microsurgical Discectomy Using Tubular Retractor." J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg **76**(5): 384-391.

Ljungqvist, O., M. Scott and K. C. Fearon (2017). "Enhanced Recovery After Surgery: A Review." JAMA Surg **152**(3): 292-298.

Lohman, C. M., K. Tallroth, J. A. Kettunen and K.-A. Lindgren (2006). "Comparison of Radiologic Signs and Clinical Symptoms of Spinal Stenosis." Spine **31**(16): 1834-1840.

Lurie, J. and C. Tomkins-Lane (2016). "Management of lumbar spinal stenosis." BMJ **352**: h6234.

Lurie, J. D., T. D. Tosteson, A. Tosteson, W. A. Abdu, W. Zhao, T. S. Morgan and J. N. Weinstein (2015). "Long-term outcomes of lumbar spinal stenosis: eight-year results of the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT)." Spine (Phila Pa 1976) **40**(2): 63-76.

Lyle, S., E. Williamson, F. Darton, F. Griffiths and S. E. Lamb (2017). "A qualitative study of older people's experience of living with neurogenic claudication to inform the development of a physiotherapy intervention." Disabil Rehabil **39**(10): 1009-1017.

Ma, X. L., X. W. Zhao, J. X. Ma, F. Li, Y. Wang and B. Lu (2017). "Effectiveness of surgery versus conservative treatment for lumbar spinal stenosis: A system review and meta-analysis of randomized controlled trials." Int J Surg **44**: 329-338.

Macedo, L. G., A. Hum, L. Kuleba, J. Mo, L. Truong, M. Yeung and M. C. Battie (2013). "Physical therapy interventions for degenerative lumbar spinal stenosis: a systematic review." Phys Ther **93**(12): 1646-1660.

Macedo, L. G., Y. Wang and M. C. Battié (2013). "The Sedimentation Sign for Differential Diagnosis of Lumbar Spinal Stenosis." Spine **38**(10): 827-831.

Machado, G. C., P. H. Ferreira, I. A. Harris, M. B. Pinheiro, B. W. Koes, M. van Tulder, M. Rzewuska, C. G. Maher and M. L. Ferreira (2015). "Effectiveness of surgery for lumbar spinal stenosis: a systematic review and meta-analysis." PLoS One **10**(3): e0122800.

Machado, G. C., P. H. Ferreira, R. I. Yoo, I. A. Harris, M. B. Pinheiro, B. W. Koes, M. W. van Tulder, M. Rzewuska, C. G. Maher and M. L. Ferreira (2016). "Surgical options for lumbar spinal stenosis." Cochrane Database Syst Rev **11**: Cd012421.

Makan, P., J. Fairbank and L. Wanders (1998). "Clinical assessment of lumbar spinal stenosis." J Bone Joint Surg [Br] **30**: S1158.

Malmivaara, A., P. Slati, M. Heliovaara, P. Sainio, H. Kinnunen, J. Kankare, N. Dalin-Hirvonen, S. Seitsalo, A. Herno, P. Kortekangas, T. Niinimaki, H. Ronty, K. Tallroth, V. Turunen, P. Knekt, T. Harkanen and H. Hurri (2007). "Surgical or nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis? A randomized controlled trial." Spine (Phila Pa 1976) **32**(1): 1-8.

Mamisch, N., M. Brumann, J. Hodler, U. Held, F. Brunner and J. Steurer (2012). Radiologic Criteria for the Diagnosis of Spinal Stenosis: Results of a Delphi Survey.

Mannion, A. F., R. Denzler, J. Dvorak, M. Muntener and D. Grob (2007). "A randomised controlled trial of post-operative rehabilitation after surgical decompression of the lumbar spine." Eur Spine J **16**(8): 1101-1117.

Mannion, A. F., T. F. Fekete, M. M. Wertli, M. Mattle, S. Nauer, F. S. Kleinstuck, D. Jeszenszky, D. Haschtmann, H. J. Becker and F. Porchet (2015). "Could less be more when assessing patient-rated outcome in spinal stenosis?" Spine (Phila Pa 1976) **40**(10): 710-718.

Marawar, S. V., N. R. Ordway, I. A. Madom, R. A. Tallarico, M. Palumbo, U. Metkar, D. Wang, D. Huang and W. F. Lavelle (2016). "Comparison of Surgeon Rating of Severity of Stenosis Using Magnetic Resonance Imaging, Dural Cross-Sectional Area, and Functional Outcome Scores." World Neurosurg **96**: 165-170.

Marchand, A. A., J. O'Shaughnessy, C. E. Chatillon, K. Sorra and M. Descarreaux (2016). "Current Practices in Lumbar Surgery Perioperative Rehabilitation: A Scoping Review." J Manipulative Physiol Ther **39**(9): 668-692.

Marchand, A. A., M. Suitner, J. O'Shaughnessy, C. E. Chatillon, V. Cantin and M. Descarreaux (2015). "Effects of a prehabilitation program on patients' recovery following spinal stenosis surgery: study protocol for a randomized controlled trial." Trials **16**: 483.

Mark Mather, L. A. J., Kelvin M. Pollard (2015). "Aging in the United States." Population Bulletin **70**(2).

Markman, J. D., J. S. Gewandter, M. E. Frazer, C. Pittman, X. Cai, K. V. Patel, B. S. Jahromi, R. H. Dworkin, L. B. Burke and J. T. Farrar (2015). "Evaluation of outcome measures for neurogenic claudication: A patient-centered approach." Neurology **85**(14): 1250-1256.

May, S. and C. Comer (2013). "Is surgery more effective than non-surgical treatment for spinal stenosis, and which non-surgical treatment is more effective? A systematic review." Physiotherapy **99**(1): 12-20.

McGregor, A. H., C. J. Dore, T. P. Morris, S. Morris and K. Jamrozik (2011). "ISSLS prize winner: Function After Spinal Treatment, Exercise, and Rehabilitation (FASTER): a factorial randomized trial to determine whether the functional outcome of spinal surgery can be improved." Spine (Phila Pa 1976) **36**(21): 1711-1720.

McGregor, A. H., K. Probyn, S. Cro, C. J. Dore, A. K. Burton, F. Balague, T. Pincus and J. Fairbank (2013). "Rehabilitation following surgery for lumbar spinal stenosis." Cochrane Database Syst Rev **12**: CD009644.

McGregor, A. H., K. Probyn, S. Cro, C. J. Dore, A. K. Burton, F. Balague, T. Pincus and J. Fairbank (2013). "Rehabilitation following surgery for lumbar spinal stenosis." Cochrane Database Syst Rev(12): Cd009644.

McGregor, A. H., K. Probyn, S. Cro, C. J. Dore, A. K. Burton, F. Balague, T. Pincus and J. Fairbank (2014). "Rehabilitation following surgery for lumbar spinal stenosis. A Cochrane review." Spine (Phila Pa 1976) **39**(13): 1044-1054.

McHugh, M. L. (2012). "Interrater reliability: the kappa statistic." Biochem Med (Zagreb) **22**(3): 276-282.

McKillop, A. B., L. J. Carroll and M. C. Battie (2014). "Depression as a prognostic factor of lumbar spinal stenosis: a systematic review." Spine J **14**(5): 837-846.

Melnyk, M., R. G. Casey, P. Black and A. J. Koupparis (2011). "Enhanced recovery after surgery (ERAS) protocols: Time to change practice?" Canadian Urological Association Journal **5**(5): 342-348.

Millisdotter, M. and B. Stromqvist (2007). "Early neuromuscular customized training after surgery for lumbar disc herniation: a prospective controlled study." Eur Spine J **16**(1): 19-26.

Minnella, E. M., R. Awasthi, C. Gillis, J. F. Fiore, Jr., A. S. Liberman, P. Charlebois, B. Stein, G. Bousquet-Dion, L. S. Feldman and F. Carli (2016). "Patients with poor baseline walking capacity are most likely to improve their functional status with multimodal prehabilitation." Surgery **160**(4): 1070-1079.

Moffet, H., M. Tousignant, S. Nadeau, C. Merette, P. Boissy, H. Corriveau, F. Marquis, F. Cabana, E. L. Belzile, P. Ranger and R. Dimentberg (2017). "Patient Satisfaction with In-Home Telerehabilitation After Total Knee Arthroplasty: Results from a Randomized Controlled Trial." Telemed J E Health **23**(2): 80-87.

Moffet, H., M. Tousignant, S. Nadeau, C. Merette, P. Boissy, H. Corriveau, F. Marquis, F. Cabana, P. Ranger, E. L. Belzile and R. Dimentberg (2015). "In-Home Telerehabilitation Compared with Face-to-Face Rehabilitation After Total Knee Arthroplasty: A Noninferiority Randomized Controlled Trial." J Bone Joint Surg Am **97**(14): 1129-1141.

Moojen, W. A., C. D. Schenck, A. N. G. J. Lycklama, W. C. H. Jacobs, B. F. Van der Kallen, M. P. Arts, W. C. Peul and C. Vleggeert-Lankamp (2018). "Preoperative MRI in Patients With Intermittent Neurogenic Claudication: Relevance for Diagnosis and Prognosis." Spine (Phila Pa 1976) **43**(5): 348-355.

Muto, M., F. Giurazza, G. Guarnieri, R. Senese, E. Schena, F. Zeccolini and A. Diano (2016). "Dynamic MR in patients affected by neurogenical claudication: technique and results from a single-center experience." Neuroradiology **58**(8): 765-770.

National Academy of Sciences (2001). Crossing the Quality Chasm: A New Health System for the 21st Century. Washington DC.

Newsome, R. J., S. May, N. Chiverton and A. A. Cole (2009). "A prospective, randomised trial of immediate exercise following lumbar microdiscectomy: a preliminary study." Physiotherapy **95**(4): 273-279.

Ng, L. C., S. Tafazal and P. Sell (2007). "The effect of duration of symptoms on standard outcome measures in the surgical treatment of spinal stenosis." Eur Spine J **16**(2): 199-206.

Nielsen, P. R., J. Andreasen, M. Asmussen and H. Tonnesen (2008). "Costs and quality of life for prehabilitation and early rehabilitation after surgery of the lumbar spine." BMC Health Serv Res **8**: 209.

Nielsen, P. R., L. D. Jorgensen, B. Dahl, T. Pedersen and H. Tonnesen (2010). "Prehabilitation and early rehabilitation after spinal surgery: randomized clinical trial." Clin Rehabil **24**(2): 137-148.

Norden, J., M. Smuck, A. Sinha, R. Hu and C. Tomkins-Lane (2017). "Objective measurement of free-living physical activity (performance) in lumbar spinal stenosis: are physical activity guidelines being met?" The spine journal : official journal of the North American Spine Society **17**(1): 26-33.

Oestergaard, L. G., C. V. Nielsen, C. E. Bungler, R. Sogaard, S. Fruensgaard, P. Helmig and F. B. Christensen (2012). "The effect of early initiation of rehabilitation after lumbar spinal fusion: a randomized clinical study." Spine (Phila Pa 1976) **37**(21): 1803-1809.

Oestergaard, L. G., C. V. Nielsen, C. E. Bungler, K. Svidt and F. B. Christensen (2013). "The effect of timing of rehabilitation on physical performance after lumbar spinal fusion: a randomized clinical study." Eur Spine J **22**(8): 1884-1890.

Okoro, T., A. Qureshi, B. Sell and P. Sell (2010). "The accuracy of assessment of walking distance in the elective spinal outpatients setting." Eur Spine J **19**(2): 279-282.

Ooi, Y., F. Mita and Y. Satoh (1990). "Myeloscopic study on lumbar spinal canal stenosis with special reference to intermittent claudication." Spine (Phila Pa 1976) **15**(6): 544-549.

Oosterhuis, T., L. O. P. Costa, C. G. Maher, H. C. W. de Vet, M. W. van Tulder and R. W. J. G. Ostelo (2014). "Rehabilitation after lumbar disc surgery." Cochrane Database of Systematic Reviews(3).

Oosting, E., M. P. Jans, J. J. Dronkers, R. H. Naber, C. M. Dronkers-Landman, S. M. Appelman-de Vries and N. L. van Meeteren (2012). "Preoperative home-based physical therapy versus usual care to improve functional health of frail older adults scheduled for elective total hip arthroplasty: a pilot randomized controlled trial." Arch Phys Med Rehabil **93**(4): 610-616.

Oppedal, K., A. M. Moller, B. Pedersen and H. Tonnesen (2012). "Preoperative alcohol cessation prior to elective surgery." Cochrane Database Syst Rev **7**: CD008343.

Organisation Mondiale de la Santé, W. H. (2009). Global health risks – Mortality and burden of disease attributable to selected major risks, Geneva: World Health Organization.

Ostelo, R. W., H. C. de Vet, M. W. Berfelo, M. R. Kerckhoffs, J. W. Vlaeyen, P. M. Wolters and P. A. van den Brandt (2003). "Effectiveness of behavioral graded activity after first-time lumbar disc surgery: short term results of a randomized controlled trial." Eur Spine J **12**(6): 637-644.

Ostelo, R. W., H. C. de Vet, J. W. Vlaeyen, M. R. Kerckhoffs, W. M. Berfelo, P. M. Wolters and P. A. van den Brandt (2003). "Behavioral graded activity following first-time lumbar disc surgery: 1-year results of a randomized clinical trial." Spine (Phila Pa 1976) **28**(16): 1757-1765.

Otani, K., S. Kikuchi, S. Yabuki, T. Igarashi, T. Nikaido, K. Watanabe and S. Konno (2013). "Lumbar Spinal Stenosis Has a Negative Impact on Quality of Life Compared with Other Comorbidities: An Epidemiological Cross-Sectional Study of 1862 Community-Dwelling Individuals." The Scientific World Journal **2013**: 9.

Paulsen, R. T., J. B. Bouknaitir, S. Fruensgaard, L. Carreon and M. Andersen (2018). "Prognostic Factors for Satisfaction After Decompression Surgery for Lumbar Spinal Stenosis." Neurosurgery **82**(5): 645-651.

Penning, L. (1992). "Functional pathology of lumbar spinal stenosis." Clin Biomech (Bristol, Avon) **7**(1): 3-17.

Podsiadlo, D. and S. Richardson (1991). "The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons." J Am Geriatr Soc **39**(2): 142-148.

Podsiadlo, D. and S. Richardson (1991). "The Timed "Up & Go": A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons." Journal of the American Geriatrics Society **39**(2): 142-148.

Porter, R. W. (1996). "Spinal stenosis and neurogenic claudication." Spine (Phila Pa 1976) **21**(17): 2046-2052.

Porter, R. W. and D. Ward (1992). "Cauda equina dysfunction. The significance of two-level pathology." Spine (Phila Pa 1976) **17**(1): 9-15.

Pratt, R. K., J. C. Fairbank and A. Virr (2002). "The reliability of the Shuttle Walking Test, the Swiss Spinal Stenosis Questionnaire, the Oxford Spinal Stenosis Score, and the Oswestry Disability Index in the assessment of patients with lumbar spinal stenosis." Spine (Phila Pa 1976) **27**(1): 84-91.

Pua, Y. H., C. C. Cai and K. C. Lim (2007). "Treadmill walking with body weight support is no more effective than cycling when added to an exercise program for lumbar spinal stenosis: a randomised controlled trial." Aust J Physiother **53**(2): 83-89.

Public Health Agency of Canada (2010). "Growing Older: Adding Life to Years. Annual report on the state of public health in Canada"

Puts, M. T. E., S. Toubasi, M. K. Andrew, M. C. Ashe, J. Ploeg, E. Atkinson, A. P. Ayala, A. Roy, M. Rodriguez Monforte, H. Bergman and K. McGilton (2017). "Interventions to prevent

or reduce the level of frailty in community-dwelling older adults: a scoping review of the literature and international policies." Age Ageing **46**(3): 383-392.

Radcliff, K. E., J. Rihn, A. Hilibrand, T. DiIorio, T. Tosteson, J. D. Lurie, W. Zhao, A. R. Vaccaro, T. J. Albert and J. N. Weinstein (2011). "Does the duration of symptoms in patients with spinal stenosis and degenerative spondylolisthesis affect outcomes?: analysis of the Spine Outcomes Research Trial." Spine (Phila Pa 1976) **36**(25): 2197-2210.

Rainville, J., L. A. Childs, E. B. Pena, P. Suri, J. C. Limke, C. Jouve and D. J. Hunter (2012). "Quantification of walking ability in subjects with neurogenic claudication from lumbar spinal stenosis--a comparative study." Spine J **12**(2): 101-109.

Le Rapport de L'administrateur en chef de la santé publique sur l'état de la santé publique au Canada. 2010, <https://www.canada.ca/fr/sante-publique/organisation/publications/rapports-etat-sante-publique-canada-administrateur-chef-sante-publique.html>

Rasskazoff, R., S. Passmore, M. Johnson, G. McIntosh and M. Goytan (2015). "Impact of non-operative care utilization on post thoracolumbar spine surgery outcomes: A national perspective using the CSORN registry. Canadian Spine Society: 15th Annual Scientific Conference, Halifax Marriott Harbourfront Hotel, Halifax, Nova Scotia, Feb. 25–28, 2015." Canadian Journal of Surgery **58**(3 Suppl 1): S43-S70.

Reiman, M., J. Harris and J. Cleland (2009). "Manual therapy interventions for patients with lumbar spinal stenosis: a systematic review." New Zealand Journal of Physiotherapy **37**(1): 17-28.

Rhodes, R. E., I. Janssen, S. S. D. Bredin, D. E. R. Warburton and A. Bauman (2017). "Physical activity: Health impact, prevalence, correlates and interventions." Psychol Health **32**(8): 942-975.

Robinson, T. N., D. S. Wu, L. Pointer, C. L. Dunn, J. C. Cleveland, Jr. and M. Moss (2013). "Simple frailty score predicts postoperative complications across surgical specialties." Am J Surg **206**(4): 544-550.

Roland, M. and R. Morris (1983). "A study of the natural history of back pain. Part I: development of a reliable and sensitive measure of disability in low-back pain." Spine (Phila Pa 1976) **8**(2): 141-144.

Rooks, D. S., J. Huang, B. E. Bierbaum, S. A. Bolus, J. Rubano, C. E. Connolly, S. Alpert, M. D. Iversen and J. N. Katz (2006). "Effect of preoperative exercise on measures of functional status in men and women undergoing total hip and knee arthroplasty." Arthritis Rheum **55**(5): 700-708.

Roussel, P. P. (1996). Rémunération, motivation et satisfaction au travail, Economica, Collection Recherche en Gestion.

Sanden, B., P. Forsth and K. Michaelsson (2011). "Smokers show less improvement than nonsmokers two years after surgery for lumbar spinal stenosis: a study of 4555 patients from the Swedish spine register." Spine (Phila Pa 1976) **36**(13): 1059-1064.

Sangha, O., G. Stucki, M. H. Liang, A. H. Fossel and J. N. Katz (2003). "The Self-Administered Comorbidity Questionnaire: a new method to assess comorbidity for clinical and health services research." Arthritis Rheum **49**(2): 156-163.

Santa Mina, D., H. Clarke, P. Ritvo, Y. W. Leung, A. G. Matthew, J. Katz, J. Trachtenberg and S. M. Alibhai (2014). "Effect of total-body prehabilitation on postoperative outcomes: a systematic review and meta-analysis." Physiotherapy **100**(3): 196-207.

Santa Mina, D., C. Scheede-Bergdahl, C. Gillis and F. Carli (2015). "Optimization of surgical outcomes with prehabilitation." Appl Physiol Nutr Metab **40**(9): 966-969.

Schizas, C., N. Theumann, A. Burn, R. Tansey, D. Wardlaw, F. W. Smith and G. Kulik (2010). "Qualitative Grading of Severity of Lumbar Spinal Stenosis Based on the Morphology of the Dural Sac on Magnetic Resonance Images." Spine **35**(21): 1919-1924.

Schonstrom, N., S. Lindahl, J. Willen and T. Hansson (1989). "Dynamic changes in the dimensions of the lumbar spinal canal: an experimental study in vitro." J Orthop Res **7**(1): 115-121.

Schricker, T., S. Meterissian, F. Donatelli, G. Carvalho, L. Mazza, L. Eberhart, L. Wykes and F. Carli (2007). "Parenteral nutrition and protein sparing after surgery: do we need glucose?" Metabolism **56**(8): 1044-1050.

Scott, J. and E. C. Huskisson (1976). "Graphic representation of pain." Pain **2**(2): 175-184.

Sekiguchi, M., T. Wakita, S. Fukuhara, K. Otani, Y. Onishi, S. Kikuchi and S. Konno (2011). "Development and validation of a quality of life scale specific for lumbar spinal stenosis." Spine (Phila Pa 1976) **36**(21): E1407-1414.

Shanyinde, M., R. M. Pickering and M. Weatherall (2011). "Questions asked and answered in pilot and feasibility randomized controlled trials." BMC Med Res Methodol **11**: 117.

Shaughness, G., R. Howard and M. Englesbe (2017). "Patient-centered surgical prehabilitation." Am J Surg.

Shen, F., H. J. Kim, N. K. Lee, H. J. Chun, B. S. Chang, C. K. Lee and J. S. Yeom (2018). "The influence of hand grip strength on surgical outcomes after surgery for degenerative lumbar spinal stenosis: a preliminary result." Spine J.

Siebert, E., H. Pruss, R. Klingebiel, V. Failli, K. M. Einhaupl and J. M. Schwab (2009). "Lumbar spinal stenosis: syndrome, diagnostics and treatment." Nat Rev Neurol **5**(7): 392-403.

Sigmundsson, F. G., B. Jonsson and B. Stromqvist (2017). "Determinants of patient satisfaction after surgery for central spinal stenosis without concomitant spondylolisthesis: a register study of 5100 patients." Eur Spine J **26**(2): 473-480.

Simon, R. W., A. Simon-Schulthess and B. R. Amann-Vesti (2007). "Intermittent claudication." BMJ **334**(7596): 746.

Sinikallio, S., T. Aalto, O. Airaksinen, A. Herno, H. Kroger and H. Viinamaki (2009). "Depressive burden in the preoperative and early recovery phase predicts poorer surgery outcome among lumbar spinal stenosis patients: a one-year prospective follow-up study." Spine (Phila Pa 1976) **34**(23): 2573-2578.

Sirvanci, M., M. Bhatia, K. A. Ganiyusufoglu, C. Duran, M. Tezer, C. Ozturk, M. Aydogan and A. Hamzaoglu (2008). "Degenerative lumbar spinal stenosis: correlation with Oswestry Disability Index and MR imaging." Eur Spine J **17**(5): 679-685.

Skolasky, R. L., E. J. Mackenzie, S. T. Wegener and L. H. Riley, 3rd (2008). "Patient activation and adherence to physical therapy in persons undergoing spine surgery." Spine (Phila Pa 1976) **33**(21): E784-791.

Skolasky, R. L., E. J. Mackenzie, S. T. Wegener and L. H. Riley, 3rd (2011). "Patient activation and functional recovery in persons undergoing spine surgery." J Bone Joint Surg Am **93**(18): 1665-1671.

Skolasky, R. L., A. M. Maggard, D. Li, L. H. Riley, 3rd and S. T. Wegener (2015). "Health behavior change counseling in surgery for degenerative lumbar spinal stenosis. Part II: patient activation mediates the effects of health behavior change counseling on rehabilitation engagement." Arch Phys Med Rehabil **96**(7): 1208-1214.

Snowden, C. P., J. M. Prentis, H. L. Anderson, D. R. Roberts, D. Randles, M. Renton and D. M. Manas (2010). "Submaximal cardiopulmonary exercise testing predicts complications and hospital length of stay in patients undergoing major elective surgery." Ann Surg **251**(3): 535-541.

Sobottke, R., E. Aghayev, C. Roder, P. Eysel, S. K. Delank and T. Zweig (2012). "Predictors of surgical, general and follow-up complications in lumbar spinal stenosis relative to patient age as emerged from the Spine Tango Registry." Eur Spine J **21**(3): 411-417.

Statistique Canada, D. d. l. d., Estimations de la population, adapté par l'Institut de la statistique du Québec (ISQ), site Web de l'ISQ, 27 septembre 2017.

Steurer, J., S. Roner, R. Gnannt and J. Hodler (2011). "Quantitative radiologic criteria for the diagnosis of lumbar spinal stenosis: a systematic literature review." BMC Musculoskeletal Disorders **12**(1): 175.

Stratford, P., C. Gill, M. Westaway and J. Binkley (1995). "Assessing disability and change on individual patients: a report of a patient specific measure." Physiotherapy Canada **47**: 258-263.

Stromqvist, B., P. Fritzell, O. Hagg, B. Jonsson and B. Sanden (2013). "Swespine: the Swedish spine register : the 2012 report." Eur Spine J **22**(4): 953-974.

Stucki, G., L. Daltroy, M. H. Liang, S. J. Lipson, A. H. Fossel and J. N. Katz (1996). "Measurement properties of a self-administered outcome measure in lumbar spinal stenosis." Spine (Phila Pa 1976) **21**(7): 796-803.

Stucki, G., M. H. Liang, A. H. Fossel and J. N. Katz (1995). "Relative responsiveness of condition-specific and generic health status measures in degenerative lumbar spinal stenosis." J Clin Epidemiol **48**(11): 1369-1378.

Suri, P., J. Rainville, L. Kalichman and J. N. Katz (2010). "Does This Older Adult With Lower Extremity Pain Have the Clinical Syndrome of Lumbar Spinal Stenosis?" Jama **304**(23): 2628-2636.

Tarnanen, S., M. H. Neva, H. Kautiainen, J. Ylinen, L. Pekkanen, T. Kaistila, M. Vuorenmaa and A. Hakkinen (2013). "The early changes in trunk muscle strength and disability following lumbar spine fusion." Disabil Rehabil **35**(2): 134-139.

Taylor, A. H., N. T. Cable, G. Faulkner, M. Hillsdon, M. Narici and A. K. van der Bij (2004). "Physical activity and older adults: a review of health benefits and the effectiveness of interventions." Journal of Sports Sciences **22**(8): 703-725.

Terwee, C. B., S. D. Bot, M. R. de Boer, D. A. van der Windt, D. L. Knol, J. Dekker, L. M. Bouter and H. C. de Vet (2007). "Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires." J Clin Epidemiol **60**(1): 34-42.

Thabane, L., J. Ma, R. Chu, J. Cheng, A. Ismaila, L. P. Rios, R. Robson, M. Thabane, L. Giangregorio and C. H. Goldsmith (2010). "A tutorial on pilot studies: the what, why and how." BMC Med Res Methodol **10**: 1.

Thiboutot, J., C. N. Sciamanna, B. Falkner, D. K. Kephart, H. L. Stuckey, A. M. Adelman, W. J. Curry and E. B. Lehman (2013). "Effects of a web-based patient activation intervention to overcome clinical inertia on blood pressure control: cluster randomized controlled trial." J Med Internet Res **15**(9): e158.

Thomsen, T., H. Tonnesen and A. M. Moller (2009). "Effect of preoperative smoking cessation interventions on postoperative complications and smoking cessation." Br J Surg **96**(5): 451-461.

Tomaszewski, K. A., M. Klosinski, B. M. Henry, B. Skinningsrud, E. Kucharska, Z. Dudkiewicz, R. Chrzanowski, M. Mikos, R. Glowacki and M. Pachalska (2017). "Large prospective validation and cultural adaptation of the Polish version of the Swiss Spinal Stenosis Questionnaire for patients with lumbar spinal stenosis." Ann Agric Environ Med **24**(4): 676-682.

Tomkins-Lane, C., M. Melloh, J. Lurie, M. Smuck, M. C. Battie, B. Freeman, D. Samartzis, R. Hu, T. Barz, K. Stuber, M. Schneider, A. Haig, C. Schizas, J. P. Cheung, A. F. Mannion, L. Staub, C. Comer, L. Macedo, S. H. Ahn, K. Takahashi and D. Sandella (2016). "ISSLS Prize Winner: Consensus on the Clinical Diagnosis of Lumbar Spinal Stenosis: Results of an International Delphi Study." Spine (Phila Pa 1976) **41**(15): 1239-1246.

Tomkins-Lane, C. C. and M. C. Battie (2010). "Validity and reproducibility of self-report measures of walking capacity in lumbar spinal stenosis." Spine (Phila Pa 1976) **35**(23): 2097-2102.

Tomkins-Lane, C. C., M. C. Battie, R. Hu and L. Macedo (2014). "Pathoanatomical characteristics of clinical lumbar spinal stenosis." J Back Musculoskelet Rehabil **27**(2): 223-229.

Tomkins-Lane, C. C., M. C. Battie and L. G. Macedo (2014). "Longitudinal construct validity and responsiveness of measures of walking capacity in individuals with lumbar spinal stenosis." Spine J **14**(9): 1936-1943.

Tomkins-Lane, C. C., S. C. Holz, K. S. Yamakawa, V. V. Phalke, D. J. Quint, J. Miner and A. J. Haig (2012). "Predictors of walking performance and walking capacity in people with lumbar spinal stenosis, low back pain, and asymptomatic controls." Arch Phys Med Rehabil **93**(4): 647-653.

Tomkins-Lane, C. C., L. M. Lafave, J. A. Parnell, J. Rempel, S. Moriarty, Y. Andreas, P. M. Wilson, C. Hepler, H. A. Ray and R. Hu (2015). "The spinal stenosis pedometer and nutrition lifestyle intervention (SSPANLI): development and pilot." Spine J **15**(4): 577-586.

Tomkins, C. C., M. C. Battie, T. Rogers, H. Jiang and S. Petersen (2009). "A criterion measure of walking capacity in lumbar spinal stenosis and its comparison with a treadmill protocol." Spine (Phila Pa 1976) **34**(22): 2444-2449.

Tomkins, C. C., K. H. Dimoff, H. S. Forman, E. S. Gordon, J. McPhail, J. R. Wong and M. C. Battie (2010). "Physical therapy treatment options for lumbar spinal stenosis." J Back Musculoskelet Rehabil **23**(1): 31-37.

Topp, R., M. Ditmyer, K. King, K. Doherty and J. Hornyak, 3rd (2002). "The effect of bed rest and potential of prehabilitation on patients in the intensive care unit." AACN Clin Issues **13**(2): 263-276.

Treanor, C., T. Kyaw and M. Donnelly (2018). "An international review and meta-analysis of prehabilitation compared to usual care for cancer patients." J Cancer Surviv **12**(1): 64-73.

Tuomainen, I., M. Pakarinen, T. Aalto, S. Sinikallio, H. Kroger, H. Viinamaki and O. Airaksinen (2018). "Depression is associated with the long-term outcome of lumbar spinal stenosis surgery: a 10-year follow-up study." Spine J **18**(3): 458-463.

van Tulder, M., A. Malmivaara, R. Esmail and B. Koes (2000). "Exercise therapy for low back pain: a systematic review within the framework of the cochrane collaboration back review group." Spine (Phila Pa 1976) **25**(21): 2784-2796.

Verbiest, H. (1980). "Stenosis of the lumbar vertebral canal and sciatica." Neurosurg Rev **3**(1): 75-89.

Vogler, D., R. Paillex, M. Norberg, P. de Goumoens and J. Cabri (2008). "[Cross-cultural validation of the Oswestry disability index in French]." Ann Readapt Med Phys **51**(5): 379-385.

Vorhies, D. and B. E. Riley (1993). "Deconditioning." Clin Geriatr Med **9**(4): 745-763.

Wang, L., M. Lee, Z. Zhang, J. Moodie, D. Cheng and J. Martin (2016). "Does preoperative rehabilitation for patients planning to undergo joint replacement surgery improve outcomes? A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials." BMJ Open **6**(2).

Watanabe, R. and W. W. Parke (1986). "Vascular and neural pathology of lumbosacral spinal stenosis." J Neurosurg **64**(1): 64-70.

Weiner, B. K., R. D. Fraser and M. Peterson (1999). "Spinous process osteotomies to facilitate lumbar decompressive surgery." Spine (Phila Pa 1976) **24**(1): 62-66.

Weinstein, J. N., J. D. Lurie, T. D. Tosteson, W. Zhao, E. A. Blood, A. N. A. Tosteson, N. Birkmeyer, H. Herkowitz, M. Longley, L. Lenke, S. Emery and S. S. Hu (2009). "Surgical Compared with Nonoperative Treatment for Lumbar Degenerative Spondylolisthesis: Four-Year Results in the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) Randomized and Observational Cohorts." The Journal of Bone and Joint Surgery. American volume. **91**(6): 1295-1304.

Wertli, M. M., F. C. Buletti, U. Held, E. Rasmussen-Barr, S. Weiser, J. M. Burgstaller and J. Steurer (2017). "A comparison between different outcome measures based on "meaningful important differences" in patients with lumbar spinal stenosis." Eur Spine J **26**(2): 450-461.

Wertli, M. M., J. Steurer, L. M. Wildi and U. Held (2014). "Cross-cultural adaptation of the German version of the spinal stenosis measure." Eur Spine J **23**(6): 1309-1319.

White, C. (2007). "Clinical practice. Intermittent claudication." N Engl J Med **356**(12): 1241-1250.

Whitman, J. M., T. W. Flynn, J. D. Childs, R. S. Wainner, H. E. Gill, M. G. Ryder, M. B. Garber, A. C. Bennett and J. M. Fritz (2006). "A Comparison Between Two Physical Therapy Treatment Programs for Patients With Lumbar Spinal Stenosis: A Randomized Clinical Trial." Spine **31**(22): 2541-2549.

Wilkes, M. S., F. C. Day, M. Srinivasan, E. Griffin, D. J. Tancredi, J. A. Rainwater, R. L. Kravitz, D. S. Bell and J. R. Hoffman (2013). "Pairing physician education with patient activation to improve shared decisions in prostate cancer screening: a cluster randomized controlled trial." Ann Fam Med **11**(4): 324-334.

Wilson, R. J., S. Davies, D. Yates, J. Redman and M. Stone (2010). "Impaired functional capacity is associated with all-cause mortality after major elective intra-abdominal surgery." Br J Anaesth **105**(3): 297-303.

Winer, B. J., Brown, D. R., Michels, K. M. (1991). Statistical principles in experimental design, New York: McGraw-Hill.

Winter, C. C., M. Brandes, C. Müller, T. Schubert, M. Ringling, A. Hillmann, D. Rosenbaum and T. L. Schulte (2010). "Walking ability during daily life in patients with osteoarthritis of the knee or the hip and lumbar spinal stenosis: a cross sectional study." BMC Musculoskeletal Disorders **11**(1): 233.

Witiw, C. D., A. Mansouri, F. Mathieu, F. Nassiri, J. H. Badhiwala and R. G. Fessler (2018). "Exploring the expectation-actuality discrepancy: a systematic review of the impact of preoperative expectations on satisfaction and patient reported outcomes in spinal surgery." Neurosurg Rev **41**(1): 19-30.

Yamashita, K., H. Aono and R. Yamasaki (2007). "Clinical classification of patients with lumbar spinal stenosis based on their leg pain syndrome: its correlation with 2-year surgical outcome." Spine (Phila Pa 1976) **32**(9): 980-985.

Yilmaz, F., A. Yilmaz, F. Merdol, D. Parlar, F. Sahin and B. Kuran (2003). "Efficacy of dynamic lumbar stabilization exercise in lumbar microdiscectomy." J Rehabil Med **35**(4): 163-167.

Zaina, F., C. Tomkins-Lane, E. Carragee and S. Negrini (2016). "Surgical versus non-surgical treatment for lumbar spinal stenosis." Cochrane Database Syst Rev(1): Cd010264.

Zanoli, G., B. Jonsson and B. Stromqvist (2006). "SF-36 scores in degenerative lumbar spine disorders: analysis of prospective data from 451 patients." Acta Orthop **77**(2): 298-306.

Zhang, L., R. Chen, P. Xie, W. Zhang, Y. Yang and L. Rong (2015). "Diagnostic value of the nerve root sedimentation sign, a radiological sign using magnetic resonance imaging, for detecting lumbar spinal stenosis: a meta-analysis." Skeletal Radiology **44**(4): 519-527.

Zhao, X. W., J. X. Ma, X. L. Ma, F. Li, W. W. He, X. Jiang, Y. Wang, B. Han and B. Lu (2017). "Interspinous process devices(IPD) alone versus decompression surgery for lumbar spinal stenosis(LSS): A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials." Int J Surg **39**: 57-64.

Annexe A. Détails de la recherche bibliographique (article I)

Literature search strategy details

- Databases: EBSCO Medline and CINAHL
- Date of Search: 2000 to April 23, 2014
- Languages: French and English
- Limits: publication type
 - Medline: Publication Type: Clinical Trial, Clinical Trial, Phase I, Clinical Trial, Phase II, Clinical Trial, Phase III, Clinical Trial, Phase IV, Comparative Study, Controlled Clinical Trial, Journal Article, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Review;
 - CINAHL: Publication Type: Academic Journal, Journal Article, Meta Analysis, Randomized Controlled Trial, Review, Systematic Review
- Search in brief:
 - Search #1 - Title searching on terms for lumbar + surgeries + rehab = highly relevant, likely appeared in Cochrane and PEDro searches (which are also title searches), should not duplicate the other Med/CIN search
 - Search #2 - Primarily subject and subheading searching on terms for lumbar/back + surgeries + rehab/OT
 - Note that the results given (e.g., s26 gives 938 results) are automatically deduplicated by EBSCO, resulting in fewer final results (for s26 there were 832). See the final numbers on the results documents.

Search #1 – Final Search Strategy (Title Searches)

S36	s35 and s24 and s19 and s17 and s15	Search modes - Boolean/Phrase	190
S35	s34 NOT s26	Search modes - Boolean/Phrase	523
S34	(S31 OR S32 OR S33)	Search modes - Boolean/Phrase	690
S33	(lumbar AND (surg* or operativ* or presurg* or preoperativ* or postsurg* or postoperativ* or perisurg* or perioperativ*)) AND TI (rehab* or physical therap* or exercis* or physiotherap* or occupational therap*)	Search modes - Boolean/Phrase	387
S32	TI (lumbar AND (surg* or operativ* or presurg* or preoperativ* or postsurg* or postoperativ* or perisurg* or perioperativ*)) AND (rehab* or physical therap* or exercis* or physiotherap* or occupational therap*)	Search modes - Boolean/Phrase	400

S31	TI (lumbar AND (surg* or operativ* or presurg* or preoperativ* or postsurg* or postoperativ* or perisurg* or perioperativ*)) AND TI (rehab* or physical therap* or exercis* or physiotherap* or occupational therap*)	Search modes - Boolean/Phrase	97
-----	---	-------------------------------	----

Search #2 – Final Search Strategy (Subject Search)

#	Query	Limiters/Expanders	Results
S26	S20 AND S24	Search modes - Boolean/Phrase	938
S25	S23 AND S24	Search modes - Boolean/Phrase	2,404
		Limiters - Publication Type: Clinical Trial, Clinical Trial, Phase I, Clinical Trial, Phase II, Clinical Trial, Phase III, Clinical Trial, Phase IV, Comparative Study, Controlled Clinical Trial, Journal Article, Meta-Analysis, Randomized Controlled Trial, Review; Publication Type: Academic Journal, Journal Article, Meta Analysis, Randomized Controlled Trial, Review, Systematic Review	
S24		Search modes - Boolean/Phrase	25,358,786
S23	S20 OR S22	Search modes - Boolean/Phrase	2,476
	(TI (lumbar AND (surg* or operativ* or presurg* or preoperativ* or postsurg* or postoperativ* or perisurg* or perioperativ*)) AND (S15 AND S17 AND S19 AND S21)		
S22		Search modes - Boolean/Phrase	1,650
	TI lumbar AND (surg* or operativ* or presurg* or preoperativ* or postsurg* or postoperativ* or perisurg* or perioperativ*)		
S21		Search modes - Boolean/Phrase	3,976
S20	S18 AND S19	Search modes - Boolean/Phrase	955
		Limiters -	Human
S19		Search modes - Boolean/Phrase	14,020,983
S18	S16 AND S17	Search modes - Boolean/Phrase	1,212
		Limiters - Language: English, French	
S17		Search modes - Boolean/Phrase	23,018,105
S16	S14 AND S15	Search modes - Boolean/Phrase	1,318

Limiters - Published Date: 20000101-20141231			
S15		Search modes - Boolean/Phrase	12,844,685
S14	S7 AND S13	Search modes - Boolean/Phrase	2,152
S13	S8 OR S9 OR S10 OR S11 OR S12	Search modes - Boolean/Phrase	54,007
S12	MH "lumbar vertebrae/SU"	Search modes - Boolean/Phrase	12,290
S11	MH "intervertebral disc/SU"	Search modes - Boolean/Phrase	2,427
S10	MH "radiculopathy/SU"	Search modes - Boolean/Phrase	977
S9	MH "spinal diseases/SU"	Search modes - Boolean/Phrase	5,025
S8	foraminotomy or laminectomy or disc replacement or MH diskectomy+ or discectomy or diskectomy or microdiskectomy or microdiscectomy or MH arthrodesis+ or arthrodesis or spinal fusion	Search modes - Boolean/Phrase	47,008
S7	S1 OR S2 OR S3 OR S4 OR S5 OR S6	Search modes - Boolean/Phrase	565,389
S6	SU rehabilitation	Search modes - Boolean/Phrase	265,825
S5	MH exercise+	Search modes - Boolean/Phrase	165,747
S4	MH occupational therapy+	Search modes - Boolean/Phrase	25,253
S3	MH home rehabilitation+	Search modes - Boolean/Phrase	1,267
S2	MH physical therapy+	Search modes - Boolean/Phrase	68,301
S1	MH physical therapy modalities+	Search modes - Boolean/Phrase	121,959

Annexe B. Tableau des évidences (article I)

Author	Population & Design	Surgery	Intervention	Outcomes	Results
1. Kang 2012	<p>Group 1 Exercise = 20 (9F/11M) Mean age : 60.5 ± 9.7</p> <p>Group 2 Extension exercise = 21 (10F/11M) Mean age: 61.2 ± 9.8</p> <p>Group 3 Stability exercise = 19 (10F/9M) Mean age : 60.2 ± 10.1</p> <p>Randomized controlled trial</p>	Posterior lumbar interbody fusion	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Programs started at least 3 months after surgery</p> <p>Clinic-based training</p> <p>Exercise: William and McKenzie exercise program (10 sec x 3 sets)</p> <p>Extension exercise: McKenzie extension exercises and using a MedX device (20 isotonic repetitions)</p> <p>Stability: Transverse abdominis and multifidus co-contraction (accordingly to O'Sullivan method – 10 sec each repetitions)</p> <p>Length: 30 min, 3x/week for 8 weeks</p> <p>Provided by physical therapist</p>	<p>Visual analog scale</p> <p>Low back disability (survey)</p> <p>Lumbar extension strength (MedX)</p> <p>Deep lumbar muscles strength and endurance (pressure biofeedback unit)</p> <p>Measurements done before and after the 8 week program</p>	<p>Group 2 showed significantly decreased disability and increased lumbar extension strength (MedX - flexion angles of 12° and 0°) compared with the other groups</p> <p>Group 3 showed significantly increased lumbar deep muscle strength and endurance compared with the other groups</p>
2. Choi 2005	<p>Group 1 Exercise = 35 (15F/20M) Mean age: 51.05 ± 9.58</p> <p>Group 2 Control = 40 (22F/18M) Mean age: 42.02 ± 17.06</p>	Lumbar microdiscectomy or percutaneous endoscopic discectomy	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Started 6 weeks after surgery</p> <p>Exercise: Intensive and graded back extensor muscle strengthening</p>	<p>Cross-sectional area of longissimus and multifidus muscles at L4 upper endplate (computed tomographic scan)</p>	<p>Significantly higher mean extensor power and cross-sectional area in the group 1</p> <p>Significantly lower VAS at 12 week in the group 1 but comparable at 1 year</p>

	Randomized controlled trial		<p>exercises using the MedX system, aerobic and limb-strengthening exercises.</p> <p>Length : 12 weeks</p> <p>Control: Continued with the home-based basic lumbar conditioning exercises provided at discharge</p> <p>Supervised</p>	<p>Visual Analog Scale</p> <p>Oswestry Disability Index (ODI))</p> <p>Isometric extensor strength (MedX)</p> <p>Measurements done before and after the 12 week program. Return to work was then monitored</p> <p>Follow-up at 1 year: Visual Analog Scale</p>	
3. Yilmaz 2003	<p>Group 1: Dynamic stabilization exercise program = 14 (6F/8M) Mean age: 46.00 ± 9.77</p> <p>Group 2: Home exercise program = 14 (8F/6M) Mean age : 41.00 ± 8.88</p> <p>Group 3: Control group = 14 (6F/8M) Mean age: 42.79 ± 11.39</p> <p>Open, prospective and controlled study</p>	Single level first-time lumbar microdiscectomy	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Started within the 1st postoperative month</p> <p>Dynamic lumbar stabilization exercises: Clinic-based progressive stretching exercises + 5–10 minute relaxation periods</p> <p>Length: 3 days/week for 8 weeks, individually then in groups of 2-3</p> <p>Supervised by a physiotherapist</p> <p>Home exercise programme: Graded flexion and extension (Williams-McKenzie), pelvic tilt, abdominal and trunk muscles strengthening exercises</p>	<p>Visual Analog Scale</p> <p>Functional capacity (modified Oswestry index (MOI))</p> <p>Beck Depression Scale (BDS)</p> <p>Spinal mobility (fingertip–floor distance (FFD), lumbar Schober (LS), modified lumbar Schober (MLS), lumbar extension (LE), lateral flexion (LF) and rotation)</p> <p>Weight lifting capacity (progressive isoinertial lifting evaluation (PILE) test)</p> <p>Body strength (flexion-extension)</p>	<p>Greater improvement in all the parameters for group 1 except depression compared to the 2 other groups</p> <p>Greater improvement in group 2 than group 3 in most parameters (pain, functional capacity, lumbar Schober , PILE (neck) and body strength)</p>

			<p>Length: Recommended to be performed 3 days/week for 8 weeks</p> <p>Demonstrated by a physician</p> <p>Control group: No exercise programme</p>	<p>Measurements done at 1 and 3 months post-surgery</p>	
<p>4. Ostelo 2003a (short term)</p> <p>Ostelo 2003 b) long term</p>	<p>Group 1: Behavioral graded activity = 52 (19F/34M) Mean age: 43.7 ± 8.8</p> <p>Group 2: Usual care = 53 (26F/27M) Mean age: 42.8 ± 8.8</p> <p>Randomized controlled trial</p>	<p>First-time lumbar disc surgery</p>	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Started at least 6 weeks after surgery</p> <p>Graded behavioural activity: Personalized graded exercise training determined with a physiotherapist</p> <p>Activities were to be practised at home and documented on charts.</p> <p>Usual care: (Given to both groups) Could include based on physiotherapist judgement: trunk muscles exercises, advice on how to perform ADLs, electrotherapy, hands-on technique (massage or manipulations)</p> <p>Were excluded: specific BGA components or “alternative” techniques (ex: acupuncture, osteopathic techniques)</p>	<p>Primary outcomes: Global Perceived Effect</p> <p>Roland Disability Questionnaire (RDQ)</p> <p>Secondary outcomes: Tampa Scale for Kinisophobia</p> <p>Pain Catastrophizing Scale (PCS)</p> <p>Visual Analog Scale (low back pain or sciatica)</p> <p>General health and social functioning (subscales of the SF-36)</p> <p>Lumbar range of motion (flexion, extension - Cybex EDI-320)</p> <p>Measurements done 3 months after randomization</p> <p>Study b) Results at 6 and 12 months follow-up</p>	<p>No statistically significant or clinically relevant differences between the two groups for any outcome measures at 3 months</p> <p>Study b) Negligible differences between groups for all outcome measures at 6 and 12 months follow-up</p>

			Length: maximum of 18 sessions (30-min) within 3 months Provided by physiotherapist		
5. Oestergaard 2013	Group 1: 6-week rehabilitation group = 41 (20F/21M) Mean age: 52 ± 8.5 Group 2: 12-week rehabilitation group = 41 (24F/17M) Mean age: 51.3 ± 9.9 Randomized clinical study	Instrumented lumbar spinal fusion	Postoperative rehabilitation Started 6 or 12 weeks after surgery Rehabilitation program: Clinic –based 20-minute exchange of experiences + instructions for progressive home exercises focusing on active stability training of the truncus and large muscle groups + occupational therapist instructed proper ergonomics and working posture (1 session) Length: 4x 2-hours sessions undertaken in groups of 3 to 6 persons Supervised by a physiotherapist Recommendation for home training: 2 x 10 repetitions per exercise 1x/day.	Primary outcomes: 6-min walking test (6MWT - distance quickly walked on a flat, hard surface in 6 min) Astrand Fitness test (AF-test - functional physical status - maximum oxygen uptake) Secondary outcomes: Oswestry Disability Index Dallas Pain Questionnaire Low Back Pain Rating Scale Measurements done at baseline, 3,6 and 12 months post-surgery	No statistically significant difference in walking distance or fitness between groups In both groups, walking distance increased (p<0.01), but not fitness The 6MWT showed significant correlation (-0.37 to -0.59) with the questionnaire-based outcome measures The AF-test did not correlate to any other outcome measure
6. Oestergaard 2012	Group 1 6-week group = 41 (20F/21M) Mean age: 52 ± 8.5 Group 2 12-week group = 41	Instrumented lumbar spinal fusion	Postoperative rehabilitation Started 6 or 12 weeks after surgery Rehabilitation program: Clinic –based 20-minute exchange of	Primary outcome: Oswestry disability index Secondary outcomes: Dallas Pain Questionnaire	Group 2 demonstrated significant and clinically relevant improvements in functional ability (ODI), daily activities (Dallas pain questionnaire), and back pain (Low

	(24F/17M) Mean age: 51.3 ± 9.9 Randomized clinical study		experiences + instructions for progressive home exercises focusing on active stability training of the truncus and large muscle groups + occupational therapist instructed proper ergonomics and working posture (1 session) Length: 4x 2-hours sessions undertaken in groups of 3 to 6 persons Recommendation for home training: 2 x 10 repetitions per exercise 1x/day. Supervised by a physiotherapist	Low Back Pain Rating Scale, Days of sick leave after surgery Measurements done at baseline, at 6 wk, 3 and 6 months and 1 year	back pain rating scale) at the 6- month and 1-year follow-up compared with group 1
7. Nielsen 2010	Group 1 Intervention group = 35 (21F/14M) Mean age: 48 (31-80) Group 2 Control group = 38 (22F/16M) Mean age: 52 (23-88) Randomized controlled trial	Primary non- instrumented spondylodesis alone for degenerative disc disease or combined with decompression or fusion. One case of disc prosthesis at the L5-S1 level was included in each group.	Pre/postoperative rehabilitation <u>Preoperative treatment</u> Started 6 to 8 weeks before surgery Prehabilitation group: Individualized strengthening home exercise programme: back and abdomen muscles + cardiovascular conditioning (30 min/day) Demonstrated by a physiotherapist Supplemented with 200mL protein-rich drinks the night before surgery	Brief Pain Inventory Questionnaire Roland-Morris Questionnaire Sit-to-stand test Timed up and go 15D test Hospitalization milestones to discharge Measurements done for pain intensity, disability and quality of life on the day before surgery, on the 1 st 3 rd and 5 th postoperative days, at discharge, and	At operation group 1 had improved function After surgery group 1 reached the recovery milestones faster than group 2, and left hospital earlier Patient satisfaction was significantly higher in group 1 compared with group 2

			<p>Routine programme: (Given to both groups) Cessation of smoking and advised regarding harmful drinking</p> <p><u>Postoperative treatment</u> Started on the day of surgery</p> <p>Prehabilitation group : Balanced and patient-controlled pain control medication + Intensive mobilization on the day of the operation and 30 minutes twice daily in the following days, discharge aimed for the 5th postoperative day + enteral nutrition started on the day of surgery in addition to the ordinary diet</p> <p>Control group : Standard pain control medication + Physiotherapy mobilization on the first day and trained 30 min in the following days, discharge aimed for the 8th postoperative day + ordinary diet</p>	<p>again after 1, 3 and 6 months.</p> <p>Postoperative complications, adverse events, patient satisfaction were assessed at the one month postoperative follow-up</p>	
8. Newsome 2009	<p>Group 1 Intervention group =15 (8F/7M) Mean age (IQR): 38 (27-43.5)</p> <p>Group 2</p>	First-time single-level lumbar microdiscectomy	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Started within 2 hours of surgery (intervention group) or on the 1st postoperative day (control group)</p>	<p>Primary outcomes: Time from end of the operation to the patient becoming independently mobile</p>	<p>Group 1 achieved significantly reduced time to independent mobility and return to work compared with group 2</p> <p>No significant differences between</p>

	<p>Control =15 (4F/11M) Mean age (IQR): 37 (30.5 - 45)</p> <p>Randomized controlled trial</p>		<p>Exercises : Passive hip and knee flexion towards the chest within available range and tolerance: 10 repetitions per leg</p> <p>Performed by a physiotherapist</p> <p>Patient was encouraged to repeat every 30 minutes.</p> <p>Within the fifth hour following surgery, patients were assisted to mobilise out of bed.</p> <p>They were given standard exercise and advice sheets.</p> <p>Control group: Received similar care but were not given the passive assisted and active hip/knee flexion exercises</p>	<p>Time from end of the operation to fulfilling the discharge criteria</p> <p>Secondary outcomes: Oswestry Disability Index</p> <p>Visual Analog Scale</p> <p>Return to work</p> <p>Short Form McGill pain Questionnaire</p> <p>Measurements were done before surgery, and 4 weeks and 3 months after surgery</p>	<p>groups in disability and pain scores at 4 weeks and 3 months follow-up</p>
9. Millisdotter 2007	<p>Group 1 Early training group =25 (6F/19M) Mean age: 37</p> <p>Group 2 Control group=39 (14F/17M) Mean age: 39</p> <p>Prospective controlled study</p>	<p>Surgery for disc prolapse at L4-L5 or L5-S1. Open or microscopic technique</p>	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Started 2 weeks (early training group) or 6 weeks after surgery (control group)</p> <p>Early training program: Clinic-based feed-forward co-activation of the deep core muscles</p> <p>Length: 2x40-60min/week for 4 weeks</p> <p>Control group:</p>	<p>100-mm visual analog scale (leg and low back pain)</p> <p>Roland-Morris disability questionnaire</p> <p>Disability rating index (DRI)</p> <p>Analgesic consumption</p> <p>The straight leg raising (SLR)</p> <p>Modified Schober technique</p>	<p>Significant differences in favor of Group 1 for leg pain, RMQ and DRI at 12 months follow-up.</p>

			<p>Self-selected in clinic traditional training. Stabilization exercises using different types of stationary gym equipment, and focus on coordination and mobility.</p> <p>Length: No recommendation was made.</p> <p>Supervised by physiotherapist</p>	<p>Measurements were done the day before surgery, at 6 weeks, 4 and 12 months after surgery.</p>	
10. McGregor 2011	<p>Group 1 Rehabilitation-only = 86 (49F/37M) Mean age: 54 ± 15</p> <p>Group 2 Booklet-only = 70 (34F/36M) Mean age: 53 ± 15</p> <p>Group 3 Rehabilitation-plus-booklet=91 (44F/47M) Mean age: 53 ± 15</p> <p>Group 4 Usual care only= 91 (52F/39M) Mean age: 55 ± 16</p> <p>Randomized controlled trial</p>	Discectomy or lateral nerve root decompression	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Rehabilitation programme: Clinic-based general aerobic fitness, stretching, stabilising exercises, strengthening and endurance training for the back, abdominal, and leg muscles, ergonomic training, advice on lifting and setting targets, and self-motivation along with an open group discussion at the end of each class</p> <p>Started 6 to 8 weeks after surgery</p> <p>Length: 12x 1hour – 2x/week</p> <p>Provided by physiotherapist</p> <p>Educational booklet: Received a copy of <i>Your Back</i></p>	<p>Primary outcome: Oswestry Disability Index (ODI)</p> <p>Secondary outcomes: Visual analog scale (back and leg pain)</p> <p>Hospital anxiety and depression (HADS) questionnaire</p> <p>Fear Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ)</p> <p>EQ-5D</p> <p>Return to work</p> <p>Measurements were done preoperatively and at 6 weeks, 3, 6, 9, and 12 months after surgery</p>	Neither intervention had a significant impact on long-term outcome

			<p><i>operation on discharge from hospital</i></p> <p>Usual care: Provided with the surgeon's usual practice</p>		
11. Mannion 2007	<p>Group 1 Physiotherapy + spine stabilisation exercises = 56 (20F/36M) Mean age: 64.2±11.0</p> <p>Group 2 Physiotherapy using mixed techniques = 49 (19F/30M) Mean age: 64.7±10.5</p> <p>Group 3 Control group = 54 (20F/34M) Mean age: 65.7±10.8</p> <p>Randomized controlled trial</p>	Surgical decompression	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Started approximately 2 months after surgery</p> <p>Physiotherapy + spine stabilisation exercises: Isometric exercises for the muscles surrounding the lumbar spine.</p> <p>Length: 2 x 30 min sessions/week for 12 weeks</p> <p>Provided by physiotherapist</p> <p>Physiotherapy using mixed techniques: Physiotherapist was allowed the freedom to adopt the treatment that was considered to be most appropriate for the patient</p> <p>Length: 2 x 30 min/ week for 12 weeks.</p> <p>Control: Self-management</p>	<p>Primary outcome: Roland-Morris Disability Questionnaire</p> <p>Secondary outcomes: Pain intensity (0–10 graphic rating scales for leg and back pain)</p> <p>Pain frequency</p> <p>Use of pain medication</p> <p>Fear-avoidance beliefs questionnaire (FABQ)</p> <p>Combination score from the Modified somatic perception questionnaire (MSPQ) and the modified ZUNG questionnaire (psychological disturbance)</p> <p>Measurements were done before surgery and after the rehabilitation phase (~2 and 5 months postsurgery, respectively), and 12 and 24 months after surgery.</p>	Neither interventions had a significant impact on selected outcomes up to 24 months after surgery.
12. Kulig 2009	Group 1 Exercise and education	First time single-level lumbar microdiscectomy	Postoperative rehabilitation	The Oswestry Disability Index (ODI)	Significant difference in

	<p>group= 51 (22/29M) Mean age 39.2 ± 10.2</p> <p>Group 2 Education-only group= 47 (23/24M) Mean age: 41.4 ± 9.9</p> <p>Randomized controlled trial</p>		<p>Started 2 to 3 days after the education session (4-6 weeks after surgery)</p> <p>Exercise program: Clinic-based back extensor strength and endurance training with mat and upright therapeutic exercises + exercises targeting abdominal, back, and lower-extremity muscles</p> <p>Length: 3x/ week for 12 weeks</p> <p>Provided by physical therapist</p> <p>Education: One-on-one session with the intervention therapist guided by an educational booklet that was created especially for the study.</p> <p>Length: 1x 1hour session</p>	<p>Repeated Sit-to-Stand Test</p> <p>50-Foot Walk Test</p> <p>5-Minute Walk Test</p> <p>Modified Sorensen test</p> <p>The variable-angle Roman chair</p> <p>Measurements were done at baseline (4 to 6 weeks after surgery) and 12 weeks later.</p>	<p>ODI and 5-Minute Walk Test scores in favor of Group 1.</p>
13. Kjellby-Wendt 2001	<p>Group 1 Treatment group = 26 (8F/18M) Mean age: 41 (24-68)</p> <p>Group 2 Control group = 24 (6F/18M) Mean age: 37 (26-66)</p> <p>Randomized controlled trial</p>	First time lumbar microdiscectomy	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Started on the day after surgery +intensive training started 6 weeks after surgery</p> <p>Treatment programme: Strengthening exercises focusing on the trunk extensors + active pain-coping model</p> <p>Length: 12 weeks: daily training lasted 17 (1-6</p>	<p>Multidimensional Pain Inventory</p> <p>Beck Depression Inventory</p> <p>State and Trait Anxiety Inventory</p> <p>Visual analog scale (VAS).</p> <p>Measurements were done before surgery, and 3 and 12 months after surgery.</p>	<p>Significant improvement of the pain interference scores (MPI) in favor of Group 1 from the preoperative to the 3-month and from the preoperative to the 12-month follow-up.</p>

			<p>weeks) et 21 minutes (6 to 2 weeks) longer than the control group</p> <p>Instructions provided by a physiotherapist on 4 occasions.</p> <p>Control group: Strengthening exercises focusing on the abdominal muscles + passive pain-coping model</p> <p>Instructions provided by a physiotherapist on 3 occasions.</p>		
14. Johansson 2009	<p>Group 1 Clinic-based training group = 29 (12F/17M) Mean age: 43 (IQR: 35-47)</p> <p>Group 2 Home-based training group = 30 (12F/18M) mean age: 38 (IQR: 31-43)</p> <p>Randomized controlled trial</p>	lumbar discectomy using microsurgical technique	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Started 3 weeks after surgery.</p> <p>Clinic-based training group: Back and hip mobility, trunk stability and strengthening of back, abdominal and leg muscles + treadmill walking, stretching of back, hamstring, quadriceps femoris and calf muscles + possibility of discussion at every visits.</p> <p>Length: 1x/ week for 8 weeks</p> <p>Supervised by a physiotherapist</p> <p>Home-based training group : Back and hip mobility, trunk stability, strengthening of</p>	<p>Primary outcome: Oswestry</p> <p>Secondary outcomes: Level of physical training Possible walking distance Kinesiophobia (modification of the Tampa Scale of Kinesiophobia) Coping strategies (subscales of self-statement and catastrophising from the Coping Strategies Questionnaire) Visual analog scales (back and leg pain) Generic health-related quality of life (EuroQol)</p>	<p>Group 2 had significantly higher pain reduction and increase in quality of life at 12 months follow-up</p> <p>Group 1 had significantly higher activity levels 12 months after surgery and were significantly more satisfied with physiotherapy care 3 months after surgery.</p>

			back, abdominal and leg muscles, and stretching of back, hamstring, quadriceps femoris and calf muscles.	<p>Patient satisfaction regarding physiotherapy care (2 questions with dichotomous answer)</p> <p>Therapies given by other caregivers (2 questions)</p> <p>Change in perceived leg pain (dichotomous data - 3 weeks after surgery)</p> <p>Measurements done at randomisation, 3 and 12 months after surgery</p>	
15. Ju 2012	<p>Group 1 Exercise therapy group = 7 Mean age: 45.2 ± 3.96</p> <p>Group 2 Control group = 7 Mean age: 46.2 ± 5.3</p>	Lumbar disc herniation operation	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Exercise therapy: Program started after the conservative treatment period (15.57 ± 2.94 days)</p> <p>The program consisted of the Medx lumbar extension program and progressive resistance exercise (PRE). The exercise program included the following movements: torso flexion, hip extension, torso rotation, leg extension, seated leg curl, leg press, abdominal press, and overhead press.</p>	<p>Maximal isometric muscle strength (Medx machine)</p> <p>Visual analogue scales (4 items: back pain, night pain, exercise pain, handicap)</p> <p>Measurements done before and after the intervention period</p>	Group 1 showed improvement in lumbar extensor muscle strength (at all angles) and reduced pain (in all for items) after intervention

			<p>Length: 70 min/session, 3 sessions/ week, for 12 weeks.</p> <p>Supervised by a physical therapist</p> <p>Control Group: Rest and standard postoperative conservative treatment</p>		
16. Häkkinen 2005	<p>Group 1 Strength training group = 65 (29F/36M) Mean age: 39±7</p> <p>Group 2 Control group = 61 (26F/35M) mean age: 39±8</p> <p>Randomized controlled trial</p>	Lumbar disc surgery for a disc prolapsed using the open mini approach	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Started 2 months after surgery</p> <p>Home based strength training: Strengthening exercises: bilateral leg press or stepping on the bench, hip extension, knee flexion, toe rise, abdominal crunch, and leg lifts while lying on the back, back hyperextension in the prone position, upper back and shoulder exercises with push-ups or bench press, front alternate rise, and rowing.</p> <p>8–12 repetitions x 2 series – 2x/week</p> <p>Instruction given by physiotherapist</p> <p>Stretching and stabilization exercises : (Givent to both groups) Stretching exercises included active SLR, trunk flexion in the supine position by pulling the flexed</p>	<p>Visual analog scale (back and leg pain)</p> <p>Oswestry</p> <p>Low Back Pain Disability Questionnaire</p> <p>Million’s disability index</p> <p>Leisure time physical activities (minutes/week)</p> <p>Physical function test : (endurance strength of the trunk flexors, trunk extensors, lower extremities and upper arms)</p> <p>Maximal isometric forces of the trunk flexors and extensors (strain-gauge dynamometer)</p> <p>Schober test</p> <p>Straight-leg raising (SLR)</p> <p>Measurements done at 2- and 14-month follow-ups</p>	The changes in isometric trunk extension favored the Group 1 during the first 2 months.

			<p>leg toward the chest, passive extension of the lumbar spine while prone by pressing the upper body upward, and stretching of quadriceps, iliopsoas, gluteus medius, and maximus muscles while lying supine.</p> <p>3 repetitions x 30 sec – 3x/week</p> <p>Isometric, rhythmic muscle contractions of the transversus abdominis muscle 5 to 10 repetitions - 1x/day</p> <p>Aerobic training 2-3x/week</p> <p>Instruction given by physiotherapist</p> <p>Length: 12 months</p>	Compliance was assessed at 2 and 6 months follow-up visits	
17. Gencay-Can 2010	<p>Group 1 Aerobic exercise group = 18 (8F/10M) Mean age: 49</p> <p>Group 2 Control group = 22 (8F/14M) Mean age: 48</p> <p>Prospective, non-randomized trial</p>	Single level lumbar microdiscectomy	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Aerobic exercise: Started 1 month after surgery Treadmill exercise (30 min, 5x/week) + home exercise program</p> <p>Home exercise program: (Group1 & 2) Started first day postoperatively Straight leg raise exercise, Williams exercises, McKenzie exercises and mobilization exercises</p>	<p>Primary outcomes: Visual Analog Scale (back and leg pain)</p> <p>Roland-Morris disability index (RMDI)</p> <p>Secondary outcomes: Beck Anxiety Inventory (BAI)</p> <p>Beck depression inventory (BDI)</p> <p>Lumbar Schober</p> <p>Straight leg raise</p>	Significant improvement in favor Group 1 for RMDI score at 2 months follow-up

			(3x/day, 10 repetitions) Length: 4 weeks	Measurements done within the last week before surgery and at 2 (end of the exercise program) and 8 months postoperatively.	
18. Filiz 2005	<p>Group 1 Intensive exercise group = 20 (10F/10M) Mean age: 38.20±1.54</p> <p>Group 2 Classical exercise group = 20 (8F/12M) Mean age: 41.25±1.18</p> <p>Group 3 Control group = 20 (11F/9M) Mean age: 40.20±1.24</p> <p>Randomized controlled trial</p>	single level lumbar discectomy	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Started 30±3 days after surgery Supervised by a physician</p> <p>Back education program: (Given to Group 1 & 2) Groups of 8 individuals attended lessons on appropriate use of whole body mechanics +back protection methods</p> <p>4 sessions over 2 weeks</p> <p>Additional training for Group 1: Clinic-based relaxation, stretching, dynamic lumbar stabilization exercises and bicycle aerobic exercise 1.5 hours, 3x/week</p> <p>Additional training for Group 2: Home-based McKenzie and Williams exercises 3x/week</p> <p>Control group: Instructed to stay active with daily routines</p>	<p>Progressive Isoinertial Lifting Evaluation (PILE) (Weight lifting capacity)</p> <p>Body endurance test (back and abdominal muscles endurance)</p> <p>Lumbar Schober</p> <p>Visual analog scale (VAS)</p> <p>Modified Oswestry Disability Index</p> <p>Low Back Pain Rating Scale</p> <p>Beck Depression Inventory</p> <p>Measurements done at 1 and 3 months after surgery</p>	Pain intensity, back and abdominal endurance, and low back pain rating scales were significantly improved after tx in favor of Group 1 compare to Groups 2 and 3.

			Length: 8 weeks		
19. Erdogmus 2007	<p>Group 1 Physiotherapy tx = 40 (19F/21M) Mean age: 39.8±10.5</p> <p>Group 2 Sham treatment = 40 (19F/21M) Mean age: 42.3±9.8</p> <p>Group 3 No treatment = 40 (15F/25M) Mean age: 41.8±10.4</p> <p>Randomized controlled trial</p>	Standard laminectomy + either discectomy or microdiscectomy	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Started 1 week after surgery</p> <p>Physiotherapy: Clinic-based isometric strengthening exercises for the back and hip extensors and the abdominal muscles, and stretching exercises for shortened muscles, ergonomics, general mobility of the spine, muscle coordination+ home exercise programme.</p> <p>30 minutes x 20 sessions over 12 weeks.</p> <p>Supervised by a physiotherapist</p> <p>Sham treatment : 30 minutes x 20 sessions of “sham” neck massage</p> <p>Provided by masseur specialists</p> <p>Control: Wait and see</p> <p>Length: 12 weeks</p>	<p>Primary outcome: Low Back Pain Rating Scale (LBP-RS)</p> <p>Secondary outcomes: Patients’ overall satisfaction with treatment outcome (5-point Likert scale)</p> <p>Compliance with home back exercise training</p> <p>Socioeconomic parameters</p> <p>Psychological parameters</p> <p>Socioeconomic parameters</p> <p>State Trait Anxiety Inventory (STAI)</p> <p>Giessen Test (personality)</p> <p>Measurements done at baseline, 6 and 12 weeks, and at 1.5-year follow-up</p>	<p>The LBPRS revealed a significantly better improvement in Group 1 than in Group 3 at 12 weeks follow-up.</p> <p>No statistically significant between-group differences were found for the secondary outcome parameters.</p>
20. Donaldson 2006	<p>Group 1 Trial group = 47 (21F/26M) Mean age: 42 (25-63)</p> <p>Group 2 Control group = 46 18F/28M</p>	Lumbar discectomy	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Started 6 weeks after surgery</p> <p>Rehabilitation program: Clinic-based progressive gym program split into 3 phases:</p>	<p>Roland-Morris Disability questionnaire</p> <p>Oswestry Low Back Index</p> <p>Short-Form 36-Item Health Survey (SF36)</p>	<p>No differences between groups were found for any of the functional outcome measures.</p> <p>Possible trend in favor of Group 1 relating to return to work, days off work, and general practitioner visits.</p>

	<p>Mean age: 41 (17-63)</p> <p>Randomized controlled trial</p>		<p>conditioning (9 weeks), hypertrophy (9 weeks), and strength (9 weeks)</p> <p>Supervised by physiotherapist</p> <p>Length: 6 months</p> <p>Control Group: Usual surgical advice to resume normal activities as soon as the pain allowed</p>	<p>Time off work</p> <p>Number of doctor visits</p> <p>Visits to other therapists,</p> <p>Amount of medication used (per year)</p> <p>Measurements were done at baseline and 1 year later</p>	
21. Dolan 2000	<p>Group 1 Exercise group = 9 (0F/9M) Mean age: 39.2 ±9.4</p> <p>Group 2 Control group = 11 (3F/8M) Mean age: 42.7 ± 10.1</p> <p>Randomized controlled trial</p>	Lumbar microdiscectomy	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Started 6 weeks after surgery</p> <p>Exercise program: Treadmill walking, step-ups, dumbbell lifts, stretching, side bends, knees to chest, abdominal curls, straight leg raises, pelvic lifts, back lifts, and the Biering-Sorensen test</p> <p>1-hour sessions, 2x/week</p> <p>Length:4 weeks</p> <p>Supervised by a physiotherapist</p> <p>Normal postoperative care: (Given to Group 1 and 2) Advice from a physiotherapist about exercise and return to normal activities</p>	<p>Spinal function (posture, mobility, and back muscle fatigability)</p> <p>Visual analog Scale</p> <p>Pain diary (0-5 scale)</p> <p>Low back outcome score</p> <p>Multidimensional Health Locus of Control (HLC)</p> <p>Modified Somatic Perception Questionnaire (MSPQ)</p> <p>Zung Depression Scale (ZUNG)</p> <p>Measurements were done at 26 and 52 weeks after surgery</p>	<p>Significant improvements in pain, disability, and hip and lumbar mobility in favor of Group 1 at 12 months follow-up.</p>
22. Danielsen 2000	<p>Group 1 Training group = 39 (15F/24M)</p>	Lumbar discectomy (arcotomy or microsurgical technique)	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Started 4 weeks after surgery</p>	<p>Visual analog scale (VAS)</p> <p>Standardized pain drawing</p>	<p>Significantly larger improvement in Roland's disability index and pain scores at 6 and 12</p>

	<p>Mean age: 37.6 (22-58)</p> <p>Group 2 Control group = 24 (7F/17M) Mean age: 42.4 (28-47)</p> <p>Randomized controlled trial</p>		<p>Training program: Clinic-based Intensive strengthening exercises for back, abdominal and lower extremities muscles</p> <p>40 minutes session, 3x/week</p> <p>Supervised by a physiotherapist</p> <p>Length: 8 weeks</p> <p>Control group: Assigned to follow-up consultations for information on the clinical course and clinical examination (every 2 weeks) + provided with information on how patients newly operated on should spend their first 2 months, including a description of a mild program for home</p>	<p>Roland's disability questionnaire</p> <p>Wonca's functional status measures</p> <p>Measurements done at 6 and 12 months follow-up</p>	<p>months follow-up in favor of Group 1</p> <p>Significantly higher proportion of patients in Group 1 reported participating in daily activities as usual.</p>
23. Christensen 2003	<p>Group 1 Video group N=30</p> <p>Group 2 Back-café group N = 30</p> <p>Group 3 Training group N = 30</p> <p>Total of 60F and 30M Mean age:45 (24-60)</p> <p>Prospective randomized trial</p>	Lumbar spinal fusion	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Started 1 week after the postoperative 3-month examination</p> <p>Video: Video of exercises for home training (dynamic muscular training for back, abdominal, and leg muscles)</p> <p>Verbal instruction provided once by a physiotherapist</p>	<p>Low back pain rating scale (LBPR) (Back and leg pain)</p> <p>Daily functions</p> <p>Work status</p> <p>Patient's contact with the primary sector</p> <p>Measurements done at 6, 12, and 24 months after surgery</p>	<p>Group 2 was significantly better at accomplishing a succession of daily tasks compared with Groups 1 and 3 at 24 months follow-up</p> <p>Group 1 had significantly more treatment demands outside the hospital system at 3 months follow-up.</p> <p>Groups 1 and 2 had less pain compared with Group 3 at 24 months follow-up</p>

			<p>The back-café: Video + meetings with a back-café with other fusion-operated patients</p> <p>1.5 hours session, 3x over 8 weeks</p> <p>Training Group: Warm-up, condition training, dynamic, muscular endurance training, and stretching exercises.</p> <p>2x/ week for 8 weeks at the hospital's physical therapy section</p>		<p>More patients in Group 2 resumed work after surgery compared with Groups 1 and 3.</p>
24. Chen 2011	<p>Group 1 Exercises group =22 (19F/3M) Mean age 70.3±14.1</p> <p>Group 2 Control group =20 (18F/2M) Mean age: 67.1±15.8</p> <p>Randomized controlled trial</p>	Percutaneous vertebroplasty	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>General post-operation therapy: (Group A & B) Antiosteoporotic medications and education</p> <p>Back muscle exercises: Clinic-based five points support, three points support and one point support progressive back strengthening exercises. Patients instructed to maintain exercises through their lifetime.</p> <p>Started 3 to 5 days after surgery when patients' walking ability was regained.</p> <p>Length: mean hospital stay = 1.5 week</p>	<p>Primary outcome: Oswestry Disability Index (ODI)</p> <p>Secondary outcomes: Visual analog scale (VAS)</p> <p>Measurements done preoperatively and postoperatively at 3-day, 1-month, 6-month, 1-year and 2-year follow-up.</p>	<p>The ODI of Group 1 was significantly better than Group 2 at the 6-month, 1-year and 2-year follow-ups</p> <p>Pain level of Group 1 was significantly lower than in Group 2 at the 1- and 2-year follow-ups</p>

<p>25. Abbott 2010</p>	<p>Group 1 Psychomotor therapy group (n=53) 66F/35M mean age: 50.3±10</p> <p>Group 2 Exercise therapy group (n=54) 57F/31M Mean age: 51.1±10.9</p> <p>Open label randomized controlled trial</p>	<p>Lumbar fusion</p>	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Started the day of surgery</p> <p>Exercise therapy: Instructions on respiratory and circulatory exercises, training of transfers, walking, and other activities of daily living + 20-minutes instruction of home training program focusing on dynamic training of back, abdominal, and leg muscles functional strength and endurance, stretching, and cardiovascular fitness. (Hospital's standard postoperative rehabilitation)</p> <p>Psychomotor therapy: Same inpatient physiotherapy mentioned above + Home-based program with graded lumbopelvic stabilization exercise and closed/open kinetic chain function exercises + 3 outpatient sessions focusing on modifying maladaptive pain cognitions, behaviors, and motor control (3, 6 and 9 weeks after the operation)</p> <p>Provided by physiotherapist</p>	<p>Primary outcome: Oswestry Disability Index (ODI)</p> <p>Secondary outcomes: Visual analog scale (VAS)</p> <p>European Quality of Life Questionnaire (EQ-5D)</p> <p>Mental health subscale of the Medical Outcome Study Short Form 36 (SF-36)</p> <p>Self-Efficacy Scale (SES)</p> <p>The Back Beliefs Questionnaire (BBQ)</p> <p>Tampa Scale for kinesiophobia (TSK)</p> <p>Coping Strategy Questionnaire (CSQ)</p> <p>Measurements done at 3, 6, 12 months, and 2 to 3 years after surgery.</p>	<p>Significantly improved functional disability, self-efficacy, outcome expectancy, and fear of movement/(re)injury in favor of Group 1 at all follow-ups.</p> <p>Significant improvement was seen for pain coping at 3, 6 and 12 months follow-ups in favor of Group 1.</p>
------------------------	--	----------------------	---	---	--

			Length: 12 weeks		
26. Aalto 2011	<p>Group 1 50 subjects (29F/21M) Mean age: 62.8</p> <p>Group 2 Control: N = 52 (30F/22M) Mean age: 62.3</p> <p>Randomized control trial</p>	Open or microscopic decompression + disc excision (N=7), or fusion (N=19)	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Started 3 months after surgery</p> <p>Postoperative rehabilitation: Clinic-based training including strengthening of the hip, thigh, abdominal and back muscles (minimum 3 types) Stretching of hip flexor, hamstring, and back muscles (minimum 4 types)</p> <p>90 minutes session, 1x/week and repeated at the 12 months follow-up</p> <p>Length: 12 weeks</p> <p>Exercises to be continued at home between sessions and up to 24 months: Strengthening exercises recommended 3-5x/day, 3-5x/ week with repetition frequency of 60% of maximum. Stretching exercises recommended to hold for 20-30sec, 3-5x each, 1x/day after a 5-10 min warm-up.</p> <p>Supervised by physiotherapist</p> <p>Control: Surgeons and GP could prescribe postoperative treatments if</p>	<p>Primary outcome: Oswestry Disability Index (ODI)</p> <p>Secondary outcomes: Numeric rating scale (NRS-11) (back and leg pain) Satisfaction for surgery (7 category scale) Treadmill test Measurements done at 3, 6 (except for treadmill test), 12, and 24 month after surgery</p>	No significant differences were observed between the groups for any of the outcome measured at any point in time.

			needed otherwise self-management represented the only treatment.		
27. Kim 2010	<p>Group 1 Training 2x/week = 10 (0F/10M) Mean age: 39.00 ± 2.26</p> <p>Group 2 Training 1x/week = 10 (0F/10M) Mean age: 41.60 ± 1.63</p> <p>Group 3 Training 1x/2 weeks = 10 (0F/10M) Mean age: 41.70 ± 1.85</p> <p>Group 4 Control group = 10 (0F/10M) Mean age: 41.90 ± 1.55</p> <p>Prospective comparative study</p>	Lumbar discectomy	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Started 6 weeks after surgery</p> <p>Initial lumbar extension training: (All participants) Isokinetic lumbar extension training using a MedX system (2x 15-20 repetitions; 2x/week)</p> <p>Length: 12 weeks</p> <p>Follow-up training: Similar protocol to the initial training</p> <p>Started after the initial lumbar extension training</p> <p>Frequency depended on allocation (Groups 1 to 4)</p> <p>Length: 12 weeks</p> <p>Supervised</p>	<p>Lumbar extension strength</p> <p>Oswestry Disability Index score</p> <p>Visual analog scale</p>	<p>Groups 1 and 2 showed significant increases in lumbar extension strength and significant decreases in Oswestry Disability Index scores</p> <p>Group 1 showed significant decreases in back and leg pain scores</p>
28. Beneck 2014 (hand search)	<p>Group 1 Exercise & education = 51 (22F/29M) Mean age: 39.2 ± 10.2</p> <p>Group 2 Education only = 47 (23F/24M) Mean age: 41.4 ± 9.9</p> <p>*Group 3 Refers as usual physical</p>	Single-level lumbar micro-discectomy	<p>Postoperative rehabilitation</p> <p>Occurred 4 to 6 weeks after surgery</p> <p>Education: A 1-hour “one-on-one” session with the intervention therapist tailored to understand back problem and how to care for it. Guided by an educational booklet</p>	<p>The SF-36 questionnaire</p> <p>Measurements were done at baseline (4 to 6 weeks after surgery) and post-treatment (after the 12-week training program)</p>	<p>Results for the 2 groups “as randomized”:</p> <p>Significantly greater improvement for SF-36 role physical and SF-36 bodily pain in favor of Group 1 compared to Group 2</p> <p>Results for the 3 groups “as-treated”:</p> <p>Significantly greater improvement for</p>

	<p>therapy in the “as treated” analysis</p> <p>Randomized control trial</p>		<p>created especially for this study</p> <p>Exercise program: Individualized training of back extensor strength and endurance, trunk and lower extremity exercises performed supine, quadruped, and standing; 3x/week</p> <p>Started within a few days of the education session</p> <p>Length: 12 weeks</p> <p>Supervised by physical therapist</p>	<p>differences in the SF-36 role physical, SF-36 bodily pain and SF-36 physical function in favor of Group 1 compared to Group 3</p>
--	---	--	--	--

Annexe C. Questionnaire québécois sur la SSL (article IV)

Questionnaire québécois sur la sténose spinale lombaire
(French-Canadian version of the Swiss Spinal Stenosis Questionnaire)

Ce questionnaire porte spécifiquement sur la sténose spinale lombaire et vise à mieux comprendre les douleurs qu'elle occasionne et comment elle affecte votre quotidien.

Même si vous souffrez de douleurs venant d'autres endroits (exemple : usure du genou) nous vous demandons de ne pas en tenir compte lorsque vous répondez aux questions.

Veillez cochez qu'une seule réponse par question.

Au cours du dernier mois, comment décriez-vous:

1. La douleur que vous avez ressentie en moyenne, y compris la douleur au dos et aux fesses, ainsi que la douleur qui descend dans la jambe (ou les jambes)?

- Aucune
- Légère
- Modérée
- Intense
- Très intense

2. La fréquence à laquelle vous avez ressenti de la douleur au dos, à la fesse ou à la jambe (aux fesses ou aux jambes)?

- Aucune douleur ou moins d'une fois par semaine
- Au moins une fois par semaine
- Chaque jour, pendant au moins quelques minutes
- Chaque jour, pendant la plus grande partie de la journée
- En tout temps

(suite) Au cours du dernier mois, comment décririez-vous:

3. L'intensité de votre douleur au dos ou aux fesses seulement?

- Aucune
- Légère
- Modérée
- Intense
- Très intense

4. L'intensité de votre douleur aux jambes ou aux pieds seulement?

- Aucune
- Légère
- Modérée
- Intense
- Très intense

5. La sensation désagréable /inconfort (ex. engourdissements, fourmillements, crampes, etc.) dans vos jambes ou vos pieds?

- Aucune
- Légère
- Modérée
- Intense
- Très intense

6. La faiblesse dans vos jambes ou vos pieds?

- Aucune
- Légère
- Modérée
- Intense
- Très intense

7. Vos problèmes d'équilibre

- Je n'ai eu aucun problème d'équilibre
- Parfois, je sens que je perds l'équilibre ou que je n'ai pas le pied sûr
- Souvent, je sens que je perds l'équilibre ou que je n'ai pas le pied sûr

Au cours du dernier mois, lors d'une journée type :

8. Quelle distance avez-vous été capable de marcher?

- Plus de 3,2km (2 miles)
- Plus de 2 coins de rue mais moins de 3,2km (2 miles)
- Plus de 15,25 mètres (50 pieds), mais moins de 2 coins de rue
- Moins de 15,25 mètres (50 pieds)

9. Avez-vous pris des marches à l'extérieur ou magasiné pour le plaisir?

- Oui, confortablement
- Oui, mais parfois avec de la douleur
- Oui, mais toujours avec de la douleur
- Non

10. Avez-vous fait l'épicerie ou d'autres emplettes?

- Oui, confortablement
- Oui, mais parfois avec de la douleur
- Oui, mais toujours avec de la douleur
- Non

11. Avez-vous effectué des déplacements nécessaires (ex. de votre chambre à la salle de bain)?

- Oui, confortablement
- Oui, mais parfois avec de la douleur
- Oui, mais toujours avec de la douleur
- Non

12. Avez-vous marché pour le plaisir dans les différentes pièces de votre maison ou de votre appartement (ex. de la cuisine au salon pour regarder la télévision)?

- Oui, confortablement
- Oui, mais parfois avec de la douleur
- Oui, mais toujours avec de la douleur
- Non

Suite à votre opération en raison de votre sténose spinale lombaire,
à quel point êtes-vous satisfait :

13. Du résultat global de votre opération ?

- Très satisfait(e)
- Plutôt satisfait(e)
- Plutôt insatisfait(e)
- Très insatisfait(e)

14. Du soulagement de la douleur?

- Très satisfait(e)
- Plutôt satisfait(e)
- Plutôt insatisfait(e)
- Très insatisfait(e)

15. De votre capacité actuelle à marcher?

- Très satisfait(e)
- Plutôt satisfait(e)
- Plutôt insatisfait(e)
- Très insatisfait(e)

16. De votre capacité à faire les travaux ménagers, l'entretien extérieur ou à occuper un emploi?

- Très satisfait(e)
- Plutôt satisfait(e)
- Plutôt insatisfait(e)
- Très insatisfait(e)

17. De la force de vos cuisses, vos jambes et vos pieds?

- Très satisfait(e)
- Plutôt satisfait(e)
- Plutôt insatisfait(e)
- Très insatisfait(e)

18. De votre équilibre, ou de votre stabilité sur vos pieds?

- Très satisfait(e)
- Plutôt satisfait(e)
- Plutôt insatisfait(e)
- Très insatisfait(e)

Annexe D. Oswestry Disability Index

Questionnaire d'évaluation de la capacité fonctionnelle

Veillez répondre à **toutes les sections** du questionnaire. Pour chaque section, cochez **une seule case**, celle qui vous décrit le mieux **actuellement**.

1 Intensité de la douleur

- 0 _ Je n'ai pas mal actuellement.
- 1 _ La douleur est très légère actuellement.
- 2 _ La douleur est modérée actuellement.
- 3 _ La douleur est plutôt intense actuellement.
- 4 _ La douleur est très intense actuellement.
- 5 _ La douleur est la pire que l'on puisse imaginer actuellement.

2 Soins personnels (se laver, s'habiller, etc)

- 0 _ Je peux prendre soin de moi normalement, sans augmenter la douleur.
- 1 _ Je peux prendre soin de moi normalement, mais c'est très douloureux.
- 2 _ Cela me fait mal de prendre soin de moi, et je le fais lentement et en faisant attention.
- 3 _ J'ai besoin d'aide, mais dans l'ensemble je parviens à me débrouiller seul.
- 4 _ J'ai besoin d'aide tous les jours pour la plupart de ces gestes quotidiens.
- 5 _ Je ne m'habille pas, me lave avec difficulté et reste au lit.

3 Manutention de charges

- 0 _ Je peux soulever des charges lourdes sans augmenter mon mal de dos
- 1 _ Je peux soulever des charges lourdes mais cela augmente ma douleur
- 2 _ La douleur m'empêche de soulever des charges lourdes à partir du sol mais j'y parviens si la charge est bien placée (par exemple sur une table)
- 3 _ La douleur m'empêche de soulever des charges lourdes mais je peux déplacer des charges légères ou de poids moyen si elles sont correctement placées
- 4 _ Je peux seulement soulever des objets très légers
- 5 _ Je ne peux soulever ni transporter quoi que ce soit

4 Marche à pied

- 0 _ La douleur ne limite absolument pas mes déplacements
- 1 _ La douleur m'empêche de marcher plus de 2 km
- 2 _ La douleur m'empêche de marcher plus de 1 km
- 3 _ La douleur m'empêche de marcher plus de 500 m
- 4 _ Je me déplace seulement avec une canne ou des béquilles
- 5 _ Je reste au lit la plupart du temps et je me traîne seulement jusqu'aux toilettes

5 Position assise

- 0 _ Je peux rester assis sur un siège aussi longtemps que je veux.
- 1 _ Je peux rester assis aussi longtemps que je veux mais seulement sur mon siège favori.
- 2 _ La douleur m'empêche de rester assis plus d'une heure.
- 3 _ La douleur m'empêche de rester assis plus d'1/2 heure.
- 4 _ La douleur m'empêche de rester assis plus de 10 minutes.
- 5 _ La douleur m'empêche de rester assis.

6 Position debout

- 0 _ Je peux rester debout aussi longtemps que je veux sans augmenter la douleur.
- 1 _ Je peux rester debout aussi longtemps que je veux mais cela augmente la douleur.
- 2 _ La douleur m'empêche de rester debout plus d'une heure.
- 3 _ La douleur m'empêche de rester debout plus d'1/2 heure.
- 4 _ La douleur m'empêche de rester debout plus de 10 minutes.
- 5 _ La douleur m'empêche de rester debout.

7 Sommeil

- 0 _ Mon sommeil n'est jamais perturbé par la douleur.
- 1 _ Mon sommeil est parfois perturbé par la douleur
- 2 _ A cause de la douleur, je dors moins de 6 heures
- 3 _ A cause de la douleur, je dors moins de 4 heures
- 4 _ A cause de la douleur, je dors moins de 2 heures
- 5 _ La douleur m'empêche complètement de dormir

8 Vie sexuelle

- 0 _ Ma vie sexuelle n'est pas modifiée et n'augmente pas mon mal de dos
- 1 _ Ma vie sexuelle n'est pas modifiée, mais elle augmente la douleur
- 2 _ Ma vie sexuelle est pratiquement normale, mais elle est très douloureuse
- 3 _ Ma vie sexuelle est fortement limitée par la douleur
- 4 _ Ma vie sexuelle est presque inexistante à cause de la douleur
- 5 _ La douleur m'interdit toute vie sexuelle

9 Vie sociale (sport, cinéma, danse, souper entre amis)

- 0 _ Ma vie sociale est normale et n'a pas d'effet sur la douleur
- 1 _ Ma vie sociale est normale, mais elle augmente la douleur
- 2 _ La douleur n'a pas d'effet sur ma vie sociale, sauf pour des activités demandant plus d'énergie (sport par exemple)
- 3 _ La douleur a réduit ma vie sociale et je ne sors plus autant qu'auparavant
- 4 _ La douleur a limité ma vie sociale à ce qui se passe chez moi, à la maison
- 5 _ Je n'ai plus de vie sociale à cause du mal de dos

10 Déplacements (en voiture ou par les transports en commun)

0 _ Je peux me déplacer n'importe où sans effet sur mon mal de dos

1 _ Je peux me déplacer n'importe où, mais cela augmente la douleur

2 _ La douleur est pénible mais je supporte des trajets de plus de 2 heures

3 _ La douleur me limite à des trajets de moins d'une heure

4 _ La douleur me limite aux courts trajets indispensables, de moins de 30 minutes

5 _ La douleur m'empêche de me déplacer, sauf pour aller voir le docteur ou me rendre à l'hôpital

Annexe E. Questionnaire sur la qualité de vie EQ-5D

EQ-5D

Veillez indiquer, pour chacune des rubriques suivantes, l'affirmation qui décrit le mieux votre état de santé aujourd'hui, en encerclant l'affirmation appropriée.

Mobilité

1. Je n'ai aucun problème pour me déplacer à pied
2. J'ai des problèmes pour me déplacer à pied
3. Je suis obligé(e) de rester alité(e)

Autonomie de la personne

1. Je n'ai aucun problème pour prendre soin de moi
2. J'ai des problèmes pour me laver ou m'habiller tout(e) seule(e)
3. Je suis incapable de me laver ou de m'habiller tout(e) seule(e)

Activités courantes (*exemples : travail, études, travaux domestiques, activités familiales ou loisirs*)

1. Je n'ai aucun problème pour accomplir mes activités courantes
2. J'ai des problèmes pour accomplir mes activités courantes
3. Je suis incapable d'accomplir mes activités courantes

Douleurs/gêne

1. Je n'ai ni douleurs, ni gêne
2. J'ai des douleurs ou une gêne modérée(s)
3. J'ai des douleurs ou une gêne extrême(s)

Anxiété/dépression

1. Je ne suis ni anxieux(se), ni déprimé(e)
2. Je suis modérément anxieux(se) ou déprimé(e)
3. Je suis extrêmement anxieux(se) ou déprimé(e)

Annexe F. Questionnaire sur la dépression de Beck

Échelle de Beck

A

- 0 Je ne me sens pas triste
- 1 Je me sens cafardeux ou triste
- 2 Je me sens tout le temps cafardeux ou triste et je n'arrive pas à en sortir
- 3 Je suis si triste et si malheureux que je ne peux pas le supporter

B

- 0 Je ne suis pas particulièrement découragé ni pessimiste au sujet de l'avenir
- 1 J'ai un sentiment de découragement au sujet de l'avenir
- 2 Pour mon avenir, je n'ai aucun motif d'espérer
- 3 Je sens qu'il n'y a aucun espoir pour mon avenir et que la situation ne peut s'améliorer

C

- 0 Je n'ai aucun sentiment d'échec de ma vie
- 1 J'ai l'impression que j'ai échoué dans ma vie plus que la plupart des gens
- 2 Quand je regarde ma vie passée, tout ce que j'y découvre n'est qu'échecs
- 3 J'ai un sentiment d'échec complet dans toute ma vie personnelle (dans mes relations avec mes parents, mon mari, ma femme, mes enfants)

D

- 0 Je ne me sens pas particulièrement insatisfait
- 1 Je ne sais pas profiter agréablement des circonstances
- 2 Je ne tire plus aucune satisfaction de quoi que ce soit
- 3 Je suis mécontent de tout

E

- 0 Je ne me sens pas coupable
- 1 Je me sens mauvais ou indigne une bonne partie du temps
- 2 Je me sens coupable
- 3 Je me juge très mauvais et j'ai l'impression que je ne vauds rien

F

- 0 Je ne suis pas déçu par moi-même
- 1 Je suis déçu par moi-même
- 2 Je me dégoûte moi-même
- 3 Je me hais

G

- 0 Je ne pense pas à me faire du mal
- 1 Je pense que la mort me libérerait

- 2 J'ai des plans précis pour me suicider
- 3 Si je le pouvais, je me tuerais

H

- 0 Je n'ai pas perdu l'intérêt pour les autres gens
- 1 Maintenant, je m'intéresse moins aux autres gens qu'autrefois
- 2 J'ai perdu tout l'intérêt que je portais aux autres gens et j'ai peu de sentiments pour eux
- 3 J'ai perdu tout intérêt pour les autres et ils m'indiffèrent totalement

I

- 0 Je suis capable de me décider aussi facilement que de coutume
- 1 J'essaie de ne pas avoir à prendre de décision
- 2 J'ai de grandes difficultés à prendre des décisions
- 3 Je ne suis plus capable de prendre la moindre décision

J

- 0 Je n'ai pas le sentiment d'être plus laid qu'avant
- 1 J'ai peur de paraître vieux ou disgracieux
- 2 J'ai l'impression qu'il y a un changement permanent dans mon apparence physique qui me fait paraître disgracieux
- 3 J'ai l'impression d'être laid et repoussant

K

- 0 Je travaille aussi facilement qu'auparavant
- 1 Il me faut faire un effort supplémentaire pour commencer à faire quelque chose
- 2 Il faut que je fasse un très grand effort pour faire quoi que ce soit
- 3 Je suis incapable de faire le moindre travail

L

- 0 Je ne suis pas plus fatigué que d'habitude
- 1 Je suis fatigué plus facilement que d'habitude
- 2 Faire quoi que ce soit me fatigue
- 3 Je suis incapable de faire le moindre travail

M

- 0 Mon appétit est toujours aussi bon
- 1 Mon appétit n'est pas aussi bon que d'habitude
- 2 Mon appétit est beaucoup moins bon maintenant
- 3 Je n'ai plus du tout d'appétit

Annexe G. Échelle de kinésiophobie de Tampa

Consignes :	Veuillez lire attentivement chaque question et encercler le numéro qui correspond le mieux à vos sentiments.	Fortement en désaccord	Quelque peu en désaccord	Quelque peu en accord	Fortement en accord
1.	J'ai peur de me blesser si je fais de l'activité physique	1	2	3	4
2.	Ma douleur ne ferait qu'intensifier si j'essayais de la vaincre	1	2	3	4
3.	Mon corps me dit que quelque chose ne va vraiment pas	1	2	3	4
4.	Si je faisais de l'activité physique, ma douleur serait probablement soulagée	1	2	3	4
5.	Les gens ne prennent pas mon état de santé assez au sérieux	1	2	3	4
6.	Mon accident a mis mon corps en danger pour le reste de mes jours	1	2	3	4
7.	La douleur signifie toujours que je me suis blessé(e)	1	2	3	4
8.	Même si quelque chose aggrave ma douleur, cela ne veut pas dire que c'est dangereux	1	2	3	4
9.	J'ai peur de me blesser accidentellement	1	2	3	4
10.	La meilleure façon d'empêcher que ma douleur s'aggrave est de m'assurer de ne pas faire des mouvements inutiles	1	2	3	4
11.	Je n'aurais pas tant de douleur s'il ne se passait pas quelque chose de grave dans mon corps	1	2	3	4
12.	Bien que ma condition soit pénible, je serais mieux si j'étais physiquement actif(ve)	1	2	3	4
13.	La douleur m'indique quand arrêter de faire des activités physiques pour que je ne me blesse pas	1	2	3	4
14.	Il n'est pas prudent qu'une personne avec un état de santé comme le mien soit physiquement active	1	2	3	4
15.	Je ne peux pas faire tout ce qu'une personne normale peut faire parce que j'ai plus de risque de me blesser	1	2	3	4
16.	Bien qu'il y ait quelque chose qui me cause beaucoup de douleurs, je ne pense pas que ce soit vraiment grave	1	2	3	4
17.	Personne ne devrait être obligé de faire des exercices lorsqu'il(elle) ressent de la douleur	1	2	3	4

Annexe H. Patient Global Impression of Change

Depuis le début de l'étude (il y a 6 semaines), votre état général s'est :

- 1. Très fortement amélioré
- 2. Fortement amélioré
- 3. Faiblement amélioré
- 4. N'a subi aucun changement
- 5. Faiblement détérioré
- 6. Fortement détérioré
- 7. Très fortement détérioré