

Université de Montréal

Proposition d'un programme de rééducation posturale  
spécifique à la scoliose idiopathique de l'adolescence :  
Résultats préliminaires.

Par  
Magali Leblanc

Département de kinésiologie

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures en vue de l'obtention  
du grade de maîtrise en Sciences de l'activité physique

Août, 2006

© Magali Leblanc, 2006





Direction des bibliothèques

## AVIS

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

## NOTICE

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal  
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :  
Proposition d'un programme de rééducation posturale  
spécifique à la scoliose idiopathique de l'adolescence :  
Résultats préliminaires.

présenté par :  
Magali Leblanc

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Dr Luc Léger  
Président rapporteur

Dr Paul Allard  
Directeur de recherche

Dr François Prince  
Membre du jury

## RÉSUMÉ

---

Comme la scoliose idiopathique de l'adolescence (SIA) est associée à un problème neurologique, cela amène l'hypothèse qu'un programme de rééducation posturale pourrait avoir un effet sur la progression de la SIA. Les programmes basés uniquement sur des aspects posturaux ou de renforcement musculaire n'ont pas eu d'effets marqués sur la scoliose. Le premier objectif est de développer un programme de rééducation posturale spécifique (PRPS) à la SIA, composé d'éléments de posture, proprioception, équilibre et réintégration sensorielle. Le deuxième objectif est de tester son effet sur l'équilibre postural des scoliotiques.

Un premier groupe (4 filles ayant la SIA) a effectué le PRPS et le groupe témoin, (3 filles ayant la SIA), a effectué des exercices de relaxation. L'angle de Cobb, représentant la déformation de la colonne vertébrale, était de  $20,9 \pm 3,1^\circ$ . Le PRPS est axé sur la proprioception à 44%, l'équilibre à 22%, la réintégration sensorielle à 18% et la posture à 16%. L'étude s'étend sur dix semaines. Le PRPS est composé d'exercices variant en contenu postural et difficulté. Au début et à la fin de l'étude, les variables évaluées sont la hauteur du COM et l'équilibre postural, estimé par les variables reliés au centre des pressions (COP), à l'aide d'une plate-forme de force, sur trois essais (64s, 64 Hz) dans les conditions yeux ouverts et fermés.

Le test non-paramétrique apparié de Wilcoxon n'a fait ressortir aucun résultat significatif entre le début et la fin, pour les deux groupes. Toutefois, une tendance résulte vers une amélioration de l'équilibre postural pour les sujets du PRPS. L'intégration d'apport d'équilibre, de proprioception, d'intégration sensorielle et de posture ouvre de nouvelles perspectives dans un programme de rééducation posturale chez les SIA.

**Mots clés :** équilibre, posture, proprioception, réintégration sensorielle, programme de rééducation postural, scoliose idiopathique de l'adolescence.

## **ABSTRACT**

---

Since adolescent idiopathic scoliosis (AIS) is associated with neurological problems, postural rehabilitation program could have an effect on scoliosis progression. However, programs based on posture or muscular strengthening does not provide pronounced effect on AIS progression. The first objective is to develop a specific rehabilitation program (**SRP**) for the AIS which include postural component, proprioception, balance and sensory reintegration. The second objective is to test the effect of this program on the standing balance.

A first group of four young girls with AIS performed the SRP while the control group, form with three young girls with AIS, executed relaxation exercises. Their Cobb angle, representing the spinal deformation, was  $20,9 \pm 3,1^\circ$ . The SRP is composed by 44% for proprioception, 22% for equilibrium, 18% for sensory reintegration and 16% for posture. The SRP lasts 10 weeks and is composed by exercises that vary in postural balance and difficulty. At the start and end of this study, the height of the COM was evaluated as well as postural balance (COP displacements) by using a force plate. Three trials (64s, 64Hz) in conditions with eyes opened or closed were performed.

Nonparametric Wilcoxon matched pairs test showed no significant difference between the first and the end of the 10<sup>th</sup> week, for the two groups. But a tendency to increase balance for the SRP group was observed. The inclusion of the equilibrium, proprioception and sensory reintegration opens new perspectives in postural rehabilitation postural programs for the AIS.

**Keywords:** equilibrium, posture, proprioception, sensory reintegration, rehabilitation program, adolescence idiopathic scoliosis.

## **TABLE DES MATIÈRES**

---

<b>RÉSUMÉ</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>IV</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES</b>	<b>V</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b>	<b>VII</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	<b>VIII</b>
<b>REMERCIEMENTS</b>	<b>IX</b>
<b>CHAPITRE 1 : INTRODUCTION</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 2 : REVUE DE LITTÉRATURE</b>	<b>8</b>
2.1 PROGRAMMES DE RÉÉDUCATION POUR LES SCOLIOTIQUES	8
2.2 RECOMMANDATIONS POUR UN PROGRAMME DE RÉÉDUCATION EFFICACE POUR LES SCOLIOTIQUES	13
2.3 CRITÈRES D'EFFICACITÉ POUR UN PROGRAMME DE RÉÉDUCATION	17
2.4 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	19
<b>CHAPITRE 3 : MÉTHODE</b>	<b>21</b>
3.1 DÉVELOPPEMENT DES PROGRAMMES DE RÉÉDUCATION	21
3.1.1 Éléments communs aux programmes de rééducation	21
3.1.2 Programme de rééducation posturale spécifique	24
3.1.3 Programme de relaxation	27
3.2 DESCRIPTION DE LA POPULATION	29
3.3 PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL	31
3.3.1 Évaluation de l'équilibre postural	31
3.3.2 Évaluation de la hauteur du centre de masse	36
3.4 ANALYSE STATISTIQUE	37
<b>CHAPITRE 4 : RÉSULTATS</b>	<b>39</b>
4.1 HAUTEUR DU CENTRE DE MASSE	40

4.2	DÉPLACEMENT DE LA POSITION DU CENTRE DE PRESSION	41
4.3	SURFACE D'OSCILLATION	43
4.4	ÉTENDUE DU COP EN ANTÉROPOSTÉRIEUR	45
4.5	ÉTENDUE DU COP EN MÉDIOLATÉRAL	46
4.6	VITESSE DE DÉPLACEMENT DU COP EN ANTÉROPOSTÉRIEUR	48
4.7	VITESSE DE DÉPLACEMENT DU COP EN MÉDIOLATÉRAL	49
<b>CHAPITRE 5 : DISCUSSION</b>		<b>51</b>
5.1	PROGRAMME DE RÉÉDUCATION POSTURALE SPÉCIFIQUE	51
5.2	ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ DU PROGRAMME DE RÉÉDUCATION POSTURALE SPÉCIFIQUE	54
5.3	LIMITES DE L'ÉTUDE	58
5.4	RECHERCHES FUTURES	60
<b>CHAPITRE 6 : CONCLUSION</b>		<b>62</b>
<b>RÉFÉRENCES</b>		<b>64</b>
<b>ANNEXE 1</b>		<b>XI</b>
<b>ANNEXE 2</b>		<b>XXII</b>



## LISTE DES FIGURES

---

Figure 3.1	Illustration d'un ballon de rééducation (a) et d'une base instable (b)	25
Figure 3.2	Dimension du gabarit utilisé pour le positionnement normalisé des pieds	32
Figure 3.3	Plate-forme AMTI avec son origine et ses axes	33
Figure 3.4	Représentation graphique du déplacement du COP et de sa surface	35
Figure 3.5	Représentation graphique de la planche de réaction permettant de calculer la hauteur du COM des sujets	36
Figure 4.1	Pourcentage (%) de la hauteur du COM par rapport à la taille pour les deux groupes de l'étude	40
Figure 4.2	Position moyenne du COP avant et après la réalisation des programmes d'exercices lors des essais yeux ouverts (YO) pour les deux groupes de l'étude	42
Figure 4.3	Position moyenne du COP avant et après la réalisation des programmes d'exercices lors des essais yeux fermés (YF) pour les deux groupes de l'étude	43
Figure 4.4	Surface d'oscillation moyenne du COP, pour les deux groupes de l'étude et pour les conditions YO et YF	45
Figure 4.5	Étendue du COP en antéropostérieur, pour les deux groupes de l'étude et pour les conditions YO et YF	46
Figure 4.6	Étendue du COP en médiolatéral, pour les deux groupes de l'étude et pour les conditions YO et YF	47
Figure 4.7	Vitesse de déplacement du COP en antéropostérieur pour les deux groupes de l'étude et pour les deux conditions YO et YF	49
Figure 4.8	Vitesse de déplacement du COP en médiolatéral pour les deux groupes de l'étude et pour les deux conditions YO et YF	50

## **LISTE DES TABLEAUX**

---

Tableau 3.1	Liste des muscles pour les levées de tension	23
Tableau 3.2	Tableau résumé des caractéristiques des sujets de l'étude	30

## **Remerciements**

---

Je voudrais remercier M. Paul Allard pour avoir initié, mis en route et supervisé ce projet ambitieux et hors du commun. Un gros merci à M. Pascal Muzart et M. Roberto Poirier de l'Université de Sherbrooke pour leur collaboration à l'initiation ce projet ainsi que pour leurs conseils pour les parties pratiques de cette étude.

Un remerciement sincère à mes parents qui m'ont toujours encouragé et supporté tout au long de mon long parcours scolaire. Une pensée toute particulière à mes amis pour leur encouragement.

Je souhaite toutefois remercier Marlène Beaulieu pour ces précieux conseils et encouragements tout au long de cette périlleuse étape.

Nous n'apprenons rien de celui qui est toujours d'accord avec nous.  
Anonyme

## **CHAPITRE 1 : INTRODUCTION**

---

Provenant de la racine grecque 'skolios' signifiant tortueux, le terme 'scoliose' est utilisé dans le domaine médical pour la première fois par Claude Galien (200 ans avant Jésus-Christ) pour désigner l'ensemble des déviations anormales de la colonne vertébrale (de Mauroy, 1996; Moen et al., 1999). Depuis cette époque, la scoliose s'est différenciée des autres déformations vertébrales et est aujourd'hui définie comme étant une déviation tridimensionnelle permanente de la colonne vertébrale (de Mauroy, 1996; Souchard et Ollier, 2002). Cette déformation est le résultat du déplacement progressif des vertèbres les unes par rapport aux autres dans les trois plans de l'espace (Burwell et al., 1992; de Mauroy, 1996).

Cette déformation permanente des vertèbres entraîne des compensations posturales au niveau des ceintures scapulaire et pelvienne ainsi que des modifications majeures au niveau des côtes (Burwell et al., 1992; Perennou, 1993; de Mauroy, 1996; Nault et al., 2002; Souchard et Ollier, 2002). Plus la scoliose est accentuée, plus ces modifications posturales affectent l'aspect esthétique des scoliotiques (Goldberg et al., 1994; de Mauroy, 1996; Weinstein et al., 2003). De plus, le déplacement des côtes entraîné par la scoliose peut engendrer une compression des organes vitaux internes, principalement sur les poumons, menant ainsi à une diminution de la capacité respiratoire (Weinstein et al., 1981; Smyth et al., 1984; DiRocco et Vaccaro, 1988). Une scoliose thoracique prononcée peut aussi engendrer de possibles troubles cardiaques (Cailliet, 1979; Khouri et al., 2004b). Les modifications posturales sont souvent le déclencheur de la détection de la

scoliose, car la scoliose est habituellement non douloureuse, sauf dans les cas où elle présente des lombalgies ou des dorsalgies posturales (Mayo et al., 1994; de Mauroy, 1996; Khouri et al., 2004 b).

La scoliose idiopathique de l'adolescence (SIA) est sans nul doute la scoliose la plus répandue avec une proportion, variant selon les auteurs, entre 70% et 90% des cas de scolioses (Cailliet, 1979; Charrière et al., 1980; Stagnara et al., 1990; Weinstein, 1994). La SIA représente un pourcentage de 2 à 3 % des adolescents âgés entre 10 et 16 ans et de 0.2 à 4 % de la population en générale (Pope et al., 1984; Cailliet, 1979; Stagnara, 1990; Weinstein, 1994). Toutefois, 0.5% de la population a une courbure de plus de 20° (Cailliet, 1979). De plus, la SIA touche plus fréquemment les filles que les garçons avec un taux variant de 1.2 à 10 pour 1, selon les critères de sélection des auteurs (Brooks et al., 1975; Cailliet, 1979; Charrière et al., 1980; Stagnara et al., 1990; Soucacos et al., 1998; Weinstein, 1999; Miller, 1999).

La scoliose idiopathique de l'adolescence, comme son nom l'indique, n'a pas de cause connue. Plusieurs hypothèses ont été étudiées : génétique, hérédité, hormonal, biomécanique et neurologique (Pope et al., 1984; Wyatt et al., 1986; Burwell et al., 1992; Veldhuizen et al., 2000; Lowe et al., 2000). Plusieurs auteurs concluent à un trouble complexe d'origine multifactoriel (de Mauroy, 1996; Byrd, 1988; Lowe et al., 2000; Burwell, 2003). Toutefois, le facteur neurologique est de plus en plus mis de l'avant (Silferi et al., 2004). En effet, l'équilibre postural précaire des scoliotiques (Sahlstrand et al., 1978; Gauchard et al., 2001; Nault et al., 2002; Silferi et al., 2004;

Simoneau et al., 2006), leur mauvaise proprioception (Yekutiel et al., 1981; Barrack et al., 1984; Cook et al., 1986; Keessen et al., 1992) ainsi que leur difficulté à intégrer les informations de leur système vestibulaire (Herman et al., 1985; Gauchard et al., 2001; Silferi et al., 2004) viendraient appuyer cette hypothèse.

En plus de ne pas savoir la cause exacte de la scoliose, un autre problème s'impose : la difficulté à prévoir la progression de la scoliose. En effet, suite au diagnostic d'une scoliose, rien ne permet de prévoir avec exactitude l'évolution de celle-ci. Plusieurs facteurs sont néanmoins prédominants d'un risque de progression. La scoliose rencontrée chez les filles est plus sévère et présente un risque plus élevé de progression par rapport à celle des garçons (Burwell et al., 1992; Soucacos et al., 1998). La scoliose progresse aussi plus rapidement lors de la poussée de croissance de l'adolescence, soit entre l'âge de 9 et 13 ans (Soucacos et al., 1998; Ylikoski, 2005). Après la poussée de croissance, la gravité de la scoliose est le facteur le plus évolutif. Les courbes de plus 30° d'angle de Cobb (angle permettant de mesurer l'amplitude de la courbure (Cobb, 1948)) ont plus de chance de progresser (Weinstein et al., 1981; Stagnara et al., 1990; Soucacos et al., 1998) ainsi que celle présentant une forte rotation axiale des vertèbres (Yamauchi et al., 1988; Stagnara et al., 1990; de Mauroy, 1996). À un seuil de 20° de rotation, la musculature rachidienne est affectée et constitue une composante d'aggravation de la scoliose (Stagnara et al., 1990; de Mauroy, 1996). De plus, les courbures thoraciques et doubles majeures droites semblent présenter un taux de progression plus important (Lonstein et Carlson, 1984; Soucacos et al., 1998). L'origine exacte et la progression de la scoliose idiopathique ne sont pas encore résolues à ce jour.

Les traitements efficaces de la scoliose sont aussi un domaine où toutes les questions n'ont pas encore trouvé réponse. En effet, malgré tous les traitements, la gravité de la scoliose peut dépasser toute attente, et atteindre une courbure de plus 100° d'angle de Cobb (De Giorgi et al., 1999). Il a longtemps été considéré qu'une scoliose de moins de 30° ne suffisait pas à débiter un traitement (Khouri et al., 2004 a). Les temps changent et il est maintenant recommandé de débiter un traitement orthopédique dès 20° ou 25° d'angle de Cobb pour une scoliose évolutive (Khouri et al., 2004 a).

Le corset est le traitement conservateur le plus répandu. Pourtant, malgré toutes les modifications apportées ainsi que tous les modèles disponibles, le corset reste un traitement où la scoliose peut toujours évoluer (Goldberg et al., 1993, 2001; Noonan et al., 1996; Dickson, 1999). L'efficacité des corsets est dépendante du type de courbure (Gepstein et al., 2002; Khouri et al., 2004 a) du nombre d'heures par jour que le corset est porté (Rowe et al., 1997; Rahman et al., 2005), de l'angulation initiale de la scoliose ainsi que de la correction de départ du corset (Focarile et al., 1991; Khouri et al., 2004a). De plus, le corset peut entraîner de multiples complications telles des compressions nerveuses, paresthésies, douleurs abdominales, nausées et vomissements (Khouri et al., 2004 a). Le but d'un traitement orthopédique est de contrôler la scoliose et de permettre à l'enfant de terminer sa croissance avec une scoliose modérée qui lui permettra d'avoir une vie normale à l'âge adulte (Khouri et al., 2004 a).

Lorsque les corsets ne suffisent pas à arrêter la progression de la scoliose à moins de 45°, la chirurgie demeure la solution finale la plus souvent envisagée (Bradford et al.,



1999; Bridwell, 1999; Lonstein, 2006). Cette opération très complexe, a pour but de corriger la déformation rachidienne en fusionnant les vertèbres impliquées dans la courbure (Khouri et al., 2004 a). Les recherches sur les chirurgies se multiplient continuellement et se concentrent surtout à l'amélioration des techniques d'opérations, qui ne cessent de se spécialiser, tant par les méthodes que par les matériaux utilisés (Delécrin et al., 2000; Betz et al., 2003; Kim et al., 2004; Lenke et al., 2004; Violas et al., 2004). Pourtant, la chirurgie ne demeure pas moins une intervention très élaborée et physiquement très éprouvante pour le patient.

Malgré les risques et les conséquences graves que peut entraîner une scoliose, il est intéressant de remarquer qu'en Amérique du Nord, avant que la scoliose n'atteigne 20° ou 25° d'angle de Cobb, l'observation reste la recommandation la plus rencontrée (Lonstein, 2006). Des traitements en physiothérapie sont parfois proposés, mais l'efficacité réelle de ceux-ci reste encore à être prouvée. Les exercices sont souvent conseillés comme adjuvant thérapeutique au corset ou comme préparation à la chirurgie, mais très peu comme traitement principal (Carman et al., 1985; Stagnara et al., 1990; Khouri et al., 2004 a). Il en est autrement en Europe, où diverses techniques de rééducation, communément appelé chez eux la kinésithérapie, existent depuis de nombreuses années (G.E.K.T.S., 1991; de Mauroy, 1996). La rééducation des scoliotiques semble débiter plus tôt qu'en Amérique.

Avec les années l'expérience des thérapeutes et les recherches effectuées sur la scoliose ont fait en sorte que les méthodes européennes ont évoluées et qu'elles se précisent

toujours (Charrière et Roy, 1980; Stagnara et al., 1990; de Mauroy, 1996; G.E.K.T.S., 1991). Cependant, les conclusions sur l'efficacité des exercices restent un sujet controversé. Plusieurs auteurs soutiennent l'efficacité de leur méthode (Stagnara et al., 1990; Weiss, 2003 a, Souchard et Ollier, 2002), et d'autres maintiennent l'idée que les exercices sont utiles, mais qu'appliqués seuls, ils sont insuffisants pour jouer un rôle déterminant sur la scoliose (Rainaut, 1984; Khouri et al., 2004 a). Plusieurs lacunes existent chez la majorité de ces méthodes et par le fait même, aucune 'recette' n'existe dans le traitement de la scoliose. Cependant, la plupart des méthodes de rééducation sont basées sur les mêmes fondements, entre autres: la prise de conscience de la mauvaise posture, l'acquisition d'une nouvelle posture, l'amélioration de l'équilibre et de la proprioception des scoliotiques (G.E.K.T.S., 1991). Il est vrai que les méthodes européennes sont très variées, mais, malheureusement, elles ne sont que très peu étudiées objectivement par des articles scientifiques (G.E.K.T.S., 1991).

Pour éviter tous les désagréments engendrés par le corset et la chirurgie, on pourrait penser qu'un programme de rééducation puisse influencer, dès la détection de la scoliose, la progression de la courbure. Selon plusieurs auteurs, il est possible d'être optimiste sur ce point (Charrière, 1980; Ferraro et al., 1988; Negrini et al., 2003). Évidemment, une des lacunes du diagnostic de la scoliose est la difficulté à prévoir son évolution. Les médecins traitants semblent préférer l'observation plutôt que l'action pour les scolioses à faibles courbures (Khouri et al., 2004 a; Lonstein, 2006). Il est cependant permis de penser que, dès la détection de la scoliose, il est possible d'influencer son évolution avec des exercices de rééducation adaptés, sans même

l'utilisation d'adjuvant mécanique tel le corset (Negrini et al., 2005). Toutefois, la méthode de rééducation miracle ne semble pas encore au point.

Notre hypothèse est qu'en se basant sur les méthodes et sur les études existantes, il est possible d'élaborer un programme de rééducation efficace spécifiquement adapté aux scoliotiques. Ainsi, le premier objectif principal de cette étude est de mettre en place un programme de rééducation spécifiquement adapté pour les scoliotiques. Le deuxième objectif principal est d'évaluer l'efficacité de ce programme de rééducation auprès d'un groupe d'adolescentes scoliotiques. Cette étude se veut donc un point de départ dans la création d'un programme de rééducation spécifiquement adaptée à la scoliose et dans la démonstration de son efficacité.

En terminant, la SIA reste encore un mystère dans son origine et son évolution. Toutefois, plusieurs études se concentrent à découvrir tous ses mystères. Malheureusement, les traitements orthopédiques et chirurgicaux utilisés aujourd'hui ne sont pas infaillibles et présentent de nombreuses contraintes pour les scoliotiques. Pour compléter ces traitements, ils existent de nombreux programmes de rééducation, mais la plupart des méthodes sont le fruit d'école de pensées multiples et aucun programme ne semble avoir démontré objectivement son efficacité. C'est pourquoi, dans le meilleur des connaissances actuelles, cette étude préliminaire tentera de créer un programme de rééducation spécifiquement conçu pour les scoliotiques et évaluera son efficacité auprès de ces derniers.

## **CHAPITRE 2 : REVUE DE LITTÉRATURE**

---

Ce chapitre expose les limitations des programmes de rééducation pour les scoliotiques évalués par le passé et ceux présentement exploités en clinique. Par la suite, il sera question des recommandations concernant les éléments importants à rencontrer dans un programme de rééducation efficace pour les scoliotiques. Le chapitre se poursuivra par les critères pour évaluer l'efficacité d'un programme de rééducation et se terminera par les objectifs spécifiques de cette étude.

### **2.1 Programmes de rééducation pour les scoliotiques**

La réhabilitation des scolioles par des exercices est un moyen thérapeutique très peu utilisé aux États-Unis (Focarile et al., 1991; Rowe et al., 1997), mais occupe une place centrale dans plusieurs pays d'Europe (G.E.K.T.S., 1991; Moen et Nachemson, 1999; Weiss, 2003). Il existe une grande diversité de concepts et de techniques en matière de rééducation des scolioles (Stagnara, 1990; G.E.K.T.S., 1991). Toutefois, peu d'études ont été réalisées pour les valider (Negrini et al, 2003 et 2005). De plus, les méthodes actuellement misent en application, présentes souvent plusieurs lacunes.

Pensons tout d'abord à la méthode de quadrupédie de Klapp (Klapp, 1977), qui a commencé à être développée en Allemagne dans les années 1920. Cette méthode consistait à de nombreux exercices de locomotion en position de quadrupédie qui, selon sa théorie, éliminerait les inconvénients de la position verticale. Plus tard, Stone et ses collaborateurs (1979) ont créé et testé une série d'exercices de renforcement de la sangle

abdominale et des exercices de flexion dans le plan frontal pour les scoliotiques. Quant à la méthode de réhabilitation de Mehta, testée par den Boer et al. en 1999, elle est basée sur des exercices de flexion latérale contraire à la courbure, donc dans un seul plan de l'espace. Souchard et Ollier, 2002 proposent, au début des années 1980, un programme de rééducation posturale globale (RPG) basé sur des contractions musculaires excentriques des muscles statiques de la posture. Toutes ces méthodes sont principalement axées sur un renforcement musculaire et ne tiennent pas compte de la structure tridimensionnelle de la scoliose, ce qui, en soi, est une sérieuse lacune (Rainault, 1984; G.E.K.T.S., 1991; Khouri et al., 2004 a).

La qualité des études publiées ou de plusieurs méthodes est aussi questionnable (Negrini et al., 2003 et 2005; Lenssinck et al., 2005). En effet, la structure des programmes est souvent déficiente. Plusieurs études n'ont inclus ni progression pour les exercices dans leur programme de réhabilitation (Stone et al., 1979; den Boer et al., 1999), ni structure dans l'exécution des exercices (Weiss, 1992; den Boer et al., 1999; Rigo et al., 2003; Otman et al., 2005). De plus, les auteurs ne font généralement que citer les points importants de leur théorie, et des formations spéciales sont nécessaires pour comprendre et mettre en application leur propos (G.E.K.T.S., 1991; Souchard et Ollier, 2002). Par ailleurs, les programmes de réhabilitation sont parfois à l'extrême opposé l'un de l'autre. En effet, la méthode de Schroth, qui a été abondamment étudiée (Weiss, 1991, 1992, 2003 a, 2003 b, 2003 c; Rigo et al., 2003; Otman et al., 2005), nécessite de la part des scoliotiques un séjour de 4 à 6 semaines dans une institution où ils doivent effectuer des exercices de 6 à 8 heures par jour. À l'inverse, la méthode de rééducation posturale

globale (RPG) (Souchard et Ollier, 2002), ne demande aux patients aucune exécution d'exercices en dehors des rencontres avec le thérapeute.

Les patients qui suivent la technique de rééducation posturale globale (RPG) semblent être dépendants des traitements avec le thérapeute. Du fait que cette méthode ne juge pas nécessaire de donner des exercices à faire la maison, les patients ne peuvent prendre en charge leur propre traitement. Au contraire de l'étude de Stone et al. (1979), où les sujets recevaient les instructions pour effectuer les exercices au début de l'étude et aucun suivi de la part de thérapeute n'était entrepris. En conclusion de leur étude, Stone et al. (1979) ont recommandé, pour une réhabilitation de patients scoliotiques, d'avoir un meilleur suivi de la part des thérapeutes. Toutefois, à l'opposé des deux méthodes précédentes, la méthode de Schroth a peut-être trop bien intégré la présence et les interventions des thérapeutes lors du traitement. En effet, durant leur réhabilitation, les scoliotiques sont continuellement corrigés par les nombreux thérapeutes présents à l'institution (Weiss, 2003 a). Encore une fois, les sujets pourraient devenir dépendants des interventions continues des thérapeutes et avoir de la difficulté à prendre leur part de responsabilités dans leur traitement à leur sorti de la clinique. den Boer et al. (1999) ont réalisé un compromis dans le suivi de leurs sujets. En effet, des séances de 30 minutes par semaines pendant 10 à 12 semaines ont été réalisées pour permettre aux scoliotiques de bien intégrer les exercices. De plus, une rencontre à tous les quatre mois a été effectuée pour permettre le suivi des exercices.

Un autre problème des études réalisées sur des programmes de rééducation est l'inclusion d'un groupe témoin qui permettrait de déterminer les bienfaits réels du

programme testé. En effet, plusieurs études n'ont tout simplement pas inclus de groupe témoin dans leur étude (Rigo et al., 1991; Weiss et al., 1992, 1997; Ferraro et al., 1998; Maruyama et al., 2003; Morningstar et al., 2004). Pour les études qui en possédait, la majorité de ces groupes, composés de sujets scoliotiques, ne subissait aucun traitement (Stone et al., 1979; Klisic et Nikolic, 1985; Mollon et Rodot, 1986; Weiss et al., 2003 b). Quant à den Boer et collaborateurs (1999), ils ont eu l'originalité de comparer l'efficacité d'un programme de rééducation avec un groupe de référence ayant subi un traitement par corset durant leur croissance. Ils n'ont noté aucune différence significative entre les deux traitements. Negrini et al., (2003) recommandent d'effectuer des études longitudinales prospectives et randomisées, avec des groupes aléatoires et homogènes, pour tester des programmes de rééducation.

Les conclusions de ces études sont souvent sujettes à controverse. La plupart des études réalisées sur la méthode Schroth démontrent une diminution de l'angle de Cobb (Weiss, 1992; Weiss et al., 2003 b; Otman et al., 2005). Toutefois, l'étude de Stone et al. (1979), n'a pu permettre de faire ressortir des résultats statistiquement différents sur l'efficacité de ses exercices. Quant à den Boer et al. (1999), ils concluent qu'il faudrait considérer la méthode de réhabilitation de Metha comme un traitement complémentaire pour les scoliotiques. Plusieurs auteurs mentionnent que la kinésithérapie (rééducation posturale) est utile, mais qu'utilisée seule, elle est insuffisante pour apporter une correction totale de la scoliose (Cailliet, 1979; Rainaut, 1984; Khouri et al., 2004 a). Tout récemment, Weiss et al. (2006) ont notés qu'un programme d'exercices pouvait améliorer la posture des scoliotiques mais ne pouvait influencer la courbure. Toutefois, plusieurs auteurs suggèrent qu'une réhabilitation de kinésithérapie et des exercices effectués

régulièrement, permettraient de freiner l'aggravation des scolioses structurales mineures évolutives et des scolioses de courbure moyenne (Charrière, 1980; Ferraro et al., 1988; Mollon et Rodot (G.E.K.T.S., 1991); Clisic et Nikolic, cités par Negrini (G.E.K.T.S., 1991); Weiss, 1992, 2003 a, 2003 b; Negrini et al., 2003).

Pour conclure, plusieurs méthodes de réhabilitation sont présentement mises en application à travers le monde, mais aucune d'entre elles ne semblent avoir trouvé la formule parfaite. Plusieurs méthodes se restreignent à corriger les scolioses dans un seul plan de l'espace ou se basent presque exclusivement sur le renforcement de la musculature des scoliotiques (Stone et al., 1979; den Boer et al., 1999; Souchard et Ollier, 2002). Le suivi des thérapeutes est parfois déficient (Stone et al., 1979), ou au contraire, beaucoup trop présent ce qui ne valorisent pas l'indépendance des patients dans leur traitement (méthode de Schroth; Souchard et Ollier, 2002). Une panoplie de méthode existe en Europe. Cependant, ces méthodes sont le fruit de nombreuses écoles de pensées difficilement accessibles pour les nord-américains et leurs résultats réels ne sont pas évalués par des études scientifiquement valables (G.E.K.T.S., 1991). Les conclusions sur l'efficacité de tous ces programmes sont aussi très disparates. Ainsi, pour remédier à ces contraintes, une étude portant sur un programme de rééducation pour les scoliotiques devrait être constitué d'exercices adaptés pour la scoliose qui permettraient une progression et qui seraient facilement accessibles et réalisables pour le patient autant que pour le thérapeute. De plus, pour bien délimiter les effets du programme sur les scoliotiques, l'étude devrait inclure un groupe témoin homogène.



## **2.2 *Recommandations pour un programme de rééducation efficace pour les scoliotiques***

Cette section illustre les particularités cliniques rencontrées chez les scoliotiques, telle la posture, l'équilibre, la proprioception et la réintégration sensorielle, et les met en relation dans la constitution d'un programme de rééducation particulier aux personnes scoliotiques, selon les recommandations rencontrées dans la littérature.

La scoliose présente une anomalie de la posture en position debout (Perennou et al., 1993; Nault et al., 2002; Khouri et al., 2004 b; Zabjek et al., 2005). C'est pourquoi, une correction de la posture présente un élément important dans la rééducation des scoliotiques (Negrini, 1991; Nault et al., 2002; Negrini et al., 2005). Plusieurs méthodes, dont celle de Schroth (Weiss, 2003 a), basent leur protocole de rééducation sur les perturbations physiques des scoliotiques. Mais une correction de la posture temporaire n'est pas l'objectif final désiré. L'important est de maintenir cette posture de façon automatique en toutes circonstances (Charrière et Roy, 1980; Rainault, 1984; Stagnara et al., 1990; G.E.K.T.S., 1991).

Un point important à retenir est qu'une correction de la posture engendre par le fait même un travail sur la proprioception du patient. En effet, la proprioception est en fait la reconnaissance de notre corps dans l'espace et elle est régulée à l'aide de récepteurs musculaires et articulaires (Souchard et Ollier, 2002). Plusieurs auteurs ont démontré que les scoliotiques présentent des troubles de proprioception, d'où l'importance d'intégrer des éléments améliorant la proprioception dans un programme de rééducation (Negrini, 1991; Silferi et al., 2004; Negrini, 2005; Weiss et al., 2006). En effet, Keessen

et al. (1992) postulent que ce trouble proprioceptif pourrait être un facteur associé à la déformation de la colonne vertébrale. De leur côté, Barrack et al. (1984) et Cook et al. (1986) affirment que cette perturbation de la proprioception supporte la présence d'un déficit neurologique. Quant à Yekutiél et al. (1981), ils suggèrent que la mauvaise proprioception de scoliotiques serait due à un déficit du système interne des fuseaux neuromusculaires.

Plusieurs méthodes de rééducation pour les scoliotiques intègrent la proprioception dans leurs éléments de base. Entre autre, la méthode Schroth, fondée sur l'acquisition d'un nouveau schéma corporel, appuie que c'est avec leur proprioception que les patients doivent apprendre à intégrer leur nouvelle posture dans leur vie de tous les jours (Weiss, 1992). Souchard et Ollier (2002) basent leur RPG sur la proprioception des scoliotiques avec les exercices d'étirement actif et l'intervention constante du thérapeute.

Il est connu depuis plusieurs années que les scoliotiques présentent des troubles de l'équilibre postural. Le déséquilibre postural chez les scoliotiques se reflète par une plus grande variation dans les déplacements du centre de pression (COP) du corps (Chen et al., 1998; Nault et al., 2002). En 1978, Sahlstrand et ses collaborateurs ont suggéré que ce déséquilibre postural pourrait contribuer à la cause de l'AIS. Il est donc souhaitable d'inclure dans un programme de rééducation pour les scoliotiques des éléments améliorant l'équilibre (Charrière et Roy, 1980; Renault, 1984; Negrini, 1991; Nault et al., 2002; Negrini, et al., 2005). Pour le contrôle de l'équilibre postural, les afférences visuelles, proprioceptives et vestibulaires sont les sources principales d'informations (Ivanenko et al., 1999). L'équilibre postural précaire des scoliotiques semble être le

résultat de l'implication de plusieurs facteurs : une mauvaise posture, une mauvaise proprioception et une mauvaise intégration sensorielle, d'où l'importance de ne négliger aucun élément dans la rééducation des scoliotiques.

La mauvaise posture des scoliotiques semble être un des éléments provoquant ce déséquilibre postural (Gauchard et al., 2001; Nault et al., 2002; Khouri et al., 2004 b). Néanmoins, Silferi et al. (2004) expliquent le déséquilibre postural des scoliotiques comme étant dû à un dysfonctionnement du système nerveux central (SNC), principalement au niveau des mécanismes d'intégration des informations nécessaires à la régulation de la station debout. Depuis des décennies que les européens utilisent des éléments d'équilibre postural, de réintégration sensorielle et de posture dans leur programme de rééducation pour les scoliotiques (Weiss, 1991, 2003 b; Otman et al., 2005; Charrière, 1980; Rainaut, 1984; Stagnara, 1990; G.E.K.T.S., 1991; de Mauroy, 1996).

Les informations visuelles sont elles aussi importantes au maintien de l'équilibre postural chez les scoliotiques (Sahlstrand et al., 1978). Par ce fait, Charrière et Roy (1980), Rainaut (1984) ainsi que Souchard et Ollier (2002) appuient l'importance du contrôle visuel et l'exécution d'exercice avec des perturbations de la vision (yeux ouverts, yeux fermés, yeux ouverts) lors d'une rééducation pour les personnes scoliotiques. Toutefois, Simoneau et ses collaborateurs (2006) ont démontré que les entrées proprioceptives provenant des chevilles joueraient également un rôle majeur dans le contrôle de l'équilibre postural chez les scoliotiques. Cette même idée est d'ailleurs appuyée par Silferi et al. (2004). Ces derniers suggèrent aussi qu'une

rééducation des systèmes sensoriels (proprioceptifs) pourrait constituer une étape préalable à l'amélioration du contrôle de l'équilibre postural des scoliotiques.

La scoliose a aussi des répercussions importantes sur la musculature. Avec la déformation engendrée par la scoliose, certains muscles sont hypersollicités et hypertoniques (Stortz, 1991). Ces muscles évoluent vers une perte d'élasticité et une fibrose (Stortz, 1991). Par conséquent, Lonstein et Winter (1988) ainsi que Deviren et al. (2002) affirment que le manque de flexibilité de la colonne est inversement corrélé avec la progression de la scoliose et la douleur. D'où l'importance de gagner en amplitude articulaire en étirant ou mobilisant les éléments articulaires et musculaires qui limitent le mouvement (Charrière et Roy, 1980; Negrini et al., 2005). En conséquence, l'assouplissement améliore progressivement la mise en place d'une nouvelle posture (Becker, 1978; Charrière et Roy, 1980; Souchard et Ollier, 2002; Weiss et al., 2006). L'assouplissement peut aussi être exécuté de façon manuelle par un thérapeute (Souchard et Ollier, 2002). Malgré que plusieurs techniques soient actuellement enseignées, aucune étude n'a été réalisée pour démontrer l'efficacité des traitements manipulatoires (Negrini, 2005). Cependant, les massages sont un adjuvant prédominant dans les traitements des scoliose douloureuses (Stagnara et al., 1990).

Suite à tous ces faits et recommandations, le programme de rééducation posturale créé pour cette étude préliminaire devrait comprendre des éléments d'équilibre, de posture, de proprioception, de réintégration sensorielle et d'assouplissements musculaires.

### **2.3 Critères d'efficacité pour un programme de rééducation**

Pour déterminer l'efficacité d'un traitement conçu pour atténuer la scoliose, l'angle de Cobb reste la variable la plus abondamment utilisée dans les études. Cependant, cette variable n'a pas été incluse comme un déterminant de l'efficacité dans cette étude, car l'angle de Cobb entraîne plusieurs restrictions, dont la variabilité et sa progression. En contre parti, l'évaluation de l'équilibre postural reflète à la fois, le maintien postural et la gestion de l'équilibre, tous deux associés à la scoliose.

L'évaluation de l'angle de Cobb se mesure sur une radiographie. De multiples expositions aux irradiations représentent un danger pour les personnes scoliotiques (Nash et al., 1979; Levy et al., 1996; Kluba et al., 2006). Même pour une scoliose en pleine croissance, un maximum de deux radiographies par année est recommandé (Stagnara et al., 1990 ; Souchard et Ollier, 2002). De plus, la mesure de l'angle de Cobb peut entraîner une variabilité de près de 5° et ce, pour le même observateur (Beekman et Hall, 1979; Beauchamp et al., 1993; Shea et al., 1998). Cette variabilité n'est pas à négliger, car un traitement est considéré efficace, si la courbure ne subi qu'une modification de moins de 5°, dans un intervalle de 6 mois (Brooks, 1975; Coillard et al., 2003).

Pour cette étude préliminaire, il a été convenu de créer un programme de rééducation de dix semaines seulement. Ainsi, pour ne pas entraîner un risque supplémentaire au sujet dû aux radiographies multiples et pour permettre de constater une réelle modification ou

stabilisation de la scoliose, il est difficilement justifiable d'inclure l'angle de Cobb comme variable déterminante dans l'efficacité de cette étude.

Il est concevable de supposer qu'un trouble neurologique (Veldhuizen et al, 2000; Lowe et al., 2000; Silferi et al., 2004) puisse entraîner l'équilibre précaire rencontré chez les scoliotiques (Silferi et al., 2004). De plus, le déséquilibre est accentué chez les scolioses à faibles courbures (Sahlstrand et al., 1978, Gauchard et al., 2001) et celles-ci progressent plus rapidement, comparativement aux courbures plus prononcées (Ylikoski, 2005). Subséquemment, le trouble neurologique entraînant le déséquilibre postural pourrait être à l'origine de la déformation progressive du rachis (O'Beirne et al., 1989; Khouri et al., 2004 b). Toutefois, il est possible d'améliorer l'équilibre postural en peu de temps, par l'entremise d'exercices axés sur l'équilibre (Hoffman et Payne, 1995; Yaggie et Campbell, 2006). Ainsi, partant de cette prémisse, l'hypothèse de cette étude préliminaire est que l'application d'un programme de rééducation spécifique pour les scoliotiques, visant à améliorer l'équilibre, pourrait entraîner des effets positifs ralentissant la progression de la scoliose.

L'équilibre postural en position debout repose sur la capacité à maintenir la projection verticale du centre de masse (COM) à l'intérieur du polygone de sustentation. La position du COM du corps est déterminée en tenant compte de tous les COM segmentaires (Winter, 1990). Le déplacement du COM est géré par le COP, qui est le point d'application de la résultante des forces de réaction au sol et représente la réponse neuromusculaire nette du contrôle de la projection du COM (Winter et al., 1996). C'est

pourquoi plusieurs auteurs utilisent le COP comme variable lors de leurs tests d'équilibre (Sahlstrand et al., 1978; Gauchard, 1999; Simoneau et al., 2006).

De part le laps de temps limité à 10 semaines pour cette étude préliminaire et par le fait qu'aucune étude n'a cru bon de vérifier l'équilibre des scoliotiques suite à l'exécution d'un programme de rééducation, l'évaluation de l'équilibre postural, par l'entremise du COP, sera utilisée pour déterminer l'efficacité du programme créé spécifiquement pour cette étude.

#### **2.4 Objectifs de l'étude**

Comme mentionné plus haut, les objectifs principaux de cette étude préliminaire sont de créer un programme de rééducation posturale spécifique (PRPS) adapté aux scoliotiques et par la suite, de tester son efficacité sur l'équilibre des scoliotiques. Le PRPS devra être constitué d'éléments pour corriger l'équilibre, la posture, la proprioception et la réintégration sensorielle des scoliotiques. De plus, pour délimiter les effets du PRPS, un deuxième programme devra être conçu pour un groupe témoin de scoliotiques. Cependant, ce programme ne devra aucunement influencer les sujets sur les éléments spécifiques inclus dans le PRPS, en particulier leur équilibre postural.

Pour préciser les effets du PRPS sur l'équilibre des scoliotiques, le premier objectif spécifique de cette étude est de comparer l'équilibre postural des sujets, avant la réalisation de leur programme respectif versus après. Il est espéré de constater que les sujets ayant complété le PRPS démontrent une amélioration significative de leur

équilibre. Pour compléter l'évaluation de l'efficacité du PRPS, le deuxième objectif spécifique est de comparer si la différence d'équilibre pour les sujets du PRPS (avant versus après l'étude) est statistiquement différente par rapport à la modification de l'équilibre des sujets du groupe témoin. Il est espéré de constater une différence significative entre les deux groupes.

En conclusion de ce chapitre, le programme de rééducation posturale spécifique qui devra être conçu pour cette étude préliminaire, comprendra des éléments d'équilibre, de posture, de proprioception, de réintégration sensorielle et d'assouplissements musculaires. Le programme de rééducation pour le groupe témoin ne devra quant à lui, avoir aucune influence sur les composantes du programme mentionné ci-haut. Par la suite, l'efficacité des programmes auprès des scoliotiques s'effectuera à l'aide de l'évaluation de l'équilibre postural des sujets.



## **CHAPITRE 3 : MÉTHODE**

---

Ce chapitre comprend quatre sections. La première est consacrée aux deux programmes d'exercices élaborés dans le cadre de cette étude. L'un des programmes est spécifique à la rééducation posturale pour les jeunes filles ayant une SIA, tandis que l'autre est non spécifique et n'agit pas directement sur la posture ou l'équilibre des sujets. Par la suite, les caractéristiques de la population recrutée pour cette recherche seront développées. La troisième section porte sur le protocole expérimental pour l'acquisition des données cliniques, d'équilibre et de posture. Les analyses statistiques terminent ce chapitre.

### ***3.1 Développement des programmes de rééducation***

Deux programmes d'exercices ont été mis au point pour les filles ayant une SIA. Le premier programme est axé sur la rééducation posturale spécifique et comporte des aspects biomécaniques et contrôles moteurs propres à la scoliose, alors que le second est un programme d'exercice de relaxation. Les éléments communs aux deux programmes sont décrits dans la première partie de cette section ainsi qu'une technique d'étirement manuel de type contracté-relâché. La description détaillée des deux programmes d'exercices est traitée par la suite.

#### **3.1.1 Éléments communs aux programmes de rééducation**

Les sujets ont été divisés dans les deux groupes de l'étude de façon alternée, selon leur date d'acceptation à participer à ce projet. Tous les sujets devaient effectuer leurs

exercices chaque jour pendant environ dix minutes. Au cours des dix semaines de l'étude, tous les sujets ont eu six rencontres individuelles avec la kinésiologue, soit une rencontre par semaine pendant les cinq premières semaines et une sixième à la fin de l'étude.

La première rencontre entre le sujet et la kinésiologue permettait d'effectuer les acquisitions des données cliniques, de posture et d'équilibre au Laboratoire d'étude du mouvement de l'hôpital Sainte-Justine. Le protocole de ces évaluations est détaillé dans la section 3.3. La rencontre se poursuivait à la clinique de scoliose du Dr. Charles-Hilaire Rivard, orthopédiste à l'hôpital Sainte-Justine, où les sujets recevaient, par la kinésiologue, un massage au niveau de leur dos. Ce massage a pour but d'éliminer les adhérences sous-cutanées et de préparer les muscles aux étirements ultérieurs. En effet, pour succéder au massage, des étirements manuels de type contracté-relâché furent pratiqués sur les sujets. Ces étirements, aussi nommée levée de tension, permettent le relâchement des tensions musculaires qu'engendre la scoliose. Ce relâchement favorise alors une plus grande liberté de mouvement, et peut aussi aider à diminuer les lombalgies ou des dorsalgies que les jeunes filles peuvent ressentir suite à leur scoliose.

En quelques lignes, cette technique d'étirement consiste à ce que la kinésiologue positionne le muscle en course externe maximale (étirement maximum) et à le maintenir dans cette position pendant que le sujet effectue une légère contraction musculaire. Par la suite, le sujet relâche sa contraction. Après une très courte période de repos, permettant d'éviter un réflexe myotatique (contraction violente du muscle suite à son étirement afin d'éviter une blessure), la kinésiologue allonge le muscle en l'étirant au-

delà de sa position de départ. Pour permettre un relâchement complet du muscle, l'étirement peut être effectué jusqu'à trois fois de suite. Le tableau 3.1 présente les muscles qui ont été étirés sur tous les sujets lors des rencontres avec la kinésiologue.

Tableau 3.1 : Liste des muscles pour les levées de tension

**Côté gauche :**

1. Trapèze moyen
2. Trapèze inférieur
3. Grand dorsal
4. Grand rond\*
5. Triceps brachial\*
6. Biceps brachial\*
7. Oblique interne
8. Moyen / Petit fessier
9. Tenseur du fascia lata
10. Psoas
11. Iliaque\*
12. Droit fémoral \*

**Côté droit :**

1. Grand pectoral
2. Petit pectoral
3. Oblique externe
4. Grand fessier
5. Piriforme
6. Longue portion du biceps fémoral
7. Carré des lombes
8. Dentelé antérieur

\* Ces muscles ont été rajoutés suite à la rencontre du 16 septembre, 2005. Ils n'ont donc pas été inclus lors de traitements des 3 premières patientes du projet à Montréal.

Pour terminer la première rencontre, la kinésiologue montrait à la jeune fille les exercices qu'elle devait effectuer pour la semaine suivante, et lui remettait un journal de bord. Celui-ci contenait les explications et les images pour chacun des exercices, ce qui permettait à la jeune fille de bien se rappeler des exercices à exécuter. De plus, le journal de bord incluait une grille horaire que la jeune fille devait remplir lorsqu'elle effectuait ses exercices. Cependant, la consigne donnée aux jeunes filles était que si elles n'avaient pas effectué leurs exercices, elles se devaient d'être honnête et de ne rien indiquer dans la grille. Les versions intégrales du journal de bord de chacun des programmes sont en annexe 1 et 2 de ce document.

Les quatre rencontres suivantes ont été réalisées à la Clinique de scoliose du Dr. Charles-Hilaire Rivard. Elles étaient similaires à la première rencontre à l'exception qu'aucune prise de données ne fût réalisée. Donc, ces rencontres ne comportaient que des séances de massage, de levées de tension et la démonstration des exercices pour la semaine à suivre. Quant à la dernière rencontre, elle avait lieu à la fin de la dixième semaine. Elle se déroulait au Laboratoire d'étude du mouvement et ne consistait qu'à l'acquisition finale des données cliniques, de posture et d'équilibre ainsi qu'à la remise du journal de bord de la jeune fille à la kinésiologue.

### **3.1.2 Programme de rééducation posturale spécifique**

Un des aspects innovateurs dans ce projet était de développer un programme de rééducation posturale spécifique qui comprenait quatre grands volets soit la posture, la proprioception, l'équilibre et la réintégration sensorielle. Le pourcentage de chacun de ces volets a été attribué de manière arbitraire. Cette distribution fait ressortir la place que la proprioception occupe dans ce programme de rééducation, tandis que les trois autres volets sont répartis de façon plutôt équitable. En effet, 44% des exercices du PRPS sont axés sur la proprioception, 22% sur l'équilibre, 18% sur la réintégration sensorielle et 16% est consacré à la posture.

La base du PRPS est la correction de la posture et de l'équilibre des jeunes filles scoliotiques. Le but premier des exercices de ce programme est de corriger la posture des jeunes filles scoliotiques et de rendre cette nouvelle posture naturelle afin qu'elles l'appliquent dans la vie de tous les jours. Pour ce faire, le système proprioceptif est

grandement mis en jeu. En effet, la perception de la position et des mouvements de chaque segment corporel dans l'espace est le résultat du bon fonctionnement de notre système proprioceptif. C'est pourquoi, toute nouvelle acquisition d'un mouvement ou d'une posture, joue sur la sensibilité proprioceptive. Ainsi, malgré que les exercices posturaux soient effectués tout au long du PRPS, la plus grande partie du programme (44%) agit sur le système proprioceptif.

Pour améliorer l'équilibre des sujets, un ballon de rééducation et une base instable (aussi nommé Sit-O-Fit ou Dynadiscs), illustrés respectivement à la figure 3.1a et 3.1b, ont été utilisés pour quelques exercices du PRPS. Dès la quatrième semaine, les sujets devaient effectuer un exercice à l'aide du ballon de rééducation. À la septième semaine, ce dernier a été réutilisé par les jeunes filles lorsqu'elles effectuaient leurs exercices assis sur le ballon. La progression des exercices se termine à la dernière semaine, avec la réalisation des exercices debout, les pieds déchaussés sur la base instable. Étant donnée l'importance de la progression de l'apprentissage des exercices durant les premières semaines, l'utilisation du ballon de rééducation et de la base instable, ne représente que 22% du programme de rééducation posturale spécifique.



(a)



(b)

Figure 3.1 : Illustration d'un ballon de rééducation (a) et d'une base instable (b)

En ce qui a trait au problème de réintégration sensorielle rencontré chez les scoliotiques, le PRPS tend à le réduire grâce à des exercices réalisés avec des perturbations de la vision et de l'environnement extérieur. Les exercices perturbants la vision sont inclus au PRPS dès la septième semaine et ce jusqu'à la fin du PRPS. Ceux-ci consistaient à ce que la jeune fille scoliotique ferme les yeux, réalise ses exercices posturaux, maintienne sa position deux à trois secondes, rouvre ses yeux tout en maintenant sa position et termine en revenant à sa position initiale. Ces perturbations (yeux ouverts - yeux fermés - yeux ouverts) s'effectuaient lorsque les sujets étaient assis sur une chaise et sur le ballon de rééducation, ainsi qu'en position debout sur le sol et sur la plate-forme instable. Le retour de la vision crée alors une perturbation de l'environnement. Avec le retour des informations reçues grâce à la vision, la jeune fille s'entraîne à corriger sa posture plus rapidement. De plus, la dixième semaine incluait la réalisation des exercices avec une perturbation des informations reçues par les récepteurs sensoriels des chevilles. En effet, les exercices se réalisaient en alternance avec un changement de surface, soit une fois les pieds sur la base instable, la fois suivante les pieds au sol, pour revenir ensuite sur la base instable. Grâce à ces perturbations, les sujets acquéraient ainsi une meilleure gestion des informations extéroceptives dans le contrôle de leur nouvelle posture. C'est ainsi que 18% du PRPS était consacré à la réintégration sensorielle des jeunes filles.

De façon sommaire, la correction posturale consistait à effectuer les « mouvements contraires » de ceux que la scoliose engendre comme déformation posturale. Pour faciliter l'acquisition de la nouvelle posture, les exercices étaient réalisés en position couchée, pour la majeure partie du PRPS, soit les six premières semaines (sauf à la

quatrième semaine où il y a utilisation du ballon de rééducation). Un autre avantage à faire les exercices en position couchée, est que le contact de la peau avec le sol (ou avec la table de massage, lorsque les exercices étaient effectués lors des rencontres avec la kinésologue) permettait aux sujets de mieux ressentir la position de leurs membres dans l'espace. Par la suite, les exercices du PRPS se réalisaient en position assise (semaine 7 et 8) et se terminaient en position debout (les deux dernières semaines). Malgré la place importante du rôle de la correction de la posture des jeunes filles scoliotiques dans les exercices, 16% seulement du PRPS était consacré à la posture.

En terminant, rappelons que ce programme de rééducation posturale spécifique est conçu principalement pour corriger les aspects biomécaniques et contrôles moteurs propre à la scoliose. Ainsi, 44% du programme de rééducation posturale spécifique est consacré à la proprioception, 22% à l'équilibre, 18% à la réintégration sensorielle et 16% à la posture. Il est évident que des exercices plus difficiles pourraient être effectués par les scoliotiques durant un programme de rééducation spécifique d'une plus longue durée. Avec une modification de la durée de l'étude, et par le fait même, de la complexité des exercices, la contribution de chacun des éléments mis en jeu durant cette étude soit, la proprioception, l'équilibre, la réintégration sensorielle et la posture, pourrait différer.

### **3.1.3 Programme de relaxation**

Un autre défi dans cette étude consistait à créer un programme d'exercices pour les sujets du groupe témoin, où les exercices avaient peu d'influence sur la posture, la

proprioception, l'équilibre et la réintégration sensorielle des sujets. Un programme d'exercices de relaxation a donc été réalisé. Le programme complet des exercices de relaxation se retrouve à l'Annexe 2 de ce document. En voici les grandes lignes.

Le programme d'exercices pour le groupe témoin devait être justifiable, intéressant et facile à faire pour les jeunes filles. De ce fait, les exercices de relaxation ont pu être justifiés par le fait qu'ils aidaient à maintenir la détente musculaire obtenue par le massage et les levées de tension lors des rencontres avec la kinésiologue. Pour garder l'intérêt des sujets au programme, les exercices différaient à chaque semaine et ils étaient simples à effectuer. En effet, les exercices de relaxation étaient basés sur la respiration abdominale des sujets (inspirer en gonflant le ventre) et lors de l'expiration, les sujets devaient contracter un muscle de façon isométrique, pour ensuite relâcher la contraction lors de l'inspiration. À chaque semaine, les muscles ciblés différaient. Les exercices portaient principalement sur la concentration de la respiration des sujets et aucune consigne n'a été donnée pour que le patient se concentre sur son dos. Pour les six premières semaines de ce programme, les exercices étaient réalisés en position couchée, sur leur lit préférablement. Les quatre dernières semaines, les séances de relaxation étaient réalisées en position assise dans une chaise ou un fauteuil confortable, le dos appuyé au dossier.

Les sujets devaient réaliser leurs exercices dans un endroit calme et ils pouvaient les effectuer au moment où ils le voulaient au courant de la journée. Cependant, la kinésiologue leur suggérait d'effectuer leurs exercices avant de se coucher le soir. Les



sujets pouvaient ainsi intégrer les exercices à leur routine du soir, ce qui permettait de moins les oublier.

Pour conclure cette section, tous les sujets ont reçu la même supervision de la part de la kinésiologue. Dans le cadre de cette étude, deux programmes de rééducation ont été créés. L'un d'eux a été conçu spécifiquement pour la SIA et pour lequel les exercices de ce programme de rééducation posturale spécifique répondent au besoin biomécanique et contrôle moteur des scoliotiques. L'autre programme d'exercices, conçu pour le groupe témoin, était non spécifique à la SIA et était basé sur des exercices de relaxation.

### **3.2 Description de la population**

Au total, sept jeunes filles ont participé à l'étude. Elles ont toutes été diagnostiquées avec une SIA, par un orthopédiste de l'hôpital Sainte-Justine au moyen des critères de Bunnel (1986). Elles sont âgées en moyenne de  $13,8 \pm 1,6$  ans et ont une taille et un poids moyen de  $163,1 \pm 7,8$  cm et de  $52,2 \pm 7,9$  kg respectivement. Pendant le projet, aucune jeune fille n'a suivi de traitements en réadaptation telle la physiothérapie ou la chiropractie. Cependant, deux jeunes filles ont commencé à porter un corset prescrit par leur orthopédiste au cours de l'étude. Aucune jeune fille n'avait subi d'intervention chirurgicale en lien avec sa scoliose. Les sujets de l'étude ont été recrutés par l'entremise des orthopédistes affiliés à ce projet, soit Dr Hubert Labelle, Dr Charles-Hilaire Rivard et Dr Benoît Poitras. Elles ont toutes été informées des conditions de l'étude et ont signées le formulaire de consentement approuvé par le comité d'éthique de l'hôpital Sainte-Justine.

L'angle de Cobb des sujets a été évalué par leur orthopédiste traitant. Les angles de Cobb mentionnés dans cette étude sont les derniers inscrits au dossier médical des sujets et ne correspondent donc pas avec le début de cette étude. Cela est dû au fait que la dernière évaluation ne correspondait pas à une visite en orthopédie. Le tableau 3.2 détaille les caractéristiques reliées aux deux groupes concernant la moyenne de l'âge, du poids et de la taille des jeunes filles lors de la première rencontre, ainsi que le type de courbure, la moyenne de l'angle de Cobb, l'indice de Risser et le degré de la gibbosité dorsale des sujets obtenu dans leur dossier médical de l'hôpital Sainte-Justine. Suite au test statistique non-paramétrique Mann-Whitney, seul le poids des sujets est statistiquement différent entre les deux groupes ( $p < 0.03$ ). Ces tests ont été réalisés à titre indicatif seulement, dû au faible nombre de sujets de cette étude.

Tableau 3.2 : Tableau résumé des caractéristiques des sujets de l'étude

	<b>Groupe PRPS</b>	<b>Groupe Relaxation</b>
<b>Nombre</b>	4	3
<b>Âge moyen (ans)</b>	13,4 ± 0,3	14,1 ± 2,1
<b>Taille (cm)</b>	159,1 ± 3,9	166,0 ± 8,6
<b>Poids (kg) *</b>	44,7 ± 6,2	57,9 ± 2,3
<b>Angle de Cobb thoracique (°)</b>	20,3 ± 2,6	21,3 ± 3,3
<b>Angle de Cobb lombaire (°)</b>	16,0 ± 7,5	19,3 ± 12,0
<b>Signe de Risser</b>	1,3 ± 0,9	1,9 ± 1,6
<b>Gibbosité thoracique (°)</b>	10,5 ± 0,5	4,8 ± 1,1
<b>Gibbosité lombaire (°)</b>	0	5,8 ± 5,6

\* Différence significative à  $p < 0.05$

Pour remercier les sujets de leur participation à ce projet, elles ont reçu à la fin du projet une compensation financière de 40\$, sous forme de bon d'achat valide dans des grands centres d'achat du Montréal métropolitain. Les parents ont quant à eux, reçu le remboursement de leur frais de stationnement pour chacune des visites requises à l'étude.

### **3.3 Protocole expérimental**

Dans le cadre de cette étude, deux tests sont effectués. Le premier consiste à évaluer l'équilibre postural des sujets à l'aide d'une plate-forme de forces. Le second test évalue la hauteur du COM. Ces tests ont tous été effectués à deux reprises durant cette étude, soit une fois avant de débiter les programmes d'exercices et une deuxième fois à la fin de la réalisation des programmes, soit 10 semaines après les acquisitions initiales.

#### **3.3.1 Évaluation de l'équilibre postural**

L'équilibre postural des sujets est évalué à l'aide d'une plate-forme de forces AMTI (AMTI, Newton, MA, USA). Pour faire les acquisitions, les sujets devaient se placer debout, immobile, sur la plate-forme de forces, les pieds déchaussés et leurs bras pendants de chaque côté du corps. La position des pieds des sujets était normalisée avec un gabarit tel que décrit par McIlroy and Maki (1997). Celui-ci était, par la suite, retiré de la plate-forme de force pour effectuer les acquisitions. Ce gabarit distance les talons d'environ 23 cm et positionne les pieds selon une rotation externe de 15 ° par rapport au plan sagittal. Les dimensions du gabarit sont présentées à la figure 3.2.

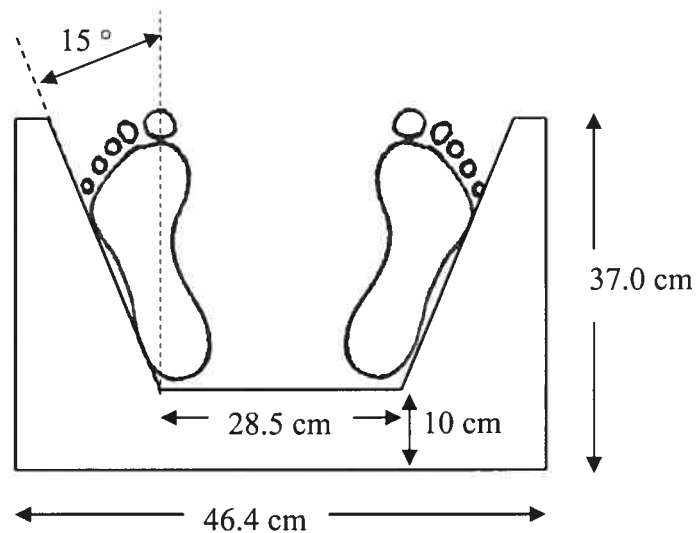


Figure 3.2 : Dimensions du gabarit utilisé pour le positionnement normalisé des pieds

Pour minimiser les bruits extérieurs et réduire les distractions possibles, l'espace entourant la plate-forme de force a été restreint par des panneaux et des rideaux noirs. Avant la prise de données, un calibrage de la plate-forme de forces sans mise en charge et d'une durée de 10 secondes a été effectué. Les acquisitions étaient de 64 secondes à une fréquence de 64 Hertz (Allard et al., 2001; Carpenter et al., 2001). Les sujets devaient fixer une image (10cm x 21 cm) située à la hauteur de leurs yeux et à une distance d'environ 3 m. Si les sujets toussaient, ou même bougeaient légèrement au cours de l'acquisition, cette dernière devait être recommencée de nouveau. Trois acquisitions ont été réalisées pour chacune des deux conditions d'évaluation de l'étude, soit les sujets avaient les yeux ouverts ou fermés. Les six acquisitions ont été réalisées de façon aléatoire.

La figure 3.3 représente la plate-forme de forces AMTI et son origine. L'origine est située près de son centre géométrique de manière à obtenir les données en médio

latérales positives vers la gauche et les données antéropostérieures positives vers l'avant. La force verticale est positive vers le bas et les moments sont positifs dans la direction donnée par la règle de la main droite.

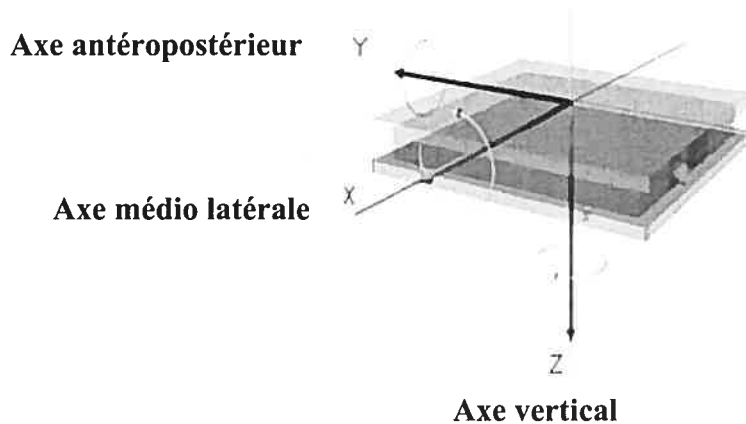


Figure 3.3 : Plate-forme AMTI avec son origine et ses axes

L'analyse de l'équilibre postural est effectuée à partir du déplacement de la position du COP de la personne. Le COP est défini comme étant le point d'application de la résultante des forces de réaction au sol. La position du COP est calculée comme suit:

$$COP_{ap} = (M_{ml} + F_{ap} * Z_0) / F_{vert} \quad \{1\}$$

$$COP_{ml} = (M_{ap} + F_{ml} * Z_0) / F_{vert} \quad \{2\}$$

Où :

$COP_{ap}$  : Position du COP dans la direction antéropostérieure (mm)

$COP_{ml}$  : Position du COP dans la direction médiolatérale (mm)

$Z_0$  : Distance entre la surface de la plate-forme où la  $F_{ap}$  est appliquée, et l'origine de cette plate-forme = 0.035 m.

$F_{ml}$ :	Force appliquée dans la direction médiolatérale (N)
$F_{ap}$ :	Force appliquée dans la direction antéropostérieure (N)
$F_{vert}$ :	Force appliquée dans la direction verticale (N)
$M_{ml}$ :	Moment de force autour de l'axe médiolatéral (Nm)
$M_{ap}$ :	Moment de force autour de l'axe antéropostérieur (Nm)

La position souhaitée du COP moyen pour une personne en position statique debout, est située au centre de la base de support du sujet. Dans cette étude, le  $COP_{ml}$  souhaité devrait être à égale distance entre les deux pieds, soit à une valeur près de zéro. Le  $COP_{ap}$  des scoliotiques est généralement positionné plus près des talons que pour des personnes non scoliotiques (Allard et al., 2004). C'est pourquoi, il est anticipé de remarquer un déplacement du  $COP_{ap}$  vers l'avant du pied.

À l'aide de la position du COP, trois autres variables dépendantes ont été calculées pour permettre de mieux évaluer l'équilibre postural des sujets. Tout d'abord, l'étendue du COP indique la stabilité de la personne et correspond à la distance entre les deux positions maximales atteintes par le COP pendant l'acquisition. L'étendue du COP se calcule en considérant un seul axe à la fois, soit en antéropostérieur (AP) et en médiolatéral (ML). L'étendue est exprimée en millimètre (mm). Une faible étendue du COP indique un meilleur contrôle de l'équilibre postural (Simoneau et al., 2006).

Par la suite, la vitesse de déplacement du COP reflète la demande neuromusculaire nécessaire pour conserver le COP à l'intérieur de la base de support. La vitesse du COP

pour une acquisition est calculée à l'aide de la résultante des deux vecteurs obtenus par les vitesses moyennes en AP et en ML. Les vitesses instantanées en AP et en ML sont, quant à elles, calculées par la somme totale de la différence absolue du déplacement du COP à chaque acquisition (Hz), divisé par le temps total de l'acquisition, soit 64 s. La vitesse de déplacement du COP est exprimée en millimètre par seconde (mm/s). Une faible vitesse de déplacement du COP résulte à un meilleur contrôle de l'équilibre postural (Teasdale et Simoneau, 2001).

Finalement, la surface de déplacement du COP, illustrée à la figure 3.4, est un autre paramètre utilisé pour analyser l'équilibre postural. Dans cette étude, la surface est calculée en millimètres carrés (mm<sup>2</sup>) par l'axe mineur et majeur de l'ellipse représenté par la variance (66%) du déplacement total du COP (Allard et al., 2004). Une faible surface de déplacement du COP indique un meilleur contrôle de l'équilibre postural (Allard et al., 2004).

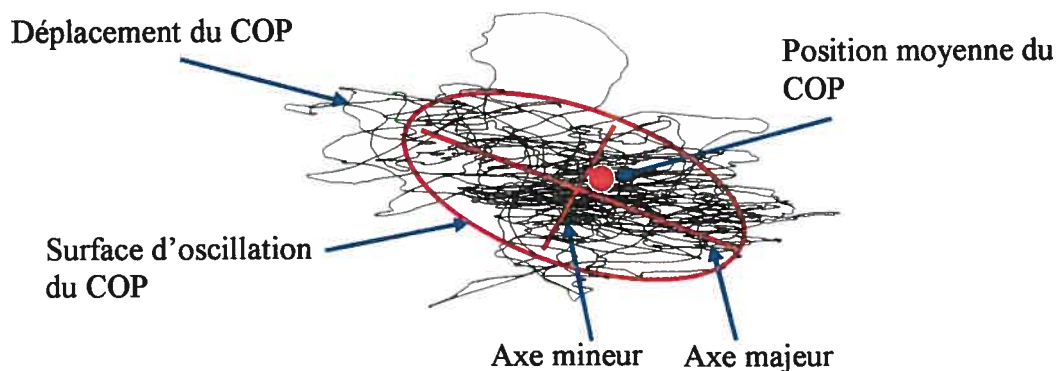


Figure 3.4 : Représentation graphique du déplacement du COP et de sa surface

### 3.3.2 Évaluation de la hauteur du centre de masse

La hauteur du COM a été calculée à l'aide de la méthode de la planche à réaction représentant un système de levier inter-résistant, illustré à la figure 3.5, tel que réalisé chez un groupe de sujets témoins par Allard et al. (2001). Le poids et la taille du sujet debout ont d'abord été mesurés. Le montage comprend un pèse-personne, une planche de poids (7,55kg, 1,87m de long), assez grande et solide pour soutenir le poids d'une personne couchée, ainsi que deux appuis triangulaires. Une des extrémités de la planche de bois repose sur un appui triangulaire et l'autre sur le deuxième appui situé sur le pèse-personne. Le sujet s'est alors étendu sur la planche de bois de façon à ce que les pieds, non chaussés, du sujet soient alignés sur l'extrémité de la planche non appuyée sur le pèse-personne. Les mains des sujets étaient placées sur leur ventre (Allard et al., 2001). Pour terminer, le poids appliqué sur le pèse-personne lorsque le sujet est couché sur la planche a été pris en note.

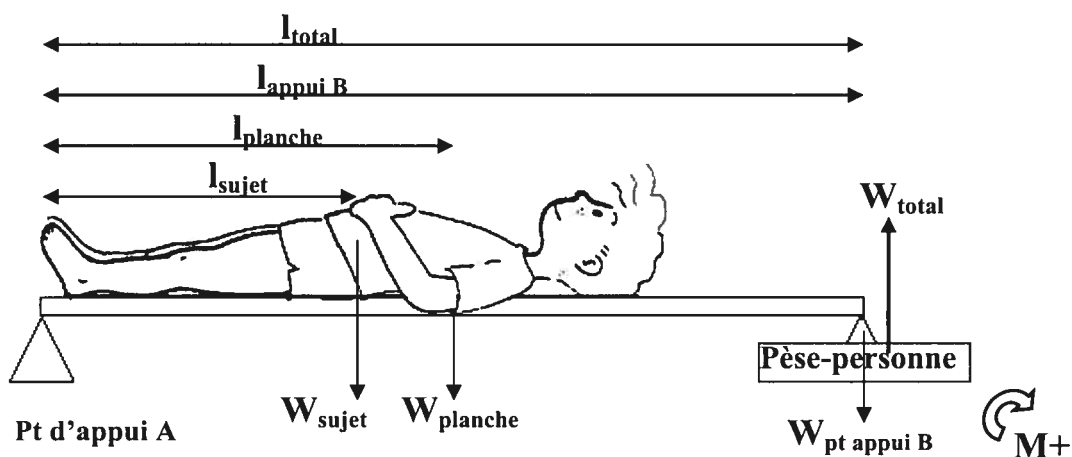


Figure 3.5 : Représentation graphique de la planche de réaction permettant de calculer la hauteur du COM des sujets

Pour calculer la hauteur du COM :



$$I_{\text{sujet}} = \frac{(W_{\text{planche}} * 9.8 * I_{\text{planche}}) + (W_{\text{pt appui B}} * 9.8 * I_{\text{appui B}}) - (W_{\text{total}} * 9.8 * I_{\text{total}})}{(W_{\text{sujet}} * 9.8)} \quad \{3\}$$

$I_{\text{total}}$  = Longueur total de la planche entre l'appui A et l'appui B (m);

$I_{\text{appui B}}$  = Longueur entre le centre de masse de l'appui B et le point d'appui A (m);

$I_{\text{planche}}$  = Longueur entre le centre de masse de la planche et le point d'appui A (m);

$I_{\text{sujet}}$  = Longueur entre le centre de masse du sujet et le point d'appui A (m);

$W_{\text{total}}$  = Poids total indiqué à la balance (N);

$W_{\text{sujet}}$  = Poids total du sujet (N);

$W_{\text{planche}}$  = Poids total de la planche (N);

$W_{\text{pt appui B}}$  = Poids total de l'appui B (N).

### **3.4 Analyses statistiques**

Le premier objectif principal de cette étude est de créer un programme de rééducation posturale spécifique (PRPS) à la scoliose idiopathique. Pour créer un point de comparaison avec un groupe témoin, un programme de rééducation non spécifique a été conçu.

Le second objectif principal de cette étude est donc de déterminer l'influence des programmes à l'aide de l'analyse de l'équilibre postural des sujets. Pour répondre à cet objectif, deux tests non-paramétriques ont été réalisés, dû au faible nombre de sujet. Les sept variables dépendantes analysées dans cette étude sont la hauteur du COM, la

position moyenne du COP, la surface de déplacement du COP, l'étendue du COP en AP, l'étendue du COP en ML, ainsi que la vitesse de déplacement du COP en AP et en ML. Les variables relatives au test d'équilibre des sujets (sauf la hauteur du COM) ont été testé selon deux conditions expérimentales soit : les yeux ouverts (YO) et les yeux fermés (YF). Notons que les conditions YO et YF n'ont pas été réalisées pour être comparée l'une à l'autre, mais bien pour créer une situation perturbante chez les sujets et ainsi engendrer une disparité plus marquée pour les variables dépendantes de l'étude.

La première analyse du second objectif, a été effectuée à l'aide du test non-paramétrique apparié de Wilcoxon (avec une valeur de  $p$  significative inférieure à 0,05) pour comparer la différence de chacune des variables dépendantes, entre les valeurs obtenues avant la réalisation des programmes et celles obtenues à la suite de la réalisation des programmes. Quatre analyses statistiques ont été effectuées, soit une pour chacun des deux groupes de l'étude (groupe ayant réalisé les exercices de rééducation (GE) et le groupe ayant réalisé les exercices de relaxation (GR)), ainsi qu'une analyse pour chacune des deux conditions expérimentales de l'étude (YO et YF).

Pour compléter le second objectif de cette étude, le test non-paramétrique de Mann-Whitney a été utilisé (avec une valeur de  $p$  significative inférieure à 0,05) pour comparer si la différence intra-groupe (avant versus après le programme) obtenu pour un groupe, est statistiquement différente de la différence intra-groupe du deuxième groupe de l'étude. Une analyse a été effectuée pour chaque des conditions de l'étude, soit YO et YF.

## CHAPITRE 4 : RÉSULTATS

---

Ce chapitre est divisé en sept sections. Chacune des sections décrit les résultats d'une des variables dépendantes obtenues dans cette étude, soit la hauteur du COM, la position du COP, la surface d'oscillation du COP, l'étendue du COP<sub>ap</sub>, l'étendue du COP<sub>ml</sub> ainsi que la vitesse de déplacement du COP<sub>ap</sub> et du COP<sub>ml</sub>. Ces sections font état des comparaisons des variables dépendantes avant versus après la réalisation des programmes, ainsi que de l'amélioration ou de la détérioration par rapport aux données initiales de chaque variable dépendante. Cette différence (deltas) entre les résultats obtenus avant et ceux obtenus après la réalisation des programmes (écart intra-groupe), est utilisée pour tenir compte des conditions initiales des sujets au départ de l'étude.

Avant tout, rappelons que, suite au premier objectif de cette étude, la création des deux programmes de ce projet constitue en soi un résultat. Comme le détail des deux programmes ayant déjà été cité dans le chapitre 3 (Méthode), il n'en sera donc pas traité de nouveau dans ce chapitre.

À titre d'information, il est possible de compiler le nombre de fois que les sujets ont réalisé leurs exercices respectifs, à l'aide du journal de bord. Ainsi, les sujets du groupe exercice, ont réalisé leurs exercices en moyenne 6,1 fois par semaine, sur une possibilité maximale de sept fois par semaine. Ce qui résulte à un pourcentage moyen de 87 %. Cependant, les sujets ayant réalisé les exercices de relaxation ont, quant à eux, réalisé 6,5 fois par semaine leurs exercices, soit un pourcentage moyen de 93 %. Aucune

comparaison statistique n'a été effectuée pour constater une quelconque différence significative entre les deux groupes.

#### 4.1 Hauteur du centre de masse

La figure 4.1 illustre la hauteur du COM avant et après la réalisation des programmes, pour les deux groupes de l'étude. Le test non-paramétrique apparié de Wilcoxon n'a démontré aucune valeur significativement différente pour la hauteur du COM suite à la réalisation des programmes de rééducation, tant pour le groupe exercice (GE) que pour le groupe relaxation (GR). Le GE présente cependant une tendance à l'élévation de la hauteur moyenne du COM de 0,4%, pour terminer à  $56,3 \pm 0,3$  %. Tandis que le GR présente une légère tendance à la baisse de 0,5 %, qui est terminée à  $56,0 \pm 1,0$  %. Le test non-paramétrique de Mann-Whitney n'a démontré aucune différence entre les deux groupes de l'étude, en comparant leur différence intra-groupe (avant vs après les programmes), malgré l'augmentation de  $0,4 \pm 0,4$  % pour le GE et la baisse de  $0,5 \pm 0,7$  % pour le GR.

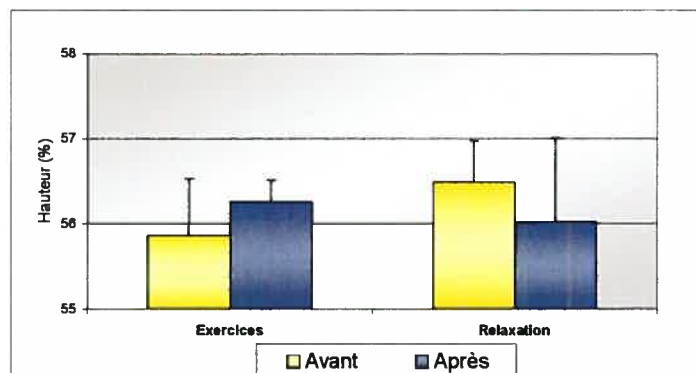


Figure 4.1 : Pourcentage (%) de la hauteur du COM par rapport à la taille pour les deux groupes de l'étude

## **4.2 Déplacement de la position du centre de pression**

La figure 4.2 illustre les déplacements du COP pour la condition YO, avant et après la réalisation des programmes pour les deux groupes de l'étude, les écart-types ont été omis pour cause de clarté du graphique. Le test non-paramétrique apparié de Wilcoxon ne démontre aucune valeur significativement différente entre les résultats obtenus avant et après la réalisation des programmes et ce, pour les deux groupes de l'étude.

Le GE a eu un déplacement moyen du  $COP_{ml}$  de 7,1 mm vers la droite, à partir de la position  $-0,1 \pm 8,1$  mm. La position du  $COP_{ap}$  a réalisé un déplacement moyen de 8,9mm vers l'arrière, à partir de la position de  $94,5 \pm 4,7$  mm, où la position du  $COP_{ap}$  est calculée à partir des talons des sujets. Contrairement au GE, le GR a eu un déplacement moyen du  $COP_{ml}$  vers la gauche de 5,5 mm (à partir de la position  $13,0 \pm 7,4$  mm) et un déplacement du  $COP_{ap}$  vers l'avant de 4,2 mm (à partir de la position  $116,7 \pm 32,5$  mm).

En ce qui a trait à la comparaison entre les deux groupes, par rapport à leur delta intra-groupe de chacun d'eux, aucune différence significative n'est ressortie, autant pour le  $COP_{ml}$  que pour le  $COP_{ap}$ . Toutefois le  $COP_{ml}$  du GE a eu un déplacement de  $7,1 \pm 10,1$  mm vers la droite tandis que celui du GR s'est déplacé de  $5,4 \pm 4,7$  mm vers la gauche. Ainsi que le  $COP_{ap}$  du GE s'est déplacé de  $8,9 \pm 16,6$  mm vers l'arrière tandis que celui du GR s'est déplacé vers l'avant de  $4,2 \pm 7,4$  mm.

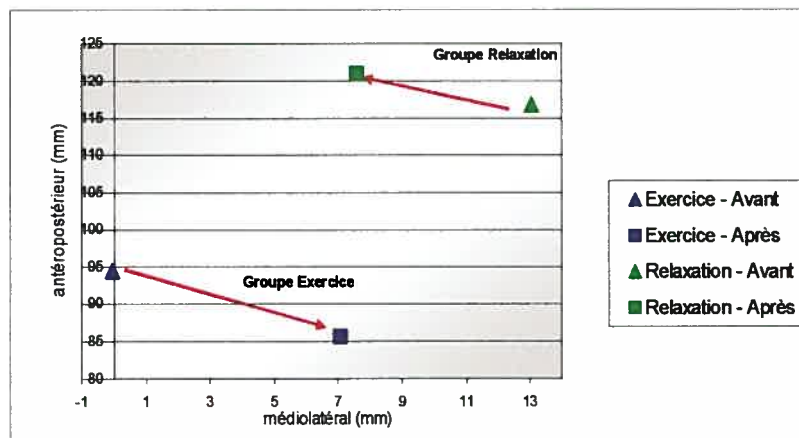


Figure 4.2 : Positions moyennes du COP avant et après la réalisation des programmes d'exercices lors des essais yeux ouverts (YO) pour les deux groupes de l'étude

La figure 4.3 illustre les déplacements du COP pour la condition YF, avant et après la réalisation des programmes pour les deux groupes de l'étude. Le test non-paramétrique apparié de Wilcoxon ne démontre aucune différence significativement entre les valeurs obtenues avant et après la réalisation des programmes et ce, pour les deux groupes de l'étude.

Le déplacement du COP pour les deux groupes suit la même tendance que pour la condition YO. En effet, le  $COP_{ml}$  pour GE s'est déplacé de 7,4 mm vers la droite, à partir de la position  $1,6 \pm 5,5$  mm, et le  $COP_{ap}$  s'est déplacé de 10,8 mm vers l'arrière à partir de la position  $96,9 \pm 7,8$  mm. Tandis que pour le GR, le  $COP_{ml}$  s'est déplacé de 4,4 mm vers la gauche à partir de la position  $11,5 \pm 8,6$  mm, et le  $COP_{ap}$  s'est déplacé de 2,6 mm vers l'avant à partir de la position  $118,5 \pm 32,4$  mm.

Tout comme pour la condition YO, le test statistique non-paramétrique de Mann-Whitney ne fait ressortir aucune différence significative pour le déplacement du COP

lors de la condition YF, entre les deux groupes de l'étude, en comparant leur écart intra-groupe. On peut malgré tout remarquer que le  $COP_{ml}$  du GE s'est déplacé vers la droite de  $7,4 \pm 6,7$  mm tandis que celui du GR s'est déplacé vers la gauche de  $4,4 \pm 7,5$  mm. Ainsi que le  $COP_{ap}$  du GE s'est déplacé vers l'arrière de  $10,8 \pm 18,2$  mm et que celui du GR s'est déplacé de  $2,6 \pm 5,0$  mm vers l'avant.

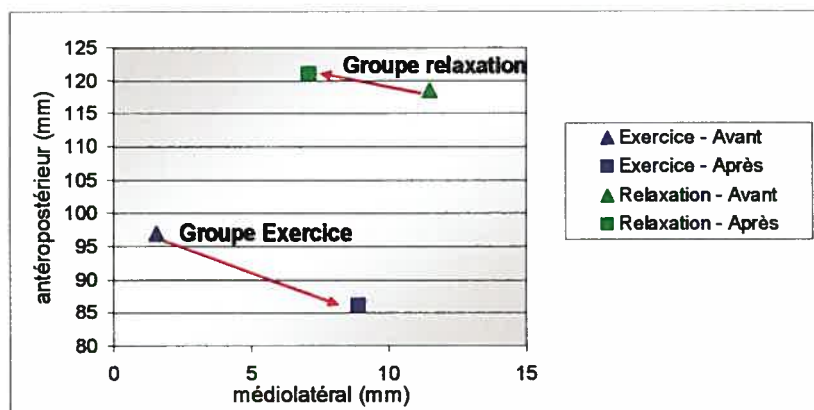


Figure 4.3 : Positions moyennes du COP avant et après la réalisation des programmes d'exercices lors des essais yeux fermés (YF) pour les deux groupes de l'étude

### 4.3 Surface d'oscillation

La figure 4.4 illustre les variations de la surface d'oscillation pour les deux groupes, avant et après la réalisation des programmes, et ce pour les deux conditions expérimentales de l'étude (YO et YF). Le test non-paramétrique apparié de Wilcoxon ne démontre aucune valeur significativement différente lors de la comparaison de la surface d'oscillation du COP avant et après la réalisation des programmes, et ce pour les deux groupes de l'étude ainsi que pour les conditions YO et YF.

Pour la condition YO, la surface d'oscillation du COP du GE a diminué de  $39 \text{ mm}^2$  suite à la réalisation des exercices, avec une valeur moyenne finale de  $108 \pm 47 \text{ mm}^2$ . Au contraire, la surface d'oscillation du GR a augmenté de  $63 \text{ mm}^2$ , avec une valeur moyenne de  $271 \pm 233 \text{ mm}^2$  après la réalisation du programme. Pour la condition YF, la tendance se maintient. La surface d'oscillation du COP pour le GE a diminué de  $298 \text{ mm}^2$  suite à la réalisation du programme, pour terminer avec une valeur de  $169 \pm 60 \text{ mm}^2$ . Au contraire, pour le GR la valeur de la surface d'oscillation du COP a augmenté de  $73 \text{ mm}^2$ , avec une valeur finale de  $388 \pm 342 \text{ mm}^2$ .

La comparaison de la différence intra-groupe entre les deux groupes n'apporte aucun résultat significativement différent autant pour la condition YO que pour la condition YF. En effet, en condition YO, la surface d'oscillation pour le GE a diminué de  $39 \pm 77 \text{ mm}^2$  comparativement à une augmentation de  $63 \pm 186 \text{ mm}^2$  pour le GR. La différence est encore plus marquante pour la condition YF, mais toujours non significative, où la surface d'oscillation du COP du GE a diminué de  $298 \pm 353 \text{ mm}^2$ , tandis que la surface d'oscillation du GR a augmenté de  $119 \pm 177 \text{ mm}^2$ .



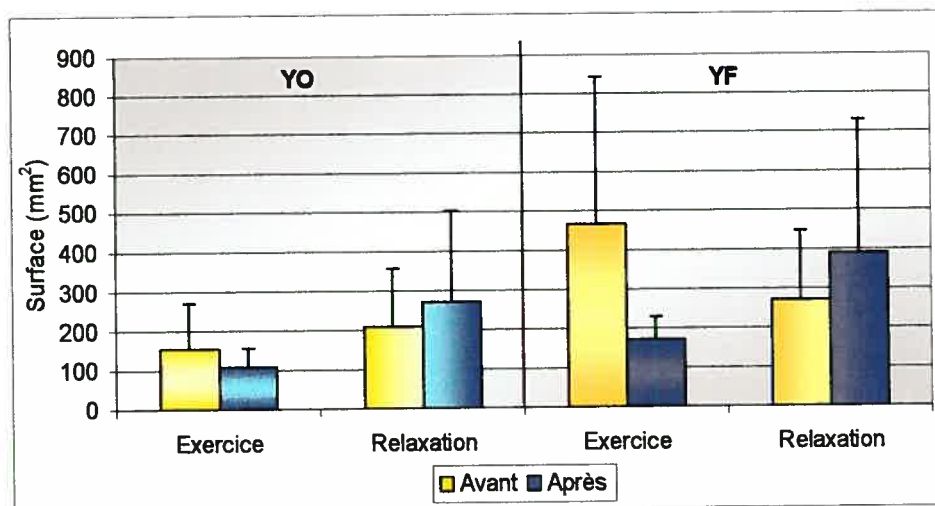


Figure 4.4 : Surfaces d'oscillations moyennes du COP, pour les deux groupes de l'étude et pour les deux conditions YO et YF

#### 4.4 Étendue du COP en antéropostérieur

La figure 4.5 illustre les variations de l'étendue du COP en antéropostérieur (AP) pour les deux groupes et les deux conditions expérimentales de l'étude. La comparaison des résultats de l'étendue en AP, avant et après la réalisation des exercices, réalisée avec le test non-paramétrique apparié de Wilcoxon, n'apporte aucune différence significative, et ce pour les deux groupes ainsi que pour les deux conditions expérimentales de l'étude.

En ce qui concerne la condition YO, l'étendue moyenne en AP pour le GE diminue 12,9 mm à partir d'une valeur de départ de  $36,9 \pm 21,6$  mm. Tandis que l'étendue en AP du GR a subi une augmentation de 6,0 mm, pour terminer avec une étendue de  $29,6 \pm 15,5$  mm. Pour la condition YF, les résultats vont dans le même sens. En effet, l'étendue AP du GE, a subi une baisse de 16,9 mm à partir de l'étendue de départ de  $47,9 \pm 25,4$  mm. Tandis que pour le GR, une augmentation de 5,6 mm de l'étendue moyenne en AP est survenue, pour terminer à  $38,6 \pm 21,3$  mm.

Le test non-paramétrique de Mann-Whitney ne fait ressortir aucune différence significative pour l'étendue en AP entre les deux groupes de l'étude par rapport à leur écart intra-groupe (avant vs après), autant pour la condition YO que pour la condition YF. Malgré qu'en condition YO, une diminution de l'étendue en AP de  $12,9 \pm 14,3$  mm pour le GE et d'une augmentation de  $6,0 \pm 16,0$  mm pour le GR est survenue. Tout comme pour la condition YF, où l'étendue en AP du GE a subi une diminution de  $16,9 \pm 16,1$  mm, tandis que l'étendue en AP du GR a augmenté de  $5,6 \pm 8,6$  mm.

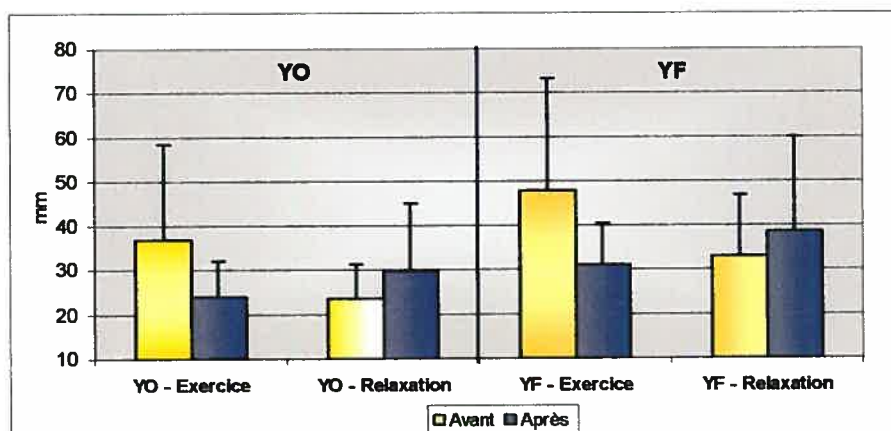


Figure 4.5 : Étendues du COP en antéropostérieur, pour les deux groupes de l'étude et pour les conditions YO et YF

#### 4.5 Étendue du COP en médiolatéral

La figure 4.6 illustre les variations de l'étendue du COP en médiolatéral (ML) pour les deux groupes et les deux conditions expérimentales de l'étude. La comparaison des résultats de l'étendue en ml, avant et après la réalisation des exercices, n'apporte aucune différence significative, et ce pour les deux groupes ainsi que pour les deux conditions expérimentales de l'étude.

Pour la condition YO, l'étendue moyenne du COP en ML pour le GE augmente légèrement de 1,6 mm, et ainsi obtenir une valeur de  $10,0 \pm 2,1$  mm après la réalisation du programme. Au contraire, pour la condition YF, l'étendue en ML de ce même groupe a diminué de 2,4 mm pour se retrouver avec une valeur de  $12,7 \pm 1,7$  mm. Cependant, pour le GR, la moyenne de l'étendue en ML n'a connue aucune modification notable suite à la réalisation des exercices, autant pour la condition YO (de  $15,6 \pm 6,8$  mm à  $15,6 \pm 8,6$  mm) que pour la condition YF (de  $15,8 \pm 7,5$  à  $15,2 \pm 8,5$  mm).

Pour ce qui a trait à la comparaison entre la différence intra-groupe des deux groupes de l'étude, aucune différence n'est significative. En effet, pour la condition YO, le GE n'a que légèrement augmenté de  $1,6 \pm 1,6$  mm, tandis que le GR n'a subi qu'une très faible diminution de  $0,2 \pm 4,1$  mm. Tout comme pour la condition YF, où l'étendue du GE et du GR n'ont diminué que de  $2,4 \pm 2,0$  mm et de  $0,6 \pm 2,1$  mm respectivement..

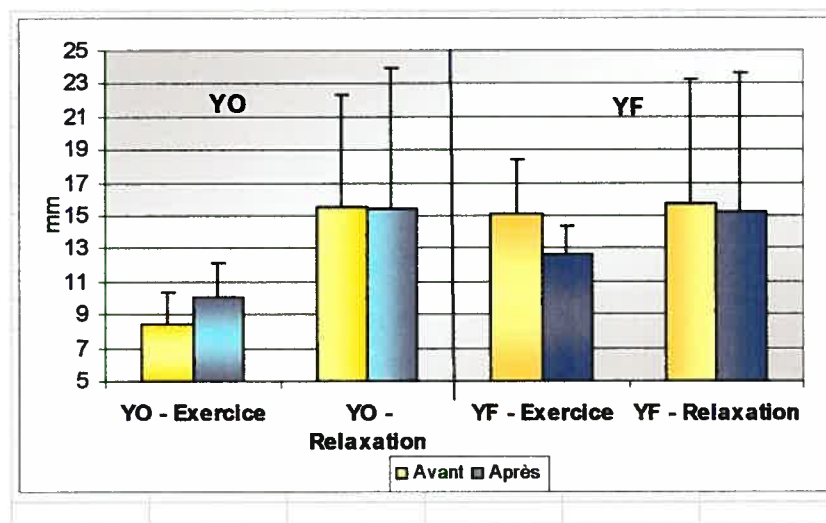


Figure 4.6 : Étendues du COP en médiolatéral pour les deux groupes de l'étude et pour les conditions YO et YF

#### **4.6 Vitesse de déplacement du COP en antéropostérieur**

La figure 4.7 illustre les vitesses moyennes de déplacement du COP en antéropostérieur (AP), pour les deux groupes et les deux conditions expérimentales de l'étude. Suite au test non-paramétrique apparié de Wilcoxon, la comparaison de la vitesse en AP, avant et après la réalisation des programmes, n'est pas statistiquement différente, autant pour les deux groupes que pour les conditions YO et YF.

Pour la condition YO, la vitesse en AP du GE a diminué de 1,5 mm/s, pour terminer avec une valeur de  $6,1 \pm 0,6$  mm/s suite à la réalisation du programme. La vitesse en AP du GR a quant à elle subi une légère baisse de 1,0 mm/s, pour se retrouver avec une vitesse de  $7,4 \pm 1,8$  mm/s. Pour la condition YF, la vitesse en AP du GE subi cependant une baisse plus marquée de 3,6 mm/s, avec une valeur de départ de  $11,3 \pm 3,4$  mm/s. Tandis que la vitesse en AP du GR a subi la baisse la moins importante de 0,8 mm/s, où la valeur de départ était de  $9,5 \pm 2,4$  mm/s.

Cependant, la comparaison entre les deux groupes, par rapport à leur écart intra-groupe, n'a fait ressortir aucune différence significative et ce, pour les deux conditions de l'étude (YO et YF). En effet, pour la condition YO, le GE a vu sa vitesse en AP diminuer de  $1,5 \pm 2,0$  mm/s, tandis que la vitesse en AP du GR a diminué de  $1,0 \pm 1,3$  mm/s. Pour la condition YF, la vitesse en AP du GE a diminué de  $3,6 \pm 2,8$  mm/s. Celle du GR n'a, quant à elle, subi qu'une baisse de  $0,8 \pm 0,6$  mm/s de la vitesse en AP.

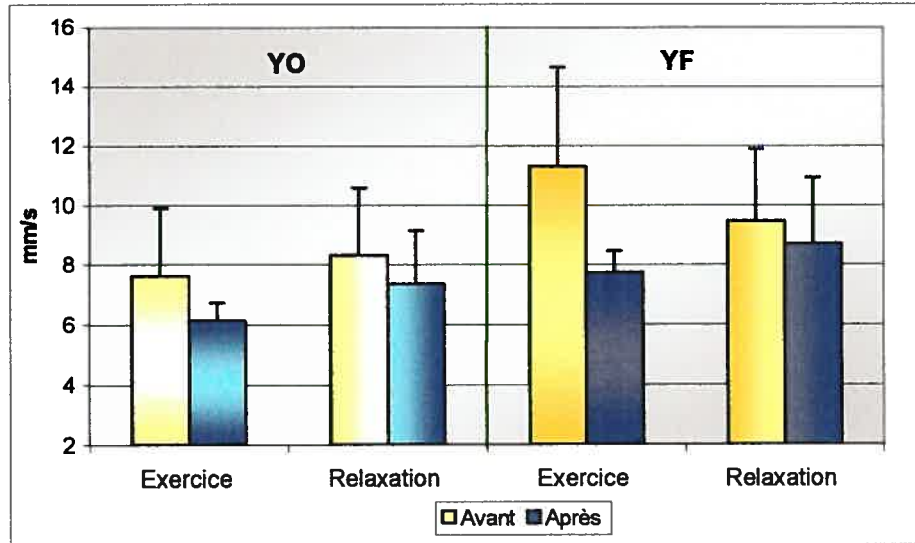


Figure 4.7 : Vitesses de déplacement du COP en antéropostérieur pour les deux groupes de l'étude et pour les deux conditions YO et YF

#### 4.7 Vitesse de déplacement du COP en médiolatéral

La figure 4.8 illustre les vitesses moyennes de déplacement du COP en médiolatéral (ML), pour les deux groupes et les deux conditions expérimentales de l'étude. Suite au test non-paramétrique apparié de Wilcoxon, la comparaison de la vitesse en ML, avant et après la réalisation des programmes, n'est pas statistiquement différente, autant pour les deux groupes que pour les conditions YO et YF.

Pour la condition YO, la vitesse en ML du GE a légèrement diminué de 0,4 mm/s, avec une vitesse moyenne en ML au départ de  $4,3 \pm 0,2$  mm/s. Quand à elle, la vitesse en ML du GR a subi une baisse plus importante de 2,1 mm/s, avec une vitesse de départ de  $7,8 \pm 3,6$  mm/s. Le p obtenu pour cette différence est de 0,07, ce qui en fait la valeur la plus près d'une comparaison statistiquement significative. Pour la condition YF, une diminution des vitesses est aussi constatée, où la vitesse en ML du GE subi une baisse de

1,0 mm/s, avec une vitesse de départ de  $5,6 \pm 0,7$  mm/s. Cependant, la vitesse en ML du GR a diminué, encore une fois, de façon plus importante, soit de 2,3 mm/s, pour une vitesse de départ de  $8,3 \pm 2,7$  mm/s.

En ce qui a trait à la comparaison entre les deux groupes, par rapport à leur écart intra-groupe, le test non-paramétrique de Mann-Whitney n'a fait ressortir aucune différence significative et ce, pour les deux conditions YO et YF. Une tendance montre toutefois que, pour la condition YO, le GE a vu sa vitesse en ML diminuer de  $0,4 \pm 0,2$  mm/s, et que la vitesse en ML du GR a diminué de  $2,1 \pm 0,9$  mm/s. Cependant, pour la condition YF, la différence est moins prononcée. En effet, la vitesse en ML du GE a diminué de  $1,0 \pm 0,8$  mm/s, tandis que celle du GR a, quant à elle, subi une baisse plus importante de  $2,3 \pm 1,4$  mm/s.

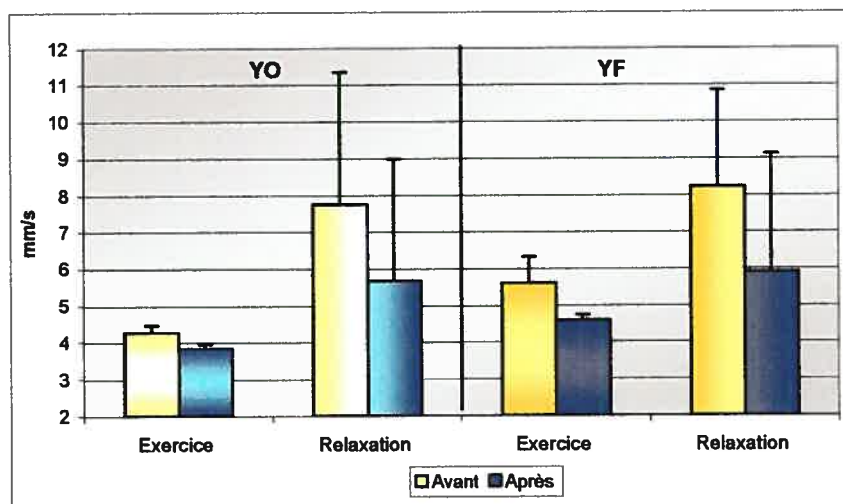


Figure 4.8 : Vitesses de déplacement du COP en médiolatéral pour les deux groupes de l'étude et pour les deux conditions YO et YF

## **CHAPITRE 5 : DISCUSSION**

---

L'objectif général de cette étude est de déterminer si un programme de rééducation à la posture pourrait être efficace dans la prévention de la progression des scoliose idiopathiques de l'adolescence (SIA). Pour ce faire, le premier objectif de cette étude a été de concevoir un programme de rééducation posturale spécifique (PRPS) basé sur les faiblesses ou déficiences neurophysiologiques des scoliotiques, soit la proprioception, la réintégration sensorielle, la posture ainsi que l'équilibre postural. Le deuxième objectif de cette étude a été de tester l'efficacité de ce programme spécifique sur l'équilibre postural des sujets, ainsi que de le comparer à celui du groupe témoin, basé sur la relaxation.

### ***5.1 Programme de rééducation posturale spécifique***

L'objectif premier de cette étude était de mettre en place un programme de rééducation posturale spécifique pour la SIA. Le peu d'étude portant sur la réhabilitation des scoliose par des exercices n'a pas permis de conclure l'entière efficacité des programmes de rééducation proposés (Stone, 1979; den Boer, 1999; Hawes, 2003; Negrini, 2003). De plus, la majorité des études portant sur l'effet d'un programme de réhabilitation ne rapportait pas le protocole utilisé (Weiss et al., 1991, 1992, 2003 a, 2003 b; den Boer, 1999) et les auteurs de livres de référence sur la rééducation ne font que mentionner des indications thérapeutiques (Charrière 1980; Rainaut, 1984; Stagnara, 1990; de Mauroy, 1996; G.E.K.T.S, 1991).

Il est difficile de comparer les études entre elles car leurs critères de sélection des sujets varient beaucoup (Focarile et al., 1991). Il est aussi difficile d'affirmer leur véritable efficacité, car seulement quelques-unes ont intégré des groupes témoins (Stone et al., 1979; den Boer et al., 1999; Weiss et al., 2003 b). La plupart des groupes témoins n'effectuaient aucun exercice ou traitement (Ferraro et al., 1998; Weiss et al., 1997; Mooney et al., 2000). Il est vrai que pour une étude portant sur un traitement pour les scoliotiques, il est difficile de créer deux groupes incluant des sujets aux caractéristiques homogènes ainsi que de créer un traitement placebo adéquat et réalisable (Negrini et al., 2003). L'effet psychologique des sujets et thérapeutes peut aussi influencer l'efficacité du traitement, mais il est pratiquement impossible de créer une condition à double-aveugle. Cependant, cette étude a mis au point un programme de relaxation pour composer un groupe témoin à cette étude préliminaire. Mentionnons qu'aucune étude répertoriée n'a intégré de groupe témoin effectuant des exercices de relaxation. C'est pourquoi, il est difficile de comparer l'efficacité de nos programmes sur les scoliotiques avec d'autres études.

De plus, la multitude et la variété des programmes de rééducation empêchent d'effectuer une comparaison valable entre les programmes. Chaque programme comprend des éléments qui sont souvent très réducteurs pour le scoliotique et est limité à une seule ligne directrice comme par exemple, le renforcement musculaire (Stone et al., 1979; Souchard et Ollier, 2002). Ces programmes ne semblent pas prendre en compte tous les aspects neurophysiologiques déficients ou toutes les faiblesses des scoliotiques. Pourtant, bon nombre d'auteurs et de spécialistes, appuient l'importance d'inclure les éléments d'équilibre, de proprioception, de posture et de réintégration sensorielle dans



un programme de rééducation efficace (Charrière et Roy, 1980; Rainaut, 1984; Stagnara, 1990; G.E.K.T.S., 1991; Negrini, 1991; Weiss, 1991, 2003 b; de Mauroy, 1996; Nault et al., 2002; Silferi et al., 2004; Negrini et al., 2005). Malheureusement, il est rare de rencontrer dans les études et les livres des méthodes structurées pouvant être reprises par d'autres chercheurs et thérapeutes (Weiss, 1992; den Boer et al., 1999; Rigo et al., 2003; Otman et al., 2005). C'est pourquoi, il a été nécessaire de créer un programme de rééducation posturale spécifique pour cette étude.

Le programme de rééducation posturale de cette étude implique aussi une kinésologue dans la réhabilitation des scoliotiques. En effet, elle a du effectuer un massage et des étirements manuels aux patients, pour diminuer les raideurs musculaires. Cependant, ces étirements ne se retrouvent dans aucune étude répertoriée. Seul Souchard et Ollier (2002) mentionnent une technique semblable pour supprimer les raideurs musculaires des scoliotiques. Il est donc très difficile de cerner les effets directs de ces étirements pour les scoliotiques. Toutefois, dès les premières rencontres, les scoliotiques qui avaient des douleurs au dos et aux jambes, ont remarqué une nette diminution de leur mal. Cette diminution de la douleur par des massages pour les scoliotiques a aussi été rapportée par Stagnara (1990).

À l'aide des recommandations de divers auteurs, il a été possible de créer et mettre en application un programme de rééducation posturale spécifique pour les scoliotiques. Ce programme inclus donc des exercices axés sur l'amélioration de la proprioception, la réintégration sensorielle, la posture ainsi que l'équilibre postural.

## **5.2 Évaluation de l'efficacité du programme de rééducation posturale spécifique**

Le second objectif était de démontrer l'influence de ce PRPS sur l'équilibre des jeunes filles scoliotiques. L'hypothèse était que la réalisation du PRPS améliore l'équilibre des jeunes filles. Malgré le fait qu'aucun test n'est significatif, les résultats de cette étude tendent à une amélioration de l'équilibre postural chez les jeunes scoliotiques suite à la réalisation des exercices du PRPS.

Allard et al. (2004) avancent qu'un des facteurs du déséquilibre rencontré chez les scoliotiques proviendrait de la hauteur de leur COM qui est plus élevé que chez la majorité des filles de leur âge. Cette manifestation serait dû à leur morphologie qui est majoritairement de type ectomorphe, c'est-à-dire, de gabarit filiforme (LeBlanc et al., 1997). Donc, une des aspirations de cette étude suite à la réalisation du PRPS, était que la hauteur du COM s'abaisse pour garder un meilleur équilibre postural. Les résultats obtenus pour la hauteur du COM ne sont pas significativement différents, pour les deux groupes de l'étude. On peut cependant remarquer que le COM du groupe exercice (GE) subit une légère élévation, ce qui pourrait simplement être due à la poussée de croissance normale des sujets où la moyenne de la taille des sujets s'est accrue de 1 cm, pour terminer à 160cm.

Nault et al. (2002) ont démontré que la position du  $COP_{ml}$  de 43 scoliotiques est similaire à celle de sujets sains et positionnée légèrement à la gauche, contrairement à Sawatzky et al. (1997), et appuyé par Souchard et Ollier (2002), qui établissent que la

position du COP est prédominante à droite. Les données initiales des deux groupes ne nous permettent pas d'appuyer aucun de ces auteurs, car leur  $COP_{ml}$  moyen était positionné à deux endroits différents. Cependant, le  $COP_{ml}$  des sujets ayant réalisé le PRPS a subi un déplacement vers la droite, donc le contraire ce à quoi nous nous attendions. À l'inverse, celui des sujets du GR s'est déplacé vers la gauche. Il est cependant difficile d'expliquer ces changements de position du  $COP_{ml}$  sans faire de lien avec une éventuelle modification de la posture des scoliotiques, de la courbure ou même de la rotation de la colonne. Les données prises lors de cette étude ne permettent pas d'expliquer avec précision les modifications de position moyenne du  $COP_{ml}$  des sujets.

Allard et al. (2004), ainsi que Nault et al. (2002), ont démontré que la position du  $COP_{ap}$  est située plus vers l'arrière que pour des sujets sains. Cette situation est expliquée par la position de la colonne vertébrale qui présente une hypocyphose de la région thoracique qui est entraînée par la scoliose (Jackson et al., 1998; Nault et al., 2002). Suite au PRPS, il aurait été attendu de réduire l'attitude hypocyphotique des scoliotiques et conséquemment, de provoquer un déplacement du  $COP_{ap}$  vers l'avant. Toutefois, le résultat contraire s'est produit : le  $COP_{ap}$  moyen du GE a subi un léger déplacement vers l'arrière, pour les deux conditions expérimentales de l'étude (YO et YF). Il serait possible d'expliquer ce résultat par le fait le PRPS n'ait peut-être pas aidé à l'attitude hypocyphotique. Les exercices effectués ont peut-être contribué au renforcement musculaire de la musculature du dos, ce qui n'aurait pas avantaagé la lordose de la colonne vertébrale. En effet, une surcompensation de la musculature du dos réduit la cyphose normale de la colonne thoracique (Lam et Mehdian, 1999).

Dans cette étude, aucune différence significative n'a été démontrée entre les deux programmes de rééducation posturale. Toutefois, il est possible de remarquer une tendance à l'amélioration de l'équilibre posturale des sujets du GE. Cette tendance tient du fait que suite à la réalisation du PRPS, il a été possible de remarquer une diminution de la surface d'oscillation du COP, ainsi que de l'étendue en AP et en ML (sauf lors de la condition YO), en plus d'une diminution de la vitesse de déplacement du COP. Nos résultats sont toutefois appuyés par de nombreuses études, qui ne rapportent que de légères améliorations de l'équilibre des sujets, suite à un programme d'entraînement neuromusculaire (Hoffman et Payne, 1995; Seidler et Martin, 1997; Bernier et Perrin, 1998; Chong et al., 2001; Hue et al., 2004; Bayouk et al., 2006; Yaggie et Campbell, 2006) et même dans certains cas, aucun effet notable (Effgen, 1981; Cox et al., 1993; Verhagen et al., 2005). Il est cependant très difficile de comparer ces études car elles sont toutes aussi différentes qu'elles sont nombreuses. En effet, la population, la durée du programme d'entraînement, le matériel utilisé, les exercices, la méthode d'évaluation, le temps d'acquisition des données, les paramètres d'évaluation de l'équilibre utilisés, varient d'une étude à l'autre.

Les résultats de cette étude démontrent une tendance à l'amélioration de la majorité des paramètres d'équilibre évalué suite au PRPS. Cependant, un fait particulier est à noter. La vitesse de déplacement du COP du GR a diminué suite à la réalisation du programme de relaxation. Cette baisse de vitesse est comparable au GE pour la vitesse en AP, mais la différence est plus importante en ML pour le GE, et ce pour les deux conditions expérimentales (YO et YF). Cependant, les étendues en ML et en AP ainsi que la surface d'oscillation ont augmenté, ou sont restées égales à la valeur de départ. La vitesse de

déplacement représentent la demande neuromusculaire nécessaire au maintien de la station debout (Maki et al., 1994; Teasdale et Simoneau, 2001). Les étirements manuels appliqués aux sujets pourraient être la cause de ce résultat. En effet, le relâchement des tensions musculaires créé par ces étirements, pourrait faire en sorte que les fuseaux neuromusculaires et les organes musculotendineux de Golgi soient moins stimulés. Les étirements entraîneraient ainsi une moins bonne proprioception. Le PRPS aurait contrecarré ce phénomène par les exercices de posture et neuromusculaires qui auraient contribué à l'amélioration de la force musculaire (Heitkamp et al., 2001; Yaggie et al., 2006) et de l'activité neuromusculaire (Bruhn et al., 2003).

La condition expérimentale YF a été réalisée pour provoquer un niveau de difficulté plus élevé lors des acquisitions, et non pour la comparer avec la condition YO. Toutefois, on peut remarquer que la condition expérimentale YF fait ressortir une plus grande différence dans l'amélioration de l'équilibre chez le GE, comparativement à la condition YO. Bayouk et al., 2006, Verhagen et al., (2005), Kovacs et al. (2006) et Hue et al. (2004) ont tous également remarqué une plus forte amélioration de l'équilibre lors de conditions difficiles d'évaluation. Seul Balogun et al., (1992) a remarqué une amélioration de l'équilibre pour le test YO que pour le test YF. Toutefois, les conditions expérimentales étaient différentes. Bruhn et al. (2003) appuyé par Verhagen et al. (2005), Yaggie et al. (2006) et Bayouk et al. (2006) expliquent le phénomène par le fait que, suite à un programme d'entraînement neuromusculaire, les sujets améliorent le traitement et l'intégration des informations proprioceptives. Cette amélioration est bénéfique pour les scoliotiques car Simoneau et al. (2006) soutiennent que les scoliotiques utilisent davantage les informations proprioceptives provenant de leurs

chevilles que de l'information visuelle. En plus, Chong et al. (2001) affirment qu'un programme d'entraînement en équilibre semble avoir un effet proprioceptif diffusé sur tous les segments du corps : genoux, hanche, colonne, haut du corps. Le PRPS serait donc très profitable pour améliorer la proprioception des scoliotiques.

En terminant, le programme de rééducation posturale spécifique présenté ici est basé sur la proprioception, la réintégration sensorielle, la posture ainsi que l'équilibre postural, et a été conçu exclusivement pour les scoliotiques de cette étude. Les résultats préliminaires effectués pour déterminer son efficacité, indiquent que le PRPS apporte une tendance à l'amélioration de l'équilibre et de la proprioception pour les scoliotiques.

### **5.3 Limites de l'étude**

Une étude sur l'application d'un protocole de rééducation comporte quelques réserves. Le peu de temps sur lequel s'est déroulé cette étude, a restreint les variables dépendantes et la progression dans les exercices. De plus, le protocole de cette étude a impliqué une structure rigide, non individualisé à chaque scoliotique.

Le court laps de temps de cette étude a restreint l'utilisation de l'angle de Cobb comme déterminant de l'efficacité du PRPS. Ainsi, les effets du PRPS auraient été possiblement mieux spécifiés. Toutefois, des radiographies trop rapprochées dans le temps, la trop grande variation de l'évaluation de l'angle de Cobb et le faible taux de progression possible de la scoliose en 10 semaines, réduisaient les chances que l'angle de Cobb apporte un réel intérêt pour les bénéfiques de cette étude préliminaire. Il faut cependant

mentionner qu'une étude à plus long terme se devrait d'inclure l'angle de Cobb comme variable dépendante.

La courte durée de ce programme a aussi restreint l'implication d'exercices axés sur l'équilibre ayant un haut niveau de difficulté. En effet, les bases du PRPS sur la posture et la proprioception constituaient des points majeurs du programme. Les exercices axés sur ces deux derniers éléments ont donc constitué une bonne partie du programme et la progression des exercices d'équilibre a été limitée. De plus, cette étude préliminaire se voulait être un point de départ vers un programme de rééducation efficace pour les scoliotiques. Ainsi, cette étude permet de corriger rapidement les possibles erreurs du programme de rééducation proposé et par la suite, ne pas les répéter dans une étude de plus grande envergure. Toutefois, les conclusions encourageantes de cette étude permettent de supposer que l'inclusion d'une meilleure progression des exercices d'équilibre vers un plus haut niveau de difficulté, lors d'une étude à plus long terme, serait grandement bénéfique pour les scoliotiques.

Un autre point important à noter est que chaque scoliose est unique. Malheureusement, le protocole de cette étude était appliqué de la même manière à chacune des jeunes filles. Charrière et Roy (1990) considère que le traitement des scolioses doit être individualisé. Toutefois, avec un si faible nombre de sujet, il aurait été très difficile d'analyser des résultats scientifiquement valables sur l'efficacité d'un programme de rééducation, s'il était appliqué différemment à chaque sujet, d'où l'importance de l'homogénéité des groupes. Évidemment, le peu de sujet présent dans cette étude pourrait apporter quelques restrictions quant aux résultats. Mais n'oublions pas que, suite à cette étude préliminaire,

il sera possible d'apporter des améliorations au PRPS et ainsi effectuer une étude à plus grande échelle.

Ainsi, une étude à plus long terme devrait apporter plusieurs corrections aux limites de cette étude préliminaire et permettrait de meilleures conclusions sur l'efficacité du PRPS proposé ici.

#### **5.4 Recherches futures**

Les résultats de cette étude préliminaire sont encourageants et ouvre la voie à une étude de plus grande portée. Ainsi, l'étape suivante est de tester le PRPS sur un plus grand nombre de sujets, sur une plus grande échelle et élargir les critères de sélection des sujets.

Tout à bord, le programme de rééducation postural spécifique devrait être testé sur un plus grand nombre de sujets scoliotiques. Cette augmentation permettrait de confirmer, ou d'infirmer, les tendances ressorties lors de notre étude préliminaire. De plus, pour définir les bienfaits du PRPS, il serait recommandé d'inclure des sujets ayant une scoliose à faible courbure et jugée évolutive. Ces critères d'inclusion permettraient de constater l'évolution réelle que subissent les scoliotiques avec l'exécution du PRPS sur une plus longue période. En effet, l'augmentation du nombre de semaines du PRPS permettrait une utilisation plus intensive des éléments d'équilibre (ballon de rééducation et plate-forme instable). Cette prolongation permettrait aussi de réaliser un suivi sur l'angle de Cobb et d'évaluer les changements possibles de la posture des sujets.



De plus, cette étude était limitée aux scoliotiques ne suivant aucun traitement, il serait donc intéressant d'étendre le PRPS aux sujets suivant un traitement par corset. Le nombre accru de prescription qu'en font les médecins et la perturbation de l'équilibre qu'entraîne le port du corset (Gatto, 2003), pourraient permettre une ouverture intéressante au PRPS et permettrait possiblement d'entraîner de meilleurs résultats aux traitements. Cette étude préliminaire a apporté des effets limités sur l'équilibre des jeunes filles, mais les résultats pourraient démontrer de nouvelles perspectives sur les scoliotiques portant un corset, donc chez ceux ayant à la base une scoliose évolutive et plus prononcée.

Ainsi, suite à cette étude préliminaire, les voies sont ouvertes pour permettre le développement d'un traitement complémentaire efficace pour les scoliotiques.

## **CHAPITRE 6 : CONCLUSION**

---

Pour répondre au premier objectif, deux programmes d'exercices d'une durée de dix semaines ont été créés pour les scoliotiques. Le premier a été spécifiquement conçu en se basant sur les aspects biomécaniques et contrôles moteurs propres aux personnes scoliotiques. Ainsi, des exercices axés sur la proprioception, l'équilibre, la réintégration sensorielle et la posture ont été la base de ce PRPS. Le deuxième programme a été conçu pour créer un groupe contrôle à l'étude. C'est pourquoi, ce programme était non spécifique à la scoliose, ainsi, il ne comportait aucun exercice pouvant affecter directement l'équilibre et la posture des sujets.

Le deuxième objectif consistait à tester l'efficacité des programmes de rééducation par l'évaluation de l'équilibre des sujets, à l'aide de variables dépendantes découlant du déplacement du COP. Le premier test statistique réalisé, comparant les variables dépendantes avant et après la réalisation des programmes, n'a rapporté aucune valeur significativement différente, pour les deux groupes ainsi que pour les deux conditions expérimentales de cette étude (YO et YF). Il est cependant intéressant de constater que la majorité des résultats des variables dépendantes du GE, tendent vers une amélioration de l'équilibre des sujets. Le deuxième test statistique réalisé, comparant les deux groupes de l'étude à l'aide de leur écart intra-groupe (avant vs après), ne rapporte aucune différence significative, et ce pour les deux conditions expérimentales.

Les résultats finaux de cette étude ne peuvent conclure de façon certaine, à une amélioration notable et permanente de l'équilibre chez les sujets. Grâce à cette étude préliminaire, nous pouvons noter que le PRPS tend à améliorer l'équilibre des scoliotiques. Une étude à plus long terme et avec un plus grand nombre de sujets, pourrait entraîner des résultats plus concluants et ainsi confirmer les bienfaits réels du PRPS sur les scoliotiques.

## RÉFÉRENCES

---

Allard P., Nault M.L., Hinse S., LeBlanc R., Labelle H., Relationship between morphologic somatotypes and standing posture equilibrium. *Ann Hum Biol.* 2001; 28(6): 624-33

Allard P., Chavet P., Barbier F., Gatto L., Labelle H., Sadeghi H., Effect of body morphology on standing balance in adolescent idiopathic scoliosis. *Am J Phys Med Rehabil.* 2004; 83(9): 689-97

Balogun J.A., Adesinasi C.O., Marzouk D.K., The effects of a wobble board exercise training program on static balance performance and strength of lower extremity muscles. *Physiother Can.* 1992; 44: 23-30

Barrack R.L., Whitecloud T.S. 3rd, Burke S.W., Cook S.D., Harding A.F., Proprioception in idiopathic scoliosis. *Spine.* 1984; 9(7): 681-685

Bayouk J.F., Boucher J.P., Leroux A., Balance training following stroke: effects of task-oriented exercises with and without altered sensory input. *Int J Rehabil Res.* 2006; 29(1): 51-9

Beauchamp M., Labelle H., Grimard G., Stanciu C., Poitras B., Dansereau J., Diurnal variation of Cobb angle measurement in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine.* 1993; 18(12): 1581-3

Becker E., La méthode von Niederhöffer. Le traitement des scolioses et discopathies par des tensions isométriques. 5e Édition, Traduction de Plumacher H., Maloine, Paris, 1978, 58 p.

Beekman C.E., Hall V., Variability of scoliosis measurement from spinal roentgenograms. *Phys Ther.* 1979; 59: 764-765

Bernier J.N., Perrin D.H., Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998; 27(4): 264-75

Betz R.R., Kim J., D'Andrea L.P., Mulcahey M.J., Balsara R.K., Clements D.H., An innovative technique of vertebral body stapling for the treatment of patients with adolescent idiopathic scoliosis: a feasibility, safety, and utility study. *Spine.* 2003; 28(20): S255-65

Bradford D.S., Tay B.K-B., Hu S.S., Adult Scoliosis : Surgical indications, operative management, complications et outcomes. *Spine.* 1999; 24(24): 2617-29

Bridwell K.H., Surgical treatment of idiopathic adolescent scoliosis. *Spine.* 1999; 24(24): 2607-2616

Brooks H.L., Azen S.P., Gerberg E., Brooks R., Chan L., Scoliosis: A prospective epidemiological study. *J Bone Joint Surg Am.* 1975; 57(7): 968-72

Bruhn S., Kullmann N., Gollhofer A., The effects of a sensorimotor training and a strength training on postural stabilisation, maximum isometric contraction and jump performance. *Int Sports Med.* 2004; 25: 56-60

Bunnell W.P., The Natural history of idiopathic scoliosis skeletal maturity. *Spine.* 1986; 11: 773-776

Burwell R.G., Cole A.A., Cook T.A., Grivas T.B., Kiel A.W., Moulton A., Thirlwall A.S., Upadhyay S.S., Webb J.K., Wemyss-Holden S.A., Whitwell D.J., Wojcik A.S., Wythers D.J., Pathogenesis of idiopathic scoliosis the Nottingham concept. *Acta Orthop Belg.* 1992; 58(1): 33-58

Burwell, R.G., Aetiology of idiopathic scoliosis: current concepts. *Pedia Rehab.* 2003; 6(3-4): 137-170

Byrd J.A. 3rd, Current theories on the etiology of idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Relat Res.* 1988; 229: 114-9

Cailliet R., *Les scolioses.* Traduit de Attuil C., Masson, Paris, 1979, 89 p.

Carman D., Roach J.W., Speck G., Wenger D.R., Herring J.A., Role of exercises in the Milwaukee brace treatment of scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 1985; 5(1): 65-8

Carpenter M.G., Frank J.S., Winter D.A., Peysar G.W., Sampling duration effects on centre of pressure summary measures. *Gait and Posture.* 2001; 13: 35-40

Charrière L., Roy J., *Kinésithérapie des déviations latérales du rachis.* 3e Édition, Masson, New York, 1980, 213p.

Chen P.Q., Wang J.L., Tsuang Y.H., Liao T.L., Huang P.I., Hang Y.S., The postural stability control and gait pattern of idiopathic scoliosis adolescents. *Clin Biomech.* 1998; 13(Suppl 1): S52-S58

Chong R.K., Ambrose A., Carzoli J., Hardison L., Jacobson B., Source of improvement in balance control after a training program for ankle proprioception. *Percept Mot Skills.* 2001; 92(1): 265-72

Cobb J., Outline for study of scoliosis. Instructional course lecture. *AAOS.* 1948; 5: 261-275

Coillard C., Leroux M.A., Zabjek K.F., Rivard C.-H., SpineCor – a non-rigid brace for the treatment of idiopathic scoliosis: post-treatment results. *Eur Spine J.* 2003; 12: 141-148

Cook S.D., Harding A.F., Burke S.W., Whitecloud T.S., Barrack R.L., Leinhardt T.M., Upper Extremity Proprioception in Idiopathic Scoliosis. *Clin Ortho Rel Res*, 1986; 213: 118-124

Cox E.D., Lephart S.M., Irrgang J.J., Unilateral balance training of noninjured individuals and the effects on postural sway. *J Sport Rehabil*. 1993; 2: 87-96

De Giorgi G., Stella G., Becchetti S., Martucci G., Miscioscia D., Cotrel-Dubousset instrumentation for the treatment of severe scoliosis. *Eur Spine J*. 1999; 8(1): 8-15

de Mauroy, J.-C., *La scoliose : Traitement orthopédique conservateur*. Sauramps Médical, Montpellier (France), 1996, 279p.

Delécrin J., Takahashi S., Gouin F., Passuti N., A synthetic porous ceramic as a bone graft substitute in the surgical management of scoliosis: a prospective, randomized study. *Spine*. 2000; 25(5): 563-9

den Boer W.A, Anderson P.G., Limbeek J.V., Kooijman M.A.P., Treatment of idiopathic scoliosis with side-shift therapy: an initial comparison with a brace treatment historical cohort. *Eur Spine J*. 1999; 8: 406-410

Deviren V., Berven S., Kleinstueck F., Antinnes J., Smith J.A., Hu S.S., Predictors of flexibility and pain patterns in thoracolumbar and lumbar idiopathic scoliosis. *Spine*. 2002; 27(21): 2346-9

Dickson R.A., Spinal Deformity – Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Spine*. 1999; 24(24): 2601-2606

DiRocco P.J., Vaccaro P., Cardiopulmonary Functioning in Adolescent Patients With Mild Idiopathic Scoliosis. *Arch Phys Med Rehabil*. 1988; 69: 198-201

Effgen S.K., Effet of an Exercise program on the static balance of deaf children. *Phys Therap*. 1981; 61(6): 873-877

Ferraro C., Masiero S., Venturain A., Pigatto M., Migliorino N., Effect of exercise therapy on mild idiopathic scoliosis. Preliminary result. *Eur Med Phys*. 1998; 34 : 25-31

Focarile F.A., Bonaldi A., Giarolo M.A., Ferrari U., Zilioli E., Ottaviani C., Effectiveness of nonsurgical treatment for idiopathic scoliosis. Overview of available evidence. *Spine*. 1991; 16(4): 395-401

G.E.K.T.S. (Groupe européen kinésithérapique travail scoliose), *La Scoliose : vingt années de recherches et d'expérimentation*. Sauramps médical, Montpellier, 1991, 207p.

Gatto L., Effet du port du corset de Boston sur l'équilibre des jeunes filles ayant une scoliose idiopathique de l'adolescence. Mémoire de maîtrise, Université de Montréal, Montréal, 2003, 85 p.

Gauchard G.C., Jeandel C., Tessier A., Perrin P., Beneficial of proprioception physical activities on balance control in elderly human subjects. *Neurosci Lett.* 1999; 273(2): 81-4

Gauchard G.C., Lascombes P., Kuhnast M., Perrin P.P., Influence of Difference Types of Progressive Idiopathic Scoliosis on Static and Dynamic Postural Control. *Spine.* 2001; 26(9): 1052-1058

Gepstein R., Leitner Y., Zohar E., Angel I., Shabat S., Pekarsky I., Friesem T., Folman Y., Katz A., Fredman B., Effectiveness of the Charleston Bending Brace in the Treatment of Single-Curve Idiopathic Scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 2002; 22(1): 84-87

Goldberg C.J., Dowling F.E., Hall J.E., Emans J.B., A statistical comparison between natural history of idiopathic scoliosis and brace treatment in skeletally immature adolescent girls. *Spine.* 1993; 18(7): 902-8

Goldberg M.S., Mayo N.E., 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.* 1994; 19(14): 1562-72

Goldberg C.J., Moore D.P., Fogarty E.E., Dowling F.E., Adolescent idiopathic scoliosis. The effect of brace treatment on the incidence of surgery. *Spine.* 2001; 26(1): 42-47

Hawes M.C., The use of exercises in the treatment of scoliosis: an evidence-based critical review of the literature. *Pediatr Rehabil.* 2003; 6(3-4): 171-182

Heitkamp H.-C., Horstmann T., Mayer F., Weller J., Dickhuth H.-H., Gain in strength and muscular balance after balance training. *Int J Sports Med.* 2001; 22: 285-290

Herman R., Mixon J., Fisher A., Maulucci R., Stuyck J., Idiopathic Scoliosis and the Central Nervous System : A Motor Control Problem. *Spine.* 1985; 10(1): 1-14

Hoffman M., Payne V.G., The Effects of Proprioceptive Ankle Disk Training on Healthy Subjects. *JOSPT.* 1995; 21(2): 90-93

Hue O.A., Seynnes O., Ledrole D., Colson S.S., Bernard P.L., Effects of a physical activity program on postural stability in older people. *Aging Clin Exp Res.* 2004; 16(5): 356-62

Ivanenko Y.P., Grasso R., Lacquaniti F., Effect of gaze responses to neck proprioceptive and vestibular stimulation in humans. *J Phys.* 1999; 519(1): 301-314

Jackson R.P., Peterson M.D., McManus A.C., Hales C., Compensatory spinopelvic balance over the hip axis and better reliability in measuring lordosis to the pelvic radius on standing lateral radiographs of adult volunteers and patients. *Spine.* 1998; 23(16): 1750-67

Keessen W., Crowe A., Hearn M., Proprioceptive Accuracy in Idiopathic Scoliosis. *Spine*. 1992; 17(2) 149-155.

Khouri N., Vialle R., Mary P., Biot B., Scoliose idiopathique en période de croissance. Indications et programmes thérapeutiques. *EMC-Rhum Orthop*. 2004(a); 1: 45-63

Khouri N., Vialle R., Mary P., Marty C., Scoliose idiopathique. Stratégie diagnostique, physiopathologie et analyse de la déformation. *EMC Rhum. Orthop*. 2004(b); 1: 17-44

Kim Y.J., Lenke L.G., Cho S.K., Bridwell K.H., Sides B., Blanke K., Comparative analysis of pedicle screw versus hook instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2004; 29(18): 2040-8

Klapp B, La méthode quadrupédique du Pr Dr R. Klapp, 3e Édition, Traduction de Gans M., Maloine, Paris, 1977, 138 p.

Kluba T., Schafer J., Hahnfeldt T., Niemeyer T., Prospective randomized comparison of radiation exposure from full spine radiographs obtained in three different techniques. *Eur Spine J*. 2006; 15(6): 752-6

Kovacs E.J., Birmingham T.B., Forwell L., Litchfield R.B., Effect of Training on Postural Control in Figure Skaters. A Randomized Controlled Trial of Neuromuscular Versus Basic Off-Ice Training Programs. *Clin J Sport Med*. 2004; 14: 215-224

Lam K.S., Mehdian H., The importance of an intact abdominal musculature mechanism in maintaining spinal sagittal balance. Case illustration in prune-belly syndrome. *Spine*. 1999; 24(7): 719-22

LeBlanc R., Labelle H., Rivard C.H., Poitras B., Relation between adolescent idiopathic scoliosis and morphologic somatotypes. *Spine*. 1997; 22: 2532-6

Lenke L.G., Newton P.O., Marks M.C., Blanke K.M., Sides B., Kim Y.J., Bridwell K.H., Prospective pulmonary function comparison of open versus endoscopic anterior fusion combined with posterior fusion in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2004; 29(18): 2055-60

Lenssinck M.L., Frijlink A.C., Berger M.Y., Bierman-Zeinstra S.M., Verkerk K., Verhagen A.P., Effect of bracing and other conservative interventions in the treatment of idiopathic scoliosis in adolescents: a systematic review of clinical trials. *Phys Ther*. 2005; 85(12): 1329-39

Levy A.R., Goldberg M.S., Mayo N.E., Hanley J.A., Poitras B., Reducing the lifetime risk of cancer from spinal radiographs among people with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 1996; 21(13): 1540-7

Lonstein J.E., Scoliosis: Surgical versus nonsurgical treatment. *Clin Orthop Rel Res*. 2006; 443: 248-259



Lonstein J.E., Carlson J.M., The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg Am.* 1984; 66(7): 1061-71

Lonstein J.E., Winter R.B., Adolescent idiopathic scoliosis. Nonoperative treatment. *Orthop Clin North Am.* 1988; 19(2): 239-46.

Lowe T.G., Edgar M., Margulies J.Y., Miller N.H., Raso V.J., Reinker K.A., Rivard C.H., Etiology of idiopathic scoliosis: current trends in research. *J Bone Joint Surg Am.* 2000; 82-A (8): 1157-68

Maki B.E., Holliday P.J., Topper A.K., A prospective study of postural balance and risk of falling in an ambulatory and independent elderly population. *J Gerontol.* 1994; 49(2): M72-84

Maruyama T., Kitagawa T., Takeshita K., Mochizuki K., Nakamura K., Conservative treatment for adolescent idiopathic scoliosis: can it reduce the incidence of surgical treatment? *Pediatr Rehabil.* 2003; 6(3-4): 215-9

Mayo N.E., Goldberg M.S., Poitras B., Scott S., Hanley J., The Ste-Justine Adolescent Idiopathic Scoliosis Cohort Study. Part III: Back pain. *Spine.* 1994; 19(14): 1573-81

McIlroy W.E., Maki B.E., Preferred placement of the feet during quiet stance: development of a standardized foot placement for balance testing. *Clin Biomech.* 1997; 12(1): 66-70

Miller N.H., Cause and natural history of adolescent idiopathic scoliosis. *Orthop Clin North Am.* 1999; 30(3): 343-52

Moen K.Y., Nachemson A.L., Treatment of scoliosis. An historical Perspective. *Spine.* 1999; 24(24): 2570-5.

Mollon G., Rodot J.-C., L'efficacité de la kinésithérapie des scolioses structurales mineures. Étude statistique. P. 147-150, in G.E.K.T.S. (Groupe européen kinésithérapique travail scoliose), *La Scoliose : vingt années de recherches et d'expérimentation.* Sauramps médical, Montpellier, 1991, 207p.

Mollon G., Rodot J. C., Scolioses structurales mineures kinésithérapie. Étude statistique comparative des résultats. *Kinésithérapie Scientifique.* 1986; 244: 47-56

Mooney V., Gulick J., Pozos R., A preliminary report on the effect of measured strength training in adolescent idiopathic scoliosis. *Journal of Spinal Disorders.* 2000; 13: 102-107

Morningstar M.W., Woggon D., Lawrence G., Scoliosis treatment using a combination of manipulative and rehabilitative therapy: a retrospective case series. *BMC Musculoskelet Disord.* 2004; 14; 5:32

Nash C.L. Jr, Gregg E.C., Brown R.H., Pillai K., Risks of exposure to x-rays in patients undergoing long term treatment for scoliosis. *J Bone Joint Surg.* 1979; 61: 371–374

Nault M.-L., Allard P., Hinse S., Le Blanc R., Caron., Labelle H., Sadeghi H., Relation Between Standing Stability and Body Posture parameters in Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Spine.* 2002; 27(17): 1911-17

Negrini A., La scoliose idiopathique de l'adolescence, les données de la recherche et leurs incidences thérapeutiques. P.15-20 *in* G.E.K.T.S. (Groupe européen kinésithérapique travail scoliose), La Scoliose : vingt années de recherches et d'expérimentation. Sauramps médical, Montpellier, 1991, 207p.

Negrini S., Aulisa L., Ferraro C., Frascini P., Masiero S., Simonazzi P., Tedeschi C., Venturin A., Italian guidelines on rehabilitation treatment of adolescent with scoliosis or other deformities. *Eur Medicophys.* 2005; 41: 183-201

Negrini S., Antonini G., Carabalona R., Minozzi S., Physical exercises as a treatment for adolescent idiopathic scoliosis. A systematic review. *Pediatr Rehabil.* 2003; 6(3–4): 227–235

Noonan K.J., Weistein S.L., Jacobson W.C., Dolan L.A., Use of the Milwaukee Brace for Progressive Idiopathic Scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 1996; 78: 557-67

O'Beirne J., Goldberg C., Dowling F.E., Fogarty E.E., Equilibrial dysfunction in scoliosis: cause or effect? *J Spinal Disord.* 1989; 2: 184–189

Otman S., Kose N., Yakut Y., The efficacy of Schroth s 3-dimensional exercise therapy in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis in Turkey. *Saudi Med J.* 2005; 26(9): 1429-35

Perennou D., Biot B., Pelissier J., Fauchet R., Hérisson C., Simon L., Troubles posturaux des scoliotiques dites idiopathiques, in, *Posture, Équilibration et Médecine de Rééducation.* Masson, Paris, 1993, 290p.

Pope M.H., Stokes I.A.F., Moreland M., The biomechanics of scoliosis. *Crit Rev Biomed Eng.* 1984; 11: 157-188

Rahman T., Bowen J.R., Takemitsu M., Scott T., The association between brace compliance and outcome for patient with idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 2005; 25(4): 420-422

Rainaut J.-J., *Les scolioses.* Éditions Marketing, Paris, 1984, 317 p.

Rigo M., Quera-Salva G., Puigdevall N., Effect of the exclusive employment of physiotherapy in patients with idiopathic scoliosis. In: *Proceedings Book III of the 11th International Congress of the World Confederation for Physical Therapy (London), 1991, pp. 1319–1321*

Rahman T., Bowen J.R., Takemitsu M., Scott T., The association between brace compliance and outcome for patient with idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop.* 2005; 25(4): 420-422

Rainaut J.-J., *Les scolioses.* Éditions Marketing, Paris, 1984, 317 p.

Rigo M., Quera-Salva G., Puigdevall N., Effect of the exclusive employment of physiotherapy in patients with idiopathic scoliosis. In: *Proceedings Book III of the 11th International Congress of the World Confederation for Physical Therapy (London)*, 1991, pp. 1319–1321

Rowe D.E., Bernstein S.M., Riddick M.F., Adler F., Emans J.B., Gardner-Bonneau D., A meta-analysis of the efficacy of non-operative treatments for idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 1997; 79(5): 664-74

Sahlstrand T., Ortengren R., Nachemson., Postural equilibrium in adolescent idiopathic scoliosis, *Acta Orthop Scand.* 1978; 49(4): 354-365

Sawatzky B., Tredwell S., Sanderson D., Postural control and trunk imbalance following Cotrel-Dubousset instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis. *Gait & Posture*, 1997; 5(2): 116-119

Seidler R.D., Martin P.E., The effects of short term balance training on the postural control of older adults. *Gait and Posture.* 1997; 6; 224-236

Shea K.G., Stevens P.M., Nelson M., Smith J.T., Masters K.S., Yandow S., A comparison of manual versus computer-assisted radiographic measurement. Intraobserver measurement variability for Cobb angles. *Spine.* 1998; 23(5): 551-5

Silferi V., Rougier P., Labelle H., Allard P., Postural control in idiopathic scoliosis: comparison between healthy and scoliotic subjects. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2004; 90(3): 215-25

Simoneau M., Richer N., Mercier P., Allard P., Teasdale N., Sensory deprivation and balance control in idiopathic scoliosis adolescent. *Exp Brain Res.* 2006; 170(4): 576-82

Smyth R.J., Chapman K.R., Wright T.A., Crawford J.S., Rebeck A.S., Pulmonary function in adolescents with mild idiopathic scoliosis. *Thorax.* 1984; 39: 901-904

Soucacos P.N., Zacharis K., Gelalis J., Soutanis K., Kalos N., Beris A., Xenakis T., Johnson E.O., Assessment of curve progression in idiopathic scoliosis. *Eur Spine J.* 1998; 7: 270-277

Souchard P., Ollier M., *Les scolioses. Traitement kinésithérapique et orthopédique.* Masson, Paris, 2002, 189 p.

- Teasdale N., Simoneau M., Attentional demands for postural control: the effects of aging and sensory reintegration. *Gait Posture*. 2001; 14(3): 203-10
- Veldhuizen A.G., Wever D.J., Webb P.J., The aetiology of idiopathic scoliosis: biomechanical and neuromuscular factors. *Eur Spine J*. 2000; 9: 178-184
- Verhagen E., Bobbert M., Inklaar M., van Kalken M., van der Beek A., Bouter L., van Mechelen W., The effect of a balance training programme on centre of pressure excursion in one-leg stance. *Clin Biomech*. 2005; 20(10): 1094-100
- Violas P., Chapuis M., Bracq H., Local autograft bone in the surgical management of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*. 2004; 29(2): 189-92
- Weinstein S.L., Natural History. *Spine*. 1999; 24(24): 2592-2600
- Weinstein S.L., Dolan L.A., Peterson K.K., Spoonamore M.J., Ponseti I.V., Health and Function of Patients With Untreated Idiopathic Scoliosis A 50-Year Natural History Study. *JAMA*. 2003; 289(5): 559-567
- Weinstein S.L., Adolescent idiopathic scoliosis: Prevalence and natural history. ed. *The Pediatric Spine: Principle and Practice*. New York. 1994; 1: 463-78
- Weinstein S.L., Zavala D.C., Ponseti I.V., Idiopathic scoliosis: long-term follow-up and prognosis in untreated patients. *J Bone Joint Surg Am*. 1981; 63(5): 702-12
- Weiss H.R., Influence of an in-patient exercise program on scoliotic curve, *Ital J Orthop Traumatol*. 1992; 18(3): 395-406
- Weiss H.R., Rehabilitation of adolescent patients with scoliosis – what do we know? A review of the literature. *Pediatr Rehabil*. 2003(a); 6(3-4): 183-194
- Weiss H.R., Weiss G., Petermann F., Incidence of curvature progression in idiopathic patients treated with scoliosis in-patient rehabilitation (SIR): an age- and sex-matched controlled study. *Pediatr Rehabil*. 2003(b); 6(1): 23-30
- Weiss H.R., Weiss G., Schaar H.-J., Incidence of surgery in conservatively treated patients with scoliosis. *Pediatr Rehabil*. 2003(c); 6(2): 111–118
- Weiss H.R., Lohschmidt K., El-Obeidi N., Verres C., Preliminary results and worst-case analysis of in patient scoliosis rehabilitation. *Pediatr Rehabil*. 1997; 1: 35–40
- Weiss H.R., Negrini S., Hawes M.C., Rigo M., Kotwicki T., Grivas T.B., Maruyama T., members of the SOSORT. Physical exercises in the treatment of idiopathic scoliosis at risk of brace treatment - SOSORT consensus paper 2005. *Scoliosis*. 2006; 1: 6
- Weiss R.H., The Effect of an Exercise Program on Vital Capacity and Rib Mobility in Patient with idiopathic scoliosis, *Spine*, 1991; 16(1) : 88-93

Winter D.A., *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*, 2e ed. New York, Wiley, 1990, 277 p.

Winter D.A., Prince F., Frank J.S., Powell C., Zabjek K.F., Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. *J Neurophysiol.* 1996; 75(6): 2334-43

Wyatt P.M., Barrack B.L., Mubarak S.J., Whitecloud T.S., Burke S.W., Vibratory response in idiopathic scoliosis. *J. Bone Joint Surgery.* 1986; 68(5): 714-718

Yaggie J.A., Campbell B.M., Effects of balance training on selected skills. *J Strength Cond Res.* 2006; 20(2): 422-8

Yamauchi Y., Yamaguchi T., Asaka Y., Prediction of curve progression in idiopathic scoliosis based on initial roentgenograms. A proposal of an equation. *Spine.* 1988; 13(11): 1258-61

Yekutieli M, Robin GC, Yarom R., Proprioceptive Function in Children With Adolescent Idiopathic Scoliosis, *Spine*, 1981; 6(6): 560-566.

Ylikoski M., Growth and progression of adolescent idiopathic scoliosis in girls. *J Pediatr Orthop B.* 2005; 14(5): 320-4

Zabjek K.F., Leroux M.A., Coillard C., Rivard C.H., Prince F., Evaluation of segmental postural characteristics during quiet standing in control and Idiopathic Scoliosis patients. *Clin Biomech.* 2005; 20(5): 483-90

## **ANNEXE 1**

---

Journal de bord remis aux sujets du groupe ayant effectué les exercices du programme de rééducation posturale spécifique (Groupe Exercice).

## Semaine # 1

### Placement des épaules

#### Description :

- 1- En position couché sur le dos, bras près du corps et jambes étendues.
- 2- Coller au sol (reculer) l'épaule droite.
  - a. Maintenir la position 2-3 secondes.
  - b. Relâcher la position, puis recommencer.
- 3- Soulever vers le plafond (avancer) l'épaule gauche.
  - a. Maintenir la position 2-3 secondes.
  - b. Relâcher la position, puis recommencer.
- 4- Effectuer les exercices 2 et 3 en même temps.
- 5- Effectuer les exercices 10 fois chacun.



	Coller l'épaule droite	Soulever l'épaule gauche	Les 2 épaules en même temps
Jour 1			
Jour 2			
Jour 3			
Jour 4			
Jour 5			
Jour 6			
Jour 7			

### Commentaires

---

---

---

---

## Semaine # 2

### Placement du thorax

#### Description :

- 1- En position couché sur le dos, bras près du corps et jambes étendues.
- 2- Soulever vers le plafond (avancer) les côtes du côté droit.
  - a. Maintenir la position **2-3 secondes**.
  - b. Relâcher la position, puis recommencer.
- 3- Coller au sol (reculer) les côtes du côté gauche.
  - a. Maintenir la position **2-3 secondes**.
  - b. Relâcher la position, puis recommencer.
- 4- Effectuer les exercices 2 et 3 en même temps.
- 5- Effectuer les exercices **10 fois chacun**.



	Soulever les côtes du côté droit	Coller les côtes du côté gauche	Thorax (2 en même temps)
Jour 1			
Jour 2			
Jour 3			
Jour 4			
Jour 5			
Jour 6			
Jour 7			

#### Commentaires

---

---

---

---



### Semaine # 3

#### Placement des épaules et du thorax

##### Description :

- 1- En position couché sur le dos, bras près du corps et jambes étendues.
- 2- Coller au sol (reculer) l'épaule droite et soulever vers le plafond (avancer) les côtes du côté droit, en même temps.
  - a. Maintenir la position 2-3 secondes.
  - b. Relâcher la position, puis recommencer.
- 3- Soulever vers le plafond (avancer) l'épaule gauche et coller au sol (reculer) les côtes du côté gauche, en même temps.
  - a. Maintenir la position 2-3 secondes.
  - b. Relâcher la position, puis recommencer.
- 4- Effectuer les exercices **10 fois chacun**.



	1. Coller l'épaule droite 2. Soulever les côtes du côté droit	1. Soulever l'épaule gauche 2. Coller les côtes du côté gauche	Épaules et thorax
Jour 1			
Jour 2			
Jour 3			
Jour 4			
Jour 5			
Jour 6			
Jour 7			

#### Commentaires

---

---

---

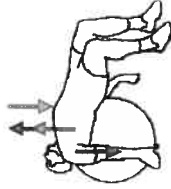
---

**Semaine # 4**

**A) Positionnement des épaules et du thorax sur ballon de rééducation**

Description :

- 1- Les épaules et la tête doivent toucher le ballon, les genoux sont fléchis à 90°. Les mains sont positionnées sur le ventre.
- 2- Coller (reculer) l'épaule droite sur le ballon et soulever vers le plafond (avancer) les côtes du côté droit, en même temps.
  - a) Maintenir la position 2-3 secondes.
  - b) Relâcher la position, puis recommencer.
- 3- Soulever vers le plafond (avancer) l'épaule gauche et coller au sol (reculer) les côtes du côté gauche, en même temps.
  - a) Maintenir la position 2-3 secondes.
  - b) Relâcher la position, puis recommencer.
- 4- Effectuer les exercices 2 et 3 en même temps.
- 5- Effectuer les exercices 10 fois chacun.



**B) Positionnement du bassin et des jambes**

Description :

- 1- En position couché sur le dos, bras près du corps et jambes étendues.
- 2- Reculer (enfoncer dans le sol) la hanche droite et déplacer les orteils de la jambe droite vers l'intérieur, en gardant la jambe droite.
  - a. Maintenir la position 2-3 secondes.
  - b. Relâcher la position, puis recommencer.
- 3- Avancer (surélever) la hanche gauche et déplacer les orteils de la jambe gauche vers l'extérieur, en gardant la jambe droite.
  - a. Maintenir la position 2-3 secondes.



- b. Relâcher la position, puis recommencer.
- 4- Faire les exercices 2 et 3 en même temps
- 5- Effectuer les exercices 10 fois chacun.

A)	1. Coller l'épaule droite 2. Soulever les côtes du côté droit	1. Soulever l'épaule gauche 2. Coller les côtes du côté gauche	Épaules et thorax
Jour 1			
Jour 2			
Jour 3			
Jour 4			
Jour 5			
Jour 6			
Jour 7			
B)	1. Reculer la hanche droite 2. Orteils vers l'intérieur	1. Avancer la hanche gauche 2. Orteils vers l'extérieur	Bassin et jambes
Jour 1			
Jour 2			
Jour 3			
Jour 4			
Jour 5			
Jour 6			
Jour 7			

## Semaine # 5

### Placement des épaules, du thorax, du bassin et des jambes

#### Description :

1- En position couché sur le dos, bras près du corps et jambes étendues.



2- Effectuer tous les exercices en même temps (position corrigée), soit :

- i. Reculer l'épaule droite ;
  - ii. Avancer l'épaule gauche ;
  - iii. Avancer les côtes du côté droit ;
  - iv. Reculer les côtes du côté gauche ;
  - v. Avancer la hanche gauche et tourner les orteils vers l'extérieur ;
  - vi. Reculer la hanche droite et tourner les orteils vers l'intérieur.
- 3- Maintenir la position **2-3 secondes**.
- 4- Relâcher la position, puis recommencer.
- 5- Effectuer l'exercice **10 fois**.

	Épaules – Thorax - Bassin et jambes (position corrigée)
Jour 1	
Jour 2	
Jour 3	
Jour 4	
Jour 5	
Jour 6	
Jour 7	

**Commentaires**

---

---




---

---

**Semaine # 6**

**Placement des épaules, du thorax, du bassin et des jambes en mouvement**

Description :

- 1- En position couché sur le dos, bras près du corps et jambes étendues.
  - 2- Prendre la position corrigée (Page 5) des épaules et du thorax.  

  - a. Faire des mouvements dans tous les sens dans les airs avec les bras. (  )
  - b. Revenir en position initiale (bras près du corps), en gardant la position corrigée (Page 5) des épaules et du thorax.
  - c. Maintenir la position pendant 2-3 secondes.
  - d. Relâcher la position, puis recommencer.
- 3- Prendre la position corrigée (Page 5) du bassin et des membres inférieurs
    - a. Faire des mouvements dans tous les sens, dans les airs, avec les jambes. (  )
    - b. Revenir en position initiale, en gardant la position corrigée (Page 5) du bassin et des membres inférieurs.
    - c. Maintenir la position pendant 2-3 secondes.
    - d. Relâcher la position, puis recommencer.
  - 4- Effectuer les exercices 2 et 3 en même temps.
  - 5- Effectuer les exercices 10 fois chacun.

	Mouvements des bras	Mouvements des jambes	Mouvements des bras et des jambes
Jour 1			
Jour 2			
Jour 3			
Jour 4			
Jour 5			
Jour 6			
Jour 7			

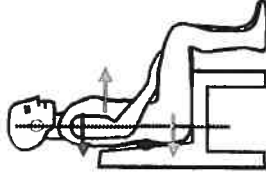
**Commentaires**


**Semaine # 7**

**A) Placement des épaules, du thorax, du bassin et des jambes assis sur une chaise**

Description :

- 1- Assis sur une chaise, le dos en contact avec le dossier de la chaise ou avec un mur.
- 2- Prendre la position corrigée (Page 5) pour les épaules, le thorax, le bassin et les membres inférieurs.
  - a. Maintenir la position 2-3 secondes.
  - b. Relâcher la position, puis recommencer.
- 3- Effectuer l'exercice 10 fois.



	Position corrigée : assis sur une chaise, dos accoté au mur	Position corrigée : assis sur une chaise, pas de contact avec le mur, yeux fermés
Jour 1		
Jour 2		
Jour 3		
Jour 4		
Jour 5		
Jour 6		
Jour 7		

**B) Placement des épaules, du thorax, du bassin et des jambes assis sur une chaise, les yeux fermés**

Description :

- 1- Assis sur une chaise, le dos n'étant pas en contact avec le mur.
- 2- Fermer les yeux.
- 3- Prendre la position corrigée (Page 5) pour les épaules, le thorax, le bassin et les membres inférieurs.
- 4- Maintenir la position 2-3 secondes.
- 5- Ouvrir les yeux, en maintenant la position corrigée.
- 6- Corriger la position, au besoin.
- 7- Brouiller la position, et recommencer l'exercice.
- 8- Effectuer l'exercice 10 fois.

**Commentaires**

---

---

---

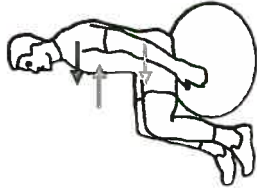
---

**Semaine # 8**

**A) Placement des épaules, du thorax, du bassin et des jambes en position assis sur un ballon de rééducation**

Description :

- 1- Assis sur un ballon de rééducation, les genoux à 90° de flexion, les pieds à plat au sol.
- 2- Prendre la **position corrigée (Page 5)** pour les épaules, le thorax, le bassin et les jambes.
  - a. Maintenir la position 2-3 secondes.
  - b. Relâcher la position, puis recommencer.
- 3- Effectuer l'exercice **10 fois**.



**B) Placement des épaules, du thorax, du bassin et des jambes assis sur le Ballon Suisse, les yeux fermés**

Description :

- 1- Assis sur un ballon de rééducation, les genoux fléchis à 90°, les pieds à plat au sol.
- 2- **Fermer les yeux.**
- 3- Prendre la **position corrigée (Page 5)** pour les épaules, le thorax, le bassin et les jambes.
- 4- Maintenir la position 2-3 secondes.
- 5- **Ouvrir les yeux**, en maintenant la position corrigée.
- 6- Corriger la position, au besoin
- 7- Brouiller la position, et recommencer l'exercice.
- 8- Effectuer l'exercice **10 fois**.

	<u>Position corrigée :</u> assis sur le ballon de rééducation	<u>Position corrigée :</u> assis sur le ballon de rééducation, yeux fermés
Jour 7		
Jour 6		
Jour 5		
Jour 4		
Jour 3		
Jour 2		
Jour 1		

**Commentaires**

---



---



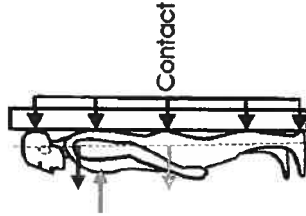
---

**Semaine # 9**

**A) Placement des épaules, du thorax, du bassin et des jambes debout**

Description :

- 1- En position debout, le dos, le bassin et les pieds en contact avec un mur.
- 2- Prendre la position corrigée (Page 5) pour les épaules, le thorax, le bassin et les jambes.
  - a. Maintenir la position 2-3 secondes.
  - b. Relâcher la position, puis recommencer.
- 3- Effectuer l'exercice 10 fois.



**B) Placement des épaules, du thorax, du bassin et des jambes, debout et les yeux fermés**

Description :

- 1- En position debout, le dos, le bassin et les pieds n'étant pas en contact avec le mur.
- 2- Fermer les yeux.
- 3- Prendre la position corrigée (Page 5) pour les épaules, le thorax, le bassin et les jambes.
- 4- Maintenir la position 2-3 secondes.
- 5- Ouvrir les yeux, en maintenant la position corrigée.
- 6- Corriger la position, au besoin.
- 7- Brouiller la position, et recommencer l'exercice.
- 8- Effectuer l'exercice 10 fois.

	<u>Position corrigée :</u> debout, dos en contact avec le mur	<u>Position corrigée :</u> debout, pas de contact avec le mur, yeux fermés
Jour 1		
Jour 2		
Jour 3		
Jour 4		
Jour 5		
Jour 6		
Jour 7		

**Commentaires**

---



---



---



---

## Semaine # 10

### A) Placement des épaules, du thorax, du bassin et des jambes, debout sur la base instable

#### Description :

1. En position debout, les 2 pieds sur la base instable, le dos n'étant pas en contact avec un mur.
  - a. Prendre la position corrigée (Page 5) pour les épaules, le thorax, le bassin et les jambes.
  - b. Maintenir la position 2-3 secondes.
  - c. Relâcher la position



2. Débarquer de la base instable (debout, les 2 pieds au sol)
  - a. Prendre la position corrigée (Page 5) pour les épaules, le thorax, le bassin et les jambes.
  - b. Maintenir la position 2-3 secondes.
  - c. Relâcher la position
3. Recommencer l'exercice (alterner #1 et #2)
4. Effectuer l'exercice 10 fois.

### B) Placement des épaules, du thorax, du bassin et des jambes, debout sur la base instable, les yeux fermés

#### Description :

1. En position de bout, les 2 pieds sur une base instable, le dos n'étant pas en contact avec le mur.
2. Fermer les yeux.
3. Prendre la position corrigée (Page 5) pour les épaules, le thorax, le bassin et les jambes.
4. Maintenir la position 2-3 secondes.

5. Ouvrir les yeux, en maintenant la position corrigée.
6. Corriger la position, au besoin
7. Brouiller la position, et recommencer l'exercice.
8. Effectuer l'exercice 10 fois.

	Position corrigée : debout sur la base instable	Position corrigée : debout sur la base instable, yeux fermés
Jour 1		
Jour 2		
Jour 3		
Jour 4		
Jour 5		
Jour 6		
Jour 7		

#### Commentaires

---

---

---

---



## **ANNEXE 2**

---

Journal de bord remis aux sujets du groupe ayant effectué les exercices de relaxation (Groupe Relaxation).

## RECOMMANDATIONS POUR L'EXÉCUTION DES EXERCICES

1. Effectuer les séances de relaxation dans un endroit calme et confortable pour vous.
2. Vous pouvez faire les séances de relaxation à tous les moments de la journée.
3. Il est recommandé d'effectuer les exercices les yeux fermés.

## DESCRIPTIONS DES SÉANCES DE RELAXATION

### SEMAINE # 1

- 1- Coucher sur le lit, bras et jambes étendus.
- 2- Effectuer **10 respirations abdominales** :
  - a. Prendre une longue et lente inspiration en gonflant le ventre le plus possible.
  - b. Expirer doucement en dégonflant le ventre lentement.



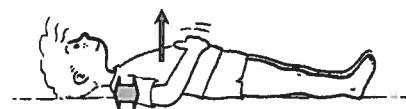
### SEMAINE # 2

- 1- Coucher sur le lit, bras et jambes étendus.
- 2- Effectuer **3 respirations abdominales**.
- 3- Effectuer **5 respirations abdominales en serrant les poings** lors des inspirations.
- 4- Relâcher doucement la contraction musculaire lors des expirations.
- 5- Terminer avec **3 respirations abdominales**.



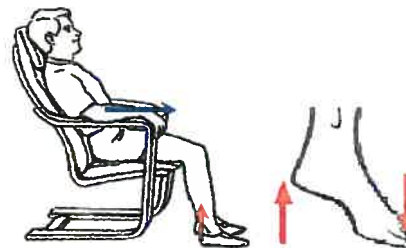
### Semaine # 3

- 1- Coucher sur le lit, bras croisés sur le ventre et jambes étendus.
- 2- Effectuer **3 respirations abdominales**.
- 3- Effectuer **5 respirations abdominales en contractant les biceps** (le devant des bras), lors des inspirations, **mais les bras ne doivent pas bouger**.
- 4- Relâcher doucement la contraction musculaire lors des expirations.
- 5- Terminer avec **3 respirations abdominales**.



## Semaine # 8

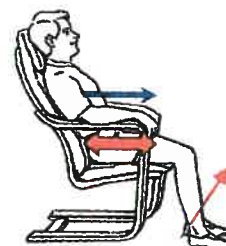
1. Assis confortablement, dans une chaise ou un fauteuil, les bras sur des accoudoirs et les pieds au sol.
2. Effectuer **3 respirations abdominales**.
3. Effectuer **5 respirations abdominales en**



- pointant les pieds dans sol**, lors des inspirations.
4. Relâcher doucement la contraction musculaire lors des expirations.
  5. Terminer avec **3 respirations abdominales**.

## Semaine # 9

1. Assis confortablement, dans une chaise ou un fauteuil, les bras sur des accoudoirs et les pieds au sol.
2. Effectuer **3 respirations abdominales**.
3. Effectuer **5 respirations abdominales en effectuant une extension des genoux**, lors des inspirations.



4. Relâcher doucement la contraction musculaire lors des expirations.
5. Terminer avec **3 respirations abdominales**.

## Semaine # 10

1. Assis confortablement, dans une chaise ou un fauteuil, les bras sur des accoudoirs et les pieds au sol.
2. Effectuer **3 respirations abdominales**.
3. Effectuer **5 respirations abdominales en effectuant une contraction des fessiers** (serrer les fesses), lors des inspirations.



4. Relâcher doucement la contraction musculaire lors des expirations.
5. Terminer avec **3 respirations abdominales**.

## TABLEAU RÉSUMÉ

		Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	Jour 6	Jour 7
<b>En position couchée</b>	<b>Semaine # 1</b> Respiration							
	<b>Semaine # 2</b> Serrer le point							
	<b>Semaine # 3</b> Contracter le biceps							
	<b>Semaine # 4</b> Pointer les pieds							
	<b>Semaine # 5</b> Contracter les quadriceps							
	<b>Semaine # 6</b> Contracter les fessiers							
<b>En position assise</b>	<b>Semaine # 7</b> Contracter les biceps							
	<b>Semaine # 8</b> Pointer les pieds au sol							
	<b>Semaine # 9</b> Extension des genoux							
	<b>Semaine # 10</b> Contracter les fessiers							

