

Université de Montréal

**Prévalence, mesures et méthodes alternatives de  
traitement de la douleur dorsale chez les adolescents  
ayant une scoliose idiopathique**

par

Jean Théroux

Département des Sciences Biomédicales

Faculté de Médecine

Thèse présentée à la Faculté de Médecine  
en vue de l'obtention du grade de Doctorat

Ès Sciences Biomédicales

Option : musculosquelettique

Mai 2017

© Jean Théroux, 2017

Université de Montréal  
Faculté des études supérieures et postdoctorales

Cette thèse intitulée :

,

Présentée par :  
Jean Thérout DC, MSc.

a été évaluée par un jury composé des personnes suivantes :

Isabelle Villemure, président-rapporteur  
Sylvie Le May, directrice de recherche  
Hubert Labelle, co-directeur  
Marie-Christine Taillefer, membre du jury  
Catherine Ferland, examinatrice externe  
Serge Sultan, représentant du doyen de la FES

## Résumé

La scoliose idiopathique de l'adolescence constitue la déformation tridimensionnelle de la colonne vertébrale la plus couramment rencontrée chez les adolescents. Cette condition a fait l'objet de plusieurs études quant à ses facteurs étiologiques, ses facteurs de risque de progression et ses approches thérapeutiques. Les études démontrent que l'étiologie de cette pathologie serait multifactorielle, regroupant entre autres des causes génétiques, hormonales, mécaniques et neuromusculaires. Malgré le fait qu'il soit difficile de prédire quelles sont les déformations qui progresseront, certains facteurs tels que l'âge et le sexe du patient, l'âge du début de la ménarche, le type et la sévérité de la déformation ainsi que la maturité osseuse (signe de Risser) ont fait l'objet de nombreuses études et représentent par le fait même des critères de référence utilisés pour estimer cette probabilité.

La scoliose idiopathique a souvent été considérée comme une condition non douloureuse, faisant en sorte que peu d'études se sont arrêtées à évaluer les douleurs au dos chez les patients affligés de cette pathologie. On retrouve donc, au cours des vingt dernières années, seulement une dizaine d'études qui ont spécifiquement évalué ce phénomène. Parmi ces études, on note une grande hétérogénéité des facteurs d'inclusion, des définitions des douleurs au dos, de la période de prévalence et des instruments de mesure utilisés, rendant difficile la détermination de cette prévalence. Considérant la relation entre les douleurs exprimées chez les adolescents et celles chez les adultes, ainsi que les coûts sociétaux associés à ces douleurs, il serait important d'obtenir un portrait plus exact de l'ampleur de la douleur chez cette clientèle.

Les objectifs généraux de cette thèse visaient à (objectif 1) mettre à jour les connaissances relatives à la prévalence des douleurs au dos chez les adolescents avec une scoliose idiopathique (SI), à (objectif 2) vérifier s'il existe une relation entre la sévérité de la déformation, sa localisation et la présence de douleurs au dos chez ces patients, à (objectif 3) valider à nouveau l'aspect psychométrique du questionnaire SRS-22fv et enfin à (objectif 4) explorer une possible prise en charge alternative des patients avec scoliose idiopathique de l'adolescence (SIA) exprimant des rachialgies.

La première étude rétrospective que nous avons effectuée a permis d'évaluer de quelle façon les douleurs exprimées par plus de 300 patients étaient rapportées dans les dossiers et d'établir la prévalence de ces douleurs chez ces derniers. De plus, cette étude a évalué le type de prise en charge recommandée lorsque des douleurs étaient mentionnées au dossier. Cette étude a permis de confirmer que près de 50 % des patients avec SIA exprimaient de la douleur au dos et que la majorité de ces derniers (80 %) n'avaient aucune prise en charge de celle-ci.

La deuxième étude prospective que nous avons réalisée a évalué les douleurs au dos chez plus de 500 adolescents avec scoliose idiopathique de l'adolescence. Plus de 68 % de ces patients rapportaient la présence de douleurs au dos. Pour les régions thoraciques et lombaires, les douleurs étaient positivement associées avec la sévérité de la scoliose, alors que le port du corset avait un effet modérateur sur la douleur.

La troisième étude incluse dans la présente thèse visait à (objectif 3) vérifier la validité de contenu et de construit de la version canadienne-française du questionnaire SRS-22, soit le SRS-22fv, rempli par les patients recrutés lors de la deuxième étude. Ce

questionnaire est couramment rempli par les patients scoliotiques. Notre étude a bénéficié d'un échantillon de 352 patients qui ont entièrement répondu au questionnaire SRS-22fv. L'analyse découlant de notre étude nous a menés à produire une version abrégée du SRS-22 contenant 18 éléments, avec une meilleure consistance interne ainsi qu'une variance explicative supérieure, soit 63,3 % pour le SRS-18fv, comparativement à 47,4 % pour le SRS-22fv.

La dernière étude que nous avons menée (objectif 4) met en lumière une option de prise en charge alternative des patients avec scoliose exprimant ou non des douleurs au dos. En effet, les manipulations vertébrales font partie des options de traitements couramment utilisées chez les adolescents sains. Une grande incertitude demeure toutefois quant à l'utilisation de cette approche thérapeutique chez les patients avec scoliose idiopathique de l'adolescence. Cette étude a permis de confirmer qu'il y a un manque de données probantes dans ce domaine.

Les résultats de cette thèse permettent de mieux comprendre le phénomène de la douleur au dos chez les adolescents avec scoliose idiopathique. Ces douleurs semblent plus prévalentes qu'initialement estimées, et il s'avère qu'un lien semble probable entre l'intensité des douleurs ressenties et la localisation de la courbe, ainsi qu'avec la sévérité de la scoliose chez ces adolescents.

**Mots-clés** : scoliose idiopathique de l'adolescence, prévalence, maux de dos, manipulations vertébrales, SRS-22

## **Abstract**

Adolescent idiopathic scoliosis is a three-dimensional spinal deformity. This pathology is the most common spinal deviation encountered in adolescents and has been thoroughly researched over the past few decades regarding its aetiological factors, its risk of progression and management. It is now commonly accepted that the aetiology of adolescent idiopathic scoliosis is multifactorial and includes, among other things, genetic, hormonal, mechanic, and neuromuscular factors. Though predicting which deviation will progress remain challenging, certain factors such as the age of the patient at presentation, its gender, bone maturity (Risser sign), menarchal status, and the severity of the spinal deformity are now widely accepted as factors that may provide some guidance to estimate this probability.

Adolescent idiopathic scoliosis has often been considered as a non-painful pathology, and this is perhaps why researchers have failed to assess back pain in this population more systematically. Only a few studies have been published over the last two decades on this subject. Among those studies, inclusion criteria are widely heterogeneous, as is the working definition of back pain, how the prevalence period was estimated, and which outcome measure was relied upon to assess back pain in this population. Because of this, the determination of back pain prevalence in scoliosis patients remains challenging. Considering the relationship between adolescent and adult spinal pain, and the high societal cost associated with this condition, it would be appropriate to obtain a clearer picture of this condition in this population.

The primary objectives of this thesis were to (objectif 1) update the current knowledge of back pain prevalence in adolescent idiopathic scoliosis patients, to (objectif 2) ascertain if a relationship was present between the severity and localisation of the scoliosis and the back pain, too (objectif 3) reassess the psychometric properties of the SRS-22fv questionnaire, and to (objectif 4) explore an alternative back pain management for those patients.

The first retrospective study included in this thesis assessed back pain prevalence in 300 adolescent idiopathic scoliosis patients. It also looked at how pain was reported and if pain management was recommended for patients reporting back pain. This study confirmed that back pain was a prevalent condition in this population and that in the vast majority of those reporting back pain, there was no kind of management recommended.

The second prospective study assessed back pain prevalence in more than 500 adolescent idiopathic scoliosis patients. Point prevalence of back pain was close to 68 %. For the thoracic and lumbar regions, the pain was positively associated with the severity of the scoliosis and bracing, prescribed to stabilise or prevent the curve progression, had a protective effect.

Data collected in the previous study were employed to validate the most commonly utilised outcome measure in adolescent idiopathic scoliosis, the SRS-22. The SRS-22 is a measurement instrument used to ascertain the quality of life and pain in scoliotic patients. The third article includes a report on analyses done regarding the validation of the SRS-22fv. Complete data were available for 352 adolescents. The study demonstrated that a briefer version (18 items) had a better internal consistency and explained a greater proportion of the variance thus 63,3 % instead of 47,4 % for the SRS-22fv.

The last study included in this thesis looked at an alternative treatment for the management scoliotic patients with or without back pain. This modality of spinal manipulation is a treatment that healthy adolescents commonly utilised. However, it was found that the rate of utilisation remains unclear within adolescent idiopathic scoliosis patients. A literature review revealed the need to have better-designed studies to assess the efficacy of spinal manipulation in this population adequately.

The acquired knowledge throughout this thesis leads us to a better comprehension and understanding of back pain in adolescent idiopathic scoliosis patients. Back pain appears to be more prevalent than initially estimated and a relationship seems to be present between the level of pain intensity and the scoliosis localisation and severity in patients suffering from this pathology.

**Keywords** : Adolescent Idiopathic Scoliosis, Prevalence, Back Pain, Spinal Manipulation, SRS-22



## Table des matières

Liste des tableaux.....	x
Liste des figures .....	xi
Liste des abréviations.....	xii
Remerciements.....	xiv
Introduction.....	1
Chapitre 1 — Revue des connaissances.....	3
1.1    La douleur .....	3
1.1.1    La douleur nociceptive.....	4
1.2    Les notions anatomiques et structures vertébrales.....	8
1.2.1 Les disques intervertébraux .....	12
1.2.2 Les articulations zygapophysaires .....	13
1.2.3 Les articulations sacro-iliaques.....	14
1.3 La scoliose .....	15
1.3.1 La prévalence de la scoliose .....	15
1.3.2 Les facteurs étiologiques.....	16
1.4 L'évaluation clinique de la scoliose.....	16
1.5 La progression naturelle de la scoliose .....	19
1.6 Les douleurs au dos chez les adolescents sains .....	22
1.7 Les douleurs au dos et la scoliose idiopathique de l'adolescence .....	24
1.7.1 Les facteurs étiologiques de la douleur au dos chez les patients avec SI .....	26
1.8 Les instruments utilisés pour la mesure de la douleur au dos.....	27
1.8.1 Le questionnaire Roland Morris .....	29
1.8.2 L'index d'incapacité d'Oswestry .....	29
1.8.3 L'intensité de la douleur .....	30
1.8.4 Le questionnaire concis de la douleur.....	30
1.8.5 Le questionnaire SRS-22 .....	31
1.9 Les méthodes alternatives de prise en charge de la douleur au dos chez les enfants et les adolescents.....	33

1.9.1 Les exercices .....	34
1.9.2 L'acuponcture .....	35
1.9.3 Les massages.....	35
1.9.4 Les manipulations vertébrales.....	36
1.9.4.1 L'aspect neurophysiologique des manipulations vertébrales .....	37
1.9.4.2 Les manipulations vertébrales chez les adultes .....	40
Résumé.....	44
Chapitre 2 – Problématique, objectifs et hypothèses .....	48
2.1 Objectif global .....	49
2.2 Hypothèses.....	49
2.3 Objectifs spécifiques.....	50
2.3.1 Objectif 1 .....	50
2.3.2 Objectif 2 .....	50
2.3.3 Objectif 3 .....	51
2.3.4 Objectif 4 .....	51
Chapitre 3.....	52
<i>Article 1 – Prevalence and management of back pain in adolescent idiopathic scoliosis patients: A retrospective study.....</i>	<i>52</i>
Chapitre 4.....	76
<i>Article 2 – Back pain prevalence is associated with curve-type and severity in adolescents with idiopathic scoliosis: A cross-sectional study .....</i>	<i>76</i>
Chapitre 5.....	98
<i>Article 3 – Revisiting the psychometric properties of the Scoliosis Research Society-22 (SRS-22) French Version .....</i>	<i>98</i>
Chapitre 6.....	121
<i>Article 4 – Spinal Manipulative Therapy for Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review.....</i>	<i>121</i>
Chapitre 7 — Discussion et conclusion.....	149
7.1 La prévalence des douleurs au dos chez les adolescents .....	150
7.2 La validation du questionnaire SRS-22fv .....	155

7.3 Les manipulations vertébrales chez les adolescents avec SIA.....	160
Conclusion et perspectives futures.....	164

## Liste des tableaux

### Chapitre 3

Tableau I : Scoliosis curve presentation	28
Tableau II : Narrated pain	28
Tableau III : Pain management	28

### Chapitre 4

Tableau IV : Patients' characteristics	51
Tableau V : Scoliosis site, severity and angle of trunk inclination	51
Tableau VI : Mean reported pain intensity and disability per scoliosis site	51
Tableau VII : Multiple regression analysis between pain intensity, disability, and patients' characteristics with scoliosis severity stratified by scoliosis site	52

### Chapitre 5

Tableau VIII : Characteristics of participants	71
Tableau IX : Mean scores among all the factors of the SRS-22fv	71
Tableau X : Factor structure of the SRS-22fv	72
Tableau XI: Factor structure of the SRS-18fv	73
Tableau XII: Internal consistency comparison	74
Tableau XIII: Construct validity of the SRS-18fv with corresponding SF12 factors	74

### Chapitre 6

Tableau XIV: Characteristics of included studies	103
Tableau XV: Risk of bias across the included studies	104

## Liste des figures

### Chapitre 1

Figure 1 : Schéma d'un nocicepteur périphérique et ses connexions au niveau de la corne postérieure de la moelle épinière	6
Figure 2 : La colonne vertébrale a) vue antérieure, b) vue postérieure, c) vue latérale	9
Figure 3 : Le disque intervertébrale et son innervation	10
Figure 4 : Structure ligamentaire de la colonne vertébrale en lombaire	11
Figure 5 : Innervation des articulations zygapophysiales	13
Figure 6 : Test d'Adam (flexion antérieur du tronc)	18
Figure 7 : Évaluation de l'angle de rotation du tronc avec le scoliomètre	19
Figure 8 : Signe de Risser	20

### Chapitre 6

Figure 9 : Prisma diagram of the study selection process	137
--	-----

## Liste des abréviations

ADL	Activity of daily living
AINS:	Anti-inflammatoire non stéroïdien
AIS	Adolescent idiopathic scoliosis
ART	Angle de rotation du tronc
ATI	Angle of trunk inclination
$\beta$	Beta coefficient
BP	Back pain
BPI	Brief inventory questionnaire
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
CI	Confidence interval
CNSBP	Chronic non-specific back pain
FV	French version
HVAB:	Haute vélocité basse amplitude
HRQoL	Health related quality of life
IASP:	International Association for the Study of Pain
L	Lumbar
MT	Main thoracic
NBCE	National board of Chiropractic Examiner
NRM:	Noyau raphé magnus
OR	Odd ratio
PAG:	Periaqueductal Gray (substance grise périaqueducule)
PCA	Principal component analysis
PT	Proximal thoracic
PRGC	Peptide relié au gène calcitonine
RMDQ	Roland Morris disability questionnaire
SD	Standard deviation
SIA	Scoliose idiopathique de l'adolescence
SI	Scoliose idiopathique
SOSORT	Society of Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Therapy
SMT	Spinal manipulative therapy
SRS	Scoliosis Research Society
TL	Thoracolumbar
VAS	Visual analogue scale

“I love you without knowing how, or when, or from where. I love you straightforwardly without complexities or pride. I love you because I know no other way than this. So close that your hand, on my chest, is my hand. So close, that when you close your eyes, I fall asleep.”

Robin Williams  
Patch Adam

*Pour toi Linda ;  
18303 kilomètres nous ont séparés pendant  
trop longtemps. Merci d'avoir été présente  
malgré la distance*

“It is the mark of an educated mind to be able to entertain a thought without accepting it.”  
**Aristotle**

## Remerciements

Cet ouvrage n'aurait pu voir le jour sans l'appui indéfectible de plusieurs personnes.

En premier, j'aimerais remercier ma directrice, la docteure Sylvie Le May qui a toujours été présente et a su si bien m'épauler tout au long de mon cheminement de doctorant. Mille fois merci pour votre présence, vos judicieux conseils et commentaires lors de la rédaction des différents manuscrits qui composent la présente thèse. La supervision d'un étudiant aux études supérieures n'est pas une tâche aisée, d'autant plus quand il s'agit d'un étudiant en fin de rédaction de thèse qui demeure à l'autre bout du monde. La distance apporte un tout autre aspect à ce que la supervision peut signifier. Merci pour vos mots d'encouragement lorsque j'en avais besoin.

Toute ma reconnaissance à mon codirecteur, le docteur Hubert Labelle, pour sa disponibilité ainsi que son expertise clinique dans le domaine de la scoliose idiopathique. Merci de m'avoir donné l'occasion de partager mes connaissances avec vos étudiants.

Un énorme merci à l'équipe de l'unité de recherche clinique en orthopédie du centre hospitalier universitaire Sainte-Justine notamment Marjolaine Roy-Beaudry, Julie Joncas, Isabelle Turgeon et Soraya Barchi. La recherche aurait une tout autre couleur sans votre précieuse contribution.

En terminant, des études au niveau universitaire supérieur sont bien souvent soutenues par plusieurs bourses d'études et subventions de recherche. J'aimerais tout particulièrement remercier le Programme de formation stratégique d'IRSC sur l'évaluation



et le traitement des troubles de la mobilité et de la posture, sous la direction du docteur Hubert Labelle, l'organisation « Pain in Child Health (PICH) », les « Fonds de recherche du Québec » en santé, la « Fondation de recherche chiropratique du Québec », le « Réseau québécois de recherche sur la douleur » et la « Faculté des études supérieures et postdoctorales » de l'Université de Montréal pour leur appui financier tout au long de mes études doctorales.

## Introduction

Chez les adolescents sains, les douleurs au dos sont souvent perçues comme une condition ayant peu de conséquences à moyen ou à long terme. Toutefois, les recherches des dernières années ont permis de mieux saisir l'ampleur de cette condition chez ces patients. En effet, une récente méta-analyse démontrait que la prévalence hebdomadaire des douleurs au dos chez cette population était de 17,7 % et que la prévalence annuelle était de 33,9 % [1]. De plus, les adolescents souffrant de douleurs au dos consultaient plus fréquemment les professionnels de la santé [2].

Parmi les déformations vertébrales rencontrées chez les enfants et les adolescents, la scoliose idiopathique adolescente est la plus courante [3-5]. Cette déformation est définie comme une déformation tridimensionnelle de la colonne vertébrale supérieure à 10 degrés et dont la prévalence varie entre 2 et 3 % [6]. Son étiologie demeure à ce jour inconnue, toutefois les études à cet effet lui accordent une origine multifactorielle découlant de facteurs héréditaires, biochimiques, mécaniques, neuromusculaires et développementaux [7-9].

Chez les patients avec scoliose idiopathique, la prévalence des douleurs au dos a toujours été considérée comme étant similaire à celle rencontrée chez les adolescents sains [10]. De plus, lorsque présentes, ces douleurs ne semblaient pas liées à la localisation et la sévérité de la scoliose [10, 11]. Lorsque nous examinons les études qui ont évalué la prévalence des maux de dos chez les patients porteurs d'une scoliose, nous constatons toutefois une grande variabilité de la prévalence estimée, de l'ordre de 23 % à 86 %. Cette

prévalence varie selon la période prise en compte, les instruments qui ont été utilisés pour mesurer la douleur et la définition utilisée pour caractériser les maux de dos.

Considérant notre hypothèse selon laquelle la présence de douleurs au dos lors de l'adolescence contribue aux douleurs au dos de l'adulte [12], il semble pertinent d'explorer cette condition afin de mieux la comprendre, particulièrement chez une population qui n'a pas été suffisamment bien étudiée.

Les buts de cette thèse de doctorat étaient donc : 1) de mettre à jour les connaissances relatives à la prévalence des maux de dos chez les adolescents souffrant d'une scoliose idiopathique, 2) de vérifier une probable relation entre les douleurs et la localisation ainsi que la sévérité de la scoliose, 3) de valider à nouveau la version française du questionnaire SRS-22, instrument fréquemment utilisé pour évaluer la qualité de vie ainsi que les douleurs chez les adolescents scoliotiques et finalement 4) d'explorer une prise en charge alternative des patients avec scoliose idiopathique, avec ou sans douleur au dos.

# Chapitre 1 — Revue des connaissances

Ce chapitre fera état de la recension documentaire pertinente à cette thèse. Nous aborderons tour à tour les thèmes suivants : 1) la douleur et sa neurophysiologie, 2) les notions anatomiques de la colonne vertébrale, 3) la scoliose, sa prévalence, ses facteurs étiologiques, 4) l'évaluation clinique de la scoliose, 5) les facteurs de progression naturelle, 6) les douleurs au dos chez les adolescents sains, 7) les douleurs au dos chez les adolescents affligés d'une scoliose idiopathique, 8) les divers instruments utilisés pour mesurer la douleur au dos et en dernier lieu 9) les méthodes alternatives pour une prise en charge de la douleur au dos chez les enfants et les adolescents.

## 1.1 La douleur

La douleur fait partie du quotidien de près de 116 millions d'adultes aux États-Unis [13]. La douleur touche plus d'individus que les maladies cardiovasculaires, le diabète et le cancer combinés. L'expérience de la douleur est universelle, toutefois son expression est unique à chaque individu. La douleur fait partie des raisons les plus courantes de consultations médicales et de prise de médication. La douleur représente aussi une cause majeure d'absentéisme au travail ou à l'école, pour les enfants et les adolescents [14], et son coût annuel, incluant les soins de santé et la perte de productivité, varie de 560 à 630 milliards de dollars américains, aux États-Unis seulement [13, 15]. La douleur est définie par l'Association internationale pour l'étude de la douleur (IASP) comme une « *expérience sensorielle et émotionnelle désagréable, en réponse à une lésion tissulaire réelle ou*

*potentielle* » [16]. On peut classifier la douleur selon différents critères ; nous n'examinerons cependant que la douleur de type nociceptive, puisque c'est celle qui est la plus susceptible d'être associée aux douleurs au dos.

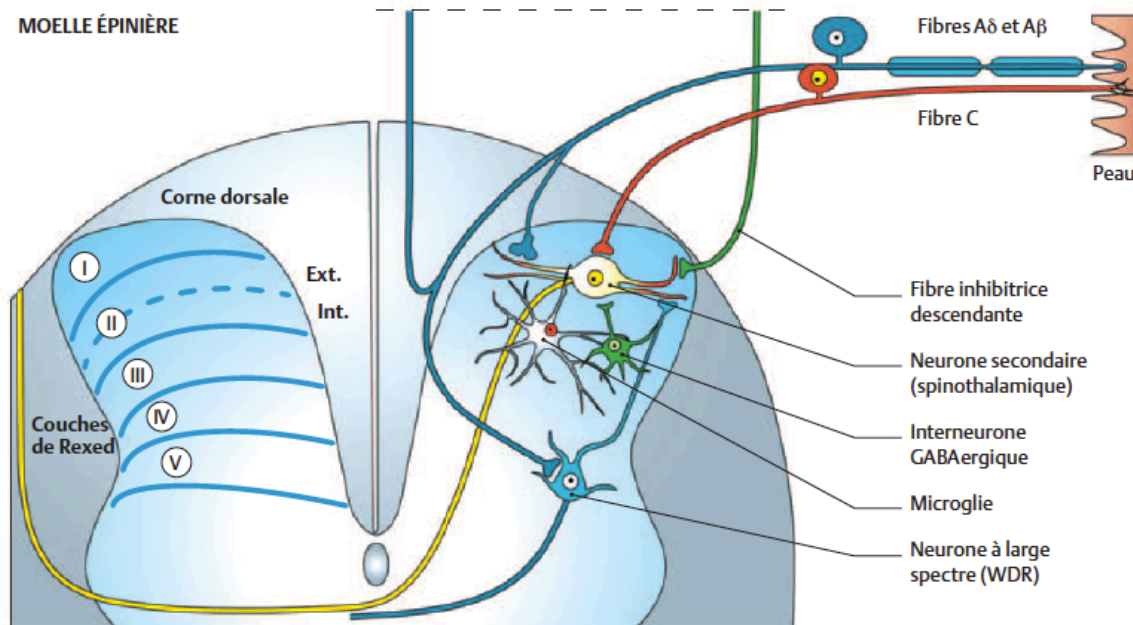
### **1.1.1 La douleur nociceptive**

La douleur nociceptive est provoquée par un dommage tissulaire réel ou potentiel [17]. Cette douleur peut survenir à la suite d'une irritation périphérique de type mécanique, thermique ou chimique [18] ; on pourrait penser, par exemple, à la douleur post-chirurgicale, à la douleur arthritique ou à la douleur musculosquelettique au dos. Ce type de douleur survient habituellement en réponse à un stimulus excessif et suffisant pour endommager le tissu cible. Les récepteurs des fibres nerveuses à terminaison libre qui réagissent ainsi s'appellent des nocicepteurs [19]. Néanmoins, l'activation seule de ces nocicepteurs est insuffisante à la perception de la douleur. De la périphérie, l'information sensorielle est transmise au système nerveux central via la moelle épinière où il y a modulation du signal nociceptif. Aux centres supérieurs, l'information discriminante est procédée via les aires somatosensorielles (SI et SII) et l'information émotionnelle de la douleur est procédée via le cortex limbique [20].

Ces récepteurs, ou neurones afférents primaires (puisque en périphérie), sont constitués de fibres nerveuses *A-delta* et *C* (Figure 1) ; on associe les fibres *A-delta* aux mécanorécepteurs alors que les fibres *C* sont polymodales, c'est-à-dire qu'ils réagissent aux stimuli mécaniques, thermiques et chimiques. On retrouve ces fibres au niveau de la surface corporelle, dans les muscles et tendons et dans les viscères.

Les fibres *A-delta* interviennent dans les douleurs aiguës bien localisées [21]. Ces fibres sont myélinisées et possèdent une conduction nerveuse rapide de l'ordre de 5 à 30 mètres par seconde, ils sont responsable de la douleur initiale (*first pain*) [21]. Les fibres *C* quant à elles sont impliquées dans les douleurs sourdes, moins bien localisées (*second pain*) [22]. Ces fibres ne sont pas myélinisées et par conséquent ont une conduction nerveuse inférieure aux fibres *A-delta* ; cette conduction est de l'ordre de 0,4 à 1,4 mètre par seconde [21].

Les neurones afférents primaires se terminent au niveau de la corne dorsale de la moelle épinière où ils font relais, par des neurones de second niveau, vers trois voies ascendantes soient : 1) le faisceau spinomésencéphalique, 2) le faisceau spinoréticulaire et 3) le faisceau spinothalamique, jusqu'au centre supérieur [23]. Parmi ces faisceaux, le faisceau spinothalamique est le mieux connu.



**Figure 1 : Schéma d'un nocicepteur périphérique et ses connexions au niveau de la corne postérieure de la moelle épinière**

Tiré de : Beaulieu, P. (2013). *La douleur: Guide Pharmacologique et Thérapeutique*: Presse de l'Université de Montréal (Page 16).

Entre le stimulus et la perception de la douleur, il existe une abondance de phénomènes électriques et chimiques qui comprennent quatre étapes distinctes : 1) la transduction, 2) la transmission, 3) la modulation et 4) la perception. Nous discuterons brièvement de chacune de ces étapes.

### 1.1.1.1 La transduction

La transduction représente le codage du message sensoriel qui est transformé en impulsion nerveuse électrochimique dans le but d'acheminer le message nociceptif vers la corne postérieure de la moelle épinière. Le potentiel d'action est donc généré et propagé suivant la dépolarisation des terminaisons libres des nocicepteurs. L'arrivée du potentiel

d'action au niveau de la corne postérieure de la moelle épinière provoquera la libération de plusieurs neuromodulateurs, tant inhibiteurs qu'excitateurs [24].

### **1.1.1.2 La transmission**

Le potentiel d'action qui chemine du nocicepteur vers la corne postérieure de la moelle épinière sera transmis à un neurone de second ordre du faisceau spinothalamique. Ce potentiel d'action sera par la suite acheminé vers le thalamus. Les neurones afférents secondaires passent rapidement du côté opposé de la moelle épinière, pour rejoindre le faisceau spinothalamique retrouvé en position ventrolatérale de la moelle.

### **1.1.1.3 La modulation**

La modulation représente l'ensemble des mécanismes pouvant influencer les messages nerveux des nocicepteurs. Cette modulation peut être inhibitrice ou excitatrice, et a lieu à deux niveaux soient : 1) la moelle épinière, ou 2) les fibres inhibitrices descendantes provenant de différentes régions supérieures centrales.

C'est Melzack et Wall [25] qui, dans les années 1960, proposent une nouvelle théorie décrivant un processus d'inhibition de la douleur au niveau de la moelle épinière. Cette théorie, ou théorie du portillon, propose qu'une stimulation non douloureuse, par des interneurons au niveau de la moelle épinière et des fibres afférentes nerveuses (*A-béta*) de plus gros volume, supprime la transmission des fibres afférentes *C*, plus petites, bloquant ainsi leur stimulation nociceptrice.

Quant aux fibres inhibitrices descendantes, leur effet modulateur est principalement induit par les voies dopaminergiques, serotoninergiques et noradrénergiques. Deux régions



importantes du tronc cérébral sont impliquées dans la modulation inhibitrice de la douleur soient : 1) la région périaqueducale grise (PAG) et 2) la région du noyau raphé magnus (NRM) [26]. Au niveau de la corne postérieure de la moelle épinière, l'effet des fibres inhibitrices descendantes entraîne une activation des récepteurs opioïdes et alpha-2 adrénergiques qui se retrouvent à environ 70 % en présynapse [27].

#### **1.1.1.4 La perception**

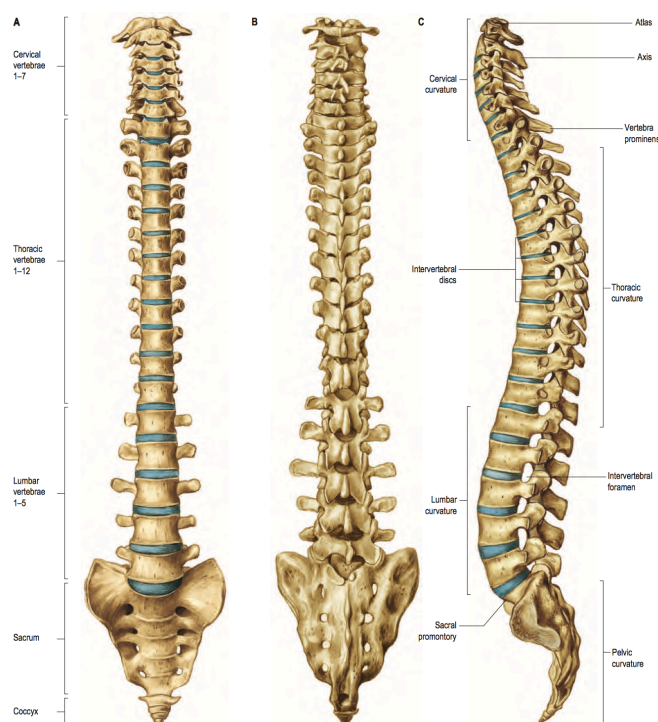
La perception de la douleur s'effectue lorsque le message rejoint le cerveau par les voies thalamocorticales. L'avènement de la neuroimagerie cérébrale a permis de mieux dépeindre la perception de la douleur au niveau du cortex cérébral. On reconnaît maintenant que cette perception implique plusieurs centres corticaux et sous-corticaux, que l'on réfère en tant que matrice de la douleur [28, 29]. La description de ces centres va bien au-delà de l'objectif de cette thèse et nous invitons le lecteur qui désire approfondir ce sujet à se référer aux plus récents écrits en neuroscience.

## **1.2 Les notions anatomiques et structures vertébrales**

La colonne vertébrale (Figure 2) est une structure anatomique que l'on retrouve dans la partie postérieure du corps humain. Cette structure est divisée en quatre régions anatomiques, soient les régions cervicale, thoracique, lombaire et sacrée et a pour fonctions de soutenir le tronc, protéger la moelle épinière et les nerfs intervertébraux et permettre un ancrage aux différents muscles du dos. La colonne vertébrale est constituée de 33 vertèbres qui s'emboîtent l'une sur l'autre. La morphologie de ces vertèbres est différente selon chaque région, les vertèbres au niveau cervical, sept au total, étant plus petites que celle

retrouvée dans la région lombaire, cinq au total. La région thoracique compte douze vertèbres et la région sacro-coccygienne en compte neuf, ces dernières étant généralement toutes fusionnées [30].

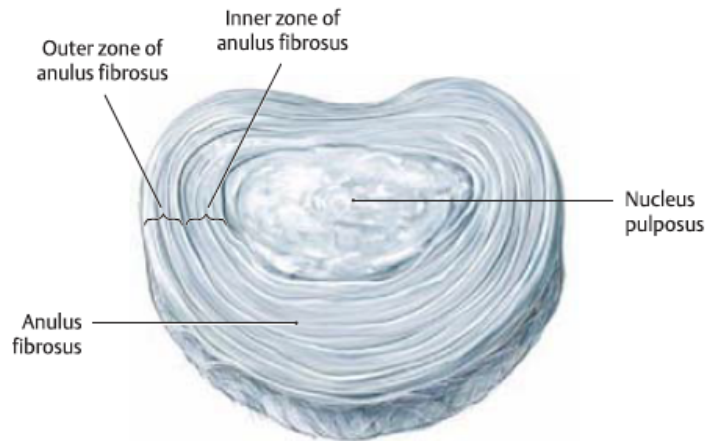
Lorsque l'on regarde la colonne vertébrale de face ou de dos, celle-ci devrait être droite, contrairement à sa vue de côté (latérale) ou l'on constate deux courbures antérieures (lordose) retrouvées aux niveaux cervical et lombaire, ainsi que deux courbures postérieures (cyphose) retrouvées aux niveaux thoracique et sacral (Figure 2).



**Figure 2 : La colonne vertébrale a) vue antérieure, b) vue postérieure, c) vue latérale**  
 Tiré de : Gray, H., Standring, S., Berkovitz, B. K. B., & Ellis, H. (2016). *Gray's anatomy : the anatomical basis of clinical practice* (41th ed.). Edinburgh; New York : Elsevier Churchill Livingstone (page 715)

Une structure fibrocartilagineuse, le disque intervertébral (Figure 3), sépare chaque vertèbre, à l'exception des deux premiers espaces intervertébraux : ceux-ci, soient les espaces entre l'occiput et l'atlas (première vertèbre cervicale) et l'atlas et l'axis (deuxième vertèbre cervicale), ne contiennent pas de disque.

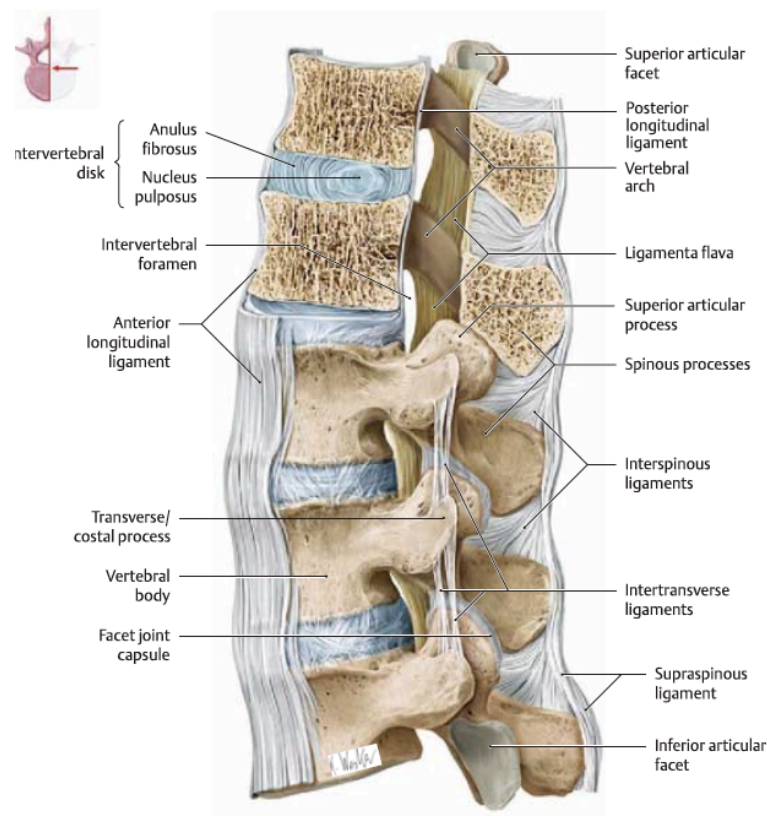
Le disque intervertébral rattache chaque vertèbre les unes aux autres. La morphologie du disque varie d'une région à l'autre, le disque étant plus large antérieurement pour les régions cervicale et lombaire, alors que sa largeur est presque uniforme dans la région dorsale. Les disques intervertébraux comptent pour environ 25 % de la longueur totale de la colonne vertébrale, celle-ci ayant une longueur moyenne de 60 centimètres chez la femme et 70 centimètres chez l'homme.



**Figure 3 : Le disque intervertébral**

Tiré de : Scheunke, M., et al. (2006). General anatomy and musculoskeletal system: Thieme atlas of anatomy. Stuttgart, Thieme. (page 92)

Afin d'assurer sa stabilité, la colonne vertébrale est recouverte d'une structure ligamentaire étendue (Figure 4). Antérieurement, on retrouve le ligament longitudinal antérieur et postérieurement, le ligament longitudinal postérieur et le ligament jaune. Les ligaments interépineux et intertransverses se situent entre les processus épineux et transverses. Finalement, le ligament supraépineux recouvre les différents processus épineux, de la septième vertèbre cervicale à la troisième ou quatrième vertèbre lombaire.



**Figure 4 : Structure ligamentaire de la colonne vertébrale en lombaire**

Tiré de : Scheunke, M., et al. (2006). General anatomy and musculoskeletal system: Thieme atlas of anatomy. Stuttgart, Thieme. (Page 94)

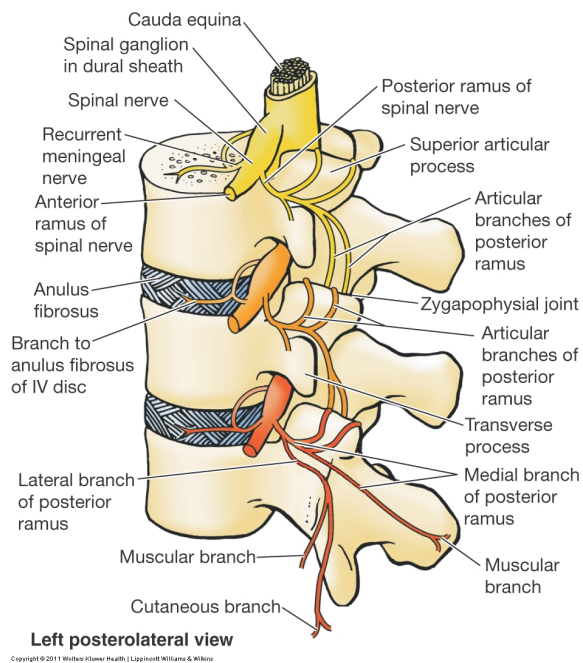
Certains auteurs identifient quelques structures anatomiques pouvant engendrer des douleurs au dos. Nous approfondirons brièvement trois de ces structures qui sont les plus susceptibles d'être responsables de douleurs autant chez les adultes que chez les enfants et adolescents, soient 1) les disques intervertébraux, 2) les articulations zygapophysaires et 3) les articulations sacro-iliaques.

### **1.2.1 Les disques intervertébraux**

Les disques intervertébraux sont constitués d'un noyau central et d'anneaux fibreux qui entourent le noyau (Figure 3). On retrouve à leurs surfaces supérieures et inférieures une couche cartilagineuse qui forme les plateaux vertébraux [31]. La présence des disques permet les mouvements intervertébraux et la transmission de la charge d'une vertèbre à l'autre.

Les disques tirent leur innervation de deux plexus nerveux : 1) le plexus nerveux antérieur formé par le tronc sympathique et le rameau communicant gris et 2) le plexus nerveux postérieur composé du nerf sinuvertébral (Figure 5) [32]. Seuls les anneaux fibreux extérieurs du disque sont innervés, laissant ainsi les anneaux fibreux internes et le noyau pulpeux libre d'innervation [33]. On retrouve donc des fibres nerveuses de petit diamètre, telles que les fibres *A-delta*, responsables de la transmission de la douleur aiguë et les fibres *C* non myélinisées, responsables de la transmission de la douleur sourde. Ces fibres nerveuses contiennent de la substance *P* reconnue comme neurotransmetteur pronocicepteur. En plus des anneaux fibreux externes, la partie centrale des plateaux vertébraux est aussi innervée [34]. En présence d'un début de dégénérescence du disque intervertébral, on note des changements de la matrice du noyau pulpeux ainsi que des

anneaux fibreux internes [35]. On postule généralement que ces modifications cellulaires sont liées à un processus pro-inflammatoire pouvant stimuler les récepteurs nocicepteurs retrouvés au niveau des anneaux fibreux externes, et ainsi induire le processus douloureux [36].



### **Figure 5: Innervation des articulations zygapophysaires**

Tiré de : Moore KL, Dally AF & Agur AMR (2013) Clinically Oriented Anatomy. LWW.  
ISBN : 978-1-4511-1945-9

## **1.2.2 Les articulations zygapophysaires**

Les articulations zygapophysaires (Figure 5) sont innervées par la branche médiale du rameau dorsal des nerfs vertébraux ; chacune de ces articulations possède une double innervation, l'une provenant du même segment vertébral et l'autre émanant du segment supérieur [37]. On y retrouve des terminaisons nerveuses libres et encapsulées qui

contiennent à la fois de la substance *P* et le peptide relié au gène calcitonine (PRGC) qui, tout comme la substance *P*, est un médiateur de douleur [38]. Une multitude de causes peuvent expliquer une douleur d'origine zygapophysaire. Parmi ces causes, on peut retrouver une instabilité segmentaire, une synovite, un coincement synovial ou un traumatisme [39]. Tous ces mécanismes peuvent donc provoquer une réaction inflammatoire et ainsi déclencher un stimulus nociceptif [37].

### **1.2.3 Les articulations sacro-iliaques**

Ces articulations sont souvent sous-estimées comme source potentielle de douleur au dos [40, 41]. La face postérieure de ces articulations obtient son innervation des rameaux dorsaux de S1 à S3 avec une contribution de la racine nerveuse de L5 et S4 [40, 42]. De plus, les études immunohistologiques ont démontré la présence de multiples terminaisons nerveuses nociceptrices (substance *P* et PRGC) dans la capsule articulaire, dans les structures ligamentaires et dans l'os sous-chondral. Plusieurs facteurs peuvent susciter de la douleur à ces articulations, entre autres une inégalité des membres inférieurs, une vertèbre transitionnelle, une anomalie biomécanique et de la démarche, des traumatismes mineurs répétitifs (jogging), la scoliose, la grossesse et finalement l'intervention chirurgicale vertébrale [42].

Malgré le fait que la recension documentaire tend à démontrer que certaines structures anatomiques peuvent générer des syndromes douloureux au dos, l'évaluation clinique des structures fautives demeure difficile [43].

## 1.3 La scoliose

La scoliose fait partie des déformations vertébrales les plus rencontrées chez les enfants et les adolescents [3-5]. Le terme « Scoliose » tire ses origines de la Grèce Antique « *Skoliosis* », se traduisant par « croche » [44]. La scoliose se définit comme une déformation tridimensionnelle de la colonne vertébrale associée à un angle de Cobb supérieur à 10 degrés [6]. La convexité de la courbe ainsi que la localisation de l'apex de cette dernière caractérisent la description des types de scolioses ; nous pouvons donc retrouver des scolioses cervico-thoraciques, thoraciques, thoracolombaires et lombaires [45].

Bien que certains types de scolioses puissent être reliés à une étiologie très précise (congénitale, neuromusculaire, etc.), celle-ci demeure, en général, inconnue. Dans les faits, la scoliose dite idiopathique est la plus fréquemment rencontrée et constitue la vaste majorité des scolioses de type structurel, soit environ 80 % [46, 47]. La scoliose idiopathique (SI) est catégorisée selon son âge de présentation ; nous retrouvons donc la scoliose idiopathique infantile, juvénile, adolescente et adulte [48]. La scoliose idiopathique de l'adolescence (SIA) représente le type de scoliose dont il sera question tout au long de cet ouvrage.

### 1.3.1 La prévalence de la scoliose

Sur le plan international, c'est grâce au dépistage en milieu scolaire que la prévalence de la SIA a pu être établie. Cette prévalence varie entre 0,35 % et 13 % selon les différents auteurs et selon l'âge, le sexe et le degré de l'angle de Cobb choisi [47].



Néanmoins, les auteurs s'entendent pour estimer cette prévalence entre 2% à 3 % lorsque l'angle de Cobb est d'au moins 10 degrés [49, 50]. Cette prévalence est similaire chez les filles et les garçons lorsque la courbe est de faible amplitude ; toutefois, avec un angle de Cobb supérieur à 30 degrés, le ratio fait état d'une surreprésentation des filles à raison de 10:1 [46, 51].

### **1.3.2 Les facteurs étiologiques**

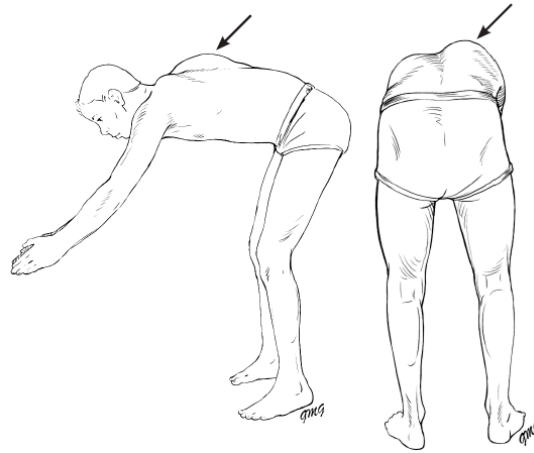
Comme son nom l'indique, l'étiologie de la SIA demeure, à ce jour, inconnue et mal comprise. Cependant, les auteurs ayant publié des études à ce sujet semblent s'entendre pour dire que son origine serait multifactorielle [7-9]. Les différents facteurs qui ont fait l'objet de recherches portent, entre autres, sur les aspects 1) génétiques [52, 53], 2) hormonaux et métaboliques [54], 3) mécaniques et neuromusculaires [9] et 4) et ceux reliés à la croissance [55]. Parmi ces facteurs, certains semblent avoir une influence sur le développement de la scoliose alors que d'autres apparaissent plutôt reliés à sa progression [7-9]. Une meilleure compréhension des différents facteurs étiologiques influençant le développement ainsi que la progression de la SIA permettrait probablement d'améliorer son dépistage ainsi que son diagnostic, améliorant par le fait même la pertinence des différentes approches thérapeutiques.

### **1.4 L'évaluation clinique de la scoliose**

Le diagnostic de scoliose idiopathique est essentiellement un diagnostic d'exclusion qui est posé lorsqu'aucune pathologie sous-jacente n'a pu être identifiée [56]. Tant l'évaluation clinique que radiologique permettra au professionnel de la santé de répondre à

trois questions essentielles soit : 1) le patient a-t-il effectivement une scoliose, 2) si tel est le cas, cette scoliose est-elle de type idiopathique et finalement 3) quels sont les risques que celle-ci progresse [57]. La réponse à ces questions permettra au clinicien de guider le patient vers les soins les plus appropriés, qui varieront de l'observation à l'intervention chirurgicale.

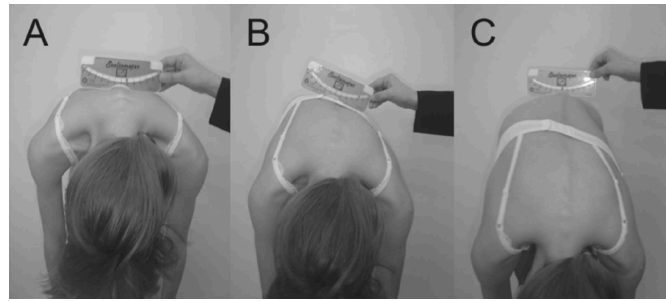
L'évaluation clinique débute par un examen postural dans trois plans, soit le plan sagittal (antérieur – postérieur), le plan coronal (latéral) et le plan transverse. Cet examen vise à détecter les asymétries pouvant être engendrées par la présence d'une scoliose. Le clinicien recherchera donc, entre autres, une asymétrie de la tête, des épaules ou du bassin, la présence de difformités de la cage thoracique ou de déjettement de la colonne vertébrale. De plus, le clinicien vérifiera s'il y a présence d'inégalité des membres inférieurs [58]. La flexion du tronc vers l'avant (test d'Adam) (Figure 6), en position debout et assise, permettra au clinicien de mettre en évidence une proéminence costale ou lombaire du côté convexe de la scoliose [6]. Dans cette position, le clinicien pourra mesurer l'angle de rotation du tronc (ART) avec un scoliomètre (Figure 7). Les études recensées semblent proposer la référence vers des soins spécialisés chez le patient dont l'ART se situe entre 5 et 7 degrés, afin de permettre une investigation plus approfondie pouvant inclure la prise de radiographies [59].



**Figure 6 : Test d'Adam (flexion antérieure du tronc)**

Tiré de : Horne, J. P., Flannery, R., & Usman, S. (2014). Adolescent idiopathic scoliosis: diagnosis and management. *American Family Physician*, 89(3), 193-198.

Ces examens radiographiques permettront entre autres de déterminer l'angle de Cobb. Introduite en 1948 par le docteur John Robert Cobb, la mesure de l'angle de Cobb demeure un standard pour évaluer la scoliose [60]. Cette mesure a été adoptée en 1966 par la «*Scoliosis Research Society*» (SRS) pour quantifier une déformation latérale de la colonne vertébrale [57, 61]. Malgré l'importance que revêt cet examen dans l'évaluation du patient scoliose, il faut prendre en compte certains facteurs d'erreur lors de l'analyse de l'angle de Cobb, dont la variabilité inter et intra-évaluateurs, ainsi que le seuil minimum ( $\pm 5$  degrés) pour affirmer qu'il y a effectivement une progression ou une régression de la scoliose [62].



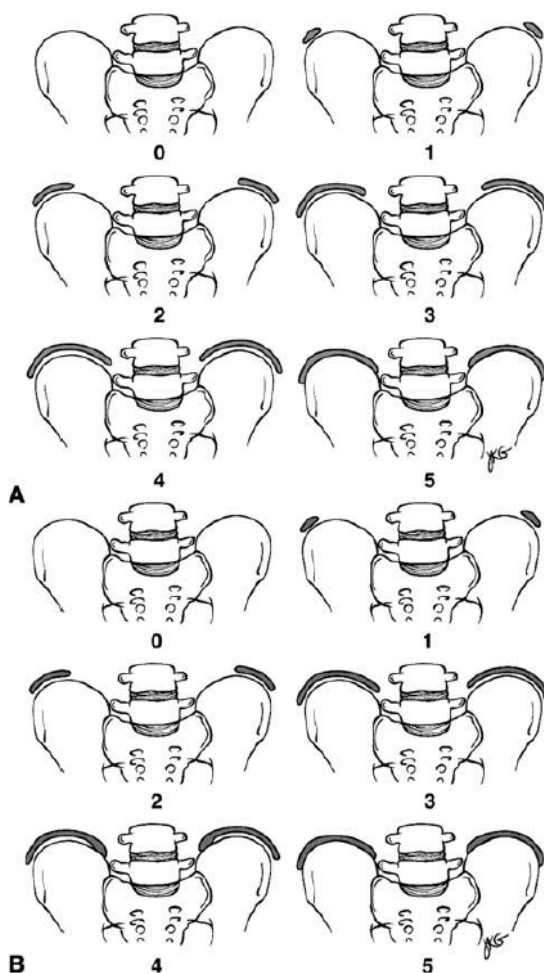
**Figure 7 : Évaluation de l'angle de rotation du tronc avec le scoliomètre au niveau de la région A) thoracique, B) thoracolombaire et C) lombaire**

Tiré de : Kotwicki, T. (2008). Evaluation of scoliosis today: examination, X-rays and beyond. *Disability and Rehabilitation*, 30 (10), 742-751. doi:10.1080/09638280801889519

## 1.5 La progression naturelle de la scoliose

Lorsqu'un patient consulte un professionnel de la santé avec une suspicion de scoliose, ce dernier doit être en mesure d'évaluer le risque de progression de la déformation, dans le but de choisir la prise en charge thérapeutique (observation, corset, opération) la plus adéquate pour le patient. Comme mentionné précédemment, il demeure difficile de prédire avec certitude quelles sont les scolioses qui progresseront; certains facteurs de référence sont cependant disponibles pour le professionnel de la santé, afin de faciliter sa décision clinique. Parmi ces critères, on retrouve le potentiel de croissance du patient (l'âge du patient à sa première évaluation, le signe de Risser), le sexe du patient, incluant l'âge de la ménarche, et finalement la sévérité de la courbe (angle de Cobb) [47, 63, 64]. De plus, certains auteurs préconisent une combinaison de certains de ces facteurs de référence, afin de mieux prédire le risque de progression [63, 65]. Le signe de Risser

(figure 8) représente la progression de la maturité squelettique liée à l'ossification de l'apophyse iliaque [66].



**Figure 8 : Signe de Risser. (A) Classification américaine ; (B) Classification française**

Tiré de : Risser, J. C. (2010). The classic: The iliac apophysis: an invaluable sign in the management of scoliosis. 1958. *Clin Orthop Relat Res*, 468(3), 643-653. doi:10.1007/s11999-009-1096-z

Certains auteurs associent la probabilité de progression de la courbe à la période où l'adolescent a une croissance rapide en hauteur, connue comme étant le « *peak height velocity* » [67-69].

En combinant la sévérité de la courbe et le signe de Risser, Lonstein et coll. [63] rapportent que les adolescents avec un Risser de 0 – 1 avaient un risque de progression de 22 % avec une courbe variant entre 5 et 19 degrés, alors que ceux dont la courbure variait de 20 à 29 degrés présentaient un risque de progression de 68 %. D'autre part, lorsque l'âge du patient et la sévérité de la courbe étaient combinés, Nachemson et Peterson [65] mentionnent que la probabilité de progression était de 0 % chez l'adolescent âgé de 16 ans avec une courbure de moins de 19 degrés comparativement à 100 % chez celui âgé entre 10 et 12 ans avec une courbure de 60 degrés. Pour sa part, Tan et coll. [70] concluent que la sévérité de la courbe représentait le facteur le plus important. Conséquemment, ils notent qu'un adolescent prépubère avec une courbure supérieure à 25 degrés avait une probabilité de progression de 68,4 % comparativement à 8,1 % si la courbure était inférieure à 25 degrés.

Malgré ce qui précède, et comme le mentionnent Wong et Tan, « *However, the relative importance of each factor and how they may interact is as yet not defined* » [47]. Le professionnel de la santé doit donc utiliser son expertise clinique, en tenant compte des preuves disponibles, afin de guider sa décision et ainsi instituer la prise en charge la plus adéquate pour son patient.

## 1.6 Les douleurs au dos chez les adolescents sains

Dans les pays en voie de développement, les douleurs au dos sont souvent perçues comme étant une cause importante d'incapacité et associée à un coût sociétal important [71]. À l'échelle mondiale, ce phénomène a aussi été largement documenté chez les adultes, depuis plusieurs années ; toutefois, cette condition est moins bien comprise chez les adolescents [72].

La plus récente méta-analyse qui a évalué la prévalence des douleurs au dos dans cette population relève qu'il existe une grande variabilité de la prévalence rapportée dans les études, celle-ci variant de 1,1 % jusqu'à 66 % [1]. En effet, si nous examinons la prévalence rapportée par les études des cinq dernières années nous pouvons constater cette variabilité. Trevelyan et coll. [73] constatent une prévalence mensuelle de 58 % ; Ayanniyi et coll. [74] rapportent une prévalence de pointe (une journée) de 17 % ; Yao et coll. [75] notent une prévalence de 29,1 % au cours d'une période de 3 mois ; Trigueiro et coll. [76] observent une prévalence à vie de 12 %, alors qu'Aartun et coll. [77] constatent une prévalence à vie de 86 %. Dans leur étude, Calvo-Munoz et coll. [1] rapportent une prévalence de pointe (hebdomadaire) de 17,7 % et une prévalence moyenne à vie de 39,9 %.

De leur côté, Jeffries et coll. [72] démontrent que les douleurs au dos, toutes régions confondues, débutent en bas âge et s'accroissent avec la croissance de l'enfant et de l'adolescent pour rejoindre la prévalence rapportée chez les adultes lorsque l'adolescent atteint 18 ans [78, 79]. De plus, les douleurs au dos chez les adolescents sont souvent précurseurs de douleurs au dos lorsqu'ils deviennent des adultes [80, 81]. En effet,

Hestbaek et coll. [81] confirment que plus la période de douleur rapportée chez les adolescents est grande (1 à 7 jours, 8 à 30 jours, > 30 jours), plus grand était le risque d'avoir des douleurs au dos en tant qu'adulte (OR >4). Finalement, Swain et coll. [82], lors d'une étude internationale incluant plus de 400 000 participants à travers 28 pays, notent une prévalence mensuelle de douleurs au dos de 37 %. Selon ces études, plusieurs facteurs peuvent influencer directement ou indirectement cette prévalence ; parmi ces facteurs, nous retrouvons l'âge des patients, la taille de l'échantillon, la définition utilisée, la stratégie d'extraction et finalement la méthodologie utilisée [1].

Les douleurs au dos chez les enfants et les adolescents ont donc par le passé été considérées moins fréquentes que chez les adultes, et lorsque présentes, souvent associées à une condition pathologique nécessitant une investigation approfondie [83-85].

Parmi les pathologies les plus souvent mentionnées pouvant provoquer des syndromes douloureux au dos on peut retrouver des causes inflammatoires (arthrite juvénile idiopathique, maladie de Scheuermann), traumatiques (fracture, spondylolyse, spondylolisthèse, hernie discale), tumorales et infectieuses (discite) [83, 85, 86]. Néanmoins, la plupart des douleurs au dos exprimées sont d'origine inconnue et sont donc cataloguées comme étant « non spécifiques », ou autrement dit, non déterminées [84, 86, 87]. Ce type de douleur représente la vaste majorité des douleurs exprimée chez ces adolescents [88, 89]. Considérant ce qui précède, il est peu probable d'être en mesure d'identifier avec certitude l'origine de ces douleurs.

Toutefois, certains cliniciens, voulant s'éloigner de l'aspect non spécifique des douleurs au dos, maintiennent que certaines structures anatomiques peuvent provoquer des



douleurs si ces structures sont innervées et possiblement endommagées, ceci tant chez l'adulte que chez l'adolescent [90]. Parmi ces différentes structures anatomiques, on retrouve les disques intervertébraux [91], les articulations zygapophysaires [92] ainsi que les articulations sacro-iliaques [90]. Ces structures ont précédemment été décrites à la section 1.2 de ce présent chapitre.

## **1.7 Les douleurs au dos et la scoliose idiopathique de l'adolescence**

Peu d'études ont évalué les douleurs au dos spécifiquement chez les patients avec scoliose idiopathique de l'adolescence, car la présence de ce type de scoliose a souvent été considérée comme une condition non douloureuse [10, 93]. Par contre, plusieurs études ont examiné les facteurs de risque associés à la présence de douleurs au dos chez les adolescents sains [76, 94-97]. Dans l'ensemble, ces études concluent qu'une asymétrie vertébrale [94, 95, 97] ou une mauvaise posture [76, 96] contribuait au risque de développer des douleurs au dos. Parmi ces études, celles de Kovacs et coll. [95] ainsi que de Wirth et coll. [97] démontrent que les adolescents ayant reçu un diagnostic de scoliose ou ayant une asymétrie du tronc, telle qu'évaluée avec le test d'Adam, avaient de 2,87 à 3,15 fois plus de risque d'avoir des douleurs au dos, comparativement à des adolescents sans ce diagnostic. Pour leur part, Kaspiris et coll. [96] démontrent que chez les adolescents présentant une pathologie orthopédique sous-jacente (asymétrie du tronc, scoliose, inégalité des membres inférieurs), on multipliait par 5 les risques de souffrir de maux de dos.

Au cours des dernières années, seulement quelques études ont évalué les douleurs au dos chez les patients avec SIA et les résultats sont souvent conflictuels [10, 11, 98-103]. En effet, la prévalence rapportée est soit similaire à celle constatée chez les adolescents sains [10] ou bien deux fois plus élevée [98]. Ramirez et coll. [10] ont été parmi les premiers à examiner les douleurs au dos chez les adolescents avec scoliose idiopathique. Après avoir évalué 2442 dossiers de patients scoliotiques, ils ont établi la prévalence de douleurs au dos dans cette population à 32 %. Ils ont conclu que cette prévalence était similaire à celle retrouvée chez les adolescents sans scoliose.

Plus récemment, Sato et coll. [98] ont étudié ce phénomène chez 43 630 enfants âgés de 9 à 15 ans, qui devaient remplir un questionnaire à la maison. Les enfants étaient par la suite examinés pour déterminer la présence d'une scoliose. La prévalence des douleurs au dos rapportée chez les enfants avec scoliose était de 58,8 %, comparativement à 32,9 % chez les patients sans scoliose. Lorsqu'ils prenaient en compte le sexe et le niveau scolaire, ces chercheurs mentionnent que les patients scoliotiques avaient deux fois plus de chance d'avoir des douleurs au dos en comparaison avec les patients sans scoliose (OR 2,10 ; 95 % IC 1,18 – 3,72 ;  $p = 0,012$ ). Même si les douleurs au dos de courte durée étaient plus fréquentes chez les patients non-scoliotiques, les douleurs persévérantes (supérieures à 3 mois) ainsi que le taux de récurrence étaient plus répandus dans le groupe de patients avec scoliose. Finalement, l'étude de Joncas et coll. [11] démontre que les patients qui portent un corset semblent éprouver moins de douleurs.

Récemment, Balagué et Pellisé ont effectué une revue narrative des douleurs au dos chez les patients avec SI [104]. Ces chercheurs concluent qu'il demeure difficile d'établir

une relation de cause à effet entre la présence de douleurs et la présence de la scoliose chez ces patients.

Jusqu'à présent, la présence de douleurs chez les patients porteurs d'une scoliose n'a pu être liée à une progression hâtive de la scoliose, ni à une prédisposition des patrons de déformations ou encore à la sévérité de la déformation [93, 105, 106].

### **1.7.1 Les facteurs étiologiques de la douleur au dos chez les patients avec SI**

Peu d'études ont exploré les facteurs étiologiques de la douleur au dos chez les patients porteurs d'une SI et ceux qui s'y sont attardés ont évalué la douleur au dos chez les adultes, et non chez les adolescents [106-108]. Winter et coll. [107] prétendent que les charges excentriques au niveau de l'apex de la courbe ou l'asymétrie des charges vertébrales pourraient engendrer des douleurs d'origines musculaires, zygapophysaires ou discogéniques. Malheureusement, comme mentionné précédemment, seule une des structures anatomiques pouvant être un facteur de douleurs au dos, soit le disque intervertébral, a fait l'objet d'une étude [106]. Les autres études qui se sont penchées sur cette structure chez les patients avec scoliose ont plutôt examiné la possible corrélation entre les dommages au disque et l'apparition et la progression de la scoliose, sans s'attarder à la douleur [109-112].

Buttermann et Mullin [106] voulaient quantifier la sévérité de la douleur ainsi que l'incapacité présente chez des adolescents avec SI en attente d'une intervention chirurgicale et dont la courbure était supérieure à 40 degrés. Ces auteurs voulaient aussi vérifier

l'existence d'une corrélation entre les symptômes exprimés et les changements discaux détectés par l'évaluation par résonnance magnétique, soit la présence de dégénérescence discale, de hernie, de nœuds de Schmorl, et de changements inflammatoires des plateaux vertébraux. Les auteurs concluaient que, comparativement au groupe contrôle, les adolescents avec scoliose avaient un niveau de douleur et d'incapacité supérieures et que la région douloureuse était de plus grande superficie (évaluée par diagramme). De plus, la présence de nœuds de Schmorl était significativement associée à l'intensité et à l'étendue de la douleur au dos ( $p = 0.015$ ) chez les adolescents avec SI.

## **1.8 Les instruments utilisés pour la mesure de la douleur au dos**

Comme précédemment exposées, les douleurs aux dos chez les adolescents sont sous-estimées. Dans le but de mieux comprendre ces douleurs, l'utilisation d'outils de mesures validés est primordiale ; ces outils doivent permettre aux professionnels d'évaluer objectivement l'intensité de la douleur au dos et l'incapacité reliée à celle-ci. Ultiment, l'utilisation de ces instruments favorisera une meilleure prise en charge du patient [113].

L'évaluation de la douleur requiert une approche multidimensionnelle. Par conséquent, tous outils de mesures devraient évaluer divers aspects de la douleur exprimée par un patient, tels que : 1) son intensité, 2) sa localisation, 3) sa durée, 4) sa qualité, 5) son interaction avec la qualité de vie, 6) son contexte affectif, et finalement, 7) son contexte environnemental pouvant influencer sa perception [113]. De nos jours, les professionnels de la santé ont accès à plusieurs de ces outils de mesures.

En 2005, Grotle et coll. [114] identifient 36 instruments différents pour évaluer les douleurs au dos. Plus récemment, Longo et coll. [115] en distinguaient 28 qui étaient disponibles et couramment utilisés. Toutefois, ces deux groupes de chercheurs mentionnaient qu'aucun des instruments identifiés n'avait fait l'objet de validation dans une population adolescente. Malheureusement, on tient souvent pour acquis que les instruments de mesure validés dans une population adulte peuvent être utilisés sans validation dans une autre population, par exemple chez les enfants et les adolescents, alors qu'il a été démontré que ce n'est pas toujours pertinent [116]; notamment l'interprétation de la douleur et de l'incapacité qui peut avoir un tout autre sens chez une population plus jeune [117]. Malgré cela, Staes et coll. [118] rapportent que les résultats d'un questionnaire pour évaluer l'incapacité et la fonction associées aux maux de dos, remplis par des adolescents à une semaine d'intervalle, ou comparés à une entrevue, étaient similaires [119].

En 2011, Chapman et coll. [120] font l'inventaire des différents instruments de mesure pour évaluer les douleurs au dos chroniques. Les auteurs rapportent que, parmi les instruments de mesure les plus cités, on retrouve le questionnaire Roland Morris et l'index d'incapacité d'Oswestry pour l'évaluation fonctionnelle de la douleur, alors que l'échelle numérique et le questionnaire concis de la douleur (Brief Pain Inventory) sont utilisés pour évaluer la qualité de la douleur [120].

Les prochains paragraphes passeront en revue ces quatre outils de mesures fréquemment utilisés. Par la suite, le questionnaire SRS-22 sera présenté plus en détail

puisqu'il représente l'instrument de mesure le plus utilisé chez les patients avec scoliose. De plus, celui-ci fait l'objet d'un article inclus dans la présente thèse.

### **1.8.1 Le questionnaire Roland Morris**

Ce questionnaire a été développé en 1983 par Roland Morris [121] dans le but d'obtenir un instrument simple et fiable pour évaluer l'incapacité reliée aux douleurs au dos chez les adultes. Ce questionnaire comporte 24 questions regroupées sur les conséquences fonctionnelles des douleurs au dos et prend environ cinq minutes à remplir. Afin d'en assurer sa spécificité, chaque question débute par : « à cause de mon dos ». Son score varie de 0 (aucune incapacité) à 24 (incapacité maximale); un score élevé dénote donc une plus grande incapacité. Ce questionnaire a été adapté pour différentes cultures et traduit en plusieurs langues, dont le français [122-126]. Il est recommandé chez les patients avec une incapacité de légère à modérée [127]. Ce questionnaire est court, simple à compléter et plus aisément compris que l'index d'incapacité d'Oswestry [128]. Il a été fréquemment utilisé chez les adolescents [129-131].

### **1.8.2 L'index d'incapacité d'Oswestry**

Ce questionnaire a été développé par John O'Brien en 1976 pour évaluer les douleurs chroniques au dos chez les adultes [132]. Il existe plusieurs versions de ce questionnaire et sa version la plus récente (V2.0) est recommandée pour sa généralisabilité pour une population adulte [123]. Ce questionnaire comporte 60 questions regroupées en 10 domaines différents, soient : 1) l'intensité de la douleur, 2) les soins personnels, 3) le soulèvement de charges, 4) la marche, 5) la position assise, 6) la position debout, 7) le

sommeil, 8) l'activité sexuelle (si pertinent), 9) la vie sociale et finalement, 10) les voyages. Un score élevé indique une plus grande incapacité. Ce questionnaire autoadministré prend environ cinq à dix minutes à remplir et on le recommande pour les patients avec une incapacité sévère et persistante [127]. Considérant ce critère d'utilisation, ce questionnaire est rarement utilisé pour évaluer les douleurs au dos chez les adolescents, dont l'incapacité varie de légère à modérée [131, 133]. Ce questionnaire a été adapté et traduit en français [134, 135].

### **1.8.3 L'intensité de la douleur**

L'échelle de mesure numérique [136, 137] et l'échelle visuelle analogue peuvent être utilisées pour quantifier l'intensité de la douleur. Ces échelles sont validées et faciles d'utilisation chez les enfants de huit ans et plus et chez les adolescents [136, 138]. Ces échelles sont simples et permettent au patient de quantifier l'intensité de la douleur ressentie sur une échelle marquée de dix espaces équidistants pour l'échelle numérique ou encore pour l'échelle visuelle analogue, d'indiquer d'un trait l'intensité de la douleur sur une échelle longue de dix centimètres. Le « 0 » indique qu'aucune douleur n'est présente alors que le « 10 » indique la pire douleur ressentie. Ces échelles peuvent être utilisées par elles-mêmes, mais font souvent partie d'autres outils de mesures, comme le questionnaire concis de la douleur (*Brief Pain Inventory*) qui inclut plusieurs échelles numériques.

### **1.8.4 Le questionnaire concis de la douleur**

Le questionnaire concis de la douleur est utilisé pour évaluer la qualité et l'intensité de la douleur, et pour en déterminer son impact [139]. Cet outil a initialement été conçu

pour évaluer la douleur chez les patients atteints de cancer, mais a toutefois été validé pour d'autres conditions douloureuses, incluant les maux de dos [140-142]. Cet outil de mesure possède neuf questions et utilise une échelle numérique comme précédemment décrite pour l'intensité de la douleur ressentie au cours des dernières 24 heures, à différents moments (temps présent, pire moment, meilleur moment, moyenne d'intensité). Cet instrument inclut aussi un diagramme d'une silhouette humaine afin de permettre au patient de localiser sa douleur et un choix de mots afin de décrire la douleur ressentie.

### **1.8.5 Le questionnaire SRS-22**

Chez les patients scoliotiques, le questionnaire « *Scoliosis Research Society-22* » (SRS-22) fait partie des instruments de mesure les plus fréquemment utilisés pour évaluer la qualité de vie et la douleur au dos de ces patients [143]. Cet instrument, initialement développé par Haher et coll. [144] en collaboration avec la SRS, a été conçu dans le but d'évaluer la qualité de vie des patients en attente d'une fusion chirurgicale. Dans sa version originale, cet instrument contenait 24 questions regroupées en six domaines distincts, soit : 1) la douleur, 2) l'image de soi, 3) l'image de soi post-chirurgicale, 4) la fonction en lien à l'aspect vertébral, 5) le niveau d'activité et finalement 6) la satisfaction de la prise en charge.

Au cours des années, cet instrument a subi certaines modifications afin d'en améliorer sa qualité [145-147]. Dans sa version définitive, le SRS-22 contient 22 questions regroupées en 5 différents domaines : 1) la douleur, 2) l'image de soi et l'apparence, 3) la fonction/activité, 4) l'état psychologique et 5) la satisfaction de la prise en charge [148].



Chaque domaine contient 5 questions, à l'exception du domaine de la satisfaction de la prise en charge, qui ne comprend que deux questions. Cet instrument peut donc évaluer autant la qualité de vie globale du patient lors de soins conservateurs (observation et port du corset) que celle résultant de soins post-chirurgicaux [149].

Depuis sa conception, cet instrument a été adapté et traduit dans une multitude de langues [150-171], mais seulement deux études ont procédé à son adaptation et sa traduction en langue française, soit 1) Beauséjour et coll. [164] en version canadienne-française (SRS-22fv) et 2) Lonjon et coll. [152], qui a validé la version canadienne-française pour une clientèle de France.

Lors de l'adaptation transculturelle d'un questionnaire, l'analyse factorielle est souvent utilisée pour en évaluer la validité de construit. Pour effectuer correctement cette analyse, on suggère un ratio d'environ 10 participants par question [172] ce qui représente environ 220 participants pour l'instrument de mesure SRS-22. Parmi toutes les études qui ont fait l'adaptation transculturelle de ce questionnaire, peu en ont fait l'analyse factorielle et parmi celles qui l'ont faite [152, 156, 164, 166, 167, 173, 174], aucune ne rapporte la matrice factorielle obtenue lors de cette l'analyse. De plus, le nombre de participants utilisé pour effectuer cette analyse était en moyenne de 145, bien inférieure au seuil minimum suggéré [172]. Parmi ces études, celle de Beauséjour et coll. [164] en incluait 145 alors que Lonjon et coll. [152] en avait 175.

Plusieurs des études qui ont procédé à l'analyse factorielle du questionnaire constatent des discordances au sujet de certaines questions. Hashimoto et coll. [167],

Potoupnis et coll. [156] et Lonjon et coll. [152] rapportent que l'élément 11 « *Which one of the following best describes your medication usage for your back?* » faisant partie du domaine de la douleur dans le questionnaire original en anglais, ne semble pas contribuer significativement à aucun facteur. De plus, Hashimoto et coll. [167], Lonjon et coll. [152] et Beauséjour et coll. [164] mentionnent que la question 17 « *In the last three months have you taken any sick days from work/school due to back pain and if so how much?* » contribue à un facteur différent de la version originale anglaise : alors que dans cette dernière, cet élément est associé au domaine de la douleur, les trois études [152, 164, 167] l'associent au domaine de la fonction. Enfin, dans la version française, Beauséjour et coll. [164] et Lonjon et coll. [152] rapportent que la question 19 « *Do you feel attractive?* » ne contribuait à aucun facteur.

Pour toutes ces raisons, nous jugeons opportun de procéder de nouveau à l'analyse psychométrique de ce questionnaire. Les résultats de cette analyse se trouvent au chapitre cinq.

## **1.9 Les méthodes alternatives de prise en charge de la douleur au dos chez les enfants et les adolescents**

De nos jours, les guides de bonnes pratiques font partie du quotidien des professionnels de la santé. Depuis 2006, plusieurs de ces guides traitant des maux de dos aigus et chroniques chez une population adulte [175-183], ainsi que des synthèses de ces guides, ont été publiés [184, 185]. Dans l'ensemble, il est recommandé 1) de fournir un programme éducatif d'autogestion de la douleur à tous les patients souffrant de maux de

dos, qu'ils soient aigus ou chroniques et 2) de rassurer le patient quant à la morbidité de son état.

Pour les douleurs aiguës, on recommande un maintien de l'activité physique, ainsi que l'utilisation de médication (anti-inflammatoires non stéroïdiens [AINS] ou acétaminophène) et de manipulations vertébrales ; pour les patients avec des douleurs chroniques, les exercices, les manipulations vertébrales, la médication (acétaminophène ou AINS), l'acupuncture et la thérapie multimodale (physiothérapie et psychologue) sont par ailleurs recommandés [186]. Ces recommandations sont très similaires d'une étude à l'autre depuis 2007. Toutefois, une récente revue Cochrane conclut que l'efficacité de l'acétaminophène n'était pas différente à celle d'un placebo pour les maux de dos aigus et était incertaine pour les maux de dos chroniques [187]. En ce qui concerne les AINS, même si les évidences tendent à appuyer la pertinence de leur utilisation, les bienfaits de cette médication devraient toujours être considérés face à ses effets néfastes potentiels [181].

La section suivante inclut une brève description des thérapies alternatives les plus recommandées par les guides cliniques destinés aux patients souffrant de maux de dos non déterminés. Parmi ces thérapies, on retrouve les exercices, l'acupuncture, les massages et les manipulations vertébrales [175, 178, 179, 188-192]. Les manipulations vertébrales font l'objet du chapitre six de la présente thèse.

### **1.9.1 Les exercices**

Les exercices ne semblent pas favoriser la diminution de la douleur ou de l'incapacité en phase de douleur aiguë [193], peu importe le type d'exercices étudié. Après

regroupement des données de trois études cliniques randomisées, Van Middelkoop et coll. [193, 194] rapportent une diminution considérablement plus élevée de la douleur (différence moyenne pondérée [DMP] -9.23 [95%CI - 16,02 ; - 2,43]) et de l'incapacité (DMP -12.35 [95%CI - 23,00 ; - 1,69] chez les patients avec des douleurs chroniques, comparativement à ceux utilisant des soins médicaux usuels.

### **1.9.2 L'acupuncture**

L'acupuncture a fait l'objet de plusieurs études et revues systématiques. En 2005, Furlan et coll. [195] ont évalué l'efficacité de ce traitement pour les douleurs au dos non déterminées. Parmi les 35 études cliniques randomisées incluses, 32 portaient sur les douleurs chroniques. Les auteurs concluent que pour les douleurs chroniques, cette approche était plus efficace pour la gestion à court terme de la douleur, comparativement à l'absence de traitement ou à un placebo. En 2016, le « *National Institute for Health and Care Excellence* » a cessé de supporter cette approche, tant pour les maux de dos aigus que chroniques [188]. Cette décision semble être aussi appuyée par une récente méta-analyse qui fait mention de la grande hétérogénéité des résultats des études, rendant incertaine la pertinence de cette thérapie [196].

### **1.9.3 Les massages**

Bien que les massages soient recommandés par plusieurs guides cliniques [180, 197] une récente revue de Cochrane [198] conclut que l'efficacité de cette thérapie n'est pas appuyée par les évidences et que l'effet thérapeutique sur la douleur et l'incapacité est de courte durée et de faible amplitude. Étudier l'efficacité thérapeutique du massage

représente un défi de taille, car son effet thérapeutique varie non seulement selon le protocole étudié et le type de massage utilisé, mais aussi selon l'expérience du thérapeute et les besoins spécifiques du patient [199]. De plus, le massage est rarement utilisé comme monothérapie, mais plutôt comme thérapie complémentaire [200].

#### **1.9.4 Les manipulations vertébrales**

La thérapie manuelle, et plus particulièrement les manipulations vertébrales, représente une approche thérapeutique pratiquée depuis des millénaires [201]. On associe d'emblée cette approche à la profession chiropratique, toutefois d'autres disciplines, telles que l'ostéopathie et la physiothérapie, utilisent aussi cette thérapie [201, 202]. En Amérique du Nord cependant, la majorité des traitements par manipulations vertébrales est dispensée par la profession chiropratique et la plupart des patients consulte auprès de ces professionnels pour des douleurs musculosquelettiques, notamment au cou et au dos [203, 204]. Les dernières décennies ont vu apparaître plusieurs études appuyant l'efficacité de cette thérapie manuelle, tout particulièrement chez les adultes, comme le démontrent Rubinstein et coll. [205]. Toutefois, l'auteur d'une récente recension des écrits sur l'efficacité des manipulations vertébrales chez les enfants et adolescents démontre qu'il y a un manque d'évidence appuyant cette approche thérapeutique pour les maux de dos dans cette population [206]. Considérant ceci, nous aborderons donc uniquement les études sur les manipulations vertébrales chez l'adulte.

#### 1.9.4.1 L'aspect neurophysiologique des manipulations vertébrales

Comme précédemment exposées, les manipulations vertébrales ont un effet bénéfique dans la gestion des douleurs musculosquelettiques chez les patients qui en souffrent. Bien que cette thérapie fût étudiée sous l'angle des effets biomécaniques, plusieurs études tendent à soutenir son rôle sur les différents processus neurophysiologiques tant au niveau de la moelle épinière qu'au niveau des centres supérieurs qui modulent l'information nociceptive [207]. Une meilleure connaissance des effets neurophysiologiques de cette thérapie permettrait de mieux la comprendre et d'augmenter sa recommandation par d'autres professionnels de la santé. Nous discuterons ici, brièvement, de l'aspect neurophysiologique des manipulations vertébrales.

Les manipulations vertébrales peuvent altérer la perception de la douleur par trois mécanismes différents soient par l'activation 1) des mécanismes du portillon, 2) des fibres descendantes inhibitrices ou 3) des neurotransmetteurs [208].

Comme mentionné précédemment, les fibres *A-béta* se retrouvent dans les mécanorécepteurs articulaires et cutanés et les fuseaux musculaires secondaires afférents. Ces fibres (*A-béta*) sont non-nociceptrices et de large diamètre. Il est donc proposé que les manipulations agiraient comme une barrière en stimulant les fibres *A-béta* au niveau des fuseaux musculaires et des mécanorécepteurs articulaires.

Les voies descendantes peuvent aussi moduler la perception de la douleur. La substance grise périaqueducule qui entoure le troisième ventricule produit un phénomène analgésique lorsque stimulée [209]. L'activation de cette substance pourrait être provoquée par les manipulations vertébrales et ainsi produire un effet analgésique. Dans l'étude de

Sterling et coll. [210], les auteurs comparent l'effet analgésique d'un traitement par manipulations vertébrales à celui d'un placebo (contact manuel sans mouvement). Les auteurs mesurent le seuil de résistance à la douleur des sujets ainsi que les effets sur le système nerveux sympathique par la circulation sanguine, la température et la conductivité au niveau de la peau. Ces auteurs concluent à l'existence d'un effet analgésique secondaire à l'activation modulatrice des centres supérieurs. Ce phénomène a aussi été démontré par Vincenzino et coll. [211], ainsi que plus récemment par une revue des écrits de Schmid et coll. [212].

La substance *P*, qui participe à la transmission de la nociception, est reconnue pour son implication dans la perception de la douleur. La substance *P* est produite au niveau de la corne postérieure de la moelle épinière par les fibres nerveuses *C*. Cette substance est modulée entre autres par les *bêta*-endorphines qui sont principalement synthétisés et emmagasinés dans la glande pituitaire [213]. Dans le système nerveux périphérique, les *bêta*-endorphines produisent une analgésie en s'attachant aux récepteurs opioïdes, particulièrement en présynapse [214]. Lorsqu'attachée à ces récepteurs, une cascade interactive survient, inhibant la production de substance *P* [213]. Dans leur étude, Vernon et coll. [215] ont démontré l'augmentation des *bêta*-endorphines sécrétées dans le groupe recevant un traitement actif (manipulation vertébrale) comparativement à celui recevant un traitement inactif. Ce phénomène a aussi été démontré par Degenhardt et coll. [216] lors de manipulations ostéopathiques.

En 2012, Millan et coll. [217] publiaient une revue systématique avec comme objectif de vérifier les effets analgésiques des manipulations vertébrales au niveau

segmentaire, régional ou systémique. Au total, cette revue inclut 22 études cliniques randomisées. Les auteurs concluent que les manipulations vertébrales ont un effet modulateur hypoalgésique segmentaire et régional, mais que l'effet systémique est moins bien compris et que d'autres études s'avèrent nécessaires afin de vérifier la longévité de cet effet.

Pour leur part, Bialosky et coll. [218] avaient comme objectif de déterminer quels sont les mécanismes potentiels des manipulations vertébrales qui agissent sur le niveau de sensibilité à la douleur. De plus, les auteurs voulaient vérifier si l'atténuation de cette sensibilité était influencée par les attentes du patient qui recevait le traitement actif (*expectation*). Cette étude comprenait quatre groupes, soient : 1) le traitement actif par manipulations, 2) les manipulations placebo, 3) les manipulations placebo avec indications que les traitements qu'il recevrait avaient démontré, hors de tout doute, un effet très favorable relativement aux douleurs au dos et 4) aucune intervention. Avant d'être randomisés, tous les patients devaient remplir un questionnaire démographique, d'incapacité (Index d'Oswestry) et un questionnaire sur la douleur (échelle numérique). Les patients étaient tous évalués au départ pour leur seuil de sensibilité à la pression (*pressure pain threshold*) et à la douleur thermique. Après les deux semaines de traitement, tous les patients étaient de nouveau évalués ; une diminution statistiquement significative de la sensibilité à la douleur était observée seulement chez le groupe recevant le traitement actif ( $p < 0,05$ ). Cette étude permettait donc de différencier l'effet de l'attente de l'effet réel associé à la manipulation.



Dans un même ordre d'idées, Voogt et coll. [219] révisaient les écrits quant aux effets modulateurs analgésiques de cette approche thérapeutique. Au total, 14 études furent incluses pour un total de 450 participants avec douleurs musculosquelettiques, dont plus de la moitié (n=281) bénéficiaient de manipulations vertébrales. Les auteurs concluent à l'existence d'un effet analgésique modéré de cette approche ; toutefois, lorsque la différence clinique minimum de 15 % était considérée, seulement huit études obtenaient un effet modulateur analgésique significatif.

#### **1.9.4.2 Les manipulations vertébrales chez les adultes**

La plus récente analyse relative à l'évaluation de l'efficacité des manipulations vertébrales remonte à 2010 [220]. Ce rapport avait comme objectif de décrire brièvement les évidences scientifiques de l'efficacité de cette thérapie sur une variété de conditions musculosquelettiques et non musculosquelettiques, et couvrait une période de 10 années précédant celui-ci ; seules les études cliniques randomisées furent incluses. La force et la qualité des évidences relatives à l'efficacité du traitement par manipulations vertébrales reposaient sur le système de classification de l'«US Preventive Services Task Force (<http://www.ahrq.gov>) ». Depuis 2004, cinq revues systématiques ont été publiées à ce sujet [221-225], englobant environ 70 études cliniques randomisées. Les résultats de ces revues montrent que les manipulations sont supérieures au placebo sur le plan de résultats escomptés et ont un effet comparable aux autres thérapies communément utilisées telles que les soins médicaux usuels, les exercices ou encore les classes d'éducation (*Back school*).

La revue systématique d'Assendelft et coll. [221] fut intégrée à la mise à jour de la revue de Rubinstein et coll. [205] publiée en 2011. Depuis la parution de la publication de Rubinstein [205], trois autres revues systématiques sont maintenant disponibles, dont celle de Posadzki et Ernst [226], Goertz et coll. [227] et Hidalgo et coll. [228].

Posadzki et Ernst [226] concluent qu'aucune évidence ne permet de prétendre à l'efficacité des manipulations vertébrales, toutes conditions confondues. Toutefois, Posadzki n'apporte aucune précision quant aux résultats pour chacune des différentes thérapies manuelles étudiées. De fait, il inclut toutes les formes de thérapies manuelles (manipulations haute vitesse, mobilisations, manipulations avec instrument), sans distinction ; les professions qui les emploient ne sont pas différenciées non plus. On reconnaît cependant que l'approche ostéopathique est différente de l'approche chiropratique ou de la physiothérapie, même si elles utilisent toutes les thérapies manuelles [229].

La revue systématique de Rubinstein et coll. [205] se voulait une mise à jour d'une revue systématique antérieure datant de 2004 [221]. Vingt-six études cliniques randomisées furent incluses, dont neuf avec une bonne qualité d'évidence et un faible risque de biais ; l'étude analysait les manipulations vertébrales ou les mobilisations. Rubinstein conclut qu'il existe des évidences probantes que les manipulations vertébrales ont un effet statistiquement significatif et de courte durée sur la douleur et l'aspect fonctionnel, comparativement à d'autres interventions (diathermie, placebo, exercices). Il conclut cependant que cette différence n'est pas cliniquement significative, à cause de la faible valeur de l'effet associée. Toutefois, comme Bronfort le mentionne dans un commentaire à

ce propos [230], il n'y a pour le moment aucune méthode standardisée pour déterminer ce qui représente une importance clinique significative [231].

Dans un autre ordre d'idée, Goertz et coll. [227] ont voulu explorer l'aspect des études cliniques randomisées qui ne portaient que sur les manipulations vertébrales dites de haute vélocité et basse amplitude (HVBA); ce type d'approche est celle qui est majoritairement utilisée par la profession chiropratique. Cette revue systématique incluait 38 études randomisées qui devaient 1) avoir un groupe comparatif, 2) utiliser une analyse avec intention de traiter et 3) viser des résultats axés sur le patient (patient-centered outcome), tels qu'évalués par l'échelle visuelle analogue et numérique, le questionnaire Roland-Morris ou le questionnaire Oswestry. Ces auteurs concluent que les manipulations vertébrales ont un effet positif, quoique de faible amplitude, sur la douleur aiguë et chronique.

La dernière revue systématique publiée en 2014 par Hidalgo et coll. [228] portait sur 11 études randomisées avec faible risque de biais. Les objectifs de cette revue étaient de mettre à jour les évidences relatives à l'approche manuelle unique ou en combinaison avec d'autres thérapies. Les conclusions de cette revue sur l'amélioration de la douleur, de la fonctionnalité et de la qualité de vie sont les suivantes : 1) il existe des évidences fortes à modérées (*strong to moderate evidence*) au profit des manipulations (HVBA) relativement à un placebo, 2) pour ce qui est de la douleur aiguë ou subaiguë, Hidalgo conclut à l'existence d'évidences modérées que les manipulations ou mobilisations avec des techniques myofasciales, en combinaison avec des soins médicaux usuels (demeurer actif, réassurance, éducation et médication), sont plus efficaces que seulement les soins médicaux

usuels et 3) pour la douleur chronique, les évidences sont modérées envers le traitement par manipulations avec exercices ou soins médicaux usuels, comparés à des programmes d'exercices ou d'éducation seuls.

## Résumé

La douleur fait partie du quotidien de millions d'adultes et touche plus d'individus que les maladies cardiovasculaires, le diabète et le cancer combinés. Quoiqu'universelle, sa perception en est unique et chaque individu l'exprime à sa façon. Ces mécanismes, tant en matière de genèse que de perception, sont bien documentés. Chez les patients souffrant de maux de dos d'origine non déterminée, les mécanismes responsables de la douleur sont mal connus. On reconnaît toutefois que certaines structures anatomiques peuvent être fautives. Parmi ces structures, on retrouve les disques intervertébraux, les articulations zygapophysaires et les articulations sacro-iliaques. Néanmoins, les évidences demeurent contradictoires quant au rôle que ces structures peuvent jouer dans les processus qui peuvent contribuer aux rachialgies non déterminées.

La scoliose idiopathique de l'adolescence représente le type de scoliose le plus couramment rencontré chez les patients de ce groupe d'âge. On lui associe une prévalence qui varie de 2 % à 3 % selon les critères choisis. Son étiologie demeure à ce jour mal comprise ; la documentation conclue toutefois à une origine multifactorielle. Le clinicien qui reçoit un adolescent avec une suspicion de scoliose doit être en mesure de procéder à une évaluation clinique systématique. Cette évaluation permettra au clinicien de reconnaître les facteurs de risques de progression de la scoliose et de recommander l'approche thérapeutique la plus appropriée pour son patient. Cette approche variera de l'observation, à la prescription du port d'un corset, ou la chirurgie.

Par le passé, les douleurs au dos chez les enfants et les adolescents étaient considérées comme un phénomène passager sans grande conséquence. On reconnaît à présent que ces douleurs sont plus fréquentes d'initialement estimées chez cette population, même lorsqu'aucune pathologie sous-jacente n'a été identifiée. Néanmoins, la présence de douleur au dos en bas âge ainsi que sa fréquence et sa sévérité sont reconnues comme facteurs de risque de perpétuation à l'âge adulte.

La recension documentaire plus ancienne démontre que les douleurs au dos ne semblent pas plus fréquentes chez l'adolescent qui souffre d'une scoliose idiopathique que chez l'adolescent sain. Toutefois, les études plus récentes contredisent ces faits. Bien que l'association entre la douleur au dos et la localisation ainsi que la sévérité de la scoliose ne soient pas bien établies, la documentation semble démontrer que la présence d'une scoliose ou d'une asymétrie du tronc favorise les douleurs au dos chez ces patients. La prévalence des douleurs au dos chez les adolescents affligés par une scoliose idiopathique semble donc supérieure à celle rapportée chez les adolescents sains. Il persiste cependant plusieurs incertitudes quant au lien entre les douleurs aux dos et la scoliose.

Dans le but de mieux comprendre les douleurs exprimées par ces patients, plusieurs instruments de mesure ont été développés afin de permettre aux professionnels de la santé d'évaluer objectivement la qualité (intensité, type, etc.) et l'incapacité associées à ces douleurs. L'utilisation de ces outils de mesure favorisera ultimement une prise en charge adéquate. Malgré l'éventail d'outils de mesures qui abonde pour évaluer les maux de dos, peu ont été validés chez une population adolescente. Néanmoins, certains sont couramment utilisés comme le questionnaire Roland Morris et l'index d'incapacité d'Oswestry. Chez le

patient scoliotique, le questionnaire SRS-22 représente l'instrument de mesure le plus fréquemment utilisé. Considérant la valeur que cet outil a prise au cours des dernières années, cet instrument a été adapté et traduit en plusieurs langues, dont le français.

Les guides de bonnes pratiques font maintenant partie du quotidien de tous professionnels de la santé. Ces guides permettent d'orienter le clinicien vers les traitements qui sont les mieux appuyés par les évidences. Au cours des dernières années, plusieurs guides ont été produits pour la prise en charge des maux de dos chez l'adulte. Parmi les thérapies alternatives les mieux appuyées par les évidences, on retrouve les exercices, l'acupuncture, les massages et les manipulations vertébrales. Les manipulations vertébrales ont fait l'objet de plusieurs études qui tendent à soutenir leur efficacité pour traiter les maux de dos chez l'adulte. Toutefois, chez les enfants et adolescents la recherche est défailante. Au cours des dernières années, plusieurs chercheurs se sont attardés à explorer les mécanismes neurophysiologiques de cette thérapie qui demeurent encore mal compris. Différents mécanismes ont été explorés afin de comprendre comment cette approche module la douleur et trois ont fait l'objet de recherches plus pointues, soient la théorie du portillon, celle des voies descendantes inhibitrices et celle des neurotransmetteurs. Malgré une meilleure compréhension de ces mécanismes, des inconsistances demeurent et doivent faire l'objet de recherches plus approfondies.

Les études faisant partie de cette thèse tenteront de réduire les incertitudes qui demeurent au sujet des maux de dos chez les adolescents avec scoliose idiopathique. De plus, nous explorerons l'aspect psychométrique du questionnaire SRS-22, version française, qui n'a fait l'objet d'une seule étude de validation. Finalement, nous examinerons

les évidences quant à l'utilisation des manipulations vertébrales comme thérapie alternative pour la gestion de la douleur chez les adolescents avec scoliose idiopathique.



## **Chapitre 2 – Problématique, objectifs et hypothèses**

Considérant ce qui précède, il demeure à ce jour difficile d'établir une prévalence des douleurs dans cette population et de comprendre comment ces douleurs peuvent affecter la qualité de vie des adolescents, à court et à long terme.

Les objectifs de cette thèse ont été déterminés à partir des observations suivantes :

1. La prévalence des douleurs au dos chez les patients avec SIA demeure incertaine.
2. Les professionnels de la santé en contact avec ces patients semblent attacher peu d'importance clinique aux douleurs perçues par ceux-ci, et les instruments de mesure quotidiennement utilisés pour évaluer ces douleurs apparaissent inadéquats.
3. La validation du questionnaire SRS-22, qui fait partie des instruments de mesure les plus utilisés chez les patients scoliotiques, pourrait avantageusement contribuer à enrichir les résultats.
4. La thérapie par manipulations vertébrales est couramment utilisée par les adolescents ayant des douleurs musculosquelettiques. Par contre, son efficacité chez les patients scoliotiques se devait d'être vérifiée.

## 2.1 Objectif global

L'objectif général de cette thèse est d'évaluer la prévalence des maux de dos chez les patients adolescents souffrant de SIA, et de démontrer ou non de possibles relations entre la sévérité de la déformation, sa localisation et la présence de douleurs chez ces patients.

## 2.2 Hypothèses

Certaines hypothèses doivent être vérifiées afin de mieux comprendre jusqu'à quel point les douleurs affectent ces patients.

1. Hypothèse 1 : les douleurs au dos chez les adolescents avec scoliose idiopathique sont plus fréquentes que chez les adolescents sans scoliose.
2. Hypothèse 2 : Les douleurs au dos chez les adolescents avec scoliose idiopathique sont sous-rapportées.
3. Hypothèse 3 : Il existe un lien entre la localisation ainsi que la sévérité de la déformation vertébrale et la présence de douleur.
4. Hypothèse 4 : Les caractéristiques psychométriques de l'instrument de mesure couramment utilisé pour évaluer la qualité de vie de ces patients, soit le SRS-22 version canadienne-française (SRS-22fv), présentent des lacunes pour évaluer correctement la présence de douleur dans cette population.

## **2.3 Objectifs spécifiques**

Les trois premières hypothèses seront vérifiées à l'aide des deux premiers objectifs spécifiques que le lecteur pourra retrouver aux chapitres trois et quatre (articles 1 et 2).

### **2.3.1 Objectif 1**

Explorer de quelle façon et à quelle fréquence les douleurs au dos sont décrites dans les dossiers de patients vus en soins spécialisés dans un milieu hospitalier. Examiner une possible relation entre les douleurs perçues chez ces patients et la sévérité et la localisation de la scoliose.

Afin de comprendre ce phénomène, une analyse rétrospective de 310 dossiers a été effectuée au chapitre trois.

### **2.3.2 Objectif 2**

Déterminer la prévalence des douleurs au dos chez les patients avec SIA en utilisant des instruments de mesure appropriés et approfondir la relation douleur-scoliose exprimée au premier objectif.

Cette étude prospective a eu lieu au centre hospitalier universitaire de Sainte-Justine entre le mois d'octobre 2014 et mai 2015 et a inclus 500 patients. Différents instruments de mesure ont été utilisés afin d'évaluer la présence de douleurs chez ces adolescents. Parmi ces questionnaires, on retrouve le « *Brief Pain Inventory Questionnaire* » et le « *Roland Morris Disability Questionnaire* ». Cette étude fait l'objet du chapitre quatre.

### **2.3.3 Objectif 3**

Évaluer à nouveau les caractéristiques psychométriques de la version française du questionnaire SRS-22.

Le SRS-22 représente l'instrument de mesure le plus couramment utilisé pour évaluer la douleur et la qualité de vie chez les patients avec SIA.

Cet instrument de mesure a été traduit et adapté en version canadienne-française par Beauséjour et coll. en 2009 [164]. Considérant les discordances rapportées dans la littérature à propos de certains éléments, nous jugeons pertinent de revalider cet instrument. Le lecteur retrouvera l'article relatif à cette validation au chapitre cinq.

### **2.3.4 Objectif 4**

Évaluer les évidences reliées à l'utilisation des manipulations vertébrales chez les patients avec scoliose idiopathique de l'adolescence (avec ou sans douleurs au dos).

Bien que ces thérapies manuelles semblent être couramment utilisées par les adolescents sains, nous voulions étudier leurs utilisations chez les adolescents scoliotiques.

Les guides de bonne pratique mis de l'avant par la « Scoliose Research Society » suggèrent que les manipulations vertébrales peuvent avoir un effet thérapeutique favorable sur la santé globale des patients avec SIA [232]. Les études démontrent que cette approche est couramment utilisée par la population adolescente saine [233]. Par contre, nous ne savons pas dans quelle mesure les adolescents avec SIA font appel à cette approche thérapeutique. Nous avons donc jugé pertinent d'effectuer une recension des écrits à ce sujet ; le lecteur retrouvera cette publication au chapitre six.

## Chapitre 3

### ***Article 1 – Prevalence and management of back pain in adolescent idiopathic scoliosis patients: A retrospective study***

Ce chapitre inclut le premier article qui a été publié dans la revue « Pain Research & Management » en 2015. Cette publication répond aux objectifs 1 et 2.

Theroux, J.<sup>1</sup>, Le May, S.<sup>1,2</sup>, Fortin, C.<sup>1,4</sup>, & Labelle, H.<sup>1,3</sup>. Prevalence and management of back pain in adolescent idiopathic scoliosis patients: A retrospective study. *Pain Res Manag.* 2015 May-Jun;20(3):153-7

Affiliations des auteurs :

(1) Research Center, Sainte-Justine University Hospital Center, Montreal, Quebec, Canada

(2) Faculty of Nursing, University of Montreal, Montreal, Quebec, Canada

(3) Faculty of Medicine, University of Montreal, Montreal, Canada

(4) School of rehabilitation, Faculty of Medicine, University of Montreal, Montreal,

Canada

### Contribution des auteurs

Jean Théroux:	Recension des écrits
	Recherche et collecte des données
	Analyses statistiques
	Rédaction et soumission de l'article
Sylvie Le May :	Supervision et correction de l'article
	Approbation de la version finale de l'article
Carole Fortin :	Correction de l'article
Hubert Labelle :	Correction de l'article

**Condensed Abstract**

Back pain is a condition often encountered in adolescent idiopathic scoliosis (AIS). This study aims to assess back pain prevalence and management in this population. Close to half of our sample of patients with AIS (47.3 %) suffered from back pain, and its management seemed to be suboptimal. Only 20 % of patients had a treatment plan for their pain documented in their chart. An improved reporting system regarding back pain assessment, description, site, treatment plan and treatment efficacy would help clinicians better manage this condition in the adolescent population.

**Abstract**

**Background:** Back pain has often been associated with adolescent idiopathic scoliosis (AIS), which is a three-dimensional deviation of the vertebral column. In adolescents, chronic pain appears to be a predictor of health care utilization and has a negative impact on physical, psychological and family well-being. Back pain in this population tends to be persistent and may be a predictor of back pain in adulthood.

**Objective:** To document the prevalence and management of back pain (BP) in AIS patients.

**Methods:** We conducted a retrospective chart review of AIS patients who were referred to Sainte-Justine University Teaching Hospital from 2006 to 2011.

**Results:** We reviewed 310 randomly selected charts. Close to half the patients (47.3 %) mentioned that they suffered back pain, most commonly in the lumbar (19.7 %) and thoracic regions (7.7 %). The type of back pain was documented in only 36% (112) of the charts. Pain intensity was specified in only 21% (65) of the charts. In approximately 80% (248) of the charts, no pain management treatment plan was documented.

**Conclusions:** Back pain prevalence was moderately high among our sample of adolescents with AIS. An improved system for documenting BP assessment, type, treatment plan and treatment effectiveness would improve pain management for these patients.

**Keywords:** Back Pain, Adolescent Idiopathic Scoliosis, Pain Management, Chronic Pain, Prevalence



## **Introduction**

Back pain in the adolescent population has generally been considered much less prevalent than in adults and has often been associated with severe pathological conditions (spondylolysis, spondylolisthesis, inflammatory diseases) requiring in-depth investigation (1-4). Fortunately, this condition has been widely studied over the last decade (5-14). The reported prevalence of back pain varies greatly (7 % to 58 %) and appears to be influenced by a number of factors, such as age, sample size, the definition of low back pain used, recall period, and data extraction strategies (15). Calvo-Munoz's (16) recent meta-analysis on the prevalence of low back pain in children and adolescents reported a mean prevalence of nearly 40 % in healthy adolescents. Studies have reported at least a 33% recurrence rate of episodic back pain in adolescents with back pain (7, 10). Long-lasting back pain in children or adolescents appears to be a predictor of adult back pain (17-21). Unfortunately, back pain is experienced by most adults during their lifetime (22-24) and is the second most common reason that adults consult a primary-care physician (23, 25). Back pain in adolescents seems to be a predictor of increased health-care utilization and appears to have a negative impact on physical, psychological and family well-being (12, 26, 27).

Spinal asymmetry or scoliosis is a major risk factor for back pain in adolescents (14, 28-31). The most common type of scoliosis in this population is adolescent idiopathic scoliosis (AIS) (32), which is defined by the Scoliosis Research Society (33) as a three-dimensional deviation of the spine of unknown origin associated with a greater than 10-degree Cobb angle (34). The estimated prevalence of AIS is between 2 and 3% (35), and

some studies have reported that back pain is twice as prevalent in AIS patients compared to non-scoliosis patients (29, 36). Joncas et al. (36) prospectively evaluated 239 AIS patients (mean age 14,4 years) presenting with double right thoracic–left lumbar scoliosis. More than half of their sample (54 %) had back pain, most commonly in the lumbar region (30 %), followed by the thoracic (12 %). The overall average pain intensity was 49,4 mm (SD 20 mm) on a Visual Analog Scale (VAS) of 0–100mm, which is considered moderate-intensity pain. Sato et al. (29), in contrast, conducted a large-scale cross-sectional epidemiological study in which all children in a defined area of Japan were asked to complete a take-home questionnaire regarding current and past back pain occurrences. All participants (43,630 students between the ages of 9 and 15 years) were screened for scoliosis. The authors reported a 58.8% prevalence of back pain in scoliotic patients compared to 33 % in non-scoliotic patients. This prevalence was similar to that reported by Joncas & collaborators (36). When adjusted for gender and school grade, the scoliotic group had twice the prevalence of back pain (OR 2.10; 95% CI 1.18–3.72;  $p = 0.012$ ), which lasted longer (36% vs. 7.7%) and occurred more frequently (83.9% vs. 60.1%), compared to the non-scoliotic group.

These findings on back pain in children and adolescents have recently led researchers to study different approaches for its prevention and treatment (37-39). Compared to adults, (40-44) back pain management initiatives in children and adolescents have mainly focused on the effectiveness of exercises (45, 46), back school (47, 48), and spinal manipulation (47, 49). A thorough review of the literature did not find any clinical guidelines regarding back pain management in adolescents. The implementation of clinical

guidelines remains a challenge in day-to-day clinical practice (50, 51). The treatments usually suggested for the management of back pain in adults are (1) short-term use of medication (paracetamol/acetaminophen) and spinal manipulation therapy (SMT), (2) supervised exercises, (3) cognitive-behavioral therapy, and (4) a multidisciplinary approach that might consist of back school, workplace visits by an occupational therapist, etc. (52-56) To date, no evidence-based recommendations for back pain treatments in children or adolescents with AIS have been published. The aim of this retrospective study, therefore, was to document the prevalence and management of back pain in AIS patients.

## **Methods**

Patient charts were selected from the CHU Sainte-Justine orthopedic department “Scoliosys®” database. This database contains more than 4000 electronic charts of patients seen in the orthopedic department. From this database, 657 charts of patients with a diagnosis of AIS were randomly selected. These charts were then reviewed according to our inclusion criteria, which were 1) adolescents aged 10 to 17 years who had a diagnosis of idiopathic scoliosis between the years 2006 and 2011 and 2) documentation of back pain, either directly from the attending physicians, a medical reference (family physicians, pediatricians or physical therapists) or letters from parents. Exclusion criteria were 1) previous surgery (spinal fusion) and 2) any pathological spinal anomalies, such as spondylolisthesis, that could be associated with back pain.

Data were collected on age, gender, menarche status, Cobb angle (the measure used to quantify the magnitude of spinal deformities), type of scoliosis (single or double curve)

and scoliosis treatment recommendations (observation, brace or surgery). In addition, we searched the charts for pain-specific factors, including pain assessment, site, intensity, treatment and clinical efficacy of treatment if documented.

### **Statistical analysis**

Data were analyzed using descriptive statistics (frequency and distribution). Fisher's exact test was used to verify any association between back pain, type of scoliosis and Cobb angle.

### **Results**

#### **Patient characteristics**

A total of 310 patient charts met our inclusion criteria. The charts were mainly from female patients (89.7 %). Mean ages of girls and boys were 13.89 years (SD 1.81) and 14.47 years (SD 1.46), respectively. Most girls (78.4%) had already reached menarche at the time of their first visit. Most patients had a Cobb angle less than 40 degrees (84.2 %). Overall, single curves were more prevalent (59.4 %) than double, while the most prevalent areas of involvement were thoracic (21.3 %) and thoracolumbar (31.6 %) (Table I). Among adolescents who presented with a double curve, the thoracic–thoracolumbar curve (21%) and the thoracic–lumbar curve (14.8 %) were the most recorded patterns of presentation. Bracing was recommended for 22.3 % of the patients, with a higher percentage among girls (23 %).

## **Back pain**

Close to half of the patients (47.3 %) had chart-documented back pain, either through a pain score or narrative or reported by their family. The most painful area for both genders was the lumbar region (22.6 %). Table II shows the narratives used to describe back pain in the charts we reviewed. Use of these narratives such as “Generalized back pain”, representing the presence of pain involving the overall back area, or “None-limiting pain” representing the presence of pain that doesn’t limit the patient daily functioning, made it hard to identify the site of pain accurately. In fact, the association between the expression of pain and a particular spinal area was documented in fewer than 40% (n=99) of the charts reviewed. Pain intensity was specified in only 21 % of charts and was described as mild in 9.4 % and moderate in 11 %. Severe pain was documented in only 1% of the charts.

We also investigated whether there was a relationship between the site of back pain and the type of scoliosis. A statistically significant association was found between thoracic pain and thoracic scoliosis ( $p = 0.015$ ). When there was documentation of thoracic scoliosis in the chart, there was an odds ratio of 3.733 (95% CI 1.312–10.623) that the patient would complain of thoracic pain. Finally, there was no statistically significant difference between the intensity of pain and the severity of the Cobb angle.

## **Pain management**

Table III lists the pain treatments according to gender. Pain management was documented in only 20 % of charts. The main treatments identified for back pain management were analgesic or anti-inflammatory medication (5.2 %), physical therapy

(13.5 %) and exercises (1 %). We did not find any information in the charts regarding the clinical efficacy of each of these treatments.

## **Discussion**

Our study demonstrates that back pain is prevalent in AIS patients and that its management is often sub-optimal. When documented, back pain intensity was reported as mild or moderate, most commonly affecting the lumbar area. Narrative descriptions of the pain were often used in the charts we reviewed.

Few studies have evaluated back pain in AIS patients (29, 36, 57-64). Among these, conflicting results regarding back pain prevalence were observed, and back pain management was not addressed. Furthermore, only two studies specifically looked at back pain and AIS (36, 58) and they, too, failed to address pain management. Ramirez's (58) retrospective study evaluated the charts of 2442 adolescent patients who were seen in a scoliosis clinic. The back pain prevalence was 32 %. Ramirez et al concluded that this was similar to the rate observed in non-scoliotic adolescents. Further, they did not investigate the relationship between the occurrence of pain and the type of curve. The wide age range in Ramirez's study may explain the differences in prevalence observed between that study and the current study.

Joncas et al. (36) prospectively evaluated 239 AIS patients presenting with double right thoracic–left lumbar scoliosis. More than half of their sample (54 %) had back pain of moderate intensity, and the most commonly reported area of pain was the lumbar region. Those results are similar to ours.

Among the other studies that looked at the association between back pain and AIS, three focused on health-related quality of life issues; in these, back pain was estimated. Those studies looked at back pain prevalence in an adult population that had previously received a diagnosis of AIS (57, 63, 64) as adolescents. The other three studies evaluated back pain in adolescents who were surgical candidates, which usually implies a greater Cobb angle (59, 61, 62), but these studies failed to address the issue of management. Sato et al. (29) conducted a large-scale cross-sectional epidemiological study in which 43,630 students were screened for scoliosis. The authors reported a back pain prevalence of 58.8 % in the scoliotic patients. In this group, back pain lasted longer and was associated with more frequent episodes. Although this prevalence is similar to that reported by Joncas (36), it is somewhat higher than the one we found (47.3 %). This difference might have occurred because Sato did not report the curve severity in the scoliosis group and might therefore have included patients with a curvature of less than 10 degrees and those requiring surgical intervention (higher Cobb angle).

### **Back pain management**

Over the last decade, many clinical guidelines were introduced to help physicians manage back pain (52, 54-56, 65, 66). Those guidelines were eventually refined (66), and now the majority provide recommendations on the assessment and management of acute or chronic back pain. (54, 66) Nonetheless, the recommendations remain confusing regarding the implementation of the best pain management strategies, most likely because effective back pain treatment involves a multidisciplinary approach, which is lacking in most

guidelines (66, 67). The most common back pain management interventions are exercise therapy, multidisciplinary treatment (combined inpatient exercises, physical therapy, home exercises and usual care), combined physical and psychological interventions, short-term use of medication (acetaminophen, nonsteroidal anti-inflammatory drugs or opioid analgesics) and spinal manipulation (42, 52, 56, 66, 67). Furthermore, many guidelines now consider patients' expectations, beliefs and preferences (66). Unfortunately, the currently available guidelines were developed for adults (>18 years). Although pain management was not extensively recommended in the charts reviewed, the recommendations we did find were consistent with those suggested in the adult guidelines. A thorough review of the literature did not yield any specific guidelines or studies recommending guidelines for back pain management in adolescents. We believe that adult guidelines might not be appropriately extrapolated to back pain management in adolescents and children. The studies published over the last decade mainly focused on the prevalence and risk factors for back pain rather than its management (1-3, 5-9, 11, 13, 14, 16, 20, 21, 28).

A recent meta-analysis of physical therapy for low back pain in non-scoliotic children and adolescents (68) concluded that a combination of therapeutic physical conditioning and manual therapy was the most effective approach for back pain in that population, though definitive conclusions were impossible due to the small number of studies (8) as well as control-group and other methodological limitations. Another systematic review (69) noted the absence of rigorous clinical trials investigating the efficacy of spinal manipulation for back pain management in children and adolescents.



Notably, since September 2012, the CHU Sainte Justine pediatric teaching hospital in Montreal, Canada, has implemented a physical therapy referral program for AIS patients with concomitant back pain. This program has yet to be evaluated.

### **Strengths and limitations**

Our study has several limitations. First, the data were taken from only one pediatric hospital center, so it is impossible to extrapolate our results to other hospitals treating adolescent scoliosis patients. Second, we collected data retrospectively, so our results are limited by the several charts that had incomplete documentation. Third, it is possible that patients reported back pain that was not documented in the chart. If this was indeed the case, the back pain prevalence would be even higher than we reported.

### **Conclusion**

Results of this study suggest that back pain is a condition experienced by many AIS patients and that pain management is suboptimal. Adolescent idiopathic scoliosis patients are often directly referred to a paediatric orthopaedic surgeon, who should routinely assess pain with a validated self-reported scale to record objectively the intensity and location of pain.(70) When deemed necessary, functional measures should be used to assess progress, especially if pain management is recommended. These measures should be performed and documented by the attending physician managing the patient's pain as well as by other health professionals (nurses, physical therapist, chiropractor...). Scores and observations should be used to assess progress and treatment efficacy. Optimal back pain management is important, especially in children and adolescents, in whom the pain might be a precursor of

adult back pain. Additional research regarding back pain management in this population is required. Future studies should look at back pain management with AIS patients in multiple, diversified clinical centres to better understand its occurrence and management and suggest proper and personalized interventions.

<b>Table I Scoliosis curve presentation (n=310)</b>				
		<b>All (n=310)</b>	<b>Girls (n=278)</b>	<b>Boys (n=32)</b>
<b>Single curve (59.4%)</b>	Cervicothoracic	0.32 (1)	0	3.1(1)
	Thoracic	21.3 (66)	21.9 (61)	15.6 (5)
	Thoracolumbar	31.6 (98)	31.3 (87)	34.4 (11)
	Lumbar	6.1 (19)	5.4 (15)	12.5 (4)
<b>Total</b>			<b>58.6 (163)</b>	<b>65.6 (21)</b>
<b>Double curve (36,4%)</b>	Thoracic- thoracolumbar	21,6 (67)	21.2 (59)	25 (8)
	Thoracic-Lumbar	14.8 (46)	15.5 (43)	9.4 (3)
<b>Total</b>			<b>36.7 (102)</b>	<b>34.4 (11)</b>
<b>Triple curve (4,2%)</b>		4,2 (13)	4,7 (13)	0 (0)
<b>Total</b>			<b>4,7 (13)</b>	<b>0 (0)</b>
<i>Data presented as % (n)</i>				

<b>Table II Narrated pain</b>			
	<b>All (n=310)</b>	<b>Girls (n=278)</b>	<b>Boys (n=32)</b>
<b>Generalized back pain</b>	18.4 (57)	18.3 (51)	18.8 (6)
<b>None-limiting pain</b>	20.65 (64)	21.9 (61)	9.4 (3)
<b>Occasional pain</b>	12.3 (38)	12.2 (34)	12.5 (4)
<b>Limiting pain</b>	3.87 (12)	4.0 (11)	3.1 (1)
<i>Data presented as % (n)</i>			

<b>Table III Pain mangement</b>		
	<b>Girls</b>	<b>Boys</b>
Medication	5.4 (15)	3.1 (1)
Physical therapy	13.7 (38)	12.5 (4)
Non specific exercises	1.1 (3)	0
Other	1.1 (3)	0
No management documented	78.8 (219)	84.4 (27)
<i>Data presented as %(n)</i>		

1. Davis PJC, Williams HJ. The investigation and management of back pain in children. *Archives of disease in childhood - Education & practice edition*. 2008;93(3):73-83.
2. Haidar R, Saad S, Khoury NJ, Musharrafieh U. Practical approach to the child presenting with back pain. *Eur J Pediatr*. 2011;170(2):149-56.
3. Balague F, Troussier B, Salminen J. Non-specific low back in children and adolescents: risk factors. *Eur Spine J*. 1999;8:429 - 38.
4. Altaf F, Heran MKS, Wilson LF. Back pain in children and adolescents. *Bone & Joint Journal*. 2014;96-B(6):717-23.
5. Jones MA, Stratton G, Reilly T, Unnithan VB. A school- based survey of recurrent non- specific low- back pain prevalence and consequences in children. *Health Educ Res*. 2004;19(3):284-9.
6. Mohseni-Bandpei MA, Bagheri-Nesami M, Shayesteh-Azar M. Nonspecific low back pain in 5000 Iranian school-age children. *J Pediatr Orthop*. 2007;27(2):126-9.
7. Jones GT, Macfarlane GJ. Predicting persistent low back pain in schoolchildren: A prospective cohort study. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2009;61(10):1359-66.
8. Pellise F, Balague F, Rajmil L, Cedraschi C, Aguirre M, Fontecha CG, et al. Prevalence of low back pain and its effect on health-related quality of life in adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2009;163(1):65-71.
9. Yao W, Mai X, Luo C, Ai F, Chen Q. A cross-sectional survey of nonspecific low back pain among 2083 schoolchildren in China. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36(22):1885-90.

10. Van Gessel H, Gaßmann J, Kröner-Herwig B. Children in Pain: Recurrent Back Pain, Abdominal Pain, and Headache in Children and Adolescents in a Four-Year-Period. *The Journal of pediatrics*. 2011;158(6):977-83.e2.
11. Kjaer P, Wedderkopp N, Korsholm L, Leboeuf-Yde C. Prevalence and tracking of back pain from childhood to adolescence. *BMC musculoskeletal disorders*. 2011;12:98.
12. O'Sullivan P, Beales D, Smith A, Straker L. Low back pain in 17 year olds has substantial impact and represents an important public health disorder: a cross-sectional study. *BMC public health*. 2012;12:100-.
13. Trigueiro MJ, Massada L, Garganta R. Back pain in Portuguese schoolchildren: prevalence and risk factors. *The European Journal of Public Health*. 2012.
14. Wirth B, Knecht C, Humphreys K. Spine day 2012: spinal pain in Swiss school children-- epidemiology and risk factors. *BMC Pediatrics*. 2013;13(1):159.
15. Smith DRL, Peter A. Back Pain in the Young: A Review of Studies Conducted Among School Children and University Students. *Current Pediatric Reviews*. 2007;3(1):69-77.
16. Calvo-Munoz I, Gomez Conesa A, Safnchez-Meca J. Prevalence of low back pain in children and adolescents: a meta-analysis. *BMC pediatrics*. 2013;13:14-.
17. Harreby M, Neergaard K, Hesselse G, Kjer J. Are radiologic changes in the thoracic and lumbar spine of adolescents risk factors for low back pain in adults? A 25-year prospective cohort study of 640 school children. *Spine (Philadelphia, Pa 1976)*. 1995;20(21):2298-302.
18. Brattberg G. Do pain problems in young school children persist into early adulthood? A 13-year follow-up. *European Journal of Pain*. 2004;8(3):187-99.

19. Hestbaek L, Leboeuf Yde C, Kyvik K, Manniche C. The course of low back pain from adolescence to adulthood: eight-year follow-up of 9600 twins. *Spine (Philadelphia, Pa 1976)*. 2006;31(4):468-72.
20. Jeffries L, Milanese S, Grimmer-Somers K. Epidemiology of adolescent spinal pain. A systematic overview of the research literature. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32:2630 - 7.
21. Mikkelsen M, El-Metwally A, Kautiainen H, Auvinen A, Macfarlane GJ, Salminen JJ. Onset, prognosis and risk factors for widespread pain in schoolchildren: a prospective 4-year follow-up study. *Pain*. 2008;138(3):681-7.
22. Hoy D, March L, Brooks P, Woolf A, Blyth F, Vos T, et al. Measuring the global burden of low back pain. *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2010;24(2):155-65.
23. Andersson GB. Epidemiological features of chronic low-back pain. *Lancet*. 1999;354(9178):581-5.
24. Hestbaek L, Leboeuf-Yde C, Manniche C. Low back pain: what is the long-term course? A review of studies of general patient populations. *Eur Spine J*. 2003;12(2):149-65.
25. Hart LG, Deyo RA, Cherkin DC. Physician office visits for low back pain. Frequency, clinical evaluation, and treatment patterns from a U.S. national survey. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995;20(1):11-9.
26. O'Sullivan P, Beales D, Jensen L, Murray K, Myers T. Characteristics of chronic non-specific musculoskeletal pain in children and adolescents attending a rheumatology outpatients clinic: a cross-sectional study. *Pediatric Rheumatology Online Journal*. 2011;9(1):3-.

27. Jastrowski Mano KE, Khan KA, Ladwig RJ, Weisman SJ. The impact of pediatric chronic pain on parents' health-related quality of life and family functioning: reliability and validity of the PedsQL 4.0 Family Impact Module. *J Pediatr Psychol*. 2011;36(5):517-27.
28. Kovacs F, Gestoso M, del Real M, Lopez J, Mufraggi N, Mendez J. Risk factors for non-specific low back pain in schoolchildren and their parents: a population based study. *Pain*. 2003;103:259 - 68.
29. Sato T, Hirano T, Ito T, Morita O, Kikuchi R, Endo N, et al. Back pain in adolescents with idiopathic scoliosis: epidemiological study for 43,630 pupils in Niigata City, Japan. *Eur Spine J*. 2011;20(2):274-9.
30. Kaspiris A, Grivas T, Zafiropoulou C, Vasiliadis E, Tsadiras O. Nonspecific low back pain during childhood: a retrospective epidemiological study of risk factors. *Journal of clinical rheumatology*. 2010;16(2):55-60.
31. Nissinen M, Heliövaara M, Seitsamo J, Alaranta H, Poussa M. Anthropometric measurements and the incidence of low back pain in a cohort of pubertal children. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1994;19(12):1367-70.
32. Hresko MT. Clinical practice. Idiopathic scoliosis in adolescents. *The New England journal of medicine*. 2013;368(9):834-41.
33. Wong HK, Tan KJ. The natural history of adolescent idiopathic scoliosis. *Indian journal of orthopaedics*. 2010;44(1):9-13.
34. Cobb, J.R. Outline for the study of scoliosis. *The American Academy of Orthopaedic Surgeons, Instructional course lecture*. 1948;5:261-75.
35. Weinstein S, Dolan L, Cheng J, Danielsson A, Morcuende J. Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet*. 2008;371:1527 - 37.

36. Joncas J, Labelle H, Poitras B, Duhaime M, Rivard CH, Le Blanc R. [Dorso-lumbar pain and idiopathic scoliosis in adolescence]. *Ann Chir.* 1996;50(8):637-40.
37. Cardon G, Balagué F. Low back pain prevention's effects in schoolchildren. What is the evidence? *Eur Spine J.* 2004;13(8):663-79.
38. Cardon G, de Clercq D, Geldhof E, Verstraete S, de Bourdeaudhuij I. Back education in elementary schoolchildren: the effects of adding a physical activity promotion program to a back care program. *Eur Spine J.* 2007;16(1):125-33.
39. Cardon G, De Clercq DLR, De Bourdeaudhuij IMM. Back education efficacy in elementary schoolchildren: a 1-year follow-up study. *Spine (Philadelphia, Pa 1976).* 2002;27(3):299-305.
40. Bronfort G, Haas M, Evans R, Leininger B, Triano J. Effectiveness of manual therapies: the UK evidence report. *Chiropr Osteopat.* 2010;18:3.
41. van Middelkoop M, Rubinstein SM, Kuijpers T, Verhagen AP, Ostelo R, Koes BW, et al. A systematic review on the effectiveness of physical and rehabilitation interventions for chronic non-specific low back pain. *Eur Spine J.* 2011;20(1):19-39.
42. van Middelkoop M, Rubinstein SM, Verhagen AP, Ostelo RW, Koes BW, van Tulder MW. Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology.* 2010;24(2):193-204.
43. Scholten-Peeters G, Thoomes E, Konings S, Beijer M, Verkerk K, Koes B, et al. Is manipulative therapy more effective than sham manipulation in adults?: a systematic review and meta-analysis. *Chiropractic & manual therapies.* 2013;21(1):34.



44. Kuijpers T, van Middelkoop M, Rubinstein SM, Ostelo R, Verhagen A, Koes BW, et al. A systematic review on the effectiveness of pharmacological interventions for chronic non-specific low-back pain. *Eur Spine J.* 2011;20(1):40-50.
45. Jones M, Stratton G, Reilly T, Unnithan V. The efficacy of exercise as an intervention to treat recurrent nonspecific low back pain in adolescents. *Pediatric exercise science.* 2007;19(3):349-59.
46. Fanucchi G, Stewart A, Jordaan R, Becker P. Exercise reduces the intensity and prevalence of low back pain in 12-13 year old children: a randomised trial. *Australian journal of physiotherapy.* 2009;55(2):97-104.
47. Ahlqwist A, Hagman M, Kjellby Wendt G, Beckung E. Physical therapy treatment of back complaints on children and adolescents. *Spine (Philadelphia, Pa 1976).* 2008;33(20):E721-E7.
48. Ahlqwist A, Sllfors C. Experiences of low back pain in adolescents in relation to physiotherapy intervention. *International journal of qualitative studies on health and well-being.* 2012;7.
49. Hestbaek L, Stochkendahl MJ. The evidence base for chiropractic treatment of musculoskeletal conditions in children and adolescents: The emperor's new suit? *Chiropr Osteopat.* 2010;18:15.
50. Cabana MD, Rand CS, Powe NR, Wu AW, Wilson MH, Abboud PA, et al. Why don't physicians follow clinical practice guidelines? A framework for improvement. *JAMA.* 1999;282(15):1458-65.

51. Chenot J-Fo, Scherer M, Becker A, Donner Banzhoff N, Baum E, Leonhardt C, et al. Acceptance and perceived barriers of implementing a guideline for managing low back in general practice. *Implementation science*. 2008;3:7-.
52. Dagenais S, Tricco AC, Haldeman S. Synthesis of recommendations for the assessment and management of low back pain from recent clinical practice guidelines. *The spine journal : official journal of the North American Spine Society*. 2010;10(6):514-29.
53. Chou R. Low back pain (chronic). *Clinical evidence*. 2010;2010.
54. Chou R, Qaseem A, Snow V, Casey D, Cross JT, Jr., Shekelle P, et al. Diagnosis and treatment of low back pain: a joint clinical practice guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. *Ann Intern Med*. 2007;147(7):478-91.
55. van Tulder M, Becker A, Bekkering T, Breen A, del Real MT, Hutchinson A, et al. Chapter 3. European guidelines for the management of acute nonspecific low back pain in primary care. *Eur Spine J*. 2006;15 Suppl 2:S169-91.
56. Koes BW, van Tulder M, Lin CW, Macedo LG, McAuley J, Maher C. An updated overview of clinical guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care. *Eur Spine J*. 2010;19(12):2075-94.
57. Mayo NE, Goldberg MS, Poitras B, Scott S, Hanley J. The Ste-Justine Adolescent Idiopathic Scoliosis Cohort Study. Part III: Back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1994;19(14):1573-81.
58. Ramirez N, Johnston CE, Browne RH. The prevalence of back pain in children who have idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79(3):364-8.

59. Pratt R, Burwell RG, Cole A, Webb J. Patient and parental perception of adolescent idiopathic scoliosis before and after surgery in comparison with surface and radiographic measurements. *Spine (Philadelphia, Pa 1976)*. 2002;27(14):1543-50.
60. Sato T, Ito T, Hirano T, Morita O, Kikuchi R, Endo N, et al. Low back pain in childhood and adolescence: assessment of sports activities. *Eur Spine J*. 2011;20(1):94-9.
61. Smorgick Y, Mirovsky Y, Baker KC, Gelfer Y, Avisar E, Anekstein Y. Predictors of back pain in adolescent idiopathic scoliosis surgical candidates. *J Pediatr Orthop*. 2013;33(3):289-92.
62. Landman Z, Oswald T, Sanders J, Diab M, Spinal Deformity Study G. Prevalence and predictors of pain in surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36(10):825-9.
63. Weinstein SL, Zavala DC, Ponseti IV. Idiopathic scoliosis: long-term follow-up and prognosis in untreated patients. *Journal of Bone and Joint Surgery; American volume*. 1981;63(5):702-12.
64. Danielsson AJ, Nachemson AL. Back pain and function 22 years after brace treatment for adolescent idiopathic scoliosis: a case-control study-part I. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003;28(18):2078-85; discussion 86.
65. Koes BW, van Tulder MW, Ostelo R, Kim Burton A, Waddell G. Clinical guidelines for the management of low back pain in primary care: an international comparison. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26(22):2504-13; discussion 13-4.
66. Pillastrini P, Gardenghi I, Bonetti F, Capra F, Guccione A, Mugnai R, et al. An updated overview of clinical guidelines for chronic low back pain management in primary care. *Joint Bone Spine*. 2012;79(2):176-85.

67. Balagué F, Mannion AF, Pellisé F, Cedraschi C. Non-specific low back pain. *The Lancet*. 2012;379(9814):482-91.
68. Calvo-Munoz I, Gomez Conesa A, Safnchez-Meca J. Physical therapy treatments for low back pain in children and adolescents: a meta-analysis. *BMC musculoskeletal disorders*. 2013;14:55-.
69. Gleberzon B, Arts J, Mei A, McManus E. The use of spinal manipulative therapy for pediatric health conditions: a systematic review of the literature. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*. 2012;56(2):128-41.
70. Stinson JN, Kavanagh T, Yamada J, Gill N, Stevens B. Systematic review of the psychometric properties, interpretability and feasibility of self-report pain intensity measures for use in clinical trials in children and adolescents. *Pain*. 2006;125(1–2):143-57.

## Chapitre 4

### ***Article 2 – Back pain prevalence is associated with curve-type and severity in adolescents with idiopathic scoliosis: A cross-sectional study***

Ce chapitre inclut le deuxième article qui a été publié dans la revue « Spine » en 2016. Cette publication répond aussi aux objectifs 1 et 2.

Theroux, J.<sup>1,2</sup>, Le May, S.<sup>1,3</sup>, Hebert, J. J.<sup>4</sup>, & Labelle, H.<sup>1,5</sup>. Back Pain Prevalence is Associated with Curve-type and Severity in Adolescents with Idiopathic Scoliosis: A Cross-sectional Study. *Spine* 2016 Nov 18. (Epub ahead of print) (Phila Pa 1976). doi:10.1097/BRS.0000000000001986

Affiliation des auteurs :

(1) Research Center, Sainte-Justine University Hospital Center, Montreal, Quebec, Canada

(2) School of Health Profession, Murdoch University, Murdoch, WA, Australia

(3) Faculty of Nursing, University of Montreal, Montreal, Quebec, Canada

(4) School of Psychology and Exercise Science, Murdoch University, Murdoch, WA,

Australia

(5) Faculty of Medicine, University of Montreal, Montreal, Canada

## Contribution des auteurs

Jean Th�roux:	Recension des �crits
	Recherche et collecte des donn�es
	Analyses statistiques
	R�daction et soumission de l'art�cle
Sylvie Le May :	Supervision et correction de l'art�cle
	Approbation de la version finale de l'art�cle
Jeffrey J. Hebert:	Correction de l'art�cle et r�vision statistique
Hubert Labelle :	Correction de l'art�cle

**Mini Abstract**

The purpose of this study was to investigate the prevalence of spinal pain and its possible causal link in adolescents with idiopathic scoliosis. Results showed that spinal pain is common and related with the scoliosis severity.

**Abstract**

**Study Design:** Cross-sectional.

**Objectives:** To investigate spinal pain prevalence in adolescents with idiopathic scoliosis (AIS), and to explore associations between pain intensity and pain-related disability with scoliosis site, severity and spinal bracing.

**Summary of Background Data:** The causal link between spinal pain and AIS remains unclear. Spinal asymmetry has been recognized as a back pain risk factor, which is a known cause of care-seeking in adolescents.

**Methods:** Participants were recruited from an outpatient tertiary-care scoliosis clinic. Pain intensity and pain-related disability were measured by the Brief Pain Inventory questionnaire and the Roland-Morris Disability Questionnaire. Scoliosis severity estimation was performed using Cobb angles. Associations were explored using multiple linear regressions and reported with unstandardized beta coefficients ( $\beta$ ) adjusted for age and sex.

**Results:** We recruited 500 patients (85 % female) with mean (SD) age of 14.2(1.8) years. Means(SD) of thoracic and lumbar Cobb angle respectively were 24.54(9.77) and 24.13(12.40). Spinal pain prevalence was 68 % (95% CI: 64.5-72.4) with a mean intensity of 1.63(SD,1.89). Spinal pain intensity was positively associated with scoliosis severity in the main thoracic ( $p=0.003$ ) and lumbar ( $p=0.001$ ) regions. The mean(SD) disability score

was 1.73(2.98). Disability was positively associated with scoliosis severity in the proximal thoracic ( $p=0.035$ ), main thoracic ( $p=0.000$ ), and lumbar ( $p=0.000$ ) regions.

Spinal bracing was associated with lower spinal pain intensity in the thoracic ( $p=0.000$ ) and lumbar regions ( $p=0.009$ ). Bracing was also related with lower disability for all spinal areas ( $p<0.045$ ).

**Conclusion:** Spinal pain is common among patients with AIS, and greater spinal deformity was associated higher pain intensity. These findings should inform clinical decision-making when caring for patients with AIS.

### **Keywords**

Adolescent Idiopathic Scoliosis, Spinal Pain, Back Pain, Spinal deformity

Level of evidence: 3



## **Background**

The Scoliosis Research Society (SRS) defines Adolescent Idiopathic Scoliosis (AIS) as a three-dimensional spinal deviation greater than 10 degrees, of unknown origin, and occurring in young people older than 10 years. (1) Estimates of AIS prevalence vary from 1 to 3 %. (2) Moreover, AIS has been identified as a potentially important risk factor for the development of back pain in adolescents. (3-5) As such, chronic non-specific back pain (CNSBP) (6) is frequently associated with AIS (4, 7-9) with a greater reported prevalence (59 %) than the one seen in non-scoliotic healthy adolescents (33 %). (4) Furthermore, Clark et al. (10) reported that participants who were diagnosed with AIS at age 15 were 42 % more likely to report back pain at age 18.

Chronic pain in young people has been reported to be a predicament to health care utilization and studies have shown that physicians (11, 12) tend to underestimate patient pain levels and parents are often unaware of children's pain status. (13, 14) Furthermore, CNSBP in children and adolescents is a predictor of back pain in adulthood. (15, 16)

Previous studies investigating the prevalence of back pain in patients with AIS reported important study limitations. These studies included retrospective, (10, 17-20) and prospective (4, 21) investigations of patients with AIS as well as patients preparing for scoliosis surgery. (12, 20, 22) Reported prevalence of back pain from these studies has ranged from 23 % to 85 %. Among prospective studies, one focused on the occurrence of double curve scoliosis (21) while in the second one the definition of scoliosis was unclear and authors reported a scoliosis prevalence of only 0.16 %. (4) Additionally, most studies which have assessed back pain in AIS only reported low back pain and failed to report other spinal painful areas.

Few studies have assessed the relationship between spinal pain and scoliosis site and severity. Among these studies, two were case reviews (17, 18), being limited to whatever was initially reported in the patient record; others assessed pain in relation to shoulder leveling and the angular trunk inclination (21), or only small Cobb angle (10) likely to underestimate pain prevalence.

Given the burden of scoliosis and spinal pain, and the limitations of prior published studies, it is important to verify the relations between these conditions. Therefore, the aims of the present study were to 1) determine the prevalence of spinal pain in adolescents with idiopathic scoliosis, 2) to describe the level of pain intensity and disability across different curve sites, and 3) to explore the associations of curve severity with spinal pain intensity and disability across different curve locations.

## **Methods**

### **Design and Setting**

Using a prospective cross-sectional design, we recruited patients consecutively from the orthopaedic scoliosis outpatient clinic from CHU Ste-Justine Centre, a university-teaching tertiary-care pediatric hospital. The Institutional Research Ethics Board approved the study protocol, and all participants and parents provided written consent prior to study enrollment.

### **Study participants**

From October 2014 until May 2015, research staff approached all patients scheduled for an appointment at the clinic. We recruited patients between 10 and 17 years who were diagnosed with idiopathic scoliosis with a spinal curve (Cobb Angle) of at least 10 degrees.

Patients were excluded if they had: 1) a spinal deformity other than AIS, 2) a congenital or acquired spinal abnormality, 3) previous spinal surgery, 4) significant spinal trauma within the last 12 months or 5) a diagnosed mental illness.

## **Instruments**

### **Brief Pain Inventory**

The Brief Pain Inventory Questionnaire (BPI) (23) was used to measure pain intensity and site. This questionnaire assesses pain intensity (4-items) at its least, present, worst and in general and pain interference (7-items) during activities of daily living (ADL) over a period of 24 hours. (24) Pain intensity and pain interference is assessed with a 11-point numerical rating scale (0 – 10), a higher score representing severe pain or severe interferences with ADL. The BPI also allows participants to draw where they feel pain (pain sites) on a diagram of a human silhouette. For the needs of this study, only the pain intensity section was utilized. Total pain intensity scores were calculated by averaging the four pain outcomes. (25) The BPI has shown to be reliable and valid across different cultures, languages, (26, 27) clinical conditions, (28-30) and with adolescents. (31)

### **Roland-Morris Disability Questionnaire**

The Roland-Morris Disability Questionnaire (RMDQ) was used to assess low back pain disability. Morris initially developed this 24-item questionnaire in 1983. (32) The RMDQ includes items representing physical functions prone to be affected by low back pain. One point is allocated per item, and a high score is associated with a worse disability. Though this instrument remains to be validated in adolescents, it has been previously employed to

assess back pain related disability in non-scoliotic adolescents. (33-35) This questionnaire has been successfully adapted across cultures. (32, 36)

### **Scoliosis severity and Angle of Trunk Inclination**

Scoliosis severity was assessed with the Cobb angle (37, 38) and the Angle of Trunk Inclination (ATI) was measured with a scoliometer. (39) The scoliosis sites were categorized by the attending orthopedist based on the Lenke classification (40) and were respectively: Proximal Thoracic (PT), Main Thoracic (MT), Thoracolumbar (TL), and Lumbar (L). History of bracing was determined through patient records.

### **Analyses**

All analyses were performed with SPSS v22 software (IBM, Armonk, NY, USA). All data were reported using descriptive and inferential statistics (mean and standard deviation). Chi square ( $\chi^2$ ) and *t*-test were used respectively for categorical and continuous variables to examine participants' characteristics as well as the presence of pain and disability. Multiple linear regressions were used to explore the associations between pain intensity and disability (dependent variable) and scoliosis severity (Cobb angle) (independent variable). Participants' age, gender, and history of bracing were considered as potential confounders and were added as covariates in all models. When exploring the associations between use of brace and clinical measures (pain and disability), we additionally controlled for scoliosis severity. All associations were reported with unstandardized beta coefficients ( $\beta$ ) with 95% confidence intervals. Alpha was 0.05 for all analyses.

## **Results**

### **Patients' characteristics**

We approached 670 patients and 500 met our selection criteria and provided consent. Reasons for exclusion were: absence of scoliosis (n=135), failure to complete the questionnaires (n=35), or declined participation (n=1). Approximately one-third of participants had a history of bracing (n=181) or were attending the scoliosis clinic for the first time (n=178) (Table IV). No significant difference was observed between boys and girls regarding scoliosis severity ( $p \geq 0.38$ ). Thoracic and lumbar angles of trunk inclinations (ATI) were reported respectively in 59 % (n=295) and 33 % (n=167) of participants (Table V).

### **Spinal Pain and Intensity**

Current spinal pain was reported in 68 % (95%CI: 64.5 to 72.4) (340/500) of patients (Girls=70 % [299/427]). Average pain intensity was mild (41) and had a mean value of 1.63 (SD=1.89), and was stratified by curve site and is reported in table VI. The most commonly reported painful sites were the “lumbar” (42 % [n=210]) and “main thoracic” (29 % [n=145]). Pain in other spinal sites was reported in 16 % (n=78) for the thoracolumbar region, 11 % (n=54) for the cervico-thoracic, and 0.2 % (n=1) for the cervical. There were no significant differences in the mean pain intensity among the different scoliosis sites ( $p > 0.571$ ). Results showed that occurrence and severity of the “main thoracic” or “lumbar” scoliosis curves were significantly associated with a greater level of pain intensity while bracing was associated with a decrease in pain intensity (Table VII). Neither “proximal thoracic” or “thoracolumbar” scoliosis were related to pain

intensity. No association was found between the ATI (thoracic and lumbar) and average pain intensity ( $p>0.12$ ).

### **Disability**

The mean Roland-Morris score was 1.73 (SD=2.98) and was similarly stratified by curve site (Table VI) and was not significantly different between genders ( $p=0.70$ ). Results showed that disability was not significantly different among the different scoliosis sites ( $p>0.374$ ). Linear regression was also conducted to assess possible relationship between scoliosis severity and disability. Disability, in patients with a “proximal thoracic” ( $p=0.035$ ), “main thoracic” ( $p=0.000$ ), and “lumbar” ( $p=0.000$ ) scoliosis, was significantly associated with the scoliosis severity. For each scoliosis site, brace-patients had a lower disability score compared to patients without a history of bracing (Table VII).

### **Discussion**

This study showed that spinal pain was predominant in the “Main Thoracic” and “lumbar” regions, in AIS patients. Pain intensity was usually mild and moderately associated with patients’ age, scoliosis site (MT or lumbar), and curve severity. Similarly, back pain related disability was mild and moderately associated with patients’ age (except in the lumbar area). Except in the thoracolumbar region, disability was also moderately associated, with scoliosis site and curve severity. Bracing had a protective effect for both pain intensity and disability.

Back pain or spinal pain has often been seen as trivial and a short-lived condition in adolescents. (41) Fortunately, over the last two decades, this condition has been well

documented in normal adolescents although studies mainly focused on lower back pain. (42) Only a few studies actually used a broader definition of back pain and assessed pain in all spinal areas and its impact in adolescents. (3, 16, 43-45) Unfortunately, there is still a lack of evidence related to back pain or spinal pain prevalence in AIS patients and most studies that assessed this condition mainly focused on lower back pain prevalence (10, 17-20, 22) or general pain. (12) Only two studies looked at spinal pain in AIS. (4, 21) Only five studies assessed pain with a validated instrument, either the Scoliosis Research Society Questionnaire (SRS22) (12, 19) or the visual analogue scale (VAS) (20-22). Furthermore, only one study (12) assessed disability in pre- and post-surgical scoliosis patients. Pain assessment recall period was specified in just two studies. (10, 19) Makino et al. (19) reported the patient worst pain over the last week while Clark et al. (10) reported “...aches or pains... over the previous month”. Other studies failed to report the exact recall period. Joncas (21) assessed thoracolumbar pain in patients with AIS presenting with a thoracolumbar scoliosis. Thoracolumbar pain was reported in 54 % of patients with a mean intensity of 49.4 mm on a 100 mm visual analogue scale (VAS). This result is much higher than mean pain scores reported in the current study. Pain intensity differences might have occurred because of our broader inclusion criteria compared to Joncas and colleague who included only AIS patients with a thoracolumbar scoliosis.

Similar to our results, Joncas (21) and Smorgick et al. (20) demonstrated that braced patients had a lower pain intensity compared to non-braced patients. However, Smorgick et al. (20) did not look for any relationship between pain sites and curve severity while Joncas (21) failed to find any significant association. Our study demonstrated a significant

statistical association between pain intensity and scoliosis severity emphasizing the importance of early management for these patients.

Sato et al. (4) cross-sectional's study included 43,630 students (9 to 15 years) school-screened for AIS. The authors assessed back pain in both non-scoliosis and scoliosis group. Although back pain prevalence was considerably lower (27.5 %) than the one we reported (68.0 %), it was significantly higher in the scoliosis group (27.5 %) compared with the non-scoliosis group (11.4 %). First, we suspect that Sato's reported scoliosis prevalence (0.16 %), which is considerably lower than the one usually reported, was likely due to the fact that scoliosis was self-reported by the students. Secondly, if students failed to correctly enter their age or school-level, the questionnaires were rejected even if the students had indicated that they had back pain. Finally, the authors did not provide any definition of back pain to the respondents (students). All of the aforementioned reasons could have had an underreporting effect on the pain prevalence and provide reason why our rate was higher.

Though Clark et al. (10) explored the prevalence of spinal pain among individuals with small spinal curves they failed to report pain prevalence in those diagnosed with scoliosis. They reported back pain prevalence (16.3 %) of the entire cohort of patients and not only in AIS patients. As such, we feel our findings yield a better representativeness of the nature of spinal pain prevalence occurring in this population. Furthermore, Clark et al (10) also reported a significant association with curve severity and pain intensity ( $p=0.047$ ), which concurs with our findings.

### **Strength and limitations**



Main strength of the current study is the large sample of patients recruited. Consequently, our estimates of pain prevalence involving every spinal areas and associations with curve type and severity are likely to demonstrate greater external validity to clinical populations as compared to previous studies. Pain was assessed using a validated instrument with a short recall period which would limit recall bias and improve internal validity. Additionally, the instrument included a visual representation of a human silhouette for patients to indicate the site of their pain. Our experience indicates this to be an advantage for younger participants who sometimes have difficulty describing their pain.

These study results should be considered in light of several limitations. Participants were not supervised while completing the questionnaires and questionnaires were not reviewed immediately after completion. As such, patients were offered only limited assistance when required. Secondly, while the RMDQ is an acceptable measure of back pain related disability in adults, relatively little is known about its measurement properties when used in adolescent populations, making this a potential source of error in the current study. Finally, the nature of the cross-sectional design precludes causal inferences when considering the nature of the relationships between spinal pain, curve type, and curve severity. Consequently, these results should be replicated in longitudinal studies with low risk of bias prior to confident clinical or policy implementation.

## **Conclusion**

This study showed that spinal pain is frequent among adolescents with idiopathic scoliosis. Moreover, this study also validated the existence of a relationship between the patient level of pain and disability and the scoliosis site and severity for the different spinal regions

except for the proximal thoracic and thoracolumbar regarding pain intensity and the thoracolumbar for the disability, further supporting the importance of early management for these patients. Additionally, it highlighted the significance of validated patient outcome measures to adequately assess pain and disability, avoiding under-reporting of pain by physicians. Optimal pain management is an essential aspect of patient care, and this management should not be underestimated, in AIS patients, particularly considering the occurrence of pain in this population in adulthood. Future research should focus on determining effective conservative pain management for adolescents with AIS.

#### Key Points

- The prevalence of spinal pain and related disability was assessed in 500 adolescent idiopathic scoliosis patients. A potential relationship was also explored between adolescent pain intensity and disability and scoliosis severity.
- Spinal pain was reported in 68 % of adolescents with AIS and was positively associated with the curve severity; wearing a brace had a positive effect on pain.
- Spinal pain commonly occurs in AIS patients and should be adequately assessed with validated outcome measures, which would better inform clinical decision-making in caring for those patients.

Table IV: Patients' characteristics				
	Girls n(%)	Boys n(%)	All (500)	<i>p</i>
<b>n (%)</b>	427(85.4)	73(14.6)		
<b>Age (Mean (SD))</b>	14.08(1.77)	14.67(1.82)*	14.17(1.81)	0.01
<b>BMI (Mean (SD))</b>	19.98(3.33)	20.17(3.38)	20.01(3.33)	0.663
<b>Brace (%)</b>	158(37)	23(31.5)	181(36.2)	
<b>SD: Standard deviation; BMI: Body mass index; *(significant at p&lt;0.05)</b>				

Table V: Scoliosis site, severity and Angle of Trunk Inclination (ATI)						
Scoliosis site	Girls (427)		Boys (73)		All	
	N(%)	Mean Cobb angle (SD)	N(%)	Mean Cobb angle (SD)	N(%)	Mean Cobb angle (SD)
<b>PT</b>	56 (13)	25 (10.01)	13(17.80)	22.54(8.72)	69 (14)	24.54(9.77)
<b>MT</b>	351(82)	27.44(12.99)	58(79.45)	26.72(13.79)	409(81.8)	27.34(13.09)
<b>TL</b>	83 (19)	23.57(10.87)	19(26.02)	25.63(12.95)	102(20.4)	23.95(11.24)
<b>Lumbar</b>	250(57)	24.21(12.58)	36(49.32)	23.61(11.16)	286(57.2)	24.13(12.40)
<i>ATI</i>		Mean angle (SD)		Mean angle (SD)		Mean angle (SD)
<b>Thoracic</b>	259(61)	8.36(3.97)	36(49.32)	9.22(4.46)	295(59)	8.47(4.03)
<b>Lumbar</b>	153(36)	7.06(4.47)	21(28.76)	8.43(5.61)	167(33)	7.23(4.63)
<i>SD: Standard deviation; (PT: Proximal Thoracic; MT: Main thoracic; TL: Thoracolumbar)</i>						

Table VI: Mean reported pain intensity and disability per scoliosis site		
	Pain	Disability
<b>Proximal Thoracic</b>	1.16 (1.72)	1.43 (2.08)
<b>Main thoracic</b>	1.65 (1.88)	1.70 (2.98)
<b>Thoracolumbar</b>	1.60 (1.98)	1.91 (3.21)
<b>Lumbar</b>	1.63 (1.89)	1.72 (3.02)

Table VII: Multiple regression analysis between pain intensity, disability, and patients' characteristics with scoliosis severity stratified by scoliosis site

<i>Scoliosis sites</i>												
	<i>Proximal Thoracic</i>			<i>Main thoracic</i>			<i>Thoracolumbar</i>			<i>Lumbar</i>		
Pain intensity	$\beta$	95% CI	<i>p</i>	$\beta$	95% CI	<i>p</i>	$\beta$	95% CI	<i>P</i>	$\beta$	95% CI	<i>p</i>
<b>Age (years)</b>	0.27	.04 – .50	0.022*	0.16	.07 – .26	.001*	0.433	.21 - .66	0.000*	0.141	.02 – .26	0.022*
<b>Gender</b>	0.89	-.17 – 1.94	0.097	0.50	-.004 – .1.0	.052	0.818	-.13 – 1.77	0.090	-0.038	-.69 – .61	0.907
<b>Brace</b>	-0.55	-1.37 – .27	0.018*	-0.75	-1.12, – (-.34)	.000*	-0.844	-1.61 – (-.08)	0.032*	-0.605	-1.06, – (-.15)	0.009*
<b>Scoliosis severity<sup>(b)</sup></b>	0.013	-.03 – .06	0.521	0.02	.01 – .03	.003*	-0.006	-.04 – (-.03)	0.738	0.03	.01 – .05	.001*
Disability												
<b>Age (years)</b>	0.31	.04 – .58	0.025*	0.20	.05 – .35	0.01*	0.606	.26 – .96	0.001*	0.15	-.04 – .35	0.132
<b>Gender</b>	1.01	-.21 – 2.22	0.103	0.50	-.31 – 1.2	0.237	1.25	-.24 – 2.74	0.099	-0.32	-1.37 – .73	0.547
<b>Brace</b>	-0.97	-1.92 – (-.02)	0.045*	-1.10	-1.66 – (-.52)	0.000*	-1.409	-2.61 – (-.21)	0.022*	-0.82	-1.55 – (-.09)	0.029*
<b>Scoliosis severity<sup>(b)</sup></b>	0.05	.004 – .10	0.035*	0.05	.03 – .07	0.000*	0.008	-.05 – .06	0.768	0.053	.03 – .08	0.000*

*CI: confidence interval (\* significant at  $p < 0.05$ )*

## References

1. Wong HK, Tan KJ. The natural history of adolescent idiopathic scoliosis. *Indian journal of orthopaedics*. 2010;44(1):9-13.
2. Weinstein S, Dolan L, Cheng J, et al. Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet*. 2008;371:1527 - 37.
3. Wirth B, Knecht C, Humphreys K, et al. Spine day 2012: spinal pain in Swiss school children epidemiology and risk factors. *BMC Pediatrics*. 2013;13(1):159.
4. Sato T, Hirano T, Ito T, et al. Back pain in adolescents with idiopathic scoliosis: epidemiological study for 43,630 pupils in Niigata City, Japan. *Eur Spine J*. 2011;20(2):274-9.
5. Kovacs F, Gestoso M, del Real M, et al. Risk factors for non-specific low back pain in schoolchildren and their parents: a population based study. *Pain*. 2003;103:259 - 68.
6. Balagué F, Ferrer M, Rajmil L, et al. Assessing the association between low back pain, quality of life, and life events as reported by schoolchildren in a population-based study. *Eur J Pediatr*. 2012;171(3):507-14.
7. Jastrowski Mano KE, Khan KA, Ladwig RJ, et al. The impact of pediatric chronic pain on parents' health-related quality of life and family functioning: reliability and validity of the PedsQL 4.0 Family Impact Module. *J Pediatr Psychol*. 2011;36(5):517-27.
8. O'Sullivan P, Beales D, Jensen L, et al. Characteristics of chronic non-specific musculoskeletal pain in children and adolescents attending a rheumatology outpatients clinic: a cross-sectional study. *Pediatric Rheumatology Online Journal*. 2011;9(1):3-.

9. O'Sullivan P, Beales D, Smith A, et al. Low back pain in 17 year olds has substantial impact and represents an important public health disorder: a cross-sectional study. *BMC public health*. 2012;12:100-.
10. Clark EM, Tobias JH, Fairbank J. The Impact of Small Spinal Curves in Adolescents That Have Not Presented to Secondary Care: A Population-Based Cohort Study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015.
11. Sari O, Temiz C, Golcur M, et al. Pain perception differences between patients and physicians: a pain severity study in patients with low back pain. *Turk Neurosurg*. 2015;25(3):461-8.
12. Landman Z, Oswald T, Sanders J, et al. Spinal Deformity Study G. Prevalence and predictors of pain in surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36(10):825-9.
13. Chiwaridzo M, Naidoo N. Are parents and adolescents in agreement on reporting of recurrent non-specific low back pain in adolescents? A cross-sectional descriptive study. *BMC Pediatr*. 2015;15:203.
14. Haraldstad K, Sorum R, Eide H, et al. Pain in children and adolescents: prevalence, impact on daily life, and parents' perception, a school survey. *Scand J Caring Sci*. 2011;25(1):27-36.
15. Hestbaek L, Leboeuf Yde C, Kyvik K, et al. The course of low back pain from adolescence to adulthood: eight-year follow-up of 9600 twins. *Spine (Philadelphia, Pa 1976)*. 2006;31(4):468-72.
16. Jeffries L, Milanese S, Grimmer-Somers K. Epidemiology of adolescent spinal pain. A systematic overview of the research literature. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32:2630 - 7.

17. Ramirez N, Johnston CE, Browne RH. The prevalence of back pain in children who have idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79(3):364-8.
18. Theroux J, Le May S, Fortin C, et al. Prevalence and management of back pain in adolescent idiopathic scoliosis patients: A retrospective study. *Pain Res Manag.* 2015.
19. Makino T, Kaito T, Kashii M, et al. Low back pain and patient-reported QOL outcomes in patients with adolescent idiopathic scoliosis without corrective surgery. *Springerplus.* 2015;4:397.
20. Smorgick Y, Mirovsky Y, Baker KC, et al. Predictors of back pain in adolescent idiopathic scoliosis surgical candidates. *J Pediatr Orthop.* 2013;33(3):289-92.
21. Joncas J, Labelle H, Poitras B, et al. [Dorso-lumbal pain and idiopathic scoliosis in adolescence]. *Ann Chir.* 1996;50(8):637-40.
22. Pratt R, Burwell RG, Cole A, et al. Patient and parental perception of adolescent idiopathic scoliosis before and after surgery in comparison with surface and radiographic measurements. *Spine (Philadelphia, Pa 1976).* 2002;27(14):1543-50.
23. Daut RL, Cleeland CS, Flanery RC. Development of the Wisconsin Brief Pain Questionnaire to assess pain in cancer and other diseases. *Pain.* 1983;17(2):197-210.
24. Cleeland CS, Ryan KM. Pain assessment: global use of the Brief Pain Inventory. *Ann Acad Med Singapore.* 1994;23(2):129-38.
25. Williams DA, Arnold LM. Measures of fibromyalgia: Fibromyalgia Impact Questionnaire (FIQ), Brief Pain Inventory (BPI), Multidimensional Fatigue Inventory (MFI-20), Medical Outcomes Study (MOS) Sleep Scale, and Multiple Ability Self-Report Questionnaire (MASQ). *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2011;63 Suppl 11:S86-97.

26. Deyo R, Dworkin S, Amtmann D, et al. Report of the NIH Task Force on Research Standards for Chronic Low Back Pain. *Spine (Philadelphia, Pa 1976)*. 2014;39(14):1128-43.
27. Poundja J, Fikretoglu D, Guay S, et al. Validation of the French Version of the Brief Pain Inventory in Canadian Veterans Suffering from Traumatic Stress. *J Pain Symptom Manage*. 2007;33(6):720-6.
28. Chapman J, Norvell D, Hermsmeyer J, et al. Evaluating common outcomes for measuring treatment success for chronic low back pain. *Spine (Philadelphia, Pa 1976)*. 2011;36(21 Suppl):S54-S68.
29. Osborne TL, Raichle KA, Jensen MP, et al. The reliability and validity of pain interference measures in persons with multiple sclerosis. *J Pain Symptom Manage*. 2006;32(3):217-29.
30. Keller S, Bann C, Dodd S, et al. Validity of the brief pain inventory for use in documenting the outcomes of patients with noncancer pain. *The Clinical journal of pain*. 2004;20(5):309-18.
31. Engel JM, Kartin D, Carter GT, et al. Pain in youths with neuromuscular disease. *Am J Hosp Palliat Care*. 2009;26(5):405-12.
32. Roland M, Morris R. A Study of the Natural-History of Back Pain .1. Development of A Reliable and Sensitive Measure of Disability in Low-Back-Pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1983;8:141 - 4.
33. Fontecha C, Balagu F, Pellis F, et al. Low back pain in adolescents: is quality of life poorer in those seeking medical attention? *Spine (Philadelphia, Pa 1976)*. 2011;36(17):E1154-E61.



34. Pellise F, Balague F, Rajmil L, et al. Prevalence of low back pain and its effect on health-related quality of life in adolescents. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2009;163(1):65-71.
35. Feldman DS, Hedden DM, Wright JG. The use of bone scan to investigate back pain in children and adolescents. *J Pediatr Orthop.* 2000;20(6):790-5.
36. Zerkak D, Métivier JC, Fouquet B, et al. Validation of a French version of Roland–Morris questionnaire in chronic low back pain patients. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine.* 2013;56(9–10):613-20.
37. Cobb J. Outline for the study of scoliosis. *American Academy of Orthopaedic Surgeons, Instr Course Lect.* 1948;5.
38. Langensiepen S, Semler O, Sobottke R, et al. Measuring procedures to determine the Cobb angle in idiopathic scoliosis: a systematic review. *Eur Spine J.* 2013;22(11):2360-71.
39. Coelho DM, Bonagamba GH, Oliveira AS. Scoliometer measurements of patients with idiopathic scoliosis. *Braz J Phys Ther.* 2013;17(2):179-84.
40. Lenke LG, Betz RR, Clements D, et al. Curve prevalence of a new classification of operative adolescent idiopathic scoliosis: does classification correlate with treatment? *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27(6):604-11.
41. Hirschfeld G, Zernikow B. Cut points for mild, moderate, and severe pain on the VAS for children and adolescents: What can be learned from 10 million ANOVAs? *Pain.* 2013.
42. Swain MS, Henschke N, Kamper SJ, et al. An international survey of pain in adolescents. *BMC public health.* 2014;14(1):447.

43. Calvo-Munoz I, Gomez Conesa A, Safnchez-Meca J. Prevalence of low back pain in children and adolescents: a meta-analysis. *BMC pediatrics*. 2013;13:14-.
44. Leboeuf-Yde C, Fejer R, Nielsen J, Kyvik KO, et al. Consequences of spinal pain: do age and gender matter? A Danish cross-sectional population-based study of 34,902 individuals 20-71 years of age. *BMC musculoskeletal disorders*. 2011;12:39.
45. Wirth B, Humphreys BK. Pain characteristics of adolescent spinal pain. *BMC Pediatr*. 2015;15(1):42.
46. Aartun E, Hartvigsen J, Wedderkopp N, et al. Spinal pain in adolescents: prevalence, incidence, and course: a school-based two-year prospective cohort study in 1,300 Danes aged 11-13. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2014;15(1):187.

## Chapitre 5

### *Article 3 – Revisiting the psychometric properties of the Scoliosis Research Society-22 (SRS-22) French Version*

Ce chapitre inclut le troisième article qui a été soumis à la revue «Scoliosis and Spinal Disorders » en décembre 2016. Le manuscrit a été accepté le 11 février 2017 et répond à l'objectif 3 de cet ouvrage.

Les auteurs :

Théroux Jean, D.C., PhD(c)<sup>1,2</sup>

Stomski Norman, PhD<sup>2</sup>

Innes Stanley, B App Sc (Chiro),M Psych.<sup>2</sup>

Ballard Ariane, RN, PhD(c)<sup>1,3</sup>

Khadra Christelle, RN, PhD(c)<sup>1,3</sup>

Labelle Hubert, MD<sup>1,4</sup>

Le May Sylvie, RN, PhD<sup>1,3</sup>

Les affiliations des auteurs

(1) Research Center, Sainte-Justine University Hospital Center, Montreal, Quebec, Canada

(2) Murdoch University, School of Health Profession, Murdoch, WA, Australia

(3) Faculty of Nursing, University of Montreal, Montreal, Quebec, Canada

(4) Faculty of Medicine, University of Montreal, Montreal, Canada

## Contribution des auteurs

Jean Th�roux:	Recension des �crits
	Recherche et collecte des donn�es
	Analyses statistiques
	R�daction et soumission de l'art�cle
Norman Stomski :	Correction de l'art�cle et r�vision statistique
Stanley Innes :	Correction de l'art�cle
Ariane Ballard :	Correction de l'art�cle
Christelle Khadra :	Correction de l'art�cle
Hubert Labelle :	Correction de l'art�cle
Sylvie Le May :	Supervision et correction de l'art�cle
	Approbation de la version finale de l'art�cle

**Abstract**

**Background.** Adolescent idiopathic scoliosis (AIS) is among the most common spinal deformities affecting adolescents. The Scoliosis Research Society-22 questionnaire is commonly used to assess health-related quality of life in AIS patients, including pain.

**Objective.** To verify the psychometric properties of the Scoliosis Research Society-22 French version (SRS-22fv) questionnaire

**Methods.** A prospective methodological design was used to verify the psychometric properties of the French version of the SRS-22fv. Participants were initially recruited from the orthopaedic scoliosis department at Sainte-Justine Hospital (Montreal, Canada) and completed the SRS-22fv, and the SF-12 questionnaire. The SRS-22fv's structure was evaluated through principal component analysis (PCA). Linear regression was used to assess convergent validity between the SRS-22fv and the SF-12.

**Results.** Data was available from 352 participants with AIS. Most participants were female (87 % n=307) and the average aged was 14.3 (SD=1.8) years. The mean thoracic and lumbar Cobb angle were 27.9 (SD=3.3) and 23.6 (SD=9.4) degrees respectively. Overall, 71.4 % (n=252) of participants presented with spinal pain. About one-third (29 %) reported thoracic pain and almost half (44 %) experienced lumbar pain. The PCA identified four redundant items, which resulted in a modified 18-item questionnaire. In comparison to the original questionnaire, the modified version showed higher levels of internal consistency

for four of the five factors, explained a greater proportion of the total variance (63.3 %) and generated higher inter-item total correlations.

**Conclusion.** We propose a shorter version of the SRS-22fv, thus the Canadian SRS-18fv, which showed an improved internal consistency and scale structure compared to the original SRS-22fv. We believe that this modified version would be better suited to assess the quality of life of adolescents with idiopathic scoliosis.

**Keywords:** SRS-22, Adolescent Idiopathic Scoliosis, Reliability, Validity, Psychometrics

#### List of abbreviations

- AIS: Adolescent Idiopathic Scoliosis
- SRS: Scoliosis Research Society
- PCA: Principal Component Analysis
- SD: Standard Deviation
- HRQoL: Health-related Quality of Life

## **Background**

Adolescent idiopathic scoliosis (AIS) is among the most common spinal deformities affecting children and adolescents (1). Scoliosis is defined as a three-dimensional structural deformity of the spine associated with a lateral deviation greater than 10 degrees with a documented adolescent prevalence of 2–3% (2).

Initially developed by Haer et al (3) and the Scoliosis Research Society, the initial SRS-24 questionnaire was designed to evaluate disease-specific Health-Related Quality of Life (HRQoL) in AIS patients who were scheduled to undergo spinal fusion surgery. The original version of this questionnaire contained 24 items with an underlying structure of six different factors (pain, general self-image, postoperative self-image, postoperative function, function from back condition, general level of activity, and satisfaction). The SRS-24 underwent further refinement (4) and was modified to a 23-item questionnaire with five factors instead of six.

To obtain a more reliable disease-specific instrument, the SRS questionnaire was further modified to a 22-item version. (5, 6) The final version of this questionnaire (SRS-22r) was revised in 2006. (7) The SRS-22r includes 22 items distributed among five different factors (pain, self-image/appearance, function/activity, mental health, and satisfaction with management). Each component includes five items, except for the “satisfaction with management”, which only contains two items.

The SRS-22 has become one of the most widely used instruments in assessing the quality of care for individuals with scoliosis and has been validated in adolescent and adult

populations. (8, 9) It has been translated and adapted in multiple languages over the last decade (10-26) among which, a French-Canadian version (SRS-22fv) was developed and validated by Beauséjour et al. (18) in 2009. Several issues arise from that French validation study, particularly cross-loading of numerous items and items loading in factors that differed from the original English version. Hence, we consider that it would be important to reassess the psychometric properties of the SRS-22fv. The aim of this study was to verify the structure, reliability, and construct validity of the SRS-22fv.

## **Methods**

The present study is part of a larger prospective study examining back pain. (27) Overall, 500 consecutive participants were enrolled in the study, but completed SRS-22fv questionnaire data were only obtained from 352 participants, which met the requirement for factor analysis. The study took place at Sainte-Justine University Hospital Centre (Montreal, Canada), which is the largest mother and child centre in Canada, and received approval by the Institutional Research Ethics Board of Sainte-Justine's Research Centre. Questionnaires were completed by patients on their first or subsequent visit at the Scoliosis orthopaedic clinic from October 2014 until May 2015. Patients were included if they were aged between 10 and 17 years and had received a diagnosis of Adolescent Idiopathic Scoliosis with a spinal curve (Cobb angle) of at least 10 degrees. Patients were excluded if they had: 1) a spinal deformity other than AIS, 2) a congenital or acquired spinal abnormality, 3) previous spinal surgery, 4) a diagnosed of mental illness, or 5) sustained a significant spinal trauma within the last 12 months.



## **Analyses**

All analyses were performed with SPSS v22 (IBM, Armonk, NY, USA). According to instrument validation guidelines (28), 10 participants per item are needed to undertake a robust factor analysis. Considering that the SRS-22fv has 22 items, a minimum sample size of 220 participants was required.

The Adapted French Canadian SRS-22fv was summed and scored in agreement with the original English version on a 5-point Likert scale (5 = best; 1 = worst). As such, the minimum and maximum scores range from 5 to 25, except for the “Satisfaction with Management” domain, which contains only 2 items. Mean scores (calculated by adding the value of each item divided by the number of answered items), internal consistency, and ceiling and floor effects were calculated for each factor. Construct validity was assessed with multiple regression comparing corresponding factors of the SRS-22fv and SF-12 (29, 30).

Principal component analysis (31) with a Promax rotation was used to explore the structure of SRS-22fv. Items with loadings below 0.45, cross-loadings above 0.32 or inter-item correlations below 0.30 were individually deleted, and the component solution was then re-extracted. (32) Internal consistency was examined by calculating Cronbach’s Alpha for each factor and the total questionnaire score.

## **Results**

### **Characteristics of participants**

More than 70 % (352/500) of the participants returned a completed questionnaire and thus were eligible for analysis. Participants' characteristics are described in Table VIII. Most participants were female (87 %) (n=307), with a mean age of 14.3 (SD=1.8) years, and had a mean thoracic and lumbar Cobb angles of 26.6<sup>0</sup> (SD= 12.8) and 23.6 (SD=9.4) respectively. About one-third (31%, n=109) of the participants attended the orthopaedic clinic for the first time and almost half (40 %, n=142) were using braces.

### **Mean Score of SRS-22fv Factors**

Mean scores for each of the factors of the SRS-22fv are presented in Table IX. The total mean SRS-22fv score (4.14 [SD=0.45]) indicated that the participants, in general, had a high level of well-being. No floor effects were observed but moderate ceiling effects were noted for two factors (satisfaction with management and self-image).

### **Psychometric Properties of the SRS-22fv**

The psychometric properties of the SRS-22fv were considered through examining the loading of each item on discrete factors, item cross-loading between factors, inter-item correlations, item floor and ceiling effect, and communality values. The initial PCA (Table X) revealed that item 15 (*Are you and/or your family experiencing financial difficulties because of your back?*) had an inter-item correlation below 0.30. That item was deleted and the factors were re-extracted, which showed that item 12 (*Does your back limit your ability to do things around the house?*) cross-loaded and that item 18 (*Does your back*

*condition limit your going out with friends/family?*) did not load on any component. Item 18 was deleted and PCA was performed once again, which demonstrated that item 12 cross-loaded. After removing item 12 and re-extracting the factor solution, it was found that item 19 (*Do you feel attractive with your current back condition?*) was redundant since its inter-item correlation fell below 0.30. The next iteration of the PCA revealed that all remaining items strongly loaded on discrete factors and all inter-item correlations exceeded 0.30. This resulted in a revised 18-item questionnaire (Table XI) that explained more of the variance than the original SRS-22fv item questionnaire (63.3 % compared to 55.7 %). In addition, four of the scales, derived from the final factor solution demonstrated higher levels of internal consistency than the corresponding scales in the SRS-22fv (Table XII). Finally, for the revised 18-item questionnaire, the Kaiser-Meyer-Olkin value (0.87) was well above the minimum criterion of 0.5, and Bartlett test of sphericity was statistically significant ( $p=0.000$ ).

Table XIII displays the results of linear regression analysis undertaken to examine the convergent validity of the revised 18-item SRS. Results showed that the scales in the revised questionnaire were significantly associated with conceptually similar scales in the SF-12. These findings provide additional support to the factor structure of the revised questionnaire.

## **Discussion**

This study reexamined the psychometric properties of the adapted French-Canadian version of the SRS-22. Our results identified four redundant items in the SRS-22fv, which after

deletion improved the total variance explained by the five factors, while also enhancing the internal consistency of four of the five factors. Hence, our proposed SRS-18fv is more parsimonious and psychometrically robust than the SRS-22fv.

Adolescent idiopathic scoliosis evaluation is no longer viewed solely based on treatment procedures (observation, bracing, or surgery), but also requires assessment of health-related quality of life. (7, 33) The original SRS-22 questionnaire is currently widely utilized to assess HRQoL in adolescents with scoliosis, (10-26, 30, 34-42) but the findings of the present study indicate that our revised SRS-18fv may be more appropriate for the French Canadian adolescent population.

Our findings were consistent with the previous study by Beauséjour et al. (18) that validated the SRS-22 in a French Canadian population. Both our results and Beauséjour's (18) identified several cross-loading items and several items that loaded on factors that differed from the English version of the SRS-22. But Beauséjour et al. (18) did not delete poorly fitted items and re-extract the factors, which is inconsistent with psychometric guidelines. (32) The authors also noted that the SRS-22 was suitable to use without any revisions. In our view, however, the identification of poorly performing items in the present study and previous study underlines the need to use a revised questionnaire that defines health-related quality of life constructs of importance to adolescents with scoliosis in a clearly delineated manner.

Regarding the internal consistency, only one factor, “Function”, in the SRS-18fv had a Cronbach Alpha value below 0.70, the minimally acceptable level. (43) Other studies of the original SRS-22 and SRS-22fv also reported Cronbach Alpha values for the “function” factor that fell below the accepted value. (12, 26, 30, 35, 40) This suboptimal level of internal consistency suggests that items within this component may not all be clearly tapping the same construct. The lack of clear conceptual delineation might arise from the inclusion of terms like “labor” and “work” in the phrasing of the items. This wording may not be readily comprehended or deemed relevant by children and adolescents, particularly considering that one-third of our sample was aged 13 years or below.

Notably, items 4 and 17 of the SRS-18fv loaded on different factors than in the English version of the SRS-22, which may be influenced by differences in interpretation of the items following translation from English to French. Item 4: *“If you had to spend the rest of your life with your back shape as it is right now, how would you feel about it?”* originally associated with “Self-image” loaded on the “Pain” component. This inconsistency could be related to the meaning attributed to the term *“back shape”* in French. In the translated French version, the adolescents’ interpretation of this item might be more closely associated with “pain” than the actual “shape” of their back. Hence, item 4 in the French translation could be revised to be more congruent with the initial English meaning. Item 17: *“In the last 3 months have you taken any days off of work, including household work, or school because of back pain”* originally associated with “Pain” loaded on the “Function” component. This divergence in loading may result from the interpretation that pain and function are conceptually similar since they are related to physical limitations. These

interpretation issues suggest that it might be worthwhile to re-examine the content validity of the initial French version of the SRS-22.

In the previous validation study of the SRS-22fv (18) , construct validity was examined by performing Pearson correlations between the related SRS-22 and the SF-12 domains. However, the use of such correlations does not control for covariance and also increase the risk of type II errors. (44) In the present study, we established construct validity using linear regression, which controls for covariance and adjusts for multiple comparisons which result in a more robust assessment.

### **Study Limitations**

Several caveats should be considered in interpreting this study's findings. First, this study enrolled participants from a single institution, which may impact on the generalizability of the results. However, the institution from which participants were recruited is the most important mother and child centre in Quebec (Canada) and therefore receives a diversified adolescent population from many different regions of this province. Second, participants were all pre-surgical cases with a Cobb angle inferior to 45 degrees. Consequently, results should be interpreted with caution in a population with more severe Cobb angles. Third, the test-retest reliability of our revised questionnaire warrants examination in further studies. Finally, the construct validity of our revised questionnaire was assessed with the SF-12 questionnaire, which has yet to be validated in a French adolescent population.

### **Conclusion**

Our revised questionnaire is briefer and more psychometrically robust than the original version of the SRS-22fv. It provides clinicians and researchers with a better tool to understand the impact of scoliosis on adolescents' health-related quality of life.

<b>Table VIII. Characteristics of participants</b>			
	<b>ALL (n=352)</b>	<b>Girls (n=307)</b>	<b>Boys (n=45)</b>
<b>Age (mean) (SD)</b>	14.26 (1.76)	14.25 (1.73)	14.33 (1.93)
<b>Brace (yes) n (%)</b>	142.00 (40)	125.00 (41)	17.00 (38)
<b>First Visit (yes) (%)</b>	109.00 (31)	92.00 (30)	17.00 (38)
	Mean Cobb angle (SD) in degrees		
<b>Thoracic principal</b>	27.87 <sup>0</sup> (13.30)	27.93 <sup>0</sup> (13.37)	26.64 <sup>0</sup> (12.81)
<b>Thoraco-Lumbar</b>	23.93 <sup>0</sup> (11.14)	24.38 <sup>0</sup> (11.19)	21.00 <sup>0</sup> (10.90)
<b>Lumbar</b>	23.61 <sup>0</sup> (9.40)	23.72 <sup>0</sup> (9.15)	22.88 <sup>0</sup> (11.20)
	Angle of trunk rotation in degrees		
<b>Dorsal</b>	8.52 <sup>0</sup> (4.16)	8.40 <sup>0</sup> (4.15)	9.60 <sup>0</sup> (4.18)
<b>Lumbar</b>	7.20 <sup>0</sup> (4)	7.00 <sup>0</sup> (3.81)	8.60 <sup>0</sup> (5.4)
There were no statistical differences on all the variables between genders			

<b>Table IX. Mean scores per items among all the factors of the SRS22fv (n=352)</b>						
	Factors					
	Pain	Self-Image	Function	Mental health	Satisfaction with management	Total (1 – 22)
<b>Mean Score (SD)</b>	4.32 (0.65)	3.93 (0.62)	4.32 (0.41)	4.14 (0.66)	3.75 (0.89)	4.14 (0.45)
<b>SEM</b>	0.034	0.033	0.021	0.035	0.048	0.02
<b>% Floor</b>	0	0	0	0	1.7	
<b>% Ceiling</b>	22.8	5.4	0.9	11.1	17.1	
SEM : Standard error of the mean						

<b>Table X. Factor structure of the SRS-22fv</b>					
	1	2	3	4	5
<b>Q3:</b> During the past 6 months, have you been a very nervous person? *	<b>.757</b>	.168	-.063	-.082	-.076
<b>Q7:</b> In the past 6 months, have you felt so down in the dumps that nothing could cheer you up?	<b>.682</b>	.007	.034	.055	-.046
<b>Q13:</b> Have you felt calm and peaceful during the last six months?	<b>.753</b>	.087	-.114	-.034	.095
<b>Q16:</b> In the past six months, have you felt down hearted and blue?	<b>.845</b>	-.026	.070	.008	.052
<b>Q20:</b> Have you been a happy person during the past six months?	<b>.699</b>	-.030	.174	-.100	.026
<b>Q1:</b> Which of the following best describes the amount of pain you have experienced during the past 6 months?	.204	<b>.766</b>	-.147	.102	-.038
<b>Q2:</b> Which one of the following best describes the amount of pain you have experienced over the last month?	.179	<b>.807</b>	-.165	.126	-.001
<b>Q8:</b> Do you experience back pain when at rest?	.050	<b>.717</b>	.016	-.103	-.127
<b>Q11:</b> Which one of the following best describes your medication usage for your back?	-.174	<b>.479</b>	.076	.196	.096
<b>Q17:</b> In the past three months, have you taken any sick days from work/school due to back pain and, if so, how many?	-.166	<b>.333</b>	.001	.267	(.458)
<b>Q4:</b> If you had to spend the rest of your life with your back as it is right now, how would you feel about it?	-.002	(.486)	<b>.367</b>	.029	.008
<b>Q6:</b> How do you look in clothes?	.152	-.110	<b>.673</b>	.183	-.029
<b>Q10:</b> Which of the following best describes the appearance of your trunk, defined as the human body except for the head and extremities?	.021	.088	<b>.730</b>	.055	.000
<b>Q14:</b> Do you feel that your condition affects your personal relationships?	.275	-.093	<b>.383</b>	.196	.176
<b>Q19:</b> Do you feel attractive with your current back condition?	-.047	-.172	<b>.441</b>	.095	.181
<b>Q5:</b> What is your current level of activity?	-.031	-.052	.060	<b>.766</b>	-.105
<b>Q9:</b> What is your current level of work/school activity?	-.076	.130	.051	<b>.759</b>	.009
<b>Q12:</b> Does your back limit your ability to do things around the house?	.036	(.358)	-.003	<b>.539</b>	.038
<b>Q15:</b> Are you and/or your family experiencing financial difficulties because of your back?	.112	-.230	.117	<b>-.023</b>	(.777)
<b>Q18:</b> Does your back condition limit your going out with friends/family?	.029	-.165	.078	<b>.544</b>	(-.585)
<b>Q21:</b> Are you satisfied with the results of your back management?	-.117	(.422)	(.583)	-.198	<b>-.102</b>
<b>Q22:</b> Would you have the same management again if you had the same condition?	-.066	(.480)	(.484)	-.181	<b>-.018</b>
* <b>Questions from the original English version.</b> Bold indicates items of the original questionnaire Items in parenthesis ( ) represent items loading on the inappropriate factor as compared to the original English version					



**Table XI. Factor structure of the SRS-18fv**

	1	2	3	4	5
	MH	Pain	SI	Func	Satis
<b>Q3</b>	.726				
<b>Q7</b>	.749				
<b>Q13</b>	.764				
<b>Q16</b>	.837				
<b>Q20</b>	.584				
<b>Q1</b>		.877			
<b>Q2</b>		.863			
<b>Q4</b>		.439			
<b>Q8</b>		.795			
<b>Q11</b>		.476			
<b>Q6</b>			.849		
<b>Q10</b>			.779		
<b>Q14</b>			.719		
<b>Q5</b>				.749	
<b>Q9</b>				.795	
<b>Q17</b>				.599	
<b>Q21</b>					.846
<b>Q22</b>					.850

**% Explained Variance: 63.30%**  
**Residual  $\geq 0.05$ : 31%; Determinant=0.0001**  
(MH: Mental Health; SI: Self-Image; Func: Function;  
Satis: Satisfaction with Management)

**Table XII. Internal consistency comparison**

Factor	Current study		
	Beauséjour <sup>[164]</sup>	SRS-22fv	SRS-18fv
<b>Pain</b>	0.79	0.76	0.80
<b>Self-image</b>	0.67	0.66	0.74
<b>Function</b>	0.68	0.60	0.61
<b>Mental Health</b>	0.79	0.83	0.83
<b>Satisfaction with management</b>	0.69	0.71	0.71

**Table XIII. Convergent validity of the SRS-18fv with corresponding SF12 factors**

SF12	SRS-18fv ( $\beta$ , 95%CI)				
	Pain	Self-Image	Function	Mental Health	Satisfaction with Management
<b>Physical Functionning</b>	0.67; 0.19 – 1.15	0.59; 0.30 – 0.88			
<b>Role Functionning</b>	0.70; 0.31 – 1.08	0.54; 0.31 – 0.77			
<b>Bodily Pain</b>	1.00; 0.56 – 1.43	0.36; 0.10 – 0.62			0.45; 0.17 – 0.73
<b>General Health perception</b>		0.39; 0.17 – 0.62	-0.30; -0.49 – -0.11		
<b>Vitality</b>		0.64; 0.31 – 0.96			
<b>Social Functionning</b>		0.62; 0.33 – 0.92		0.59; 0.14 – 1.04	
<b>Role Emotional</b>		0.52; 0.29 – 0.75			
<b>Mental Health</b>		0.47; 0.25 – 0.69	-0.28; -0.46 – -0.09	0.68; 0.34 – 1.02	

Results not reported were not significant

## References

1. Goldberg MS, Mayo NE, Poitras B, Scott S, Hanley J: The Ste-Justine Adolescent Idiopathic Scoliosis Cohort Study. Part I: Description of the study. *Spine (Phila Pa 1976)* 1994, 19(14):1551-1561.
2. Weinstein S, Dolan L, Cheng J, Danielsson A, Morcuende J: Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet* 2008, 371:1527 - 1537.
3. Haheer TR, Gorup JM, Shin TM, Homel P, Merola AA, Grogan DP, Pugh L, Lowe TG, Murray M: Results of the Scoliosis Research Society instrument for evaluation of surgical outcome in adolescent idiopathic scoliosis. A multicenter study of 244 patients. *Spine (Phila Pa 1976)* 1999, 24(14):1435-1440.
4. Asher MA, Min Lai S, Burton DC: Further development and validation of the Scoliosis Research Society (SRS) outcomes instrument. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000, 25(18):2381-2386.
5. Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B: The reliability and concurrent validity of the scoliosis research society-22 patient questionnaire for idiopathic scoliosis. *Spine (Philadelphia, Pa 1976)* 2003, 28(1):63-69.
6. Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B: Discrimination validity of the scoliosis research society-22 patient questionnaire: relationship to idiopathic scoliosis curve pattern and curve size. *Spine (Philadelphia, Pa 1976)* 2003, 28(1):74-78.
7. Asher MA, Lai SM, Glattes RC, Burton DC, Alanay A, Bago J: Refinement of the SRS-22 Health-Related Quality of Life questionnaire Function domain. *Spine (Phila Pa 1976)* 2006, 31(5):593-597.

8. Glattes RC, Burton D, Lai S, Frasier E, Asher M: The reliability and concurrent validity of the Scoliosis Research Society-22r patient questionnaire compared with the Child Health Questionnaire-CF87 patient questionnaire for adolescent spinal deformity. *Spine (Philadelphia, Pa 1976)* 2007, 32(16):1778-1784.
9. Bridwell KH, Cats-Baril W, Harrast J, Berven S, Glassman S, Farcy JP, Horton WC, Lenke LG, Baldus C, Radake T: The validity of the SRS-22 instrument in an adult spinal deformity population compared with the Oswestry and SF-12: a study of response distribution, concurrent validity, internal consistency, and reliability. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005, 30(4):455-461.
10. Bago J, Climent JM, Ey A, Perez-Grueso FJ, Izquierdo E: The Spanish version of the SRS-22 patient questionnaire for idiopathic scoliosis: transcultural adaptation and reliability analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2004, 29(15):1676-1680.
11. Monticone M, Carabalona R, Negrini S: Reliability of the Scoliosis Research Society-22 Patient Questionnaire (Italian version) in mild adolescent vertebral deformities. *Europa medicophysica* 2004, 40(3):191-197.
12. Alanay A, Cil A, Berk H, Acaroglu RE, Yazici M, Akcali O, Kosay C, Genc Y, Surat A: Reliability and validity of adapted Turkish Version of Scoliosis Research Society-22 (SRS-22) questionnaire. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005, 30(21):2464-2468.
13. Zhao L, Zhang Y, Sun X, Du Q, Shang L: The Scoliosis Research Society-22 questionnaire adapted for adolescent idiopathic scoliosis patients in China: reliability and validity analysis. *Journal of Children's Orthopaedics* 2007, 1(6):351-355.

14. Cheung KM, Senkoylu A, Alanay A, Genc Y, Lau S, Luk KD: Reliability and concurrent validity of the adapted Chinese version of Scoliosis Research Society-22 (SRS-22) questionnaire. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007, 32(10):1141-1145.
15. Hashimoto H, Sase T, Arai Y, Maruyama T, Isobe K, Shouno Y: Validation of a Japanese version of the Scoliosis Research Society-22 Patient Questionnaire among idiopathic scoliosis patients in Japan. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007, 32(4):E141-146.
16. Glowacki M, Misterska E, Laurentowska M, Mankowski P: Polish adaptation of scoliosis research society-22 questionnaire. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009, 34(10):1060-1065.
17. Antonarakos PD, Katranitsa L, Angelis L, Paganas A, Koen EM, Christodoulou EA, Christodoulou AG: Reliability and validity of the adapted Greek version of scoliosis research society - 22 (SRS-22) questionnaire. *Scoliosis* 2009, 4:14.
18. Beausejour M, Joncas J, Goulet L, Roy-Beaudry M, Parent S, Grimard G, Forcier M, Lauriault S, Labelle H: Reliability and validity of adapted French Canadian version of Scoliosis Research Society Outcomes Questionnaire (SRS-22) in Quebec. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009, 34(6):623-628.
19. Niemeyer T, Schubert C, Halm HF, Herberts T, Leichtle C, Gesicki M: Validity and reliability of an adapted german version of scoliosis research society-22 questionnaire. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009, 34(8):818-821.
20. Rosanova GC, Gabriel BS, Camarini PM, Gianini PE, Coelho DM, Oliveira AS: Concurrent validity of the Brazilian version of SRS-22r with Br-SF-36. *Rev Bras Fisioter* 2010, 14(2):121-126.

21. Mousavi SJ, Mobini B, Mehdian H, Akbarnia B, Bouzari B, Askary-Ashtiani A, Montazeri A, Parnianpour M: Reliability and validity of the persian version of the scoliosis research society-22r questionnaire. *Spine (Phila Pa 1976)* 2010, 35(7):784-789.
22. Lee JS, Lee DH, Suh KT, Kim JI, Lim JM, Goh TS: Validation of the Korean version of the Scoliosis Research Society-22 questionnaire. *Eur Spine J* 2011, 20(10):1751-1756.
23. Leelapattana P, Keorochana G, Johnson J, Wajanavisit W, Laohacharoensombat W: Reliability and validity of an adapted Thai version of the Scoliosis Research Society-22 questionnaire. *J Child Orthop* 2011, 5(1):35-40.
24. Danielsson AJ, Romberg K: Reliability and validity of the Swedish version of the Scoliosis Research Society-22 (SRS-22r) patient questionnaire for idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2013, 38(21):1875-1884.
25. Schlosser TP, Stadhouders A, Schimmel JJ, Lehr AM, van der Heijden GJ, Castelein RM: Reliability and validity of the adapted Dutch version of the revised Scoliosis Research Society 22-item questionnaire. *The spine journal : official journal of the North American Spine Society* 2014, 14(8):1663-1672.
26. Haidar RK, Kassak K, Masrouha K, Ibrahim K, Mhaidli H: Reliability and validity of an adapted Arabic version of the Scoliosis Research Society-22r Questionnaire. *Spine (Phila Pa 1976)* 2015, 40(17):E971-977.
27. Theroux J, Le May S, Hebert JJ, Labelle H: Back Pain Prevalence is Associated with Curve-type and Severity in Adolescents with Idiopathic Scoliosis: A Cross-sectional Study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2016.

28. Worthington RL, Whittaker TA: Scale Development Research: A Content Analysis and Recommendations for Best Practices. *The Counseling Psychologist* 2006, 34(6):806-838.
29. Beausejour M, Roy-Beaudry M, Goulet L, Labelle H: Patient characteristics at the initial visit to a scoliosis clinic: a cross-sectional study in a community without school screening. *Spine (Phila Pa 1976)* 2007, 32(12):1349-1354.
30. Lonjon G, Ilharreborde B, Odent T, Moreau S, Glorion C, Mazda K: Reliability and validity of the French-Canadian version of the scoliosis research society 22 questionnaire in France. *Spine (Phila Pa 1976)* 2014, 39(1):E26-34.
31. Beavers AS, Lounsbury, John W., Richards, Jennifer K., Huck, Schuyler W., Slolits, Gary J. & Esquivel, Shelley L.: Practical Considerations for Using Exploratory Factor Analysis in Educational Research. *Practical Assessment, Research&Evaluation* 2013, 18(6).
32. Hair JF, Black, William C., Babin, Barry J., Anderson, Rolph E.: Multivariate data analysis, 7th edn. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall; 2010.
33. Graham B, Green A, James M, Katz J, Swiontkowski M: Measuring Patient Satisfaction in Orthopaedic Surgery. *The Journal of Bone & Joint Surgery* 2015, 97(1):80-84.
34. Climent JM, Bago J, Ey A, Perez-Grueso FJ, Izquierdo E: Validity of the Spanish version of the Scoliosis Research Society-22 (SRS-22) Patient Questionnaire. *Spine (Phila Pa 1976)* 2005, 30(6):705-709.

35. Monticone M, Baiardi P, Calabro D, Calabro F, Foti C: Development of the Italian version of the revised Scoliosis Research Society-22 Patient Questionnaire, SRS-22r-I: cross-cultural adaptation, factor analysis, reliability, and validity. *Spine (Phila Pa 1976)* 2010, 35(24):E1412-1417.
36. Li M, Wang CF, Gu SX, He SS, Zhu XD, Zhao YC, Zhang JT: Adapted simplified Chinese (mainland) version of Scoliosis Research Society-22 questionnaire. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009, 34(12):1321-1324.
37. Camarini PM, Rosanova GC, Gabriel BS, Gianini PE, Oliveira AS: The Brazilian version of the SRS-22r questionnaire for idiopathic scoliosis. *Braz J Phys Ther* 2013, 17(5):494-505.
38. Adobor R, Rimeslatten S, Keller A, Brox J: Repeatability, reliability, and concurrent validity of the SRS-22 and EuroQol in patients with adolescent Idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009.
39. Adobor RD, Rimeslatten S, Keller A, Brox JI: Repeatability, reliability, and concurrent validity of the scoliosis research society-22 questionnaire and EuroQol in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2010, 35(2):206-209.
40. Qiu G, Qiu Y, Zhu Z, Liu Z, Song Y, Hai Y, Luo Z, Liu Z, Zhang H, Lv G *et al*: Re-evaluation of reliability and validity of simplified Chinese version of SRS-22 patient questionnaire: a multicenter study of 333 cases. *Spine (Phila Pa 1976)* 2011, 36(8):E545-550.



41. Sathira-Angkura V, Pithankuakul K, Sakulpipatana S, Piyaskulkaew C, Kunakornsawat S: Validity and reliability of an adapted Thai version of Scoliosis Research Society-22 questionnaire for adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)* 2012, 37(9):783-787.
42. Potoupnis M, Papavasiliou K, Kenanidis E, Pellios S, Kapetanou A, Sayegh F, Kapetanios G: Reliability and concurrent validity of the adapted Greek version of the Scoliosis Research Society-22r Questionnaire. A cross-sectional study performed on conservatively treated patients. *Hippokratia* 2012, 16(3):225-229.
43. DeVellis RF: Scale development : theory and applications, 3rd edn. Los Angeles, Calif.: SAGE; 2012.
44. Cohen J, Cohen P, West SG, Aiken LS: Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences: Routledge; 2013.

## Chapitre 6

### *Article 4 – Spinal Manipulative Therapy for Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review*

Ce chapitre inclut le quatrième article qui a été soumis à la revue “Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics” au mois d’août 2016. Ce manuscrit répond à l’objectif 4 de cet ouvrage.

Les auteurs :

Théroux Jean, D.C., PhD(c)<sup>1,2</sup>

Stomski Norman, PhD<sup>2</sup>

Losco Christine Dominique, M(Chiro), PGCert (ed).<sup>2</sup>

Khadra Christelle, RN, PhD(c)<sup>1,3</sup>

Labelle Hubert, MD<sup>1,4</sup>

Le May Sylvie, RN, PhD<sup>1,3</sup>

Les affiliations des auteurs

(1) Research Center, Sainte-Justine University Hospital Center, Montreal, Quebec, Canada

(2) Murdoch University, School of Health Profession, Murdoch, WA, Australia

(3) Faculty of Nursing, University of Montreal, Montreal, Quebec, Canada

(4) Faculty of Medicine, University of Montreal, Montreal, Canada

## Contribution des auteurs

Jean Théroux:	Recension des écrits
	Recherche et collecte des données
	Analyses statistiques
	Rédaction et soumission de l'article
Norman Stomski :	Correction de l'article et révision statistique
	Recherche et collecte des données
Christine Dominique Losco:	Correction de l'article
Christelle Khadra :	Correction de l'article
Hubert Labelle :	Correction de l'article
Sylvie Le May :	Supervision et correction de l'article
	Approbation de la version finale de l'article

**Abstract****Objective**

A systematic review was undertaken to establish the effectiveness of spinal manipulative therapy for adolescent idiopathic scoliosis.

**Methods**

Specific search strategies were developed for PubMed, CINAHL, and CENTRAL. Studies were included if they were prospective trials that evaluated spinal manipulative therapy for adolescent idiopathic scoliosis. Data were extracted and assessed by two independent reviewers. Cochrane risk of bias tools were used to assess the quality of the included studies. Data were reported qualitatively as heterogeneity prevented statistical pooling.

**Results**

Four studies satisfied the inclusion criteria and were critically appraised. The findings of the included studies indicated that spinal manipulative therapy might be effective for preventing curve progression or reducing Cobb angle. However, the lack of controls and small sample sizes precluded robust estimation of the interventions' effect size.

**Conclusion**

There is currently insufficient evidence to establish whether spinal manipulative therapy may be beneficial for adolescent idiopathic scoliosis. The results of the included studies suggest that spinal manipulative therapy may be a promising treatment for adolescent idiopathic scoliosis, but these studies were all at substantial high risk of bias. Further high-

quality studies are warranted to conclusively determine if spinal manipulative therapy may be effective in the management of adolescent idiopathic scoliosis.

Keywords: Spinal Manipulation, Scoliosis, Adolescent, Cobb Angle, Systematic Review

## **Background**

Adolescent idiopathic scoliosis represents a greater than 10 degrees three-dimensional spinal deviation occurring in adolescents 10 years or older (1). The etiology of this condition remains unknown and its documented prevalence ranges from 1 to 3% (2). While scoliosis can remain stable in some adolescents throughout their growth period, it can progress in others and needs to be adequately managed.

Proper management of adolescent idiopathic scoliosis focus on the prevention of curve progression and respiratory dysfunction, reduction of dorsal pain, and improving aesthetics (3). Appropriate management usually comprises 1) observation with a small curve <25 degrees 2) bracing or special intensive inpatient rehabilitation for curves between 25 and 45 degrees, and 3) surgical correction when the curve has progressed beyond 45 degrees (4). Observation usually encompasses 6 to 12 months in-clinic evaluation and in some cases radiological assessment (5).

Special Inpatient Rehabilitation comprises a combination of therapeutic intervention and exercises as an inpatient hospital program, and is typically recommended for curvatures of 30 to 40 degrees, with or without the addition of bracing (3). This treatment approach, however, requires an extensive hospital stay, which may be unsuitable for some young people to undertake.

Bracing has been shown to significantly decrease the risk of progression in high-risk curves (6). However, several issues can impact bracing compliance, including poor self-

esteem and body image resulting from the brace's unpleasant cosmetic appearance, discomfort associated with pressure points or inclement weather, and impeded range of movement (7). Given the reluctance of substantial numbers of adolescents to use bracing, it is warranted to establish whether alternatives to bracing may be effective in the management of adolescent idiopathic scoliosis.

Guidelines developed by the Scoliosis Research Society suggest that spinal manipulative therapy may be beneficial in the management of adolescent idiopathic scoliosis (8). Studies have shown that spinal manipulative therapy is commonly used by young people for the management of musculoskeletal disorders (9). Whether adolescents with scoliosis use spinal manipulative therapy is unknown, but it would seem likely that it is the case. Hence, it is timely to systematically review the evidence regarding the effectiveness of spinal manipulative therapy for adolescent idiopathic scoliosis. The objective of this systematic review was to assess the effectiveness of spinal manipulative therapy for adolescent idiopathic scoliosis.

## **Methods**

The reporting of this review accorded with the PRISMA recommendations.

### ***Search Strategy***

The implementation of the search strategies and selection of studies is displayed in Figure 9. Electronic search strategies were constructed to identify English or French language studies that examined spinal manipulative therapy for Adolescent Idiopathic Scoliosis. PubMed, CINAHL, and CENTRAL databases were searched from inception to

June 2016. Specific search strategies used in PubMed, CINAHL, and CENTRAL are presented in Appendix 1. Two reviewers independently screened the titles and abstracts for the studies identified through these searches to ascertain potentially relevant studies that examined spinal manipulative therapy for adolescent idiopathic scoliosis. The reference lists in these identified studies were also reviewed to identify other potentially relevant studies. Full text copies of all potentially relevant studies were retrieved and considered for inclusion in this review.

### ***Selection Criteria***

Studies were included if they were prospective trials that evaluated spinal manipulative therapy for adolescent scoliosis. It was originally intended to only include randomised controlled trials because that study design was best suited to address this systematic review objective. However, a preliminary review of the literature indicated that a scant number of relevant randomised controlled trials were available. Therefore, any type of single arm prospective study or prospective study that compared the effectiveness of spinal manipulative therapy to either sham treatment or other interventions of established efficacy was included in this review. Spinal manipulative therapy was defined as a “hands-on” therapy applied to the spine, including both manipulation and mobilisation, commonly delivered by chiropractors, osteopaths, or manual therapists (10). Mobilisation consists of low-grade velocity, small- or large-amplitude passive movement techniques within the joints range of motion and control. On the other hand, manipulation involves high velocity impulses or thrusts directed at a synovial joint over a short amplitude close to, or at, the end of the passive or physiological range of motion (10). Adolescent idiopathic scoliosis was



defined as a spinal deviation greater than 10 degrees in adolescents aged between 10 to 17 years old. Studies were excluded if they were published in languages other than English or French.

### ***Data Extraction***

A data extraction form was piloted to ensure consistency in interpretation of the data. Two reviewers independently extracted data from the included studies.

### ***Outcome Measures***

The selection of outcome measures included in this review were based on consensus recommendations developed by the Scoliosis Research Society and Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment (11). The primary outcome of interest was change in Cobb angle. Secondary outcomes included aesthetics, pain intensity, physical disability, quality of life, and adverse events. In line with the consensus recommendations, we considered outcomes in terms of the following time periods: very short term; short term (at least 12 months of treatment); end of bone growth (Risser +3/4); end of treatment (at treatment discontinuation); and final results at full-bone maturity (11).

### ***Assessment of Risk of Bias for Included Studies***

Two reviewers independently assessed risk of bias of the included studies using the Cochrane Bias Methods Group's criteria for randomised controlled trials (12), and the Effective Practice and Organisation of Care's criteria for non-randomised trials (13). Disagreements in the risk of bias were resolved through consensus.

### ***Data Analysis***

All data were double extracted into spreadsheets and then compared between reviewers to ensure consistency. Study heterogeneity prevented statistical pooling, and hence data were reported qualitatively.

### ***Grading the Strength of Evidence***

The overall strength of the evidence was assessed using the GRADE Working Group grades of evidence (14). These grades are as follows:

- High quality: Further research is very unlikely to change our confidence in the estimate of effect.
- Moderate quality: Further research is likely to have an important impact on our confidence in the estimate of effect and may change the estimate.
- Low quality: Further research is very likely to have an important impact on our confidence in the estimate of effect and is likely to change the estimate.

## **Results**

### ***Study Selection***

The electronic search strategies identified 143 potentially relevant studies, and two additional potentially relevant studies were identified through hand searching (Figure 9). After the screening of titles and abstracts, 19 full text studies were retrieved and considered for inclusion (15-33). Of these studies, four satisfied the eligibility criteria and were included in this systematic review (16, 22, 25, 29).

### ***Study Characteristics***

Table XIV displays the included studies' characteristics. One study (25) was a randomized controlled pilot study, and the other three studies were non-randomized trials. Cobb angle was the primary outcome in all studies. The interventions in three of the studies (16, 22, 25) were similar, but differed considerably from the fourth study (29). Treatment duration varied substantially. In one study (16) interventions were administered three times per week over eight weeks; in another study interventions were provided three times per week during the first month, twice per week during the second month, once per week during the third and fourth months, and twice per month over the fifth and sixth months. (22) Interventions in another study were delivered two or three times per week for patients at high risk of progression, one or two times per week for patients at medium risk, and weekly or fortnightly for patients at low risk. (29) In the remaining study (25) interventions were delivered in an intensive inpatient admission of up to six weeks, followed by return treatments of three to six weeks duration. The studies samples comprised 5, 6, 42, and 156 participants.

### ***Risk of Bias Assessment***

Table XV displays the risk of bias assessment across the included studies. In terms of the randomized controlled pilot study (25), the study was found to be at low risk of selection, performance, and attrition bias; unclear risk of detection bias; and high risk of other sources bias, particularly as the low number of participants in the study meant that the effect size could not be robustly established.

For the non-randomized trials (16, 22, 29), all studies were at low risk of bias for data collection effect and selective reporting, and all studies were at high risk of bias for intervention effect pre-specification and other sources of bias. Two studies (16, 22) were at high risk of bias, and the third (29) was at low risk of bias for intervention independence. Incomplete outcome data was a low risk of bias for two studies (16, 22) and unclear risk of bias for the third study (29). Two studies (22, 29) were at low risk of bias, and the third (16) was at unclear risk, of blinding bias.

### ***Analysis***

Aside from the common use of spinal manipulative therapy, the included studies differed substantially in terms of study populations and treatment durations. Statistical pooling was not undertaken because of the heterogeneity between studies. The results of the included studies are summarized in the following section and displayed in Table XIV.

### ***Chiropractic Spinal Manipulation***

In one study (16) without a control group, chiropractic spinal manipulation combined with soft tissue therapy resulted in a mean reduction in the Cobb angle of 8.8 degrees after four weeks, and 10.2 degrees after eight weeks. In another study (25) involving chiropractic spinal manipulation combined with soft tissue therapy, no change in the Cobb angle was observed in the control group after six months, whereas the intervention group experienced 0, 4, and 7 Cobb angle degree reductions in the thoracic, thoracic-lumbar, and lumbar regions respectively. In the remaining study (22) involving chiropractic spinal

manipulation, the mean reduction in the Cobb angle was 0.5 degrees, in a period ranging from 6.5 to 28 months subsequent to baseline.

### ***Physiotherapy***

One study (29) matched two independent treatment groups by age and sex and compared no treatment in one group to the tailored use of osteopathic manipulation, soft tissue therapy, traction, acupuncture, and exercise in the other group. For those aged less than 12 years, 71.2 % of the untreated group experienced an increase of the Cobb angle of more than five degrees, whereas 46.6 % in the intervention group experienced the same degree of progression in the Cobb angle. Among those aged 12-14, 55.8 % of the untreated group experienced an increase of the Cobb angle of more than five degrees, whereas 30.5 % in the intervention group experienced the same degree of progression in the Cobb angle.

### ***Adverse events***

Adverse events were only detailed in one of the included studies (25), which noted that two benign reactions were reported over the course of the study.

### ***Overall Strength of the Evidence***

The overall strength of the evidence was low. In particular, the lack of control groups in two of the studies (16, 22), and small number of participants in three of the studies (16, 22, 25), meant that estimates of the effect size were likely to change subsequent to further studies.

## **Discussion**

The results of the included studies suggest that spinal manipulative therapy may be promising for the management of adolescent idiopathic scoliosis. However, the small number of participants in three of the included studies (16, 22, 25) meant that there was insufficient power to achieve a robust estimation of the interventions' effect size. In addition, the lack of control group in two of those studies (16, 22) also increases uncertainty around the interventions' effect size. In the other included study (29), which had an adequate sample size, the manner in which the outcomes were reported, precluded the calculation of the intervention's effect size. Hence, controlled, adequately powered studies are required to establish whether spinal manipulative therapy may be beneficial in the management of idiopathic adolescent scoliosis.

Authoritative recommendations for the assessment of scoliosis research outcomes have been recently developed (11). These recommendations note that the following outcomes should be routinely evaluated: aesthetical concerns, curve progression, disability, pain, and quality of life. Of these, the only outcome reported in the studies included in this review was curve progression. Further studies therefore need to capture a broader range of outcomes to ensure the development of a more complete understanding of the manner in which spinal manipulative therapy affects the lives of young people who experience adolescent idiopathic scoliosis. Moreover, to facilitate statistical pooling of data, researchers should use standardized outcome measures, recommended by the Scoliosis Research Society and Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment (11).

In all but one of the studies included in this review (22), spinal manipulative therapy was administered along with other adjunct therapies. While the concurrent use of therapies may reflect pragmatic clinical practice, it does not allow for the isolation of the specific effect of spinal manipulative therapy in clinical trials. Hence, further studies should determine the specific effect of spinal manipulative therapy for adolescent idiopathic scoliosis through the use of a study design that involves only administering spinal manipulative therapy in one of the treatment arms.

The benefit of any therapy also needs to be considered in light of its adverse consequences (34). Only one of the studies (25) included in this review reported adverse events. Therefore, additional studies that examine the effectiveness of spinal manipulative therapy for adolescent idiopathic scoliosis should routinely capture information about adverse events in order to weigh the benefit against the risk of treatment (35).

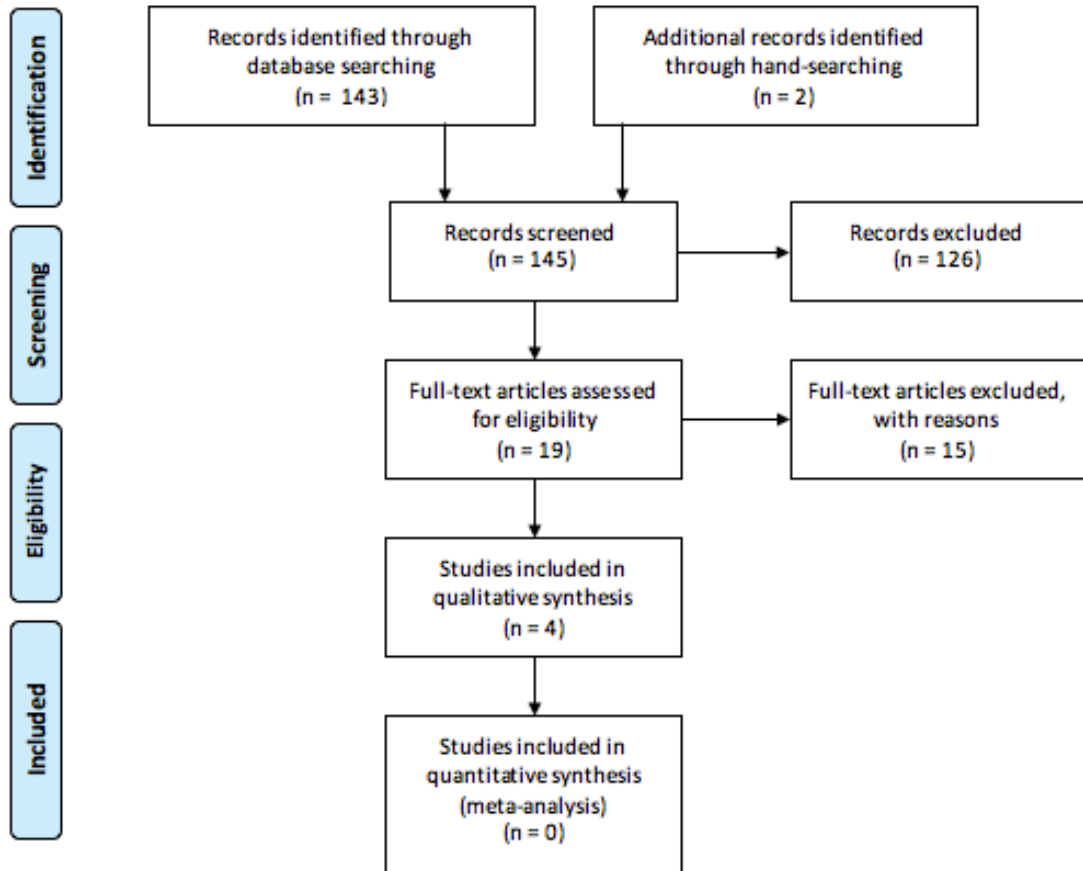
Limitations associated with the search strategy need to be considered in the interpretation of the present study's findings. The search strategy was limited to PubMed, CINAHL, and CENTRAL, and therefore relevant studies indexed only in other databases may have been omitted from this review. In addition, the non-indexed literature was not searched, which may also have resulted in the omission of relevant studies. Nonetheless, in our view the search strategy used in this review did not exclude a body of literature large enough to alter the conclusion that spinal manipulative therapy for idiopathic scoliosis remains an inadequately researched area.

**Conclusion**

There is currently insufficient evidence to establish whether spinal manipulative therapy effectively reduces curve severity in adolescent idiopathic scoliosis. The results of the included studies suggest that spinal manipulative therapy may be a promising treatment for adolescent idiopathic scoliosis, but these studies were all at substantial high risk of bias. Hence, high-quality studies are warranted to determine if spinal manipulative therapy may be beneficial in the management of adolescent idiopathic scoliosis.



Figure 9: Prisma diagram of the study selection process



<b>Table XIV. Characteristics of included studies</b>						
<b>Study</b>	<b>Design</b>	<b>Study Sample</b>	<b>Intervention</b>	<b>Outcome Measures</b>	<b>Follow Up Period</b>	<b>Outcome</b>
<b>Byun et al (16)</b>	Pre/Post Intervention	4 males, 1 female; mean age= 11.8 years; mean Cobb angle= 11.2 <sup>0</sup>	Chiropractic manipulation + soft tissue therapy	Cobb angle	4 wks & 8 wks	Cobb angle significantly reduced at 4 wks and at 8 wks.
<b>Rowe et al (25)</b>	Randomised Controlled Pilot Study	5 females, 1 male; mean thoracic Cobb angle= 18 <sup>0</sup> , mean thoracic-lumbar Cobb angle= 26, mean lumbar angle= 23 <sup>0</sup> mean age= 14.0 years;	Chiropractic manipulation + soft tissue therapy	Cobb angle; Scoliosis Quality of Life Index	6 months	No change in thoracic Cobb angle. Thoracic-lumbar Cobb angle reduced by 4 degrees, lumbar Cobb angle reduced by 7 degrees. Significance unassessed.
<b>Weiss et al (29)</b>	Pre/Post Intervention	156 females, 25 males; mean age unreported, age ranged from 9 to 15; mean Cobb angle= 27 <sup>0</sup>	Exercise + soft tissue therapy + traction + osteopathic manipulation + acupuncture	Cobb angle	At least 12 months post baseline	Compared to untreated group, intervention group significantly less likely to experience progression in Cobb angle of more than 5 degrees.
<b>Lantz &amp; Chen (22)</b>	Pre/Post Intervention	26 females, 16 males; mean age unreported, age ranged from 6-17; data were only extracted for the 10-17 year olds (adolescents); Cobb angle range = 6 <sup>0</sup> – 20 <sup>0</sup>	Chiropractic manipulation	Cobb angle	12 months	No significant reduction in Cobb angle.

<b>Table XV. Risk of Bias Across the Included Studies</b>							
	Random Sequence Generation (Selection Bias)	Allocation Concealment (Selection Bias)	Blinding of Participants (Performance Bias)	Blinding of Outcome Assessment (Detection Bias)	Incomplete Outcome Data (Attrition Bias)	Other Sources of Bias	
<b>Rowe et al. 2006</b>	+	+	+	?	+	-	
	Intervention Independence	Intervention Effect Pre Specification	Blinding	Selective Reporting	Incomplete Outcome Data	Data Collection Effect	Other Sources of Bias
<b>Byun et al. 2016</b>	-	-	?	+	+	+	-
<b>Lantz &amp; Chen 2001</b>	+	-	+	+	+	+	-
<b>Weiss et al. 2003</b>	-	-	+	+	?	+	-
(+ ) Low risk of Bias; (-) High risk of Bias; (?) Unclear							

Appendix 1  
Search strategy

**PubMed Search Strategy**

(Chiropractic[MH] OR Manipulation, Osteopathic[MH] OR Musculoskeletal Manipulations[MH] OR Chiropractic OR Joint Mobilization\* OR Manipulative OR Activator OR Manual Therap\* OR “Muscle Strengthening” OR “Muscle Stretching” OR Myofascial\* OR Osteopathic Manipulation\* OR “Proprioceptive Neuromuscular Facilitation” OR Spinal Manipulation\* OR “Static Stretching” OR Trigger Point\* OR Exercise Movement Techniques[MH] OR Exercise Therapy[MH] OR Manipulation, Orthopedic[MH] OR Massage[MH] OR Muscle Relaxation[MH] OR Muscle Stretching Exercises[MH] OR Osteopathic Medicine[MH] OR Traction[MH] OR “Exercise Therapy” OR “Joint Range of Motion” OR Joint Stabilization\* OR Manipulation\* OR Manual Intervention\* OR “Massage” OR Mobilization\* OR Motor Control\* OR “Muscle Relaxation” OR “Muscle Strength Training” OR Neurodynamic\* OR “Orthopedic Manipulation” OR Osteopathic\* OR “Osteopathic Medicine” OR “Passive Range of Motion” OR “Passive Stretching” OR “Physical Therapy” OR Physiotherapy OR PNF OR Postural OR Postural Adjustment\* OR “Postural Balance” OR “Postural Control” OR “Postural Stability” OR “Range of Motion” OR Stabilization\* OR Thrust\* OR Traction) **AND** ((clinical[Title/Abstract] AND trial[Title/Abstract]) OR clinical trials as topic[MeSH Terms] OR clinical trial[Publication Type] OR random\*[Title/Abstract] OR random allocation[MeSH Terms] OR therapeutic use[MeSH Subheading]) **AND** ("Adolescent"[Mesh] OR Adolescent\* OR Adolescence OR Child\* OR Juvenile OR "Young Adult"[Mesh] OR “Young Adult” OR “Young Person” OR “Young People” OR “Youth\*” or “Teen\*”) **AND** (Scoliosis[Mesh] OR “Cobb angle” OR "Spinal Curvatures"[Mesh] OR Scoliosis)

**CENTRAL Search Strategy**

- #1 MeSH descriptor: [Chiropractic] explode all trees
- #2 MeSH descriptor: [Musculoskeletal Manipulations] explode all trees 2301
- #3 MeSH descriptor: [Physical Therapy Modalities] explode all trees
- #4 MeSH descriptor: [Massage] explode all trees
- #5 activator
- #6 MeSH descriptor: [Trigger Points] explode all trees
- #7 MeSH descriptor: [Muscle Stretching Exercises] explode all trees
- #8 MeSH descriptor: [Traction] explode all trees
- #9 MeSH descriptor: [Range of Motion, Articular] explode all trees
- #10 MeSH descriptor: [Osteopathic Physicians] explode all trees
- #11 #1 or #2 or #3 or #4 or #5 or #6 or #7 or #8 or #9 or #10
- #12 MeSH descriptor: [Clinical Trial] explode all trees 396
- #13 MeSH descriptor: [Randomized Controlled Trial] explode all trees
- #14 MeSH descriptor: [Prospective Studies] explode all trees
- #15 MeSH descriptor: [Retrospective Studies] explode all trees
- #16 MeSH descriptor: [Case-Control Studies] explode all trees
- #17 #12 or #13 or #14 or #15 or #16
- #18 MeSH descriptor: [Adolescent] explode all trees
- #19 MeSH descriptor: [Young Adult] explode all trees
- #20 MeSH descriptor: [Child] explode all trees
- #21 youth
- #22 teen
- #23 #18 or #19 or #20 or #21 or #22
- #24 MeSH descriptor: [Scoliosis] explode all trees
- #25 MeSH descriptor: [Spinal Curvatures] explode all trees
- #26 cobb angle
- #27 #24 or #25 or #26
- #28 #23 and #17 and #11 and #27

### CINHAL Search Strategy

((MH "Clinical Trials+") OR PT Clinical trial OR TX clinic\* n1 trial\* OR TX ( (singl\* n1 blind\*) or (singl\* n1 mask\*) ) or TX ( (doubl\* n1 blind\*) or (doubl\* n1 mask\*) )or TX ( (tripl\* n1 blind\*) or (tripl\* n1 mask\*) ) or TX ( (trebl\* n1 blind\*) or (trebl\* n1 mask\*) ) OR TX randomi\* control\* trial\* OR (MH "Random Assignment") OR TX random\* allocat\* OR TX placebo\* OR (MH "Placebos") OR (MH "Quantitative Studies") OR TX allocat\* random\*) AND ((MM "Chiropractic") OR (MH "Manual Therapy+") or (MH "Joint Mobilization") OR (MH "Exercise Therapy: Joint Mobility (Iowa NIC)") or TX activator or (MH "Muscle Strengthening+") or (MH "Myofascial Release") OR (MH "Trigger Point") OR (MH "Stretching") OR (MH "Neuromuscular Facilitation") OR TX proprioceptive neuromuscular facilitation OR (MH "Stretching") OR (MH "Reflex, Stretch") OR TX static stretching OR (MH "Trigger Point") OR (MH "Therapeutic Exercise+") OR (MH "Massage+") OR (MH "Neuromuscular Massage") OR (MH "Sports Massage") OR (MH "Massage Therapists") OR (MH "Deep Tissue Massage") OR (MH "Traction") OR (MH "Therapeutic Exercise+") OR (MH "Range of Motion (Saba CCC)") OR (MH "Range of Motion") OR TX motor control OR (MH "Muscle Relaxation") OR (MH "Exercise Test, Muscular+") OR (MH "Motion Therapy, Continuous Passive") OR (MH "Range of Motion") OR (MH "Motion Therapy, Continuous Passive") OR (MH "Range of Motion") OR (MH "Physical Therapy+") OR (MH "Movement+") OR (MH "Balance, Postural") or (MH "Posture+") OR (MH "Balance, Postural") OR (MH "Movement+") OR (MH "Exercise Positions+") OR (MH "Stability") OR (MH "Traction Care (Iowa NIC)") AND ((MH "Adolescence+") OR (MH "Child+") OR TX juvenile OR (MH "Young Adult")) AND ((MH "Scoliosis+") OR (MH "Spinal Curvatures+") OR TX cobb angle

## References

1. Wong HK, Tan KJ. The natural history of adolescent idiopathic scoliosis. *Indian journal of orthopaedics*. 2010;44(1):9-13. doi: 10.4103/0019-5413.58601. PubMed PMID: 20165671; PubMed Central PMCID: PMC2822427.
2. Weinstein S, Dolan L, Cheng J, Danielsson A, Morcuende J. Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet*. 2008;371:1527 - 37. PubMed PMID: doi:10.1016/S0140-6736(08)60658-3.
3. Negrini S, Aulisa AG, Aulisa L, Circo AB, de Mauroy JC, Durmala J, et al. 2011 SOSORT guidelines: Orthopaedic and Rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis*. 2012;7:3-. doi: 10.1186/1748-7161-7-3. PubMed PMID: PMC3292965.
4. Fusco C, Donzelli S, Lusini M, Salvatore M, Zaina F, Negrini S. Low rate of surgery in juvenile idiopathic scoliosis treated with a complete and tailored conservative approach: end-growth results from a retrospective cohort. *Scoliosis*. 2014;9:12. doi: 10.1186/1748-7161-9-12. PubMed PMID: 25177356; PubMed Central PMCID: PMCPMC4149041.
5. Choudhry MN, Ahmad Z, Verma R. Adolescent Idiopathic Scoliosis. *The Open Orthopaedics Journal*. 2016;10:143-54. doi: 10.2174/1874325001610010143. PubMed PMID: PMC4897334.
6. Weinstein SL, Dolan LA, Wright JG, Dobbs MB. Effects of Bracing in Adolescents with Idiopathic Scoliosis. *The New England journal of medicine*. 2013;369(16):1512-21. doi: 10.1056/NEJMoa1307337. PubMed PMID: PMC3913566.

7. Schiller JR, Thakur NA, Ebersson CP. Brace management in adolescent idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(3):670-8. doi: 10.1007/s11999-009-0884-9. PubMed PMID: 19484317; PubMed Central PMCID: PMCPMC2816747.
8. Scoliosis Research Society. Treating Scoliosis 2016 [12/10/2016]. Available from: <http://www.srs.org/patients-and-families/conditions-and-treatments/adolescents/treating-scoliosis>.
9. Hawk C, Schneider MJ, Vallone S, Hewitt EG. Best Practices for Chiropractic Care of Children: A Consensus Update. *J Manipulative Physiol Ther.* 2016. doi: 10.1016/j.jmpt.2016.02.015. PubMed PMID: 27040034.
10. Rubinstein SM, Terwee CB, Assendelft WJ, de Boer MR, van Tulder MW. Spinal manipulative therapy for acute low back pain: an update of the cochrane review. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013;38(3):E158-77. Epub 2012/11/22. doi: 10.1097/BRS.0b013e31827dd89d. PubMed PMID: 23169072.
11. Negrini S, Hresko TM, O'Brien JP, Price N. Recommendations for research studies on treatment of idiopathic scoliosis: Consensus 2014 between SOSORT and SRS non-operative management committee. *Scoliosis.* 2015;10:8. Epub 2015/03/18. doi: 10.1186/s13013-014-0025-4. PubMed PMID: 25780381; PubMed Central PMCID: PMC4360938.
12. Higgins JPG, S. *Cochrane handbook for Systematic Reviews of Interventions.* March 2011 (Version 5.1.0): Chapter 8.
13. Cochrane Effective Practice and Organisation of Care. EPOC-specific resources for review authors 2016 [10/6/2016]. Available from: <http://epoc.cochrane.org/epoc-specific-resources-review-authors>



14. Andrews JC, Schunemann HJ, Oxman AD, Pottie K, Meerpohl JJ, Coello PA, et al. GRADE guidelines: 15. Going from evidence to recommendation-determinants of a recommendation's direction and strength. *Journal of clinical epidemiology*. 2013;66(7):726-35. Epub 2013/04/11. doi: 10.1016/j.jclinepi.2013.02.003. PubMed PMID: 23570745.
15. Blicharska I, Brzek A, Durmala J. Short-term effect (ATR, Kasperczyk's Scale, chest's mobility) of using of physiotherapy method in the treatment of AIS - pilot study. *Stud Health Technol Inform*. 2012;176:387-92. Epub 2012/06/30. PubMed PMID: 22744536.
16. Byun S, Han D. The effect of chiropractic techniques on the Cobb angle in idiopathic scoliosis arising in adolescence. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(4):1106-10. Epub 2016/05/18. doi: 10.1589/jpts.28.1106. PubMed PMID: 27190435; PubMed Central PMCID: PMC4868195.
17. Chromy CA, Carey MT, Balgaard KG, Iaizzo PA. The potential use of axial spinal unloading in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a case series. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2006;87(11):1447-53 7p. PubMed PMID: 105920526. Language: English. Entry Date: 20080104. Revision Date: 20150711. Publication Type: Journal Article.

18. Diab AA. The role of forward head correction in management of adolescent idiopathic scoliotic patients: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2012;26(12):1123-32 10p. doi: 10.1177/0269215512447085. PubMed PMID: 104438153. Language: English. Entry Date: 20121116. Revision Date: 20150711. Publication Type: Journal Article.
19. Diab AA. The role of forward head correction in management of adolescent idiopathic scoliosis patients: a randomized controlled trial. *DC Tracts*. 2013;25(2):8- 1p. PubMed PMID: 107952888. Language: English. Entry Date: 20130913. Revision Date: 20150712. Publication Type: Journal Article.
20. El-Sayyad M, Conine TA. Effect of exercise, bracing and electrical surface stimulation on idiopathic scoliosis: a preliminary study. *International Journal of Rehabilitation Research*. 1994;17(1):70-4 5p. PubMed PMID: 107416673. Language: English. Entry Date: 19950801. Revision Date: 20150820. Publication Type: Journal Article.
21. Kamali F, Shirazi SA, Ebrahimi S, Mirshamsi M, Ghanbari A. Comparison of manual therapy and exercise therapy for postural hyperkyphosis: A randomized clinical trial. *Physiotherapy Theory & Practice*. 2016;32(2):92-7 6p. doi: 10.3109/09593985.2015.1110739. PubMed PMID: 113251695. Language: English. Entry Date: 20160305. Revision Date: 20160608. Publication Type: Article. Journal Subset: Allied Health.

22. Lantz CA, Chen J. Effect of chiropractic intervention on small scoliotic curves in younger subjects: a time-series cohort design. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 2001;24(6):385-93. Epub 2001/08/22. doi: 10.1067/mmt.2001.116419. PubMed PMID: 11514815.
23. Negrini S, Zaina F, Romano M, Negrini A, Parzini S. Specific exercises reduce brace prescription in adolescent idiopathic scoliosis: a prospective controlled cohort study with worst-case analysis. *Journal of Rehabilitation Medicine (Stiftelsen Rehabiliteringsinformation)*. 2008;40(6):451-5 5p. PubMed PMID: 105765631. Language: English. Entry Date: 20080711. Revision Date: 20150819. Publication Type: Journal Article.
24. Noh DK, You JS, Koh JH, Kim H, Kim D, Ko SM, et al. Effects of novel corrective spinal technique on adolescent idiopathic scoliosis as assessed by radiographic imaging. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2014;27(3):331-8. Epub 2013/12/24. doi: 10.3233/bmr-130452. PubMed PMID: 24361823.
25. Rowe DE, Feise RJ, Crowther ER, Grod JP, Menke JM, Goldsmith CH, et al. Chiropractic manipulation in adolescent idiopathic scoliosis: a pilot study. *Chiropractic & osteopathy*. 2006;14:15. Epub 2006/08/23. doi: 10.1186/1746-1340-14-15. PubMed PMID: 16923185; PubMed Central PMCID: PMC1560145.
26. Stanton JH, Findley GL. Lateral electrical surface stimulation... scoliosis. *Rehabilitation Nursing*. 1985;10(6):16-8 3p. PubMed PMID: 107568128. Language: English. Entry Date: 19860301. Revision Date: 20150712. Publication Type: Journal Article.

27. Villafaña JH, Silva GB, Dughera A. Manipulative and rehabilitative therapy as a treatment of idiopathic scoliosis without psychological sequelae: a case report. *Journal of Chiropractic Medicine*. 2012;11(2):109-14 6p. doi: 10.1016/j.jcm.2012.02.001. PubMed PMID: 108127659. Language: English. Entry Date: 20120810. Revision Date: 20150820. Publication Type: Journal Article.
28. Weiss H, Klein R. Improving excellence in scoliosis rehabilitation: a controlled study of matched pairs. *Pediatric Rehabilitation*. 2006;9(3):190-200 11p. PubMed PMID: 106206014. Language: English. Entry Date: 20070105. Revision Date: 20150711. Publication Type: Journal Article.
29. Weiss H, Weiss G, Petermann F. Incidence of curvature progression in idiopathic scoliosis patients treated with scoliosis in-patient rehabilitation (SIR): an age- and sex-matched controlled study. *Pediatric Rehabilitation*. 2003;6(1):23-30 8p. PubMed PMID: 106882717. Language: English. Entry Date: 20070101. Revision Date: 20150711. Publication Type: Journal Article.
30. Weiss HR. The progression of idiopathic scoliosis under the influence of a physiotherapy rehabilitation programme. *Physiotherapy*. 1992;78(11):815-21 7p. PubMed PMID: 107470361. Language: English. Entry Date: 19930901. Revision Date: 20150712. Publication Type: Journal Article.
31. Weiss HR, Weiss G. Curvature progression in patients treated with scoliosis in-patient rehabilitation--a sex and age matched controlled study. *Stud Health Technol Inform*. 2002;91:352-6. PubMed PMID: 15457754.

32. Williams MA, Heine PJ, Williamson EM, Toye F, Dritsaki M, Petrou S, et al. Active Treatment for Idiopathic Adolescent Scoliosis (ACTivATeS): a feasibility study. *Health technology assessment (Winchester, England)*. 2015;19(55):1-242. Epub 2015/07/23. doi: 10.3310/hta19550. PubMed PMID: 26200118; PubMed Central PMCID: PMC4781300.
33. Zakaria A, Hafez AR, Buragadda S, Melam GR. Stretching Versus Mechanical Traction of the Spine in Treatment of Idiopathic Scoliosis. *Journal of Physical Therapy Science*. 2012;24(11):1127-31 5p. PubMed PMID: 104318370. Language: English. Entry Date: 20130312. Revision Date: 20150820. Publication Type: Journal Article.
34. Walker BF, Losco B, Clarke BR, Hebert J, French S, Stomski NJ. Outcomes of usual chiropractic, harm & efficacy, the ouch study: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2011;12:235. Epub 2011/11/02. doi: 10.1186/1745-6215-12-235. PubMed PMID: 22040597; PubMed Central PMCID: PMC4781300.
35. Walker BF, Hebert JJ, Stomski NJ, Clarke BR, Bowden RS, Losco B, et al. Outcomes of usual chiropractic. The OUCH randomized controlled trial of adverse events. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38(20):1723-9. Epub 2013/06/20. doi: 10.1097/BRS.0b013e31829fefe4. PubMed PMID: 23778372.

## Chapitre 7 — Discussion et conclusion

Les objectifs de cette thèse visaient en premier lieu à approfondir les connaissances quant aux maux de dos ressentis par les adolescents affligés d'une scoliose idiopathique et de déterminer la possible existence d'une relation entre la douleur exprimée par ces patients et la scoliose présente. De plus, cette thèse explorait la psychométrie du questionnaire le plus fréquemment utilisé chez ces patients soit le questionnaire SRS-22 ; cette thèse évaluait finalement les possibles prises en charge alternatives de gestion de la douleur chez les patients atteints de scoliose idiopathique. Le présent chapitre expose une synthèse des éléments de discussion ainsi que les forces et les limites de la présente thèse.

Les douleurs au dos chez les adolescents avec une scoliose idiopathique ont jusqu'à présent fait l'objet de très peu d'études [10, 11, 98-103]. Parmi les études qui ont évalué spécifiquement la prévalence des douleurs au dos chez les patients avec SIA, nous retrouvons majoritairement des études avec devis rétrospectif [10, 100-102] et seulement deux études avec un devis prospectif [11, 98]. De plus, l'état des patients évalués dans ces études variait quant à la sévérité de leur courbure. En effet, certains avaient des courbures de faible amplitude [101] ne nécessitant pas d'intervention immédiate alors que d'autres étaient en attente d'une intervention chirurgicale correctrice [99, 102, 103]. Enfin, les instruments de mesure utilisés étaient soit absents, soit différents d'une étude à l'autre. Néanmoins, toutes ces études ont pavé le chemin à une certaine compréhension des douleurs au dos chez ces patients et ont servi à étoffer les objectifs un et deux de cette thèse. Dans le but de mieux évaluer ces douleurs, plusieurs outils de mesure ont été conçus, dont le questionnaire SRS-22.

L'objectif trois visait à revoir l'aspect psychométrique du questionnaire SRS-22. Ce dernier fait partie des instruments de mesure les plus couramment utilisés pour évaluer les douleurs et la qualité de vie des patients scoliotiques. Il permet au clinicien d'obtenir des informations complémentaires à son examen clinique et sert aussi à vérifier l'efficacité de la prise en charge qui a été recommandée. Cet instrument a été adapté et traduit en français-canadien en 2009 [164]. Il démontre toutefois certaines faiblesses dans sa structure, comme le rapportent plusieurs chercheurs, particulièrement pour le domaine de la douleur et celui de la fonction [151, 152, 154, 156, 164, 167, 169, 170, 173, 174].

Les enfants et les adolescents qui souffrent de maux de dos consultent de plus en plus les professionnels de la santé qui utilisent des approches alternatives comme les thérapies manuelles [234-238]. Il serait donc logique de croire que les adolescents affligés par une scoliose idiopathique et souffrant de maux de dos seraient eux aussi enclins à consulter ces professionnels pour la gestion de leur douleur ou de leur scoliose. Cette hypothèse a été validée avec l'objectif quatre.

## **7.1 La prévalence des douleurs au dos chez les adolescents**

Les deux premiers objectifs de cette thèse, présentés aux chapitres trois et quatre, visaient à évaluer la prévalence des douleurs au dos chez les adolescents affligés par une scoliose idiopathique, de façon rétrospective et prospective. De plus, ces objectifs visaient à établir l'existence possible d'une relation entre la douleur et la présence d'une scoliose.

La première étude, faisant l'objet du chapitre trois de cette thèse, a permis d'évaluer la prévalence des douleurs au dos chez les adolescents avec scoliose idiopathique,

d'examiner de quelle façon ces douleurs étaient rapportées au dossier du patient, d'évaluer le type de prise en charge recommandée par le clinicien traitant et d'évaluer l'existence d'une possible relation entre la douleur, son intensité et la localisation et la sévérité de la scoliose.

Une étude rétrospective [239] a été conduite au CHU de Sainte-Justine où un total de 310 dossiers d'adolescents diagnostiqués avec une SIA ont été examinés. Cette étude a permis de constater que la mention de douleurs au dos était présente dans près de la moitié soit 47,3 % des dossiers examinés. La région lombaire étant la plus souvent mentionnée. La narration de la douleur variait grandement selon le clinicien et la région fautive était mentionnée dans moins de 40 % du temps. Même si la douleur exprimée variait de légère à modérée dans la majorité des cas, l'intensité de la douleur était rapportée au dossier dans seulement 21 % des dossiers. Moins de 20 % des adolescents ayant exprimé une douleur avaient une prise en charge documentée au dossier. La présence d'une scoliose en région dorsale augmentait la probabilité que le patient exprime aussi des douleurs à cette région ( $p = 0,015$ ). La sévérité de la scoliose n'avait néanmoins aucun effet sur l'intensité de la douleur présente.

La deuxième étude, faisant l'objet du chapitre quatre de cette thèse, a permis d'évaluer la prévalence de la douleur au dos chez une population d'adolescents avec un SIA. Cette prévalence a été établie à l'aide d'instruments de mesure appropriés. Notre étude a aussi permis d'approfondir la relation douleur-scoliose.

Une étude prospective [240] conduite au CHU-Sainte-Justine entre octobre 2014 et mai 2015 a recruté 500 adolescents dont 68 % exprimaient une douleur au dos, évaluée par



le questionnaire concis de la douleur [241] ; les douleurs les plus fréquemment rapportées se situaient dans les régions lombaire et dorsale. La sévérité de la scoliose en région dorsale ou lombaire était significativement associée à la sévérité de la douleur exprimée par les adolescents ( $p=0,000$ ). Le port d'un corset était significativement associé à une diminution de la douleur, toutes régions vertébrales confondues. Dans tous les cas, l'intensité de la douleur était légère, avec une valeur moyenne de 1,63 (SD=1,89) telle qu'évaluée avec l'échelle numérique de la douleur. L'incapacité documentée était légère, avec une valeur moyenne de 1,73 (SD=2,8) selon le questionnaire Roland Morris [242]. La présence d'une scoliose en région proximale dorsale, dorsale et lombaire était significativement associée à la sévérité de la douleur exprimée ( $p=<0,035$ ).

La majorité des études recensées qui se sont attardées au thème de la douleur chez les adolescents scoliotiques avaient un devis rétrospectif [10, 100, 102] et aucune de ces études n'a jeté un regard critique sur la façon dont les douleurs étaient rapportées au dossier, ou évalué le type de prise en charge recommandée pour ces adolescents exprimant des douleurs.

Dans la population générale, l'existence d'une discordance entre la douleur exprimée par les patients et celle reconnue par le clinicien et mentionnée à leur dossier clinique ne représente pas un phénomène récent et cet écart a fait l'objet de maintes publications [243-247]. Cette divergence a aussi été notée chez les patients scoliotiques : Landman et coll. [103] précisent que 77,9 % des patients en attente d'une opération avec arthrodesse rapportaient de la douleur, alors que seulement 44 % des cliniciens impliqués dans la gestion de ces patients en reconnaissaient l'existence. Cette discordance peut avoir

comme effet d'influencer négativement la prévalence des douleurs rapportées parmi les études rétrospectives. La perception de la douleur chez les jeunes patients est complexe et comprend plusieurs aspects dont : 1) l'aspect physiologique, 2) l'aspect psychologique, 3) l'aspect comportemental et 4) l'aspect développemental [248]. Cette complexité a mené à l'élaboration de plusieurs échelles de mesure et l'utilisation de ces instruments permet d'obtenir une appréciation plus réelle des douleurs qu'expriment ces patients. En milieu clinique, ces outils peuvent être utilisés pour prioriser et identifier l'état de santé du patient, faciliter la communication entre le patient et son clinicien, identifier des problèmes de santé secondaires et améliorer les décisions cliniques et l'efficacité d'un traitement [249].

Dans le cadre de notre deuxième étude, nous avons été à même de constater que depuis les 20 dernières années, seulement deux études avaient utilisé un devis prospectif [11, 98] et une seule d'entre elles avait un groupe comparatif [98]. Néanmoins, ces recherches, incluant la nôtre, s'accordent pour dire que la prévalence des douleurs rapportée est supérieure à celle rencontrée chez les adolescents sains [1]. Parmi les deux études recensées, une seule a tenté d'évaluer une possible relation entre les douleurs et la courbure [11] sans toutefois être en mesure de confirmer cette corrélation.

Dans un autre ordre d'idées, Clark et coll. [101] évaluent l'impact des scoliozes de faible amplitude sur la qualité de vie des patients qui présentaient cette pathologie. Les résultats de cette étude s'accordent avec les nôtres, suggérant l'existence d'un lien direct entre l'intensité de la douleur et l'amplitude de la courbure, lorsque celle-ci se retrouve en région thoracique et lombaire. Finalement, tout comme certaines études antérieures le

confirment [11, 102], le port du corset chez ces patients a eu un effet modérateur sur l'intensité de la douleur.

Dans l'ensemble, les trois études recensées [11, 98, 101] confirment notre hypothèse, à savoir que les douleurs au dos sont plus fréquentes chez les adolescents avec scoliose idiopathique que chez les adolescents sains. Les résultats de notre étude suggèrent cependant l'existence d'un lien entre non seulement l'intensité de la douleur exprimée chez les patients et la sévérité de la courbure, mais aussi sa localisation, particulièrement aux niveaux thoracique et lombaire.

À la lumière de ce qui précède, et devant le lien évident entre les douleurs exprimées chez les adolescents sains et celles ressenties à l'âge adulte [81, 250-252], il serait important de revoir l'évaluation clinique des patients adolescents avec SIA afin de mieux détecter la présence de douleurs dans le but d'améliorer la prise en charge du patient.

Quant aux limites de nos études [239, 240], elles se situaient, entre autres dans : 1) les devis utilisés, 2) le manque de groupe comparatif pour la deuxième étude et finalement 3) le fait que le recrutement pour ces deux études a été effectué au même centre hospitalier.

Bien que le devis transversal soit approprié pour estimer la prévalence d'une maladie dans une population et à un moment déterminé, ce type de devis ne permet pas de mesurer la tendance d'une maladie [253]. De plus, ce devis permet de déterminer de possibles associations, comme nous l'avons démontré dans nos deux premières études, entre la douleur et la courbure, sans toutefois prétendre à une relation cause à effet. Considérant les limites du devis transversal il est impossible de savoir si les douleurs exprimées par les adolescents recrutés étaient de natures aiguës, chroniques ou récurrentes.

Cette information serait importante à connaître, car on reconnaît l'influence que les douleurs chroniques ont sur la qualité de vie de ces patients [254]. Dans le but de combler les lacunes de ce devis, et de mieux saisir la tendance des douleurs, l'utilisation d'un devis longitudinal serait recommandé. D'ailleurs, nous réaliserons sous peu une étude longitudinale chez des adolescents avec SIA dans le but de mieux comprendre la tendance des douleurs. Les participants seront suivis sur une période de 12 mois et devront répondre à deux questions sur la présence et l'intensité de leurs douleurs au dos. Le suivi sera assuré par message texte toutes les deux semaines.

Une deuxième limite importante de ces études porte sur le recrutement des participants. Même si le CHU-Sainte-Justine représente le plus important centre mère-enfant au Canada, il serait prudent de considérer les résultats obtenus dans ce contexte et d'éviter de les généraliser. Il est par ailleurs possible que certains participants recrutés ayant une condition autre qu'une scoliose aient pu être inclus dans notre échantillon, augmentant indirectement la prévalence de la douleur au dos. La grande taille de l'échantillon de ces deux études ainsi que l'utilisation d'instruments de mesure mieux adaptés pour évaluer la douleur permettent néanmoins de minimiser l'ampleur d'un tel biais de sélection.

## **7.2 La validation du questionnaire SRS-22fv**

Le troisième objectif de cette thèse, présenté au chapitre cinq, avait pour objet d'évaluer les caractéristiques psychométriques de la version canadienne-française du questionnaire SRS-22 par Beauséjour et coll. [164], version identifiée par l'acronyme SRS-22fv. Nous avons aussi tenté de voir s'il était possible d'en améliorer la structure puisque le questionnaire SRS-22 fait partie des instruments de mesure les plus couramment utilisés

chez les adolescents avec scoliose idiopathique, évaluant la qualité de vie de ces patients et incluant entre autres l'évaluation de la douleur au dos.

La qualité de vie fait référence à la capacité fonctionnelle au quotidien, incluant la douleur, ainsi qu'à la perception du bien-être. [255]. Selon l'Organisation mondiale de la santé, la qualité de vie revêt un aspect multidimensionnel englobant l'aspect physique, émotionnel et social [256]. L'évaluation de la qualité de vie des patients avec SIA revêt donc de nos jours autant d'importance que l'évaluation clinique de ceux-ci [143, 148]. Au CHU Sainte-Justine, où le recrutement de nos deux premières recherches a eu lieu, tous les patients complètent systématiquement le SRS-22fv.

Nous avons donc utilisé les données recueillies au cours de notre deuxième étude, alors que 352 patients sur les 500 recrutés avaient rempli le questionnaire dans son entièreté. Le score moyen de l'ensemble des 352 questionnaires était de 4,14 (SD=0.45), indiquant que l'ensemble des participants ressentait un haut niveau de bien-être. L'aspect psychométrique du questionnaire a été évalué en fonction de différents critères soient : 1) le poids de chaque variable sur chacun des facteurs, 2) l'analyse des variables à chargement croisé, 3) la corrélation intervariable, et 4) les valeurs de la variance commune des variables.

Les résultats de notre étude soulèvent des interrogations quant à la validité de construit de cet instrument, particulièrement quant à son analyse factorielle. Malheureusement, peu d'études ayant adapté le questionnaire SRS-22 [152, 156, 164, 166, 167, 173, 174] en ont vérifié la structure factorielle et parmi les études qui ont effectué cette analyse aucune ne rapporte la matrice et les poids factoriels associés ; de plus, la taille

d'échantillon de ces études varie de 86 à 223 participants. Seulement trois études [152, 167, 174] rapportent le seuil inférieur des poids factoriels utilisés lors de leur analyse. Nous discuterons ici de certains aspects de l'analyse factorielle des deux études qui ont validé le SRS-22fv [152, 164], notamment : 1) la taille échantillonnale, 2) la valeur des poids factoriels ainsi que la valeur des poids des questions à chargement croisés (cross-loading) et 3) la pertinence de certaines questions retrouvées dans la version canadienne-française du SRS-22.

Malgré l'existence d'une divergence quant à la taille idéale pour procéder à l'analyse factorielle, plusieurs auteurs soutiennent que celle-ci devrait avoir un minimum de 300 participants ou un ratio de 10 participants par question [172, 257-259]. Le nombre de participants inclus dans l'étude de Beauséjour [164] était de 145 alors que Lonjon [152] en avait 175. Ces tailles d'échantillons étaient donc inférieures à ce qui est suggéré. L'utilisation d'une trop petite taille d'échantillonnage comporte certains risques, car les corrélations inter-items peuvent être influencées simplement par la chance. De plus, la représentativité de l'échantillon peut différer de celle de la population cible [260].

D'ailleurs, Costello et Osborne [261] ont procédé à l'analyse factorielle d'une étude antérieure [262], en variant le ratio participant/élément de 2:1 à 20:1. Les auteurs concluent qu'un ratio plus élevé reproduit plus fidèlement la structure factorielle initiale de l'étude avec un nombre inférieur de questions incorrectement classifiées. La valeur des poids factoriels utilisés lors de l'analyse est un autre aspect qui doit être pris en compte.

Certains critères existent afin de procéder au retrait ou au maintien de questions lors de l'analyse factorielle [172]. Parmi ces critères, on retrouve la valeur limite inférieure du

poids factoriel acceptable d'un élément, ainsi que celle entraînant l'exclusion de questions qu'on retrouve sur plus d'un facteur (chargement croisé, *ou cross-loading*). Ni l'étude de Lonjon ni celle de Beauséjour ne rapportent ces valeurs limites en chargement croisé. Seule l'étude de Lonjon et coll. [152] rapporte la valeur minimale du poids factoriel, soit une valeur de 0,45, que nous avons aussi utilisée pour notre étude [263]. Cette valeur est bien au-delà du seuil communément accepté de 0,32 [258]. Or, selon Comrey et Lee [264] et Tabachnick et Fidell [259], le danger associé à une valeur seuil trop peu élevée réside dans le fait que ces variables ne représentent plus correctement la structure analysée. Steven [265] recommande l'interprétation du seuil d'inclusion de 0,4 en valeur absolue. En calculant le carré de cette valeur, on obtient une valeur explicative d'environ 16 % de variance de la variable.

Selon Beaton et coll. [266], l'adaptation culturelle d'un instrument est aussi importante que sa traduction. Ce faisant, certains éléments doivent parfois faire l'objet de modifications ou doivent simplement être exclus pour mieux refléter l'aspect culturel tout en maintenant les propriétés psychométriques de l'instrument faisant l'objet de cette adaptation.

En comparant les études de Beauséjour [164] et Lonjon [152] à la nôtre, on constate que les quatre items qui ont fait l'objet d'une suppression dans notre étude, soient les questions 12, 15, 18 et 19, étaient aussi problématiques dans ces études. Ces éléments présentaient soit un poids factoriel élevé sur plus d'un facteur (cross-loading), soit n'étaient attribués à aucun facteur ou encore étaient redondants. La suppression de ces éléments dans notre étude a permis d'obtenir une version abrégée de ce questionnaire, le SRS-18fv. La

question 12 « Votre dos limite-t-il votre capacité à faire des choses à la maison ? » avait un poids factoriel important pour deux facteurs, soient la « *Fonction* » et la « *Douleur* » dans l'étude de Beauséjour et représentait le facteur « *État psychologique* » dans l'étude de Lonjon. La question 15 « *Est-ce qu'un membre de votre famille ou vous-même avez des difficultés financières dues à votre problème de dos ?* » n'a pas obtenu un poids factoriel supérieur à la valeur minimale acceptable dans l'étude de Beauséjour. La question 18 « *Vos sorties sont-elles plus ou moins fréquentes que celles de vos amis ?* » obtenait un poids factoriel important dans l'étude de Lonjon pour le facteur « *Image de soi* ». Finalement, la question 19 « *Vous sentez-vous attirante pour une autre personne avec votre problème de dos actuel ?* » obtenait un poids factoriel inférieur à la valeur minimale acceptable, pour ces deux études [152, 267].

Les quatre éléments exclus peuvent présenter des difficultés d'interprétation ou représenter un concept qui, chez les adolescents, ne présente pas une grande importance pour eux, particulièrement chez les jeunes adolescents (11 à 13 ans). En effet, Lonjon et Beauséjour rapportent qu'environ le quart des participants recrutés étaient âgés de moins de 13 ans, alors que notre étude en comptait environ le tiers.

Enfin, l'étude de Beauséjour contient six questions pour le domaine « *Douleur* » alors que celle de Lonjon en comprend trois. Cette différence pourrait être conséquente au poids factoriel minimal utilisé dans l'étude de Beauséjour. En effet, Lonjon a utilisé un poids minimal de 0,45. Malheureusement, Beauséjour ne rapporte pas cette valeur. En transposant la même valeur que Lonjon a utilisée dans son étude, les résultats de Beauséjour seraient similaires à ceux de Lonjon pour ce domaine. L'utilisation de cette



valeur minimale aurait fait en sorte d'exclure les questions 11 « *Choisissez l'expression décrivant le mieux l'utilisation de médicaments pour votre dos* » et 17 « *Au cours des trois (3) derniers mois, combien de jours vous êtes-vous absenté du travail ou de l'école pour un mal de dos ?* ».

À la lumière de ce qui précède et selon les critères décrits, cinq itérations ont été effectuées dans notre étude afin d'arriver à la version définitive abrégée, le SRS-18fv, comportant 18 questions. Cette version révisée possède une meilleure variance explicative, soit 63,3 % comparativement à 47,4 % pour la version originale (SRS-22fv), ainsi qu'elle est traduite et adaptée pour le Canada francophone. De plus, quatre des domaines de la version révisée possèdent une validité interne supérieure lorsque comparés aux domaines correspondants du SRS-22fv.

### **7.3 Les manipulations vertébrales chez les adolescents avec SIA**

Le quatrième objectif de cette thèse, présenté au chapitre six, consistait à compiler et à évaluer les évidences reliées à l'utilisation des manipulations vertébrales chez les patients avec SIA.

Cette revue systématique a permis de recenser 143 études potentielles, en plus d'inclure deux autres études retrouvées dans la liste bibliographique de ces 143 publications. Parmi toutes ces études, quatre répondaient aux critères d'inclusion de notre revue systématique, dont une étude clinique pilote randomisée et trois études non randomisées.

Mis à part le traitement par manipulations vertébrales, les études recensées différaient autant quant à la population incluse qu'à la période de traitement analysé. Dans

deux de ces études, aucun groupe contrôle n'était présent et le nombre de participants était faible dans trois des études. Notre revue systématique nous a donc permis de constater le peu de recherches disponibles sur les manipulations vertébrales chez les adolescents avec SIA, la faiblesse des études recensées ainsi que leur très grande hétérogénéité.

Notre étude démontre aussi qu'il y a pour le moment un manque d'évidence appuyant l'efficacité des manipulations vertébrales pour altérer la courbure de la scoliose chez les adolescents qui en souffrent.

D'ailleurs, la « Scoliosis Research Society (SRS) » en accord avec les plus récentes évidences [268, 269], ne recommande pas l'utilisation des thérapies manuelles, telles que les manipulations vertébrales, pour le traitement de la scoliose ayant pour but d'en altérer la courbure. Toutefois, cette Société reconnaît et mentionne sur son site internet les bienfaits que les manipulations vertébrales peuvent apporter aux patients dans la réduction des symptômes pouvant découler de la présence d'une scoliose [232]. Malgré le manque d'évidences appuyant cette approche, et compte tenu de la grande utilisation des différents médias sociaux et d'internet, il serait logique de penser que les adolescents avec SIA et leurs parents seraient tentés d'avoir recours à cette approche lorsqu'il y a présence de douleurs. Il serait important que des études solides soient développées afin de combler cette lacune scientifique.

En raison de ce manque de preuves reliées à l'utilisation des manipulations vertébrales chez les patients avec SIA, nous avons jugé opportun de jeter un regard critique sur les études disponibles qui se sont concentrées sur cette approche chez les adolescents sains.

En ce qui concerne les enfants et les adolescents sains, plusieurs études rapportent que cette population semble avoir recours de plus en plus aux manipulations vertébrales pour une prise en charge de problèmes musculosquelettiques [233, 234, 270-272]. D'ailleurs le « National Board of Chiropractic Examiner » (NBCE) (2015) [273] mentionne entre autres que près de 17,4 % des interventions pratiquées par les chiropraticiens aux États-Unis l'étaient chez des patients de moins de 17 ans. De plus, selon Humphreys et coll. [274], près de 91 % des chiropraticiens de la Suisse traitaient des patients âgés de 6 à 17 ans. Néanmoins, les médecins sont souvent tenus dans l'ignorance du recours à ces traitements par leurs patients, car seulement 50 % des parents le mentionnent au médecin-clinicien traitant leur enfant [270, 275]. Malgré le nombre croissant d'adolescents qui consultent les professionnels utilisant les manipulations vertébrales, les études qui ont évalué l'efficacité des approches complémentaires pour la prise en charge de problèmes musculosquelettiques chez cette population notent l'inexistence d'études évaluant l'efficacité des manipulations vertébrales [206]. De plus, une récente méta-analyse [276] examinant les soins conservateurs et préventifs chez les enfants et les adolescents avec des douleurs au dos ne rapportait aucune étude quant aux manipulations vertébrales comme approche thérapeutique. L'auteur de cette méta-analyse constate que la majorité des études évaluant les manipulations vertébrales pour les patients souffrant de maux de dos se sont attardées uniquement à une population adulte.

Dans un autre ordre d'idées, les deux sociétés œuvrant dans le domaine de la scoliose, soit la « Scoliosis Research Society (SRS) » et l'« International Society on Scoliosis Orthopedic and Rehabilitation Treatment (SOSORT) », ont publié en 2014 des recommandations [277] sur les facteurs qui devraient systématiquement être inclus lors de

recherches dans ce domaine. Parmi ces facteurs, nous retrouvons : 1) l'esthétique, 2) la progression de la courbure, 3) l'incapacité, 4) la douleur et 5) la qualité de vie. Malheureusement, la totalité des études qui répondait aux critères d'inclusion de notre revue systématique a évalué seulement l'efficacité thérapeutique des manipulations vertébrales portant sur l'altération de la courbure.

## Conclusion et perspectives futures

Il est maintenant clair que les patients affligés d'une scoliose idiopathique ont des douleurs au dos qui sont plus fréquentes que chez les adolescents qui n'en sont pas porteurs. De plus, il semble exister une relation entre l'intensité de la douleur exprimée et la sévérité de la scoliose lorsque celle-ci se situe en région thoracique et lombaire. Malgré les preuves qui appuient l'existence d'une relation entre les douleurs présentes à l'adolescence et celles que nous retrouvons chez l'adulte, la prise en charge des patients avec une SIA exprimant de la douleur semble inadéquate. Une prise en charge appropriée a donc le potentiel d'améliorer la qualité de vie de ces patients et permettrait d'éviter de développer de la douleur chronique.

Nos publications nous ont amenés à poser les constats suivants : 1) la douleur au dos chez les patients avec scoliose idiopathique est plus fréquente qu'initialement estimée, 2) l'incapacité associée à la douleur chez ces patients n'est pas importante [278] 3) les instruments de mesure utilisés ne semblent pas adaptés pour capturer adéquatement les douleurs exprimées par ces patients, 4) les faiblesses de ces instruments font en sorte que la douleur est probablement sous-estimée, 5) la discordance entre la douleur exprimée par les patients et celle rapportée par le clinicien traitant dans les études précédentes [243-245] semble toujours être présente et 6) la prise en charge des douleurs chez ces patients semble relativement inexistante [279], que ce soit par la médecine traditionnelle ou par les thérapies alternatives.

Les douleurs au dos représentent une condition complexe impliquant à la fois un aspect pathoanatomique et psychologique [280]. Selon Haldeman et coll. [281], il existe un

vaste buffet thérapeutique offert aux patients qui souffrent de rachialgie. Considérant ce qui précède, il est improbable qu'une seule approche, comme les manipulations vertébrales, puisse à elle seule répondre et résoudre ce problème. En dépit du manque de recherches qui appuieraient l'efficacité de thérapies alternatives, telles que les manipulations vertébrales, les jeunes patients semblent consulter de plus en plus les professionnels qui les pratiquent. Conséquemment, il serait important d'avoir des études cliniques solides afin de guider adéquatement ces derniers.

À la lumière de ces résultats, nous avons entrepris deux autres études qui contribueront : 1) à mieux comprendre la trajectoire des douleurs aux dos chez les adolescents avec SIA et 2) à évaluer la faisabilité d'une étude randomisée afin de vérifier l'efficacité des manipulations vertébrales pour améliorer les douleurs exprimées chez ces patients et voir si cette approche peut jouer un rôle sur la progression de la scoliose.

La première étude consiste en une étude clinique randomisée pilote. Cette étude, dont le recrutement est maintenant terminé, s'est tenue au CHU-Sainte-Justine et visait à recruter vingt adolescents répartis de façon aléatoire soit à un groupe contrôle ou à un groupe qui recevait un traitement par manipulations vertébrales. Les résultats de cette étude doivent maintenant faire l'objet d'une analyse. Les résultats devraient être disponibles d'ici la fin de l'année 2017.

La deuxième étude, en cours d'élaboration, consiste en une étude longitudinale. Nous prévoyons recruter environ 750 adolescents avec SIA suivis à la clinique d'orthopédie du CHU-Sainte-Justine. Les adolescents recrutés seront suivis sur une période de douze mois et devront rapporter par message texte : 1) la présence, 2) la durée ainsi que 3)

l'intensité de douleurs au bas du dos ressenties pendant la période des deux précédentes semaines. Cette étude nous permettra de mieux comprendre la trajectoire des douleurs exprimées par ces adolescents et voir si les douleurs sont principalement de nature aiguë ou chronique. Le recrutement devrait débuter à l'automne 2017.

## Bibliographie

1. Calvo-Munoz I, Gomez Conesa A, Safnchez-Meca J: **Prevalence of low back pain in children and adolescents: a meta-analysis.** *BMC pediatrics* 2013, **13**:14-14.
2. Ochsmann E, Escobar Pinzon C, Letzel S, Kraus T, Michaelis M, Muenster E: **Prevalence of diagnosis and direct treatment costs of back disorders in 644,773 children and youths in Germany.** *BMC Musculoskeletal Disorders* 2010, **11**(1):193.
3. Konieczny MR, Senyurt H, Krauspe R: **Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis.** *Journal of Children's Orthopaedics* 2013, **7**(1):3-9.
4. Goldberg MS, Mayo NE, Poitras B, Scott S, Hanley J: **The Ste-Justine Adolescent Idiopathic Scoliosis Cohort Study. Part II: Perception of health, self and body image, and participation in physical activities.** *Spine (Phila Pa 1976)* 1994, **19**(14):1562-1572.
5. Ohrt-Nissen S, Hallager DW, Henriksen JL, Gehrchen M, Dahl B: **Curve Magnitude in Patients Referred for Evaluation of Adolescent Idiopathic Scoliosis: Five Years' Experience From a System Without School Screening.** *Spine Deformity* 2016, **4**(2):120-124.
6. Trobisch P, Suess O, Schwab F: **Idiopathic scoliosis.** *Deutsches Arzteblatt international* 2010, **107**(49):875-883; quiz 884.
7. Wang WJ, Yeung HY, Chu WC, Tang NL, Lee KM, Qiu Y, Burwell RG, Cheng JC: **Top theories for the etiopathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis.** *J Pediatr Orthop* 2011, **31**(1 Suppl):S14-27.
8. Cheung KM, Wang T, Qiu GX, Luk KD: **Recent advances in the aetiology of adolescent idiopathic scoliosis.** *Int Orthop* 2008, **32**(6):729-734.
9. Kouwenhoven JW, Castelein RM: **The pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis: review of the literature.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2008, **33**(26):2898-2908.
10. Ramirez N, Johnston CE, Browne RH: **The prevalence of back pain in children who have idiopathic scoliosis.** *J Bone Joint Surg Am* 1997, **79**(3):364-368.



11. Joncas J, Labelle H, Poitras B, Duhaime M, Rivard CH, Le Blanc R: [**Dorsolumbal pain and idiopathic scoliosis in adolescence**]. *Ann Chir* 1996, **50**(8):637-640.
12. Hestbaek L, Leboeuf-Yde C, Kyvik KO: **Are lifestyle-factors in adolescence predictors for adult low back pain? A cross-sectional and prospective study of young twins**. *BMC musculoskeletal disorders* 2006, **7**:27.
13. Institute of Medicine (US) Committee on Advancing Pain Research C, and Education.: **1. Relieving Pain in America: A Blueprint for Transforming Prevention, Care, Education, and Research**. : Washington (DC): National Academies Press (US); ; 2011.
14. Haraldstad K, Sorum R, Eide H, Natvig GK, Helseth S: **Pain in children and adolescents: prevalence, impact on daily life, and parents' perception, a school survey**. *Scand J Caring Sci* 2011, **25**(1):27-36.
15. Gaskin DJ, Richard P: **The economic costs of pain in the United States**. *J Pain* 2012, **13**(8):715-724.
16. (IASP) IAftSoP: **IASP taxonomy Pain definiton**: [http://www.iasp-pain.org/Taxonomy?navItemNumber=576 - Pain](http://www.iasp-pain.org/Taxonomy?navItemNumber=576-Pain) access May 10th 2017; 2012.
17. Nicholson B: **Differential diagnosis: nociceptive and neuropathic pain**. *Am J Manag Care* 2006, **12**(9 Suppl):S256-262.
18. Goucke CR: **The management of persistent pain**. *Med J Aust* 2003, **178**(9):444-447.
19. Dubin AE, Patapoutian A: **Nociceptors: the sensors of the pain pathway**. *J Clin Invest* 2010, **120**(11):3760-3772.
20. Willis WD: **Sensory mechanisms of the spinal cord**, 3rd edn. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers; 2004.
21. Djouhri L, Lawson SN: **Abeta-fiber nociceptive primary afferent neurons: a review of incidence and properties in relation to other afferent A-fiber neurons in mammals**. *Brain Res Brain Res Rev* 2004, **46**(2):131-145.
22. Woolf CJ, Ma Q: **Nociceptors--noxious stimulus detectors**. *Neuron* 2007, **55**(3):353-364.

23. Schünke M, Schulte E, Schumacher U: **Head and neuroanatomy : Thieme atlas of anatomy**. Stuttgart ; New York: Thieme; 2007.
24. Beaulieu P: **La douleur: Guide Pharmacologique et Thérapeutique**: Presse de l'Université de Montréal; 2013.
25. Melzack R, Wall PD: **Pain mechanisms: a new theory**. *Science* 1965, **150**(3699):971-979.
26. Steeds CE: **The anatomy and physiology of pain**. *Surgery (Oxford)* 2016, **34**(2):55-59.
27. Hudspith MJ: **Anatomy, physiology and pharmacology of pain**. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine* 2016, **17**(9):425-430.
28. Brooks J, Tracey I: **From nociception to pain perception: imaging the spinal and supraspinal pathways**. *J Anat* 2005, **207**(1):19-33.
29. Ahmad AH, Abdul Aziz CB: **The brain in pain**. *Malays J Med Sci* 2014, **21**(Spec Issue):46-54.
30. Gray H, Standring S, Berkovitz BKB, Ellis H: **Gray's anatomy : the anatomical basis of clinical practice**, 41th edn. Edinburgh ; New York: Elsevier Churchill Livingstone; 2016.
31. Bogduk N: **Clinical anatomy of the lumbar spine and sacrum**. 2005:251.
32. Youssef P, Loukas M, Chapman JR, Oskouian RJ, Tubbs RS: **Comprehensive anatomical and immunohistochemical review of the innervation of the human spine and joints with application to an improved understanding of back pain**. *Child's Nervous System* 2016, **32**(2):243-251.
33. Ito K, Creemers L: **Mechanisms of intervertebral disk degeneration/injury and pain: a review**. *Global Spine J* 2013, **3**(3):145-152.
34. Fields AJ, Liebenberg EC, Lotz JC: **Innervation of pathologies in the lumbar vertebral end plate and intervertebral disc**. *The Spine Journal* 2014, **14**(3):513-521.
35. Boos N, Weissbach S, Rohrbach H, Weiler C, Spratt KF, Nerlich AG: **Classification of age-related changes in lumbar intervertebral discs: 2002 Volvo Award in basic science**. *Spine (Phila Pa 1976)* 2002, **27**(23):2631-2644.

36. Hiyama A, Sakai D, Mochida J: **Cell signaling pathways related to pain receptors in the degenerated disk.** *Global Spine J* 2013, **3**(3):165-174.
37. Manchikanti L, Singh V: **Review of chronic low back pain of facet joint origin.** *Pain Physician* 2002, **5**(1):83-101.
38. Manchikanti L, Abdi S, Atluri S, Benyamin RM, Boswell MV, Buenaventura RM, Bryce DA, Burks PA, Caraway DL, Calodney AK *et al*: **An update of comprehensive evidence-based guidelines for interventional techniques in chronic spinal pain. Part II: guidance and recommendations.** *Pain Physician* 2013, **16**(2 Suppl):S49-283.
39. Peh W: **Image-guided facet joint injection.** *Biomed Imaging Interv J* 2011, **7**(1):e4.
40. Cohen SP, Chen Y, Neufeld NJ: **Sacroiliac joint pain: a comprehensive review of epidemiology, diagnosis and treatment.** *Expert Rev Neurother* 2013, **13**(1):99-116.
41. Houghton KM: **Review for the generalist: evaluation of low back pain in children and adolescents.** *Pediatr Rheumatol Online J* 2010, **8**:28.
42. Cohen SP: **Sacroiliac joint pain: a comprehensive review of anatomy, diagnosis, and treatment.** *Anesth Analg* 2005, **101**(5):1440-1453.
43. Hancock MJ, Maher CG, Latimer J, Spindler MF, McAuley JH, Laslett M, Bogduk N: **Systematic review of tests to identify the disc, SIJ or facet joint as the source of low back pain.** *Eur Spine J* 2007, **16**(10):1539-1550.
44. Vasiliadis ES, Grivas TB, Kaspiris A: **Historical overview of spinal deformities in ancient Greece.** *Scoliosis* 2009, **4**(1):6.
45. Roach JW: **Adolescent idiopathic scoliosis.** *Orthop Clin North Am* 1999, **30**(3):353-365, vii-viii.
46. Angevine PD, Deutsch H: **Idiopathic scoliosis.** *Neurosurgery* 2008, **63**(3 Suppl):86-93.
47. Wong HK, Tan KJ: **The natural history of adolescent idiopathic scoliosis.** *Indian journal of orthopaedics* 2010, **44**(1):9-13.

48. Hresko MT: **Clinical practice. Idiopathic scoliosis in adolescents.** *The New England journal of medicine* 2013, **368**(9):834-841.
49. Asher MA, Burton DC: **Adolescent idiopathic scoliosis: natural history and long term treatment effects.** *Scoliosis* 2006, **1**(1):2.
50. Miller NH: **Cause and natural history of adolescent idiopathic scoliosis.** *Orthop Clin North Am* 1999, **30**(3):343-352, vii.
51. Rogala EJ, Drummond DS, Gurr J: **Scoliosis: incidence and natural history. A prospective epidemiological study.** *J Bone Joint Surg Am* 1978, **60**(2):173-176.
52. Ward K, Ogilvie JW, Singleton MV, Chettier R, Engler G, Nelson LM: **Validation of DNA-based prognostic testing to predict spinal curve progression in adolescent idiopathic scoliosis.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2010, **35**(25):E1455-1464.
53. Ogilvie J: **Adolescent idiopathic scoliosis and genetic testing.** *Curr Opin Pediatr* 2010, **22**(1):67-70.
54. Lombardi G, Akoume MY, Colombini A, Moreau A, Banfi G: **Biochemistry of adolescent idiopathic scoliosis.** *Adv Clin Chem* 2011, **54**:165-182.
55. Burwell RG, Clark EM, Dangerfield PH, Moulton A: **Adolescent idiopathic scoliosis (AIS): a multifactorial cascade concept for pathogenesis and embryonic origin.** *Scoliosis Spinal Disord* 2016, **11**:8.
56. Weinstein S, Dolan L, Cheng J, Danielsson A, Morcuende J: **Adolescent idiopathic scoliosis.** *Lancet* 2008, **371**:1527 - 1537.
57. Kotwicki T: **Evaluation of scoliosis today: examination, X-rays and beyond.** *Disabil Rehabil* 2008, **30**(10):742-751.
58. Burton MS: **Diagnosis and treatment of adolescent idiopathic scoliosis.** *Pediatr Ann* 2013, **42**(11):224-228.
59. Labelle H, Richards SB, De Kleuver M, Grivas TB, Luk KD, Wong HK, Thometz J, Beausejour M, Turgeon I, Fong DY: **Screening for adolescent idiopathic scoliosis: an information statement by the scoliosis research society international task force.** *Scoliosis* 2013, **8**:17.
60. Cobb J: **Outline for the study of scoliosis.** *American Academy of Orthopaedic Surgeons, Instr Course Lect* 1948, **5**.

61. Cassar-Pullicino VN, Eisenstein SM: **Imaging in scoliosis: what, why and how?** *Clin Radiol* 2002, **57**(7):543-562.
62. Vrtovec T, Pernus F, Likar B: **A review of methods for quantitative evaluation of spinal curvature.** *Eur Spine J* 2009, **18**(5):593-607.
63. Lonstein JE, Carlson JM: **The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth.** *J Bone Joint Surg Am* 1984, **66**(7):1061-1071.
64. Weiss HR, Karavidas N, Moramarco M, Moramarco K: **Long-Term Effects of Untreated Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Review of the Literature.** *Asian Spine J* 2016, **10**(6):1163-1169.
65. Nachemson A, Peterson L: **Effectiveness of treatment with a brace in girls who have adolescent idiopathic scoliosis. A prospective, controlled study based on data from the Brace Study of the Scoliosis Research Society.** *J Bone Joint Surg Am* 1995, **77**:815 - 822.
66. Risser JC: **The classic: The iliac apophysis: an invaluable sign in the management of scoliosis. 1958.** *Clin Orthop Relat Res* 2010, **468**(3):643-653.
67. Sanders JO, Khoury JG, Kishan S, Browne RH, Mooney JF, 3rd, Arnold KD, McConnell SJ, Bauman JA, Finegold DN: **Predicting scoliosis progression from skeletal maturity: a simplified classification during adolescence.** *J Bone Joint Surg Am* 2008, **90**(3):540-553.
68. Sanders JO, Browne RH, McConnell SJ, Margraf SA, Cooney TE, Finegold DN: **Maturity assessment and curve progression in girls with idiopathic scoliosis.** *J Bone Joint Surg Am* 2007, **89**(1):64-73.
69. Sanders JO, Browne RH, Cooney TE, Finegold DN, McConnell SJ, Margraf SA: **Correlates of the peak height velocity in girls with idiopathic scoliosis.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2006, **31**(20):2289-2295.
70. Tan KJ, Moe MM, Vaithinathan R, Wong HK: **Curve progression in idiopathic scoliosis: follow-up study to skeletal maturity.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2009, **34**(7):697-700.
71. Vos T, Flaxman AD, Naghavi M, Lozano R, Michaud C, Ezzati M, Shibuya K, Salomon JA, Abdalla S, Aboyans V *et al*: **Years lived with disability (YLDs) for**

- 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010.** *The Lancet* 2012, **380**(9859):2163-2196.
72. Jeffries L, Milanese S, Grimmer-Somers K: **Epidemiology of adolescent spinal pain. A systematic overview of the research literature.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2007, **32**:2630 - 2637.
73. Trevelyan F, Legg S: **The prevalence and characteristics of back pain among school children in New Zealand.** *Ergonomics* 2010, **53**(12):1455-1460.
74. Ayanniyi O, Mbada C, Muolokwu C: **Prevalence and profile of back pain in Nigerian adolescents.** *Medical principles and practice* 2011, **20**(4):368-373.
75. Yao W, Mai X, Luo C, Ai F, Chen Q: **A cross-sectional survey of nonspecific low back pain among 2083 schoolchildren in China.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2011, **36**(22):1885-1890.
76. Trigueiro MJ, Massada L, Garganta R: **Back pain in Portuguese schoolchildren: prevalence and risk factors.** *The European Journal of Public Health* 2012.
77. Aartun E, Hartvigsen J, Wedderkopp N, Hestbaek L: **Spinal pain in adolescents: prevalence, incidence, and course: a school-based two-year prospective cohort study in 1,300 Danes aged 11-13.** *BMC Musculoskeletal Disorders* 2014, **15**(1):187.
78. Leboeuf Yde C, Kyvik KO: **At what age does low back pain become a common problem? A study of 29,424 individuals aged 12-41 years.** *Spine (Philadelphia, Pa 1976)* 1998, **23**(2):228-234.
79. Sato T, Ito T, Hirano T, Morita O, Kikuchi R, Endo N, Tanabe N: **Low back pain in childhood and adolescence: a cross-sectional study in Niigata City.** *Eur Spine J* 2008, **17**(11):1441-1447.
80. Hestbaek L, Leboeuf-Yde C, Engberg M, Lauritzen T, Bruun NH, Manniche C: **The course of low back pain in a general population. Results from a 5-year prospective study.** *J Manipulative Physiol Ther* 2003, **26**(4):213-219.

81. Hestbaek L, Leboeuf Yde C, Kyvik K, Manniche C: **The course of low back pain from adolescence to adulthood: eight-year follow-up of 9600 twins.** *Spine (Philadelphia, Pa 1976)* 2006, **31**(4):468-472.
82. Swain MS, Henschke N, Kamper SJ, Gobina I, Ottova-Jordan V, Maher CG: **An international survey of pain in adolescents.** *BMC public health* 2014, **14**(1):447.
83. Haidar R, Saad S, Khoury NJ, Musharrafieh U: **Practical approach to the child presenting with back pain.** *Eur J Pediatr* 2011, **170**(2):149-156.
84. Balague F, Troussier B, Salminen J: **Non-specific low back in children and adolescents: risk factors.** *Eur Spine J* 1999, **8**:429 - 438.
85. Kandwal P, Vijayaraghavan G, Goswami A, Jayaswal A: **Back Pain in Children- How Sinister?** *Indian J Pediatr* 2016, **83**(8):834-843.
86. Shah SA, Saller J: **Evaluation and Diagnosis of Back Pain in Children and Adolescents.** *J Am Acad Orthop Surg* 2016, **24**(1):37-45.
87. Balagué F, Mannion AF, Pellisé F, Cedraschi C: **Non-specific low back pain.** *The Lancet* 2012, **379**(9814):482-491.
88. Miller R, Beck NA, Sampson NR, Zhu X, Flynn JM, Drummond D: **Imaging modalities for low back pain in children: a review of spondyloysis and undiagnosed mechanical back pain.** *J Pediatr Orthop* 2013, **33**(3):282-288.
89. Gennari JM, Themar-Noel C, Panuel M, Bensamoun B, Deslandre C, Linglart A, Sokolowski M, Ferrari A, French Society of Spine S: **Adolescent spinal pain: The pediatric orthopedist's point of view.** *Orthop Traumatol Surg Res* 2015, **101**(6 Suppl):S247-250.
90. DePalma MJ, Ketchum JM, Saullo T: **What Is the Source of Chronic Low Back Pain and Does Age Play a Role?** *Pain Medicine* 2011, **12**(2):224-233.
91. Bogduk N, Aprill C, Derby R: **Lumbar discogenic pain: state-of-the-art review.** *Pain medicine* 2013, **14**(6):813-836.
92. Manchikanti L, Hirsch JA, Falco FJ, Boswell MV: **Management of lumbar zygapophysial (facet) joint pain.** *World J Orthop* 2016, **7**(5):315-337.

93. Weinstein SL, Zavala DC, Ponseti IV: **Idiopathic scoliosis: long-term follow-up and prognosis in untreated patients.** *Journal of Bone and Joint Surgery; American volume* 1981, **63**(5):702-712.
94. Nissinen M, Heliovaara M, Seitsamo J, Alaranta H, Poussa M: **Anthropometric measurements and the incidence of low back pain in a cohort of pubertal children.** *Spine (Phila Pa 1976)* 1994, **19**(12):1367-1370.
95. Kovacs F, Gestoso M, del Real M, Lopez J, Mufraggi N, Mendez J: **Risk factors for non-specific low back pain in schoolchildren and their parents: a population based study.** *Pain* 2003, **103**:259 - 268.
96. Kaspiris A, Grivas T, Zafiropoulou C, Vasiliadis E, Tsadiras O: **Nonspecific low back pain during childhood: a retrospective epidemiological study of risk factors.** *Journal of clinical rheumatology* 2010, **16**(2):55-60.
97. Wirth B, Knecht C, Humphreys K: **Spine day 2012: spinal pain in Swiss school children-- epidemiology and risk factors.** *BMC Pediatrics* 2013, **13**(1):159.
98. Sato T, Hirano T, Ito T, Morita O, Kikuchi R, Endo N, Tanabe N: **Back pain in adolescents with idiopathic scoliosis: epidemiological study for 43,630 pupils in Niigata City, Japan.** *Eur Spine J* 2011, **20**(2):274-279.
99. Pratt R, Burwell RG, Cole A, Webb J: **Patient and parental perception of adolescent idiopathic scoliosis before and after surgery in comparison with surface and radiographic measurements.** *Spine (Philadelphia, Pa 1976)* 2002, **27**(14):1543-1550.
100. Makino T, Kaito T, Kashii M, Iwasaki M, Yoshikawa H: **Low back pain and patient-reported QOL outcomes in patients with adolescent idiopathic scoliosis without corrective surgery.** *Springerplus* 2015, **4**:397.
101. Clark EM, Tobias JH, Fairbank J: **The Impact of Small Spinal Curves in Adolescents That Have Not Presented to Secondary Care: A Population-Based Cohort Study.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2015.
102. Smorgick Y, Mirovsky Y, Baker KC, Gelfer Y, Avisar E, Anekstein Y: **Predictors of back pain in adolescent idiopathic scoliosis surgical candidates.** *J Pediatr Orthop* 2013, **33**(3):289-292.



103. Landman Z, Oswald T, Sanders J, Diab M, Spinal Deformity Study G: **Prevalence and predictors of pain in surgical treatment of adolescent idiopathic scoliosis.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2011, **36**(10):825-829.
104. Balague F, Pellise F: **Adolescent idiopathic scoliosis and back pain.** *Scoliosis Spinal Disord* 2016, **11**(1):27.
105. Watanabe K, Hasegawa K, Hirano T, Uchiyama S, Endo N: **Use of the scoliosis research society outcomes instrument to evaluate patient outcome in untreated idiopathic scoliosis patients in Japan: part II: relation between spinal deformity and patient outcomes.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2005, **30**(10):1202-1205.
106. Buttermann GR, Mullin WJ: **Pain and disability correlated with disc degeneration via magnetic resonance imaging in scoliosis patients.** *Eur Spine J* 2008, **17**(2):240-249.
107. Winter RB, Lonstein JE, Denis F: **Pain patterns in adult scoliosis.** *Orthop Clin North Am* 1988, **19**(2):339-345.
108. Diakow PR: **Pain: a forgotten aspect of idiopathic scoliosis.** *The Journal of the CCA* 1984, **28**(3):4.
109. Huber M, Gilbert G, Roy J, Parent S, Labelle H, Perie D: **Sensitivity of MRI parameters within intervertebral discs to the severity of adolescent idiopathic scoliosis.** *J Magn Reson Imaging* 2016, **44**(5):1123-1131.
110. Gervais J, Perie D, Parent S, Labelle H, Aubin CE: **MRI signal distribution within the intervertebral disc as a biomarker of adolescent idiopathic scoliosis and spondylolisthesis.** *BMC musculoskeletal disorders* 2012, **13**:239.
111. Meir A, McNally DS, Fairbank JC, Jones D, Urban JP: **The internal pressure and stress environment of the scoliotic intervertebral disc--a review.** *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers; Part H; Journal of Engineering in Medicine* 2008, **222**(2):209-219.
112. Meir AR, Fairbank JC, Jones DA, McNally DS, Urban JP: **High pressures and asymmetrical stresses in the scoliotic disc in the absence of muscle loading.** *Scoliosis* 2007, **2**(1):4.

113. Manworren RCB, Stinson J: **Pediatric Pain Measurement, Assessment, and Evaluation.** *Semin Pediatr Neurol* 2016, **23**(3):189-200.
114. Grotle M, Brox J, Vollestad N: **Functional Status and Disability Questionnaires: What Do They Assess?: A Systematic Review of Back-Specific Outcome Questionnaires.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2005, **30**:130 - 140.
115. Longo UG, Loppini M, Denaro L, Maffulli N, Denaro V: **Rating scales for low back pain.** *Br Med Bull* 2010, **94**(1):81-144.
116. Christakis DA, Johnston BD, Connell FA: **Methodologic issues in pediatric outcomes research.** *Ambul Pediatr* 2001, **1**(1):59-62.
117. Balagué F, Dudler J, Nordin M: **Low-back pain in children.** *The Lancet* 2003, **361**(9367):1403-1404.
118. Staes F, Stappaerts K, Vertommen H, Everaert D, Coppieters M: **Reproducibility of a survey questionnaire for the investigation of low back problems in adolescents.** *Acta Paediatrica* 1999, **88**(11):1269-1273.
119. Staes F, Stappaerts K, Vertommen H, Nuyens G, Coppieters M, Everaert D: **Comparison of self-administration and face-to-face interview for surveys of low back pain in adolescents.** *Acta Paediatr* 2000, **89**(11):1352-1357.
120. Chapman J, Norvell D, Hermsmeyer J, Bransford R, DeVine J, McGirt M, Lee M: **Evaluating common outcomes for measuring treatment success for chronic low back pain.** *Spine (Philadelphia, Pa 1976)* 2011, **36**(21 Suppl):S54-S68.
121. Roland M, Morris R: **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)* 1983, **8**(2):141-144.
122. Boscainos PJ, Sapkas G, Stilianessi E, Prouskas K, Papadakis SA: **Greek versions of the Oswestry and Roland-Morris Disability Questionnaires.** *Clin Orthop Relat Res* 2003(411):40-53.
123. Coste J, Le Parc JM, Berge E, Delecoeuillerie G, Paolaggi JB: **[French validation of a disability rating scale for the evaluation of low back pain (EIFEL questionnaire)].** *Rev Rhum Ed Fr* 1993, **60**(5):335-341.

124. Fan S, Hu Z, Hong H, Zhao F: **Cross-cultural adaptation and validation of simplified Chinese version of the Roland-Morris Disability Questionnaire.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2012, **37**(10):875-880.
125. Grotle M, Brox JI, Vollestad NK: **Cross-cultural adaptation of the Norwegian versions of the Roland-Morris Disability Questionnaire and the Oswestry Disability Index.** *J Rehabil Med* 2003, **35**(5):241-247.
126. Kim KE, Lim JY: **Cross-cultural adaptation and validation of the Korean version of the Roland-Morris Disability Questionnaire for use in low back pain.** *J Back Musculoskelet Rehabil* 2011, **24**(2):83-88.
127. Roland M, Fairbank J: **The Roland-Morris Disability Questionnaire and the Oswestry Disability Questionnaire.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2000, **25**:3115 - 3124.
128. Stratford P, Binkley J, Solomon P, Gill C, Finch E: **Assessing change over time in patients with low back pain.** *Phys Ther* 1994, **74**:528 - 533.
129. Feldman DE, Shrier I, Rossignol M, Abenhaim L: **Risk factors for the development of low back pain in adolescence.** *Am J Epidemiol* 2001, **154**(1):30-36.
130. Fontecha C, Balagu F, Pellis F, Rajmil L, Aguirre M, Pasarn M, Cedraschi C, Ferrer M: **Low back pain in adolescents: is quality of life poorer in those seeking medical attention?** *Spine (Philadelphia, Pa 1976)* 2011, **36**(17):E1154-E1161.
131. Pellise F, Balague F, Rajmil L, Cedraschi C, Aguirre M, Fontecha CG, Pasarin M, Ferrer M: **Prevalence of low back pain and its effect on health-related quality of life in adolescents.** *Arch Pediatr Adolesc Med* 2009, **163**(1):65-71.
132. Fairbank J, Davis J, Couper J, O' Brian J: **Oswestry disability questionnaire.** *Physiotherapy* 1980, **66**:271 - 273.
133. Balagué F, Ferrer M, Rajmil L, Pont Acuña A, Pellisé F, Cedraschi C: **Assessing the association between low back pain, quality of life, and life events as reported by schoolchildren in a population-based study.** *Eur J Pediatr* 2012, **171**(3):507-514.

134. Denis I, Fortin L: **Development of a French-Canadian version of the Oswestry Disability Index: cross-cultural adaptation and validation.** *Spine (Philadelphia, Pa 1976)* 2012, **37(7):E439-E444.**
135. Vogler D, Paillex R, Norberg M, de Goumoens P, Cabri J: **[Cross-cultural validation of the Oswestry disability index in French].** *Ann Readapt Med Phys* 2008, **51(5):379-385.**
136. Keogh E, Eccleston C: **Sex differences in adolescent chronic pain and pain-related coping.** *Pain* 2006, **123(3):275-284.**
137. Stinson JN, Kavanagh T, Yamada J, Gill N, Stevens B: **Systematic review of the psychometric properties, interpretability and feasibility of self-report pain intensity measures for use in clinical trials in children and adolescents.** *Pain* 2006, **125(1-2):143-157.**
138. McGrath PA: **Evaluating a child's pain.** *J Pain Symptom Manage* 1989, **4(4):198-214.**
139. Chapman CR, Loeser JD: **Issues in pain measurement.** New York: Raven Press; 1989.
140. Cleeland CS: **The Brief Pain Inventory. User Guide.** 2009.
141. Dworkin RH, Turk DC, Wyrwich KW, Beaton D, Cleeland CS, Farrar JT, Haythornthwaite JA, Jensen MP, Kerns RD, Ader DN *et al*: **Interpreting the clinical importance of treatment outcomes in chronic pain clinical trials: IMMPACT recommendations.** *J Pain* 2008, **9(2):105-121.**
142. Poundja J, Fikretoglu D, Guay S, Brunet A: **Validation of the French Version of the Brief Pain Inventory in Canadian Veterans Suffering from Traumatic Stress.** *J Pain Symptom Manage* 2007, **33(6):720-726.**
143. Graham B, Green A, James M, Katz J, Swiontkowski M: **Measuring Patient Satisfaction in Orthopaedic Surgery.** *The Journal of Bone & Joint Surgery* 2015, **97(1):80-84.**
144. Haheer TR, Gorup JM, Shin TM, Homel P, Merola AA, Grogan DP, Pugh L, Lowe TG, Murray M: **Results of the Scoliosis Research Society instrument for**

- evaluation of surgical outcome in adolescent idiopathic scoliosis. A multicenter study of 244 patients.** *Spine (Phila Pa 1976)* 1999, **24**(14):1435-1440.
145. Asher MA, Min Lai S, Burton DC: **Further development and validation of the Scoliosis Research Society (SRS) outcomes instrument.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2000, **25**(18):2381-2386.
146. Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B: **The reliability and concurrent validity of the scoliosis research society-22 patient questionnaire for idiopathic scoliosis.** *Spine (Philadelphia, Pa 1976)* 2003, **28**(1):63-69.
147. Asher M, Min Lai S, Burton D, Manna B: **Discrimination validity of the scoliosis research society-22 patient questionnaire: relationship to idiopathic scoliosis curve pattern and curve size.** *Spine (Philadelphia, Pa 1976)* 2003, **28**(1):74-78.
148. Asher MA, Lai SM, Glattes RC, Burton DC, Alanay A, Bago J: **Refinement of the SRS-22 Health-Related Quality of Life questionnaire Function domain.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2006, **31**(5):593-597.
149. Han J, Xu Q, Yang Y, Yao Z, Zhang C: **Evaluation of quality of life and risk factors affecting quality of life in adolescent idiopathic scoliosis.** *Intractable Rare Dis Res* 2015, **4**(1):12-16.
150. Haidar RK, Kassak K, Masrouha K, Ibrahim K, Mhaidli H: **Reliability and validity of an adapted Arabic version of the Scoliosis Research Society-22r Questionnaire.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2015, **40**(17):E971-977.
151. Schlosser TP, Stadhouders A, Schimmel JJ, Lehr AM, van der Heijden GJ, Castelein RM: **Reliability and validity of the adapted Dutch version of the revised Scoliosis Research Society 22-item questionnaire.** *The spine journal : official journal of the North American Spine Society* 2014, **14**(8):1663-1672.
152. Lonjon G, Ilharreborde B, Odent T, Moreau S, Glorion C, Mazda K: **Reliability and validity of the French-Canadian version of the scoliosis research society 22 questionnaire in France.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2014, **39**(1):E26-34.
153. Danielsson AJ, Romberg K: **Reliability and validity of the Swedish version of the Scoliosis Research Society-22 (SRS-22r) patient questionnaire for idiopathic scoliosis.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2013, **38**(21):1875-1884.

154. Camarini PM, Rosanova GC, Gabriel BS, Gianini PE, Oliveira AS: **The Brazilian version of the SRS-22r questionnaire for idiopathic scoliosis.** *Braz J Phys Ther* 2013, **17**(5):494-505.
155. Sathira-Angkura V, Pithankuakul K, Sakulpipatana S, Piyaskulkaew C, Kunakornsawat S: **Validity and reliability of an adapted Thai version of Scoliosis Research Society-22 questionnaire for adolescent idiopathic scoliosis.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2012, **37**(9):783-787.
156. Potoupnis M, Papavasiliou K, Kenanidis E, Pellios S, Kapetanou A, Sayegh F, Kapetanios G: **Reliability and concurrent validity of the adapted Greek version of the Scoliosis Research Society-22r Questionnaire. A cross-sectional study performed on conservatively treated patients.** *Hippokratia* 2012, **16**(3):225-229.
157. Leelapattana P, Keorochana G, Johnson J, Wajanavisit W, Laohacharoensombat W: **Reliability and validity of an adapted Thai version of the Scoliosis Research Society-22 questionnaire.** *J Child Orthop* 2011, **5**(1):35-40.
158. Lee JS, Lee DH, Suh KT, Kim JI, Lim JM, Goh TS: **Validation of the Korean version of the Scoliosis Research Society-22 questionnaire.** *Eur Spine J* 2011, **20**(10):1751-1756.
159. Rosanova GC, Gabriel BS, Camarini PM, Gianini PE, Coelho DM, Oliveira AS: **Concurrent validity of the Brazilian version of SRS-22r with Br-SF-36.** *Rev Bras Fisioter* 2010, **14**(2):121-126.
160. Mousavi SJ, Mobini B, Mehdian H, Akbarnia B, Bouzari B, Askary-Ashtiani A, Montazeri A, Parnianpour M: **Reliability and validity of the persian version of the scoliosis research society-22r questionnaire.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2010, **35**(7):784-789.
161. Adobor RD, Rimeslatten S, Keller A, Brox JI: **Repeatability, reliability, and concurrent validity of the scoliosis research society-22 questionnaire and EuroQol in patients with adolescent idiopathic scoliosis.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2010, **35**(2):206-209.

162. Niemeyer T, Schubert C, Halm HF, Herberts T, Leichtle C, Gesicki M: **Validity and reliability of an adapted german version of scoliosis research society-22 questionnaire.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2009, **34**(8):818-821.
163. Glowacki M, Misterska E, Laurentowska M, Mankowski P: **Polish adaptation of scoliosis research society-22 questionnaire.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2009, **34**(10):1060-1065.
164. Beausejour M, Joncas J, Goulet L, Roy-Beaudry M, Parent S, Grimard G, Forcier M, Lauriault S, Labelle H: **Reliability and validity of adapted French Canadian version of Scoliosis Research Society Outcomes Questionnaire (SRS-22) in Quebec.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2009, **34**(6):623-628.
165. Antonarakos PD, Katranitsa L, Angelis L, Paganas A, Koen EM, Christodoulou EA, Christodoulou AG: **Reliability and validity of the adapted Greek version of scoliosis research society - 22 (SRS-22) questionnaire.** *Scoliosis* 2009, **4**:14.
166. Zhao L, Zhang Y, Sun X, Du Q, Shang L: **The Scoliosis Research Society-22 questionnaire adapted for adolescent idiopathic scoliosis patients in China: reliability and validity analysis.** *Journal of Children's Orthopaedics* 2007, **1**(6):351-355.
167. Hashimoto H, Sase T, Arai Y, Maruyama T, Isobe K, Shouno Y: **Validation of a Japanese version of the Scoliosis Research Society-22 Patient Questionnaire among idiopathic scoliosis patients in Japan.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2007, **32**(4):E141-146.
168. Cheung KM, Senkoylu A, Alanay A, Genc Y, Lau S, Luk KD: **Reliability and concurrent validity of the adapted Chinese version of Scoliosis Research Society-22 (SRS-22) questionnaire.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2007, **32**(10):1141-1145.
169. Alanay A, Cil A, Berk H, Acaroglu RE, Yazici M, Akcali O, Kosay C, Genc Y, Surat A: **Reliability and validity of adapted Turkish Version of Scoliosis Research Society-22 (SRS-22) questionnaire.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2005, **30**(21):2464-2468.

170. Monticone M, Carabalona R, Negrini S: **Reliability of the Scoliosis Research Society-22 Patient Questionnaire (Italian version) in mild adolescent vertebral deformities.** *Europa medicophysica* 2004, **40**(3):191-197.
171. Bago J, Climent JM, Ey A, Perez-Grueso FJ, Izquierdo E: **The Spanish version of the SRS-22 patient questionnaire for idiopathic scoliosis: transcultural adaptation and reliability analysis.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2004, **29**(15):1676-1680.
172. Worthington RL, Whittaker TA: **Scale Development Research: A Content Analysis and Recommendations for Best Practices.** *The Counseling Psychologist* 2006, **34**(6):806-838.
173. Climent JM, Bago J, Ey A, Perez-Grueso FJ, Izquierdo E: **Validity of the Spanish version of the Scoliosis Research Society-22 (SRS-22) Patient Questionnaire.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2005, **30**(6):705-709.
174. Monticone M, Baiardi P, Calabro D, Calabro F, Foti C: **Development of the Italian version of the revised Scoliosis Research Society-22 Patient Questionnaire, SRS-22r-I: cross-cultural adaptation, factor analysis, reliability, and validity.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2010, **35**(24):E1412-1417.
175. Chou R, Qaseem A, Snow V, Casey D, Cross JT, Jr., Shekelle P, Owens DK, Clinical Efficacy Assessment Subcommittee of the American College of P, American College of P, American Pain Society Low Back Pain Guidelines P: **Diagnosis and treatment of low back pain: a joint clinical practice guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society.** *Ann Intern Med* 2007, **147**(7):478-491.
176. Chou R, Huffman LH: **Nonpharmacologic Therapies for Acute and Chronic Low Back Pain: A Review of the Evidence for an American Pain Society/American College of Physicians Clinical Practice Guideline.** *Ann Intern Med* 2007, **147**(7):492-504.
177. Savigny P, Watson P, Underwood M: **Early management of persistent non-specific low back pain: summary of NICE guidance.** *BMJ* 2009, **338**.



178. Airaksinen O BJ, Cedraschi C, et al.: **Chapter 4. European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain.** *Eur Spine J* 2006, **15**(2):108.
179. van Tulder M, Becker A, Bekkering T, Breen A, del Real MT, Hutchinson A, Koes B, Laerum E, Malmivaara A, Care CBWGoGftMoALBPiP: **Chapter 3. European guidelines for the management of acute nonspecific low back pain in primary care.** *Eur Spine J* 2006, **15 Suppl 2**:S169-191.
180. Chou R, Deyo R, Friedly J, Skelly A, Hashimoto R, Weimer M, Fu R, Dana T, Kraegel P, Griffin J *et al*: **Nonpharmacologic Therapies for Low Back Pain: A Systematic Review for an American College of Physicians Clinical Practice Guideline.** *Ann Intern Med* 2017.
181. Chou R, Deyo R, Friedly J, Skelly A, Weimer M, Fu R, Dana T, Kraegel P, Griffin J, Grusing S: **Systemic Pharmacologic Therapies for Low Back Pain: A Systematic Review for an American College of Physicians Clinical Practice Guideline.** *Ann Intern Med* 2017.
182. Eisenberg JMCfCDaCS: **Noninvasive Treatments for Low Back Pain: Current State of the Evidence.** *Comparative Effectiveness Review Summary Guides for Clinicians [Internet]* 2016, **Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2007**-(Nov.):10.
183. Ministère de la santé et services sociaux du Québec: **Algorithme de prise en charge de la douleur lombaire.** In. Québec: Santé et Services sociaux Québec; 2015.
184. Dagenais S, Tricco AC, Haldeman S: **Synthesis of recommendations for the assessment and management of low back pain from recent clinical practice guidelines.** *The spine journal : official journal of the North American Spine Society* 2010, **10**(6):514-529.
185. Pillastrini P, Gardenghi I, Bonetti F, Capra F, Guccione A, Mugnai R, Violante FS: **An updated overview of clinical guidelines for chronic low back pain management in primary care.** *Joint Bone Spine* 2012, **79**(2):176-185.
186. Wong JJ, Cote P, Sutton DA, Randhawa K, Yu H, Varatharajan S, Goldgrub R, Nordin M, Gross DP, Shearer HM *et al*: **Clinical practice guidelines for the**

- noninvasive management of low back pain: A systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMa) Collaboration.** *European journal of pain* 2017, **21**(2):201-216.
187. Saragiotto BT, Machado GC, Ferreira ML, Pinheiro MB, Abdel Shaheed C, Maher CG: **Paracetamol for low back pain.** *Cochrane database of systematic reviews* 2016(6):Cd012230.
188. (NICE)., Excellence; NioHaC: **Non-Specific Low Back Pain and Sciatica Management**, vol. No.59: <https://www.nice.org.uk/guidance/GID-CGWAVE0681/documents/short-version-of-draft-guideline> (accessed May 5, 2017); 2016.
189. Cutforth G, Peter A, Taenzer P: **The Alberta Health Technology Assessment (HTA) Ambassador Program: The Development of a Contextually Relevant, Multidisciplinary Clinical Practice Guideline for Non-specific Low Back Pain: A Review.** *Physiother Can* 2011, **63**(3):278-286.
190. Nielens H, Van Zundert, J., Mairiaux, P., Gailly, J., Van Den Hecke, H., Mazina, D., Camberlin, C., Bartholomeeusen, S., De Quaquier, K., Paulus, D., amaekers, D.: **Chronic Low Back Pain (KCE Report)**, vol. 48c: Belgian Health Care Knowledge Centre.; 2006.
191. Koes BW, van Tulder M, Lin CW, Macedo LG, McAuley J, Maher C: **An updated overview of clinical guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care.** *Eur Spine J* 2010, **19**(12):2075-2094.
192. Livingston C, King, V., Little, A., Pettinari, C., Thielke, A., Gordon, C.: **Evidence-Based Clinical Guidelines Project. Evaluation and Management of Low Back Pain: A Clinical Practice Guideline Based on the Joint Practice Guideline of the American College of Physicians and the American Pain Society:** Salem, Oregon: Office for Oregon Health Policy and Research; 2011.
193. van Middelkoop M, Rubinstein SM, Verhagen AP, Ostelo RW, Koes BW, van Tulder MW: **Exercise therapy for chronic nonspecific low-back pain.** *Best Practice & Research Clinical Rheumatology* 2010, **24**(2):193-204.

194. van Middelkoop M, Rubinstein SM, Kuijpers T, Verhagen AP, Ostelo R, Koes BW, van Tulder MW: **A systematic review on the effectiveness of physical and rehabilitation interventions for chronic non-specific low back pain.** *Eur Spine J* 2011, **20**(1):19-39.
195. Furlan AD, van Tulder MW, Cherkin DC, Tsukayama H, Lao L, Koes BW, Berman BM: **Acupuncture and dry-needling for low back pain.** *Cochrane database of systematic reviews* 2005(1):Cd001351.
196. Lam M, Galvin R, Curry P: **Effectiveness of acupuncture for nonspecific chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2013, **38**(24):2124-2138.
197. Qaseem A, Wilt TJ, McLean RM, Forciea MA: **Noninvasive Treatments for Acute, Subacute, and Chronic Low Back Pain: A Clinical Practice Guideline From the American College of Physicians.** *Ann Intern Med* 2017, **166**(7):514-530.
198. Furlan AD, Giraldo M, Baskwill A, Irvin E, Imamura M: **Massage for low-back pain.** *Cochrane database of systematic reviews* 2015(9):Cd001929.
199. Farber K, Wieland LS: **Massage for Low-back Pain.** *Explore* 2016, **12**(3):215-217.
200. Kumar S, Beaton K, Hughes T: **The effectiveness of massage therapy for the treatment of nonspecific low back pain: a systematic review of systematic reviews.** *Int J Gen Med* 2013, **6**:733-741.
201. Pettman E: **A history of manipulative therapy.** *J Man Manip Ther* 2007, **15**(3):165-174.
202. Hurwitz EL: **Epidemiology: Spinal manipulation utilization.** *J Electromyogr Kinesiol* 2012, **22**(5):648-654.
203. Cote P, Cassidy JD, Carroll L: **The treatment of neck and low back pain: who seeks care? who goes where?** *Med Care* 2001, **39**(9):956-967.
204. Ndetan HT, Bae S, Evans Jr MW, Rupert RL, Singh KP: **Characterization of Health Status and Modifiable Risk Behavior Among United States Adults Using Chiropractic Care as Compared With General Medical Care.** *J Manipulative Physiol Ther* 2009, **32**(6):414-422.

205. Rubinstein S, van Middelkoop M, Assendelft WJJ, de Boer M, van Tulder M: **Spinal manipulative therapy for chronic low-back pain: an update of a Cochrane review.** *Spine (Philadelphia, Pa 1976)* 2011, **36**(13):E825-E846.
206. Gleberzon B, Arts J, Mei A, McManus E: **The use of spinal manipulative therapy for pediatric health conditions: a systematic review of the literature.** *The Journal of the Canadian Chiropractic Association* 2012, **56**(2):128-141.
207. Bialosky JE, Bishop MD, Price DD, Robinson ME, George SZ: **The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: a comprehensive model.** *Man Ther* 2009, **14**(5):531-538.
208. Potter L, McCarthy C, Oldham J: **Physiological effects of spinal manipulation: a review of proposed theories.** *Physical Therapy Reviews* 2005, **10**(3):163-170.
209. Depaulis A, Bandler R, Organisation du traité de l'Atlantique Nord. Division des affaires scientifiques: **The Midbrain periaqueductal gray matter : functional, anatomical, and neurochemical organization.** New York: Plenum Press; 1991.
210. Sterling M, Jull G, Wright A: **Cervical mobilisation: concurrent effects on pain, sympathetic nervous system activity and motor activity.** *Man Ther* 2001, **6**(2):72-81.
211. Vicenzino B, Collins D, Benson H, Wright A: **An investigation of the interrelationship between manipulative therapy-induced hypoalgesia and sympathoexcitation.** *J Manipulative Physiol Ther* 1998, **21**(7):448-453.
212. Schmid A, Brunner F, Wright A, Bachmann LM: **Paradigm shift in manual therapy? Evidence for a central nervous system component in the response to passive cervical joint mobilisation.** *Man Ther* 2008, **13**(5):387-396.
213. Sprouse-Blum AS, Smith G, Sugai D, Parsa FD: **Understanding endorphins and their importance in pain management.** *Hawaii Med J* 2010, **69**(3):70-71.
214. Siegel A, Sapru HN: **Essential neuroscience**, 3rd edn. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins; 2015.
215. Vernon HT, Dhimi MS, Howley TP, Annett R: **Spinal manipulation and beta-endorphin: a controlled study of the effect of a spinal manipulation on plasma**

- beta-endorphin levels in normal males.** *J Manipulative Physiol Ther* 1986, **9**(2):115-123.
216. Degenhardt BF, Darmani NA, Johnson JC, Towns LC, Rhodes DC, Trinh C, McClanahan B, DiMarzo V: **Role of osteopathic manipulative treatment in altering pain biomarkers: a pilot study.** *J Am Osteopath Assoc* 2007, **107**(9):387-400.
217. Millan M, Leboeuf Yde C, Budgell B, Amorim M-A: **The effect of spinal manipulative therapy on experimentally induced pain: a systematic literature review.** *Chiropractic & manual therapies* 2012, **20**(1):26.
218. Bialosky JE, George SZ, Horn ME, Price DD, Staud R, Robinson ME: **Spinal Manipulative Therapy–Specific Changes in Pain Sensitivity in Individuals With Low Back Pain (NCT01168999).** *The Journal of Pain* 2014, **15**(2):136-148.
219. Voogt L, de Vries J, Meeus M, Struyf F, Meuffels D, Nijs J: **Analgesic effects of manual therapy in patients with musculoskeletal pain: a systematic review.** *Man Ther* 2015, **20**(2):250-256.
220. Bronfort G, Haas M, Evans R, Leininger B, Triano J: **Effectiveness of manual therapies: the UK evidence report.** *Chiropr Osteopat* 2010, **18**:3.
221. Assendelft WJ, Morton SC, Yu EI, Suttorp MJ, Shekelle PG: **Spinal manipulative therapy for low back pain.** *Cochrane database of systematic reviews* 2004(1):CD000447.
222. Bronfort G, Haas M, Evans R, Kawchuk G, Dagenais S: **Evidence-informed management of chronic low back pain with spinal manipulation and mobilization.** *The spine journal : official journal of the North American Spine Society* 2008, **8**(1):213-225.
223. Bronfort G, Haas M, Evans RL, Bouter LM: **Efficacy of spinal manipulation and mobilization for low back pain and neck pain: a systematic review and best evidence synthesis.** *The spine journal : official journal of the North American Spine Society* 2004, **4**(3):335-356.
224. Lawrence DJ, Meeker W, Branson R, Bronfort G, Cates JR, Haas M, Haneline M, Micozzi M, Updyke W, Mootz R *et al*: **Chiropractic management of low back**

- pain and low back-related leg complaints: a literature synthesis.** *J Manipulative Physiol Ther* 2008, **31**(9):659-674.
225. van Tulder M, Koes B, Malmivaara A: **Outcome of non-invasive treatment modalities on back pain: an evidence-based review.** *Eur Spine J* 2006, **15**(1):S64-S81.
226. Posadzki P, Ernst E: **Spinal manipulation: an update of a systematic review of systematic reviews.** *N Z Med J* 2011, **124**(1340):55-71.
227. Goertz CM, Pohlman KA, Vining RD, Brantingham JW, Long CR: **Patient-centered outcomes of high-velocity, low-amplitude spinal manipulation for low back pain: A systematic review.** *J Electromyogr Kinesiol* 2012, **22**(5):670-691.
228. Hidalgo B, Detrembleur C, Hall T, Mahaudens P, Nielens H: **The efficacy of manual therapy and exercise for different stages of non-specific low back pain: an update of systematic reviews.** *J Man Manip Ther* 2014, **22**(2):59-74.
229. Cole S, Reed J: **When to consider osteopathic manipulation.** *J Fam Pract* 2010, **59**(5):E2.
230. Bronfort G: **High-quality evidence that spinal manipulative therapy for chronic low back pain has a small, short-term greater effect on pain and functional status compared with other interventions.** *Evidence-based medicine* 2012, **17**(3):81-82.
231. Dworkin RH, Turk DC, McDermott MP, Peirce-Sandner S, Burke LB, Cowan P, Farrar JT, Hertz S, Raja SN, Rappaport BA *et al*: **Interpreting the clinical importance of group differences in chronic pain clinical trials: IMMPACT recommendations.** *Pain* 2009, **146**(3):238-244.
232. **Adolescent Idiopathic Scoliosis** [[www.srs.org](http://www.srs.org)]
233. Hawk C, Schneider MJ, Vallone S, Hewitt EG: **Best Practices for Chiropractic Care of Children: A Consensus Update.** *J Manipulative Physiol Ther* 2016.
234. Frawley JE, Anheyer D, Davidson S, Jackson D: **Prevalence and characteristics of complementary and alternative medicine use by Australian children.** *J Paediatr Child Health* 2017.

235. Jenkins BN, Vincent N, Fortier MA: **Differences in referral and use of complementary and alternative medicine between pediatric providers and patients.** *Complement Ther Med* 2015, **23**(3):462-468.
236. Meyer S, Gortner L, Larsen A, Kutschke G, Gottschling S, Graber S, Schroeder N: **Complementary and alternative medicine in paediatrics: a systematic overview/synthesis of Cochrane Collaboration reviews.** *Swiss medical weekly* 2013, **143**:0.
237. Adams D, Dagenais S, Clifford T, Baydala L, King WJ, Hervas-Malo M, Moher D, Vohra S: **Complementary and Alternative Medicine Use by Pediatric Specialty Outpatients.** *Pediatrics* 2013, **131**(2):225-232.
238. Gilmour J, Harrison C, Asadi L, Cohen MH, Vohra S: **Complementary and Alternative Medicine Practitioners' Standard of Care: Responsibilities to Patients and Parents.** *Pediatrics* 2011, **128**(Supplement 4):S200-S205.
239. Theroux J, Le May S, Fortin C, Labelle H: **Prevalence and management of back pain in adolescent idiopathic scoliosis patients: A retrospective study.** *Pain Res Manag* 2015.
240. Theroux J, Le May S, Hebert JJ, Labelle H: **Back Pain Prevalence is Associated with Curve-type and Severity in Adolescents with Idiopathic Scoliosis: A Cross-sectional Study.** *Spine (Phila Pa 1976)* 2016.
241. Daut RL, Cleeland CS, Flanery RC: **Development of the Wisconsin Brief Pain Questionnaire to assess pain in cancer and other diseases.** *Pain* 1983, **17**(2):197-210.
242. Roland M, Morris R: **A Study of the Natural-History of Back Pain .1. Development of A Reliable and Sensitive Measure of Disability in Low-Back-Pain.** *Spine (Phila Pa 1976)* 1983, **8**:141 - 144.
243. Kamper SJ, Dissing KB, Hestbaek L: **Whose pain is it anyway? Comparability of pain reports from children and their parents.** *Chiropr Man Therap* 2016, **24**:24.
244. Sari O, Temiz C, Golcur M, Aydogan U, Tanoglu A, Ezgu MC, Tehli O: **Pain perception differences between patients and physicians: a pain severity study in patients with low back pain.** *Turk Neurosurg* 2015, **25**(3):461-468.

245. Chiwaridzo M, Naidoo N: **Are parents and adolescents in agreement on reporting of recurrent non-specific low back pain in adolescents? A cross-sectional descriptive study.** *BMC Pediatr* 2015, **15**:203.
246. Elias LS, Guinsburg R, Peres CA, Balda RC, Santos AM: **Disagreement between parents and health professionals regarding pain intensity in critically ill neonates.** *J Pediatr (Rio J)* 2008, **84**(1):35-40.
247. Garcia Munitis P, Bandeira M, Pistorio A, Magni Manzoni S, Ruperto N, Schivo A, Martini A, Ravelli A: **Level of agreement between children, parents, and physicians in rating pain intensity in juvenile idiopathic arthritis.** *Arthritis Rheum* 2006, **55**(2):177-183.
248. Jain AA, Yeluri R, Munshi AK: **Measurement and assessment of pain in children--a review.** *J Clin Pediatr Dent* 2012, **37**(2):125-136.
249. Higginson IJ, Carr AJ: **Measuring quality of life: Using quality of life measures in the clinical setting.** *BMJ* 2001, **322**(7297):1297-1300.
250. Jones GT, Silman AJ, Power C, Macfarlane GJ: **Are common symptoms in childhood associated with chronic widespread body pain in adulthood? Results from the 1958 British Birth Cohort Study.** *Arthritis Rheum* 2007, **56**(5):1669-1675.
251. Hestbaek L, Leboeuf-Yde C, Kyvik K: **Is comorbidity in adolescence a predictor for adult low back pain? A prospective study of a young population.** *BMC Musculoskeletal Disorders* 2006, **7**(1):29.
252. Brattberg G: **Do pain problems in young school children persist into early adulthood? A 13-year follow-up.** *European Journal of Pain* 2004, **8**(3):187-199.
253. Sedgwick P: **Cross sectional studies: Advantages and disadvantages.** *BMJ (Online)* 2014, **348**(mar26 2):g2276-g2276.
254. Wager J, Hechler T, Darlington AS, Hirschfeld G, Vocks S, Zernikow B: **Classifying the severity of paediatric chronic pain - an application of the chronic pain grading.** *European journal of pain* 2013, **17**(9):1393-1402.
255. Hays RD, Anderson R, Revicki D: **Psychometric considerations in evaluating health-related quality of life measures.** *Qual Life Res* 1993, **2**(6):441-449.



256. Organization WH: **Constitution of the World Health Organization**. *Am J Public Health Nations Health* 1946, **36**(11):1315-1323.
257. Comrey AL: **A first course in factor analysis**. N.Y.,: Academic Press; 1973.
258. Hair JF, Black, William C., Babin, Barry J., Anderson, Rolph E.: **Multivariate data analysis**, 7th edn. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall; 2010.
259. Tabachnick BG, Fidell LS: **Using multivariate statistics**, Sixth edition. edn. Boston: Pearson Education; 2013.
260. DeVellis RF: **Scale development : theory and applications**, 3rd edn. Thousand Oaks, Calif.: SAGE; 2012.
261. Costello ABJO: **Best practices in exploratory factor analysis: four recommendations for getting the most from your analysis**. *Practical Assessment Research&Evaluation* 2005, **10**(7).
262. National Center for Educational Statistics: **National Education Longitudinal Study of 1988 First Follow-up: Student component data file user's manual**: U.S Department of Education, Office of Educational Research and Improvement; 1992.
263. Théroux J, Stomski, N, Innes, S, Khadra, C, Ballard, A, Labelle, H, Le May, S: **Revisiting the psychometric properties of the Scoliosis Research Society-22 (SRS-22) French Version (in press)**. *Scoliosis and Spinal Disorders* 2017.
264. Comrey AL, Lee HB: **A first course in factor analysis**, vol. 2nd. Hillsdale, N.J: L. Erlbaum Associates; 1992.
265. Stevens J, NetLibrary I: **Applied multivariate statistics for the social sciences**, vol. 4th. Mahwah, N.J: L. Erlbaum; 2002.
266. Beaton DE, Bombardier C, Guillemin F, Ferraz MB: **Guidelines for the process of cross-cultural adaptation of self-report measures**. *Spine (Philadelphia, Pa 1976)* 2000, **25**(24):3186-3191.
267. Beauséjour M: **(Thèse doctorale) Pertinence de la référence en orthopédie pédiatrique des cas suspectés de scoliose idiopathique : association avec la morbidité perçue et les itinéraires de soins des patients**. École de santé publique, Faculté de médecine, Université de Montréal; 2012.

268. Czaprowski D: **Manual Therapy in the Treatment of Idiopathic Scoliosis. Analysis of Current Knowledge.** *Ortop Traumatol Rehabil* 2016, **18**(5):409-424.
269. Romano M, Negrini S: **Manual therapy as a conservative treatment for adolescent idiopathic scoliosis: a systematic review.** *Scoliosis* 2008, **3**(1):2.
270. Birdee GS, Phillips RS, Davis RB, Gardiner P: **Factors associated with pediatric use of complementary and alternative medicine.** *Pediatrics* 2010, **125**(2):249-256.
271. Ndetan H, Evans M, Hawk C, Walker C: **Chiropractic or osteopathic manipulation for children in the United States: an analysis of data from the 2007 National Health Interview Survey.** *J Altern Complement Med* 2012, **18**(4):347-353.
272. Hestbaek L, Jorgensen A, Hartvigsen J: **A description of children and adolescents in Danish chiropractic practice: results from a nationwide survey.** *J Manipulative Physiol Ther* 2009, **32**(8):607-615.
273. **Job Analysis of Chiropractic: a project report, survey analysis and summary of the practice of chiropractic within the United States** [<http://www.nbce.org/practiceanalysis/>]
274. Humphreys BK, Peterson CK, Muehlemann D, Haueter P: **Are Swiss Chiropractors Different Than Other Chiropractors? Results of the Job Analysis Survey 2009.** *J Manipulative Physiol Ther* 2010, **33**(7):519-535.
275. Jean D, Cyr C: **Use of complementary and alternative medicine in a general pediatric clinic.** *Pediatrics* 2007, **120**(1):e138-141.
276. Michaleff Z, Kamper S, Maher C, Evans R, Broderick C, Henschke N: **Low back pain in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis evaluating the effectiveness of conservative interventions.** *Eur Spine J* 2014:1-13.
277. Negrini S, Hresko TM, O'Brien JP, Price N, Boards S, Committee SRSN-O: **Recommendations for research studies on treatment of idiopathic scoliosis: Consensus 2014 between SOSORT and SRS non-operative management committee.** *Scoliosis* 2015, **10**:8.

278. Huguet A, Miró J: **The Severity of Chronic Pediatric Pain: An Epidemiological Study.** *The Journal of Pain* 2008, **9**(3):226-236.
279. Taylor EM, Boyer K, Campbell FA: **Pain in hospitalized children: a prospective cross-sectional survey of pain prevalence, intensity, assessment and management in a Canadian pediatric teaching hospital.** *Pain Res Manag* 2008, **13**(1):25-32.
280. Ford JJ, Hahne AJ: **Pathoanatomy and classification of low back disorders.** *Manual Therapy* 2013, **18**(2):165-168.
281. Haldeman S, Dagenais S: **A supermarket approach to the evidence-informed management of chronic low back pain.** *The spine journal : official journal of the North American Spine Society* 2008, **8**(1):1-7.