

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

Mémoire présenté à
l'Université du Québec à Trois-Rivières

comme exigence partielle de la
Maîtrise en sciences de l'activité physique

par

Jean-François Vézina

OBSERVATION DE L'ACTIVITÉ ÉLECTROMYOGRAPHIQUE DE LA
MUSCULATURE DORSALE POUR DIFFÉRENTS EXERCICES DE
RENFORCEMENT MUSCULAIRE CHEZ UNE POPULATION NORMALE ET
SCOLIOTIQUE

Février 1994

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

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

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

RÉSUMÉ

Il existe de nombreuses controverses dans l'efficacité des traitements des déviations latérales de la colonne vertébrale (scoliose). Plusieurs auteurs mentionnent que l'exercice seul n'affecte pas l'évolution de la scoliose. Cependant, l'état de la musculature peut influencer les structures osseuses étant donné qu'on observe une incidence de scoliose plus élevée chez les athlètes pratiquant des sports asymétriques et même symétriques. Le premier objectif de ce travail consiste à observer et à quantifier la participation de la musculature dorsale lors d'exercices de renforcement en considérant des variantes d'exécution afin de choisir les mouvements offrant la plus grande sollicitation de la musculature dorsale. Le deuxième objectif de ce travail vise à observer l'activité électromyographique bilatérale des muscles agissant dans l'axe transverse du rachis chez une population scoliotique lors de l'exécution d'exercices de renforcement pour savoir s'il existe un déséquilibre musculaire.

L'observation du signal électromyographique de quatre muscles superficiels du dos et qui prennent origine sur la colonne vertébrale a fait l'objet de la première expérimentation. Le grand dorsal droit et les trois portions du trapèze droit (supérieur, moyen et inférieur)

ont été analysés au cours des 26 exercices de renforcement de la musculature dorsale réalisés avec une charge de 18 kg par les cinq sujets sains. Neuf sujets dont quatre scoliotiques présentant des déviations vertébrales entre 7 et 20 degrés mesurées par la méthode de Cobb ont participé à la deuxième étude. Les muscles étudiés par le pourcentage d'utilisation musculaire (PUM) sont les muscles grand dorsal gauche et droit, les trapèzes inférieur gauche et droit ainsi que les trapèzes moyen gauche et droit lors des cinq exercices réalisés avec une charge équivalente à 30% du maximum.

À la première étude, on observe généralement que la prise large s'avère plus exigeante que la prise étroite. De même, une différence est remarquée par rapport à la direction vers laquelle la barre d'exercice est acheminée. La deuxième expérimentation apporte des résultats similaires à la première lorsque les cinq exercices sont comparés entre eux. Cependant, aucun effet significatif n'est rencontré entre les sujets scoliotiques et le groupe de sujets sains même si certains muscles du côté de la convexité semblent être sollicités davantage. La comparaison individuelle des sujets scoliotiques au groupe de sujets sains amène toutefois quelques effets significatifs. Un déséquilibre musculaire apparaît lorsque le degré de déviation thoracique

est assez prononcé.

REMERCIEMENTS

Plusieurs personnes m'ont aidé dans la réalisation de ce présent mémoire et je profite de cette occasion pour les remercier. D'abord, à mon directeur de recherche, le docteur Martin C. Normand professeur au Département des sciences de l'activité physique (DSAP) pour son assistance tout au long de cet ouvrage. Aux chiropraticiens, le docteur Jean-Denis Marchand et le docteur Richard W. Dober pour la recherche de sujets scoliotiques. L'auteur désire également remercier ses compagnons d'études madame Sabrina Duchesne et messieurs Réjean Drouin et François Métivier pour leur aide indispensable au laboratoire. Mes remerciements aussi à monsieur Claude Brouillette, technicien en électronique au DSAP pour son support technique.

Toute ma gratitude à mes parents Lise et Claude ainsi qu'à ma soeur Isabelle pour leur encouragement jusqu'au dépôt du présent document. Mes remerciements au personnel du Service de l'Activité Physique et Sportive (SAPS) de l'UQTR et plus particulièrement Monsieur Michel Maltais pour sa compréhension en me libérant de mon emploi lorsque nécessaire et son autorisation pour l'utilisation de matériels indispensables à l'expérimentation, ainsi que

Monsieur Gilles Bergeron pour la confection d'appareillages.
J'aimerais finalement remercier monsieur Jean-François
Plourde pour son support technique.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ.....	i
REMERCIEMENTS.....	iv
LISTE DES TABLEAUX.....	x
LISTE DES FIGURES.....	xii
CHAPITRES	
I. INTRODUCTION.....	1
Classifications de la scoliose.....	4
Incidence et raisons de traitement de la scoliose.....	7
Types de traitement de la scoliose.....	9
Orthèses et corsets.....	12
Traction vertébrales.....	13
Électrostimulation.....	15
Sport et exercices.....	16
Première catégorie d'exercices.....	23
Deuxième catégorie d'exercices.....	26
Troisième catégorie d'exercices.....	28
II. MÉTHODOLOGIE.....	31
Première étude: Participation de la musculature dorsale lors d'exercices de renforcement.....	31
Sujets.....	31
Muscles et exercices.....	31

	Page
Procédures.....	33
Analyse du signal EMG.....	34
Traitement statistique.....	34
Deuxième étude: Comparaison de l'activité musculaire chez des sujets scoliotiques par rapport à des sujets sains.....	37
Sujets.....	37
Appareillage et mesures.....	37
Procédures.....	38
Traitement statistique.....	40
III. RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	41
Première étude: Participation de la musculature dorsale lors d'exercices de renforcement.....	41
Résultats.....	41
Traction à la poulie (Lat pulldown)....	41
Rameur assis (Seated rowing).....	46
Traction avec avant-bras en extension (Straight-arm lat pulldown).....	49
Discussion.....	51
Traction à la poulie (Lat pulldown)....	51
Rameur assis (Seated rowing).....	54
Traction avec avant-bras en extension (Straight-arm lat pulldown).....	56

	Page
IV. RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	59
Deuxième étude: Comparaison de l'activité musculaire chez des sujets scoliotiques par rapport à des sujets sains.....	59
Résultats.....	59
Comparaison de l'activité musculaire entre les exercices.....	59
Comparaison entre le groupe de sujets sains et le groupe de sujets scoliotiques.....	62
Comparaison entre le groupe de sujets sains et le sujet scoliotique #1.....	63
Comparaison entre le groupe de sujets sains et le sujet scoliotique #2.....	66
Comparaison entre le groupe de sujets sains et le sujet scoliotique #3.....	66
Comparaison entre le groupe de sujets sains et le sujet scoliotique #4.....	71
Comparaison entre le groupe de sujets sains et les sujets scoliotiques entraînés #3 et #4.....	76
Discussion.....	78
Influence des exercices sur l'activité musculaire.....	78

	Page
Influence de la présence de scolioses sur l'activité musculaire bilatérale par rapport aux sujets sains.....	79
Influence du sujet scoliotique #1 sur l'activité musculaire bilatérale par rapport aux sujets sains.....	79
Influence du sujet scoliotique #3 sur l'activité musculaire bilatérale par rapport aux sujets sains.....	80
Influence du sujet scoliotique #4 sur l'activité musculaire bilatérale par rapport aux sujets sains.....	81
Influence des sujets scoliotiques #3 et #4 sur l'activité musculaire bilatérale par rapport aux sujets sains.....	82
V. CONCLUSION.....	85
RÉFÉRENCES.....	91
ANNEXE	
A. Fiche d'évaluation des sujets.....	97

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
1. Les quatre classifications de la scoliose.....	5
2. Les exercices sont décrits selon la direction vers laquelle la barre est acheminée ou encore la position du tronc, selon la position des mains et la largeur de la prise employée.....	32
3. Différences observées entre la prise large et étroite lorsque l'exercice de traction à la poulie (lat pulldown) est réalisé vers l'avant...	41
4. Différences observées entre les positions des mains lorsque l'exercice de traction à la poulie (lat pulldown) est réalisé vers l'avant.....	42
5. Interaction entre la largeur de la prise et la position des mains lors de l'exercice de traction à la poulie (lat pulldown) réalisé vers l'avant.....	43
6. Différences observées entre la prise large et la prise plus rapprochée pour l'exercice de traction à la poulie (lat pulldown).....	44
7. Interaction entre la direction vers laquelle la barre est acheminée et la largeur de la prise lors de l'exercice de traction à la poulie (lat pulldown)	45

Tableau	Page
8. Différences observées lorsque la barre est acheminée devant et derrière le cou pour l'exercice de traction à la poulie (lat pulldown)	45
9. Interaction entre la largeur de la prise et la position des mains lors de l'exercice du rameur assis réalisé vers les abdominaux.....	47
10. Différences observées entre la prise large et étroite lorsque l'exercice du rameur assis est réalisé vers les abdominaux.....	48
11. Différences observées lorsque la barre est acheminée vers la poitrine et les abdominaux pour l'exercice du rameur assis réalisé avec une position des mains en pronation.....	48
12. Différences observées entre la prise large et étroite lorsque l'exercice du rameur assis est réalisé avec une position des mains en pronation.....	49
13. Différences observées entre la prise large et étroite lorsque l'exercice de traction avec avant-bras en extension est réalisé avec le tronc droit.....	50

LISTE DES FIGURES

Figure	Page
1. Une gibbosité thoracique postérieure est souvent rencontrée chez l'individu scoliotique (tiré de Dupuis et Leclaire, 1986).....	3
2. La rotation des vertèbres provoque une déformation des côtes (gibbosité) qui s'avère une complication de la scoliose idiopathique (tiré de Keim, 1978).....	6
3. La méthode de Cobb sert à mesurer l'angle de déviation de la courbure en degrés (adapté de Keim, 1978).....	7
4. Traction des bras - Lat pulldown (arrière, prise large, mains en pronation) (tiré de Pearl et Moran, 1986).....	24
5. Rameur assis - Seated rowing (vers les abdominaux, prise étroite, mains en position neutre) (tiré de Pearl et Moran, 1986).....	27
6. Traction avec avant-bras en extension - Straight-arm Lat pulldown (tronc droit, prise étroite, mains en pronation) (tiré de Pearl et Moran, 1986).....	29
7. Emplacement des électrodes (X) sur les muscles (tiré de Delagi et Perotto, 1980).....	35

Figure	Page
8. Moyenne des pourcentages d'utilisation musculaire bilatérale du grand dorsal de tous les sujets pour les cinq exercices.....	60
9. Moyenne des pourcentages d'utilisation musculaire bilatérale du trapèze moyen de tous les sujets pour les cinq exercices.....	60
10. Moyenne des pourcentages d'utilisation musculaire bilatérale du trapèze inférieur de tous les sujets pour les cinq exercices.....	61
11. Comparaison des trois muscles étudiés pour les cinq sujets sains lors de l'exécution des cinq exercices.....	62
12. Comparaison des trois muscles étudiés pour les quatre sujets scoliotiques lors de l'exécution des cinq exercices.....	63
13. Observation des muscles grand dorsal gauche et droit du sujet scoliotique #1 et ce, pour les cinq exercices.....	64
14. Comparaison des muscles grand dorsal gauche et droit des sujets sains pour les cinq exercices....	65
15. Comparaison des muscles grand dorsal gauche et droit du sujet scoliotique #1 pour les cinq exercices.....	65

Figure	Page
16. Observation des muscles grand dorsal gauche et droit du sujet scoliotique #3 et ce, pour les cinq exercices.....	67
17. Comparaison des muscles grand dorsal gauche et droit du sujet scoliotique #3 pour les cinq exercices.....	68
18. Comparaison des muscles trapèze inférieur gauche et droit pour tous les sujets et tous les exercices lorsque le sujet scoliotique #3 est comparé aux sujets sains.....	69
19. Observation des pourcentages d'utilisation des muscles trapèze inférieur gauche et droit en comparant le sujet scoliotique #3 avec les sujets sains.....	70
20. Observation des pourcentages d'utilisation des muscles trapèze moyen gauche et droit en comparant le sujet scoliotique #3 avec les sujets sains.....	71
21. Comparaison des muscles grand dorsal gauche et droit pour tous les sujets et tous les exercices lorsque le sujet scoliotique #4 est comparé aux sujets sains.....	72

Figure	Page
22. Observation des pourcentages d'utilisation des muscles grand dorsal gauche et droit en comparant le sujet scoliotique #4 avec les sujets sains.....	72
23. Comparaison des muscles grand dorsal gauche et droit du sujet scoliotique #4 pour les cinq exercices.....	73
24. Comparaison entre les muscles trapèze inférieur gauche et droit pour tous les sujets et tous les exercices lorsque le sujet scoliotique #4 est comparé aux sujets sains.....	74
25. Observation des pourcentages d'utilisation des muscles trapèze inférieur gauche et droit en comparant le sujet scoliotique #4 avec les sujets sains.....	75
26. Comparaison des deux trapèzes inférieurs pour tous les sujets et tous les exercices lorsque les deux sujets scoliotiques entraînés sont comparés aux sujets sains.....	76
27. Observation des pourcentages d'utilisation des muscles trapèze inférieur gauche et droit en comparant les sujets scoliotiques entraînés #3 et #4 avec les sujets sains.....	77

CHAPITRE I

Introduction

En présence d'une société industrialisée comme la nôtre, plusieurs problèmes de santé ont tendance à se développer tout en prenant des envergures assez importantes. Dus souvent à un mode de vie qui laisse à désirer comme une mauvaise alimentation, un manque d'exercice, de mauvaises postures, le tabagisme, etc., les maux de dos n'épargnent pas cette collectivité qui cultive plutôt la sédentarité.

Plusieurs facteurs peuvent caractériser les problèmes de dos tels que l'hernie discale, la dégénérescence des disques intervertébraux, l'ostéoporose, la spondylolisthésis, la spondylarthrite, la cyphose, la lordose, la scoliose, etc. Un manque de flexibilité articulo-musculaire et une faiblesse musculaire provoquent aussi des douleurs au niveau du rachis dans bon nombre de cas. D'ailleurs, D'Amours (1988) cite des études menées auprès de plusieurs centaines d'individus adultes souffrant de douleurs lombaires et 80% de ceux-ci ont démontré des déficiences musculo-squelettiques. Toutefois, lorsque la cause s'avère musculo-squelettique, le problème de dos demeure souvent chronique à faible intensité. La douleur apparaît généralement croissante lors d'activités de

flexions du tronc telles que les levers de charges, les transports de charges, la course de longue distance. Par conséquent, une hyperlordose lombaire, une faiblesse des muscles abdominaux et une raideur au niveau des muscles ischio-jambiers sont fréquemment observées chez les sujets qui souffrent de ce type de lombalgie (Weiker, 1989).

Heureusement, l'effet que procure une pratique régulière d'exercices physiques est habituellement bénéfique. En effet, d'après une étude réalisée auprès de personnes qui souffrent de lombalgies où 233 adultes ont été soumis à un programme d'entraînement musculaire et de flexibilité, il est intéressant de signaler que plus de 80% de ceux-ci ont noté une nette amélioration de leur état (D'Amours, 1988).

Cependant, en examinant attentivement le dos d'une personne souffrant de douleurs lombaires, on peut observer en position debout des caractéristiques intéressantes telles qu'une asymétrie des scapulas, du bassin ou de la ceinture scapulaire (épaules de hauteurs différentes). Lorsque la personne se penche vers l'avant en gardant les jambes tendues jusqu'à ce que son tronc soit parallèle au sol, il est possible d'observer une élévation postérieure et unilatérale de la cage thoracique ou de la musculature lombaire appelée gibbosité (Figure 1). Ces symptômes conduisent en plusieurs occasions à la découverte d'une

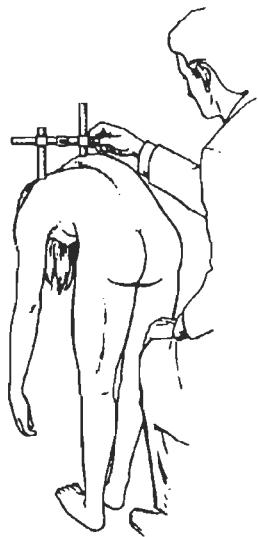


Figure 1. Une gibbosité thoracique postérieure est souvent rencontrée chez l'individu scoliotique (tiré de Dupuis et Leclaire, 1986).

exagérément par le sportif. Cette déformation posturale tend à être associée à une scoliose apparente et se retrouve habituellement chez les joueurs de tennis ou autres types d'activités impliquant un mouvement de rotation du bras comme les sports de lancer (Priest, 1988). Magee (1988) mentionne également que l'épaule dominante s'avère plus basse que l'autre chez la plupart des individus.

scoliose qui semble être associée à la problématique lombaire. En présence de tels signes pouvant caractériser la scoliose, la prise de radiographie de la colonne vertébrale devient alors nécessaire pour bien diagnostiquer la cause du problème au dos. Toutefois, les symptômes de la scoliose ne doivent pas être confondus au "tennis shoulder" qui se définit par une dépression de l'épaule dominante utilisée

Classifications de la scoliose

Une scoliose existe lorsqu'on découvre des vertèbres déviées de la ligne médiane du rachis en examinant le tronc en position rectiligne (Schultz, 1991). Elle se caractérise donc par une déformation latérale de la colonne vertébrale qui peut être classifiée selon son étiologie, sa grandeur, sa localisation et sa direction (Tableau 1). D'après la première classification, une scoliose peut être **structurale** ou **non structurale (fonctionnelle)**. Une courbure structurale possède habituellement une composante de rotation et ne se corrige pas lorsque le tronc est fléchi vers l'avant. Pour ce qui est de la courbure fonctionnelle, la rotation des vertèbres n'apparaît presque pas et le rachis devient ordinairement droit lorsque le tronc est fléchi vers l'avant en plus de s'atténuer avec une flexion de côté lorsqu'examinée à la radiographie. Considérant qu'on ne retrouve presque pas de rotation chez la scoliose fonctionnelle, la déformation des côtes (Figure 2) qui s'avère une sérieuse complication secondaire de la scoliose idiopathique est habituellement absente. Au sujet de cette scoliose idiopathique (structurale), elle représente environ 80% de toutes les scolioses et son étiologie demeure inconnue malgré que plusieurs facteurs comme une maladie des tissus conjonctifs, les enzymes, un débalancement musculaire, un malfonctionnement vestibulaire et l'hérédité

Tableau 1

Les quatre classifications de la scoliose

Classification étiologique:

Structurale:

- Idiopathique (représente environ 80% de toutes les scolioses)
- Neuromusculaire
- Congénitale
- Etc.

Fonctionnelle:

- Posturale
- Débatement de hanche
- Irritation des racines nerveuses
- Etc.

Classification selon la grandeur:

La méthode de Cobb est la plus répandue et la plus acceptée pour évaluer l'angle de déviation de la courbure en degrés.

Classification selon la localisation anatomique:

Cette classification est basée d'après le sommet de la courbure (la vertèbre la plus déviée).

Cervicale:	entre C1-C6
Cervico-thoracique:	C7-T1
Thoracique:	entre T2-T11
Thoraco-lombaire:	T12-L1
Lombaire:	entre L2-L4
Lombo-sacrée	L5-S1

Classification selon sa direction:

La direction est déterminée par le côté de la convexité (côté de la courbure).

peuvent être pris en considération pour tenter d'expliquer la cause. Cependant, l'hérédité semble jouer un rôle

significatif à l'endroit de la scoliose idiopathique d'après Yochum et Rowe (1987). Selon Casella et Hall (1991), il est maintenant connu que l'origine de la scoliose idiopathique semble génétique sauf que le mécanisme de développement demeure inconnu. Une seconde classification comprend la **grandeur de la déviation** de la scoliose. Casella et hall (1991) et Yochum et Rowe (1987) mentionnent que la méthode de Cobb est la plus répandue et la plus acceptée pour évaluer l'angle de déviation de la courbure. La mesure de l'angle de la courbure s'exprimant en degrés est illustrée à la Figure 3. La **localisation anatomique** de la courbure consiste en une troisième classification. La localisation de la courbure est définie selon la vertèbre apicale (vertèbre sommet) qui se définit comme étant le segment vertébral le plus dévié et possédant le plus grand degré de

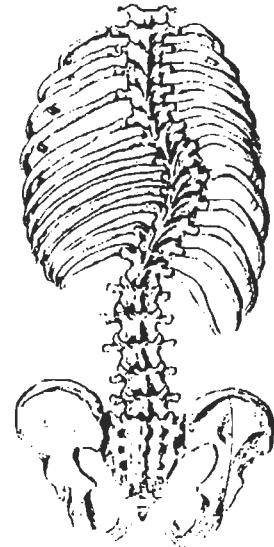


Figure 2. La rotation des vertèbres provoque une déformation des côtes (gibbosité) qui s'avère une complication de la scoliose idiopathique (tiré de Keim, 1978).

rotation. Enfin, la scoliose peut aussi être classifiée par sa **direction**. La direction d'une scoliose est déterminée par le côté de la convexité (de la courbure). Ainsi, une scoliose peut se définir comme étant idiopathique, de 30° de déviation, tout en étant thoracique à convexité droite par exemple.

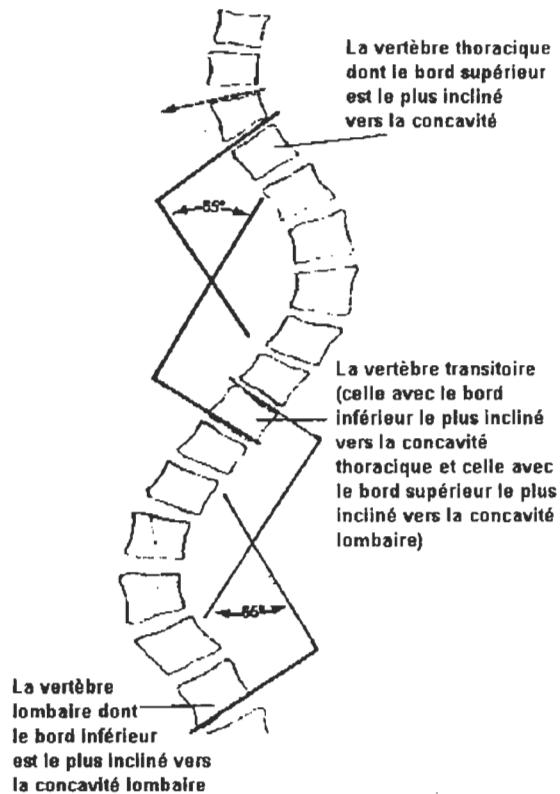


Figure 3. La méthode de Cobb sert à mesurer l'angle de déviation de la courbure en degrés (adapté de Keim, 1978).

Incidence et raisons de traitement de la scoliose

L'incidence de la scoliose chez la population se montre différente selon les auteurs. Une incurvation spinale s'observe chez environ 2% de la population adulte (Cailliet, 1978). Selon Poitras (1987), l'incidence de la scoliose peut s'élever jusqu'à 4% de la population générale. Cependant, il mentionne que l'incidence tombe à 1% pour les

courbures significatives qui mesurent plus de 10°, et à 0,5% pour les scolioses qui mesurent 20° ou plus requérant alors un traitement. Une proportion de 2 à 3% de la population avec des courbures idiopathiques d'au moins 10° est rapportée par Cassella et Hall (1991). De plus, il mentionne un taux de 0,3 à 0,5% pour les scolioses idiopathiques de plus de 20° et chez les scolioses idiopathiques de plus de 30°, un taux de 0,2 à 0,3%. En général, on peut donc affirmer qu'environ 2 à 4% de la population présente une déviation latérale de la colonne vertébrale. Même si l'incidence de scoliose idiopathique demeure relativement faible chez la population générale, il existe trois raisons qui motivent le traitement de la scoliose d'après Cailliet (1978). Un premier motif tient à l'apparence esthétique. La rotation des vertèbres provoque une gibbosité retrouvée chez la scoliose idiopathique créant ainsi un grand défaut esthétique (Cailliet, 1978). Deuxièmement, lorsque la courbure atteint 50° de déviation, des complications cardio-pulmonaires et parfois digestives sont fréquemment observées, ce qui peut induire une diminution de l'espérance de vie. Finalement, la douleur vertébrale constitue une dernière justification pour le traitement. Les douleurs scoliotiques de type mécanique apparaissent souvent comme un motif de consultation chez l'adulte scoliotique, alors qu'elles sont ordinairement

absentes chez l'enfant. Malgré que l'origine de la douleur ne puisse pas toujours être attribuée à la scoliose, il demeure important de bien examiner la déformation car le site de la douleur semble souvent associé à la localisation de la courbure (Winter, Lonstein et Denis, 1988).

O'Donnell, Bunnell, Betz, Bowen et Tipping (1988) mentionnent que 52 à 78,8% des scolioses de 20° à 30° non-traitées progressent d'au moins 5° au cours de la vie.

Considérant ce fait, le but du traitement consiste à altérer l'évolution naturelle de la scoliose idiopathique. Donc, l'objectif de débuter un traitement le plus tôt possible est de maintenir la ou les courbures en-dessous de 40° à 50°. En présence de cette angulation les courbures ont tendance à continuer de progresser durant la vie adulte et le traitement chirurgical devient alors une nécessité pour stabiliser ou corriger la déformation (Herbert et Bobechko, 1989).

Types de traitement de la scoliose

Le traitement de la scoliose peut être effectué de façon opératoire ou non opératoire. Ces traitements utilisent habituellement des méthodes mécaniques en essayant de corriger la ou les courbures par l'application de forces au niveau du rachis (Schultz, 1991). Cependant, le genre de traitement est déterminé surtout par le degré de déviation

de la courbure vertébrale (Weiker, 1989). L'intervention chirurgicale (traitement opératoire) est pratiquée habituellement sur des patients qui n'ont pas atteint une maturité osseuse et qui présentent des courbures qui excèdent 40° et sur ceux possédant un angle de plus de 50° dont la maturité osseuse est achevée (Cassella et Hall, 1991). Plusieurs techniques caractérisent ce mode thérapeutique comme les tiges de Harrington, le câble de Dwyer, et leurs variétés comprenant l'instrumentation segmentaire de Luque, la technique de Cotrel-Dubousset et celle de Zielke. Pour ce qui est du procédé non-opératoire, il semble plus efficace chez des patients possédant une scoliose idiopathique juvénile ou adolescente avec un angle de Cobb de moins de 30° de déviation (Focarile, Bonaldi, Giarolo, Ferrari, Zilioli et Ottaviani, 1991). Pour leur part, Dupuis et Leclaire (1986) mentionnent qu'un traitement non-opératoire est nécessaire pour les déviations se situant entre 30° et 50°. D'autres auteurs comme Fisher, Rapp et Emkes (1987) de même que O'Donnell et al. (1988), un traitement non-opératoire s'avère nécessaire pour les courbures de 20° à 40°. McCollough (1986) mentionne que la sélection des sujets pour son étude comporte deux critères par rapport aux courbures: le sujet doit posséder 30° à 40° de déviation ou bien montrer une courbure de 20° et 29° avec une progression documentée de 5° ou plus. Un traitement

non-opératoire doit être initié avec des courbures de 30° et plus ou en présence d'une progression de plus de 5° d'après Weiker (1989). Pour Poitras (1987), la scoliose a besoin d'être traitée à partir de 20°. Au niveau de la scoliose inférieure à 20° de déviation, une surveillance clinique et radiologique est ordinairement de rigueur, et les activités sportives sont encouragées. Cette surveillance demeure néanmoins d'une grande importance, car la présence d'une courbure lombaire qui dépasse 30° après maturité osseuse représente un risque de progression de 1° par année par la suite. Poitout et Argenson (1987) signalent que le cap de 30° se définit comme étant un véritable seuil mécanique et, passé cet angle, la déformation contient en elle-même les facteurs de sa progression. Alors, les bras de levier musculaires s'allongent du côté concave et diminuent du côté de la convexité et cela dans les trois plans de l'espace (muscles larges de l'abdomen, transversaires, épineux). La pesanteur et les pressions costales jouent ainsi un rôle aggravant. De plus, d'autres facteurs tels que l'excès pondéral, la grossesse et le manque d'activité physique régulière favorisent aussi la croissance de la scoliose. Le traitement non-opératoire peut donc se composer de moyens aussi divers que les orthèses et corsets, les tractions vertébrales, l'électrostimulation, de même que le sport et les exercices physiques.

Orthèses et corsets

L'utilisation d'orthèses et de corsets constitue l'une des plus anciennes méthodes de traitement non-opératoire. Ce moyen thérapeutique, qui est la méthode la plus acceptée pour les courbures progressives de plus de 25° selon Cassella et Hall (1991), peut être divisé en deux grandes classes: les corsets plâtrés et ceux en plastique. Les corsets plâtrés peuvent être utilisés comme traitement orthopédique pré-opératoire ou post-opératoire. Leur efficacité est généralement supérieure à celle des corsets en plastique grâce à leur moulage intime qui assure une correction continue maximale. Quoique contraignants et inesthétiques, leur prix s'avère relativement bas. Toutefois, quelques inconvénients se présentent. Les plâtres doivent être changés fréquemment et portés pendant de nombreuses années jusqu'à la fin de la croissance osseuse. Ils gênent aussi aux activités hygiéniques et sportives entraînant généralement une hypotonie musculo-ligamentaire lorsqu'ils sont retirés. Pour ce qui est des corsets en plastique, il existe plusieurs modèles sur le marché. L'appareil de Milwaukee agit surtout sur les courbures hautes, le corset de Boston possède une bonne action sur les courbures thoracolombaires et lombaires, tandis que les corsets thoraciques sont utiles dans la correction des courbures dorsales en plus de posséder une

très bonne action sur les gibbosités. Les corsets en plastique possèdent l'avantage de permettre l'activité motrice et ainsi lutter contre l'atrophie musculaire. Ils permettent de réaliser plusieurs activités à l'exclusion des sports de contact et ceux très actifs comme l'équitation et la gymnastique. Cependant, les corsets en plastique doivent être portés habituellement 23 heures sur 24 jusqu'à l'achèvement de la maturité osseuse confirmée par la radiographie. D'après Herbert et Bobechko (1989), un taux de 40% de non-consentement de la part du patient est remarqué. Fisher et al. (1987) rapporte que le corset de Milwaukee est mal accepté des adolescents en engendrant un impact psychologique et social qui s'avère significatif. De plus, étant donné qu'il est fortement recommandé d'effectuer des exercices spécifiques de correction avec et sans corset, le patient doit se montrer assidu pour faire des exercices quotidiens, en plus d'être confronté à l'aspect inesthétique et indésirable du corset. D'après Cailliet (1978), les corsets en plastique ne procurent qu'une légère correction après des années d'usage lorsqu'ils sont retirés.

Tractions vertébrales

Pour ce qui est des tractions vertébrales, elles peuvent être utilisées de plusieurs façons. La technique de traction passive continue nocturne avec de faibles poids, ou

celle par auto-suspension active cervicale en position assise occasionnent souvent une perte de motivation à l'endroit des patients. La difficulté de ce genre de traction vient du fait que ces exercices quotidiens sont assez astreignants. Une autre technique de traction consiste à utiliser une table d'elongation mécanisée. Il faut cependant faire attention à ces appareils mécaniques car ils peuvent produire des douleurs musculaires si le malade n'est pas bien préparé au traitement en plus de respecter certaines contre-indications qui doivent être prises en considération (Dupuis et Leclaire, 1986). Pour éviter les raideurs musculaires, il est nécessaire d'employer des massages, de la chaleur, des séances de relaxation générale, etc., avant le traitement.

L'utilisation des tractions vertébrales favorise un écartement de l'espace intervertébral, un étirement des muscles et des ligaments postérieurs du rachis, la séparation relative des articulations postérieures et l'élargissement du diamètre du trou de conjugaison. D'après Cailliet (1978), la traction a pour but d'allonger la colonne afin de diminuer les courbures. Les tractions utilisées seules semblent assez efficaces lorsqu'appliquées à des courbures inférieures à 35° et à des gibbosités inférieures à 20 mm (Dupuis et Leclaire, 1986). Toutefois, la traction vertébrale utilisée comme seul moyen de

traitement ne peut être profitable que si elle réalise une stabilisation significative. Étant donné que la traction possède une action reconnue sur les rétractions musculaires qui sont un élément important dans le pronostic scoliotique, l'association à d'autres modes de traitement paraît ainsi efficace.

Électrostimulation

L'électrostimulation qui représente un autre moyen de traitement non-opératoire de la scoliose s'avère une alternative intéressante au corset car elle semble être mieux acceptée des patients (Kahanovitz et Weiser, 1986). La technique de stimulation électrique musculaire transcutanée est souvent employée et considérée efficace sous réserve d'une méthodologie précise et de bonnes indications (Dupuis et Leclaire, 1986).

L'électrostimulation est utilisée habituellement la nuit en appliquant, de façon continue, deux ou quatre électrodes cutanées sur la musculature paravertébrale ou latérale du côté de la convexité. Cette technique peut s'utiliser seule ou en complément de l'orthèse en présence d'une angulation inférieure à 40°, d'une scoliose souple donc réductible, de courbure de préférence unique, thoracique ou thoracolombaire et d'efficacité confirmée par un test radiographique sous stimulation (Dupuis et Leclaire, 1986). Cependant,

considérant que le traitement s'effectue à la maison, quelques inconvénients surviennent. L'utilisation de l'appareil doit être expliquée parfaitement au malade. Le médecin doit l'informer de l'entretien et de la surveillance de l'appareil ainsi que des anomalies pouvant se produire. Le patient doit être bien informé de la mise en place des électrodes et y porter une attention particulière pour stimuler les bons muscles. Le médecin doit donc assurer une surveillance régulière de l'appareil et du malade. De plus, d'autres problèmes peuvent survenir avec l'utilisation du stimulateur électrique de surface. La complication la plus commune s'avère une irritation cutanée à l'emplacement des électrodes (Fisher et al., 1987). La douleur et les troubles de sommeil peuvent aussi se manifester. Enfin, par la stimulation, les nerfs peuvent être touchés d'une manière directe ou indirecte. Ceci engendre parfois un léger traumatisme au niveau du plexus brachial (Mubarak et Wyatt, 1986).

Sport et exercices

Le dernier type de traitement non-opératoire est constitué de la pratique d'exercices physiques et de sport. La pratique régulière d'activités physiques possède un effet bénéfique sur le système cardiorespiratoire, sur la santé psychologique et sur le mieux-être général du patient.

scoliotique (Weiker, 1989). Le sport doit donc faire partie intégrante de la thérapie, que ce soit pour les jeunes ou les adultes, à l'exception des sports violents ou de combats (le judo, le motocross, le parachutisme, etc.) ainsi que les sports asymétriques intensifs (l'escrime, le tennis, la boxe, etc.). D'après Dupuis et Leclaire (1986), les sports privilégiés sont la natation, les sports d'extension comme le basketball et le volleyball, et surtout pour les jeunes les sports stimulant la proprioception et l'équilibre tels que le patin, le ski, la planche à voile et la planche à roulette. Cependant, Becker (1986) mentionne que le rôle de la natation pris comme exercice thérapeutique dans le traitement de la scoliose peut être contre-indiqué considérant le fait que des études ont démontré que ce type d'activité possède peu d'effets sur la correction de la courbure.

Les exercices physiques dans le traitement de la scoliose peuvent être classés en deux groupes soient généraux et correcteurs (asymétriques) selon Roederer et Ledent (1951). Les exercices généraux de conditionnement musculaire sont exécutés afin de maintenir un bon tonus des muscles du tronc. Ceci a pour effet d'engendrer de meilleures postures. Il est à noter que la musculature du tronc peut aussi causer des changements substantiels à la

configuration de la colonne vertébrale même en se contractant modérément comme le signale Schultz (1991). Les exercices généraux s'avèrent surtout symétriques et consistent en un renforcement musculaire général et en des assouplissements. Comme moyen de traitement, ces derniers précèdent habituellement les exercices spécifiques de correction d'après Roederer et Ledent (1951) qui eux, poursuivent deux objectifs principaux. Les exercices asymétriques consistent premièrement à redresser la courbure par traction en agissant sur le membre du côté concave et deuxièmement à faire contracter les muscles extérieurs à l'arc, de façon à redresser activement la courbure (Roederer et Ledent, 1951). La sollicitation des muscles du côté convexe par des séries d'exercices composées de mouvements lents, amples, complets, corrects et progressivement intensifiés poursuit le même objectif que le traitement par électrostimulation. La contraction des muscles paravertébraux du côté convexe produit un effet de compression vertébrale qui améliore l'état de la courbure qui, elle, comporte un stress de tension du côté de la convexité de même qu'un stress de compression au niveau de la concavité. La contraction des muscles paravertébraux provoque donc une force contrant le stress de pliage existant au niveau de la courbure. Cependant, plusieurs auteurs mentionnent que les exercices sont profitables

seulement lorsque combinés avec le traitement par corset.

Selon Yochum et Rowe (1987), l'utilisation de l'exercice comme traitement unique démontre un effet bénéfique pour le scoliotique au niveau de l'amélioration de la posture, de la flexibilité, du tonus musculaire ainsi que d'un mieux-être psychologique.

Il existe plusieurs controverses dans l'efficacité des traitements non-opératoires et on pourrait dire, jusqu'à un certain point, la même chose des traitements chirurgicaux, bien que ces derniers soient considérés plus efficaces. Plusieurs auteurs comme Cassella et Hall (1991) mentionnent que l'exercice seul n'affecte pas l'évolution de la scoliose. Cependant, la pratique d'activités physiques peut-elle engendrer une déviation latérale du rachis par une sollicitation asymétrique de la musculature dorsale? Si tel est le cas, le renforcement musculaire asymétrique pourrait avoir un effet bénéfique pour rétablir l'équilibre. D'après Kuprian (1982), il existe une incidence notable de scolioses fonctionnelles chez les athlètes participant à des sports requérant un déploiement extrême de force lors d'une action unilatérale et répétitive de service et de lancer, retrouvée chez les archers, les lanceurs, les sauteurs à la perche et les joueurs de tennis de table (ping-pong). Becker (1986) mentionne qu'un débalancement musculaire peut induire une

courbure latérale du rachis pouvant ultérieurement se transformer en une scoliose structurale de compensation. Il signale qu'en présence d'une perte ou d'une diminution de l'efficacité des structures dorsales ou lors d'une demande exagérée (surcharge) au niveau du dos, ou une combinaison des deux, la scoliose se développe. De plus, en étant exposé à des mouvements de torsion, le rachis est sujet à de plus grands stress qui peuvent être un autre facteur de développement de la scoliose. Il mentionne aussi que chez une population de 336 nageurs élites, l'incidence de scoliose fonctionnelle s'est élevée à 16% tandis que 6,9% possèdent des signes de scoliose structurale idiopathique. Ce taux plus élevé que la population générale est dû probablement à un déploiement inégal de force au niveau des membres supérieurs chez le jeune nageur. En utilisant une mauvaise technique, le débutant solliciterait davantage le côté le plus fort ce qui favoriserait une unilatéralité. La force de torsion produite par les mouvements des bras lors de la phase d'entrée dans l'eau et de propulsion devient alors dominante d'un côté ce qui résulterait en une courbure vertébrale avec les années d'entraînement. Mahlamäki, Soimakallio et Michelsson (1988) constatent aussi une observation de scoliose fonctionnelle de 2 à 9 degrés chez 49% d'une population élite de 39 skieurs de fond âgés de 15 à 24 ans. Donc, en obtenant une incidence de scoliose plus

élevée chez les athlètes pratiquant des sports asymétriques et même symétriques, on observe que la musculature peut influencer les structures osseuses. L'entraînement de la musculature opposée à celle habituellement utilisée peut alors avoir un impact au niveau de la correction d'une déviation.

Une deuxième interrogation mérite également d'être soulevée. Lorsqu'il est question d'exercices physiques dans la littérature, est-ce que l'on fait référence à une prescription d'exercices qui est pertinente? La méthodologie employée à l'égard de l'exercice semble-t-elle adéquate? Comme Dupuis et Leclaire (1986) le précisent, bien que le désir de corriger une asymétrie est louable, il est difficile de localiser l'asymétrie avec l'exercice. Dans l'exemple d'une scoliose thoracique à convexité droite, un certain mouvement d'élévation du bras gauche la redresse, sauf qu'en même temps la traction des fibres inférieures du trapèze agit sur la courbure dorso-lombaire à convexité gauche de compensation qui est augmentée pour autant. Lorsque l'exercice est employé comme moyen thérapeutique, il est important de contracter les bons muscles selon la localisation de la courbure et aussi du bon côté de la colonne vertébrale. Est-ce le côté concave ou convexe qui doit être renforcé? Avec le traitement par

électrostimulation, la contraction involontaire s'effectue habituellement du côté convexe. Cependant, les études ne s'entendent pas sur l'efficacité de ce mode de traitement. Alors, une contraction du côté de la concavité peut-elle s'avérer plus puissante afin d'engendrer une traction horizontale du rachis? Herbert et Bobechko (1989) ont essayé de vérifier cette hypothèse en produisant un débalancement musculaire pour contrer le développement de la scoliose en utilisant la technique de l'électrostimulation par implantation d'électrodes. Ils ont trouvé qu'une légère amélioration de la scoliose est possible avec la contraction du côté de la concavité.

Donc, par ce travail, un premier objectif consiste à observer les signaux électromyographiques des muscles agissant dans l'axe transverse et de chaque côté de la colonne vertébrale chez une population scoliotique lors de l'exécution d'exercices de renforcement musculaire pour savoir s'il existe vraiment un déséquilibre musculaire. De plus, si un tel déséquilibre est présent, l'activité électromyographique nous permettrait d'obtenir le côté étant le plus sollicité, celui qui est plus actif lors du travail de ces muscles.

Cependant, un autre problème survient à nos yeux. Le

renforcement de la musculature dorsale peut être effectué par de nombreux mouvements sollicitant différents muscles à l'articulation de l'épaule selon la position du tronc, de l'épaule, du bras et même parfois de la main. Nous estimons qu'il y a plus d'une centaine d'exercices possibles lorsqu'on s'attarde aux multiples variantes pouvant exister quant au type d'appareil utilisé (poids libres, barre d'exercice, appareil à poulie, appareil commercialisé, etc.), quant à la position du corps (tronc incliné à 90°, 180°, assis ou debout, etc.), et quant à la position des mains (prise large, moyenne ou étroite, et mains en pronation, position neutre ou supination). Toutefois, malgré cette multitude d'exercices, trois catégories de mouvements principaux sont habituellement rencontrées dans la prescription d'exercices de renforcement de la musculature dorsale.

Première catégorie d'exercices

La première catégorie de mouvement comprend l'exercice de traction des bras à la poulie (lat pulldown) illustré à la Figure 4 et l'exercice de flexion des bras à la barre fixe (chin-up, pull-up). Tous deux s'exécutent principalement dans le plan frontal. La différence majeure entre ces deux exercices repose sur le fait que le deuxième utilise le poids du corps comme résistance ce qui rend

l'exercice beaucoup plus exigeant. La position de départ de ce mouvement consiste en une flexion (abduction) complète de l'humérus au-dessus de la tête. Cette attitude oblige alors la scapula à basculer de manière à ce que la cavité glénoïde s'oriente vers le haut en plus de provoquer un étirement des muscles dorsaux se rattachant à l'épaule. Pour réaliser l'exercice, deux

gestes simultanés doivent être accomplis soient: une flexion des coudes et une adduction et/ou extension des bras selon la prise employée. Le biceps brachial, le brachial antérieur et le long supinateur participent ainsi à la flexion du coude et leur importance semble dépendre de la position des mains et de la largeur de la prise sur la barre d'exercice. D'après Westcott (1982), l'exercice de traction à la poulie réalisé en approchant une barre devant le visage tout en présentant une prise étroite avec les mains en supination, occasionne une plus grande participation du

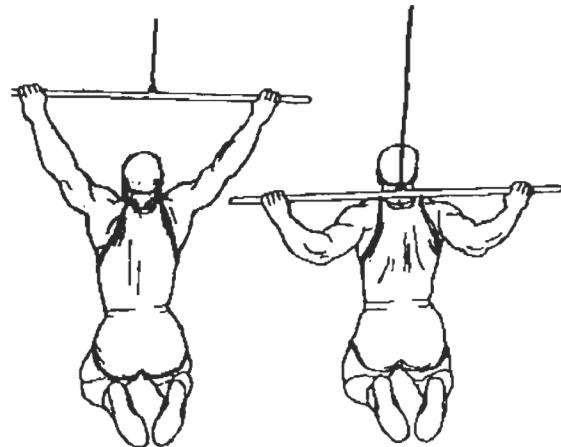


Figure 4. Traction des bras - Lat pulldown (arrière, prise large, mains en pronation) (tiré de Pearl et Moran, 1986).

biceps qu'une prise large en pronation. Pour assurer la fermeture de l'angle entre le bras et le tronc, la scapula et l'humérus doivent synchroniser leurs mouvements par l'entremise de différentes structures musculaires de la ceinture scapulaire. Le rapprochement du bras vers le tronc s'avère surtout possible grâce à la participation des muscles adducteurs du bras tels que le grand dorsal et le grand pectoral. Cependant, deux couples musculaires participent aussi à l'adduction de l'humérus (Kapandji, 1980). La contraction synergique du rhomboïde permet au grand rond de produire l'adduction en immobilisant la scapula, et la longue portion du triceps facilite, par sa contraction, l'action du grand dorsal en offrant une meilleure stabilité de la tête humérale. De plus, une rotation interne (vers le bas) de la scapula est produite en même temps que l'adduction car l'angle inférieur de la scapula se rapproche de la colonne vertébrale tout en dénotant un abaissement de la cavité glénoïde. Les muscles trapèze inférieur, rhomboïde, angulaire de l'omoplate et petit pectoral sont donc responsables de cette bascule de la scapula. Toutefois, de subtiles variantes peuvent survenir lors de l'exécution de ce mouvement. D'abord, l'exercice peut être fait en approchant la barre derrière la nuque ou bien en direction de la poitrine (devant le visage). D'après Vandervael (1966), l'exercice de traction à la

poulie avec une prise large en pronation réalisé derrière la nuque, produit une contraction du faisceau postérieur du deltoïde car celui-ci attire le bras en arrière maintenant ainsi les coudes dans le plan frontal. Lorsque la barre est conduite devant le visage, c'est l'action du grand pectoral qui devient plutôt prédominante. Hammer (1991) mentionne que la portion inférieure du grand pectoral attire le bras vers l'avant pendant que le grand dorsal et le grand rond participent principalement à l'adduction lorsqu'on déploie un effort contre une résistance pour approcher les bras le long du corps à partir d'une flexion complète au-dessus de la tête. En ce qui concerne les différences pouvant exister quant à la largeur de la prise, la position de départ d'un mouvement réalisé avec une prise étroite implique une flexion complète des bras au-dessus de la tête tandis qu'une abduction est plutôt remarquée avec une prise large. Un mouvement exécuté avec une prise étroite devrait donc favoriser plutôt l'extension des bras, et la prise large devrait avantager l'adduction en plus de l'extension de l'humérus.

Deuxième catégorie d'exercices

Une deuxième catégorie de mouvements englobe l'exercice du rameur assis (seated rowing, low row, high row) illustré à la Figure 5, du rameur penché (bent row) et du rameur

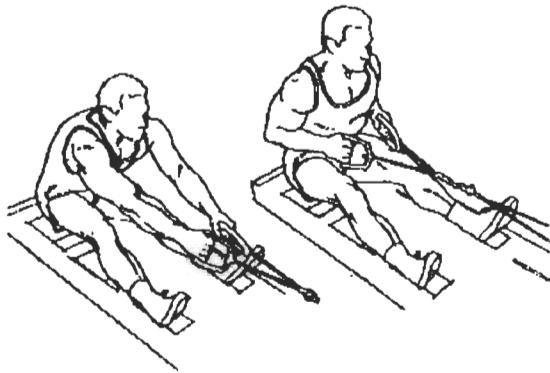


Figure 5. Rameur assis - Seated rowing (vers les abdominaux, prise étroite, mains en position neutre) (tiré de Pearl et Moran, 1986).

incliné (incline row, lever row). Ces mouvements consiste en une protraction des scapulas, en une flexion des coudes et en une extension des épaules. Lorsque la charge est approchée au niveau de la poitrine, la rétraction des scapulas paraît plus évidente que l'extension de l'humérus. Le trapèze moyen, le rhomboïde et le deltoïde postérieur devraient alors être davantage sollicités.

L'extension produite par la contraction du grand dorsal paraît plus distincte lorsque la charge est tirée en direction des abdominaux. Cependant, la largeur de la prise peut aussi avoir un impact sur la sollicitation des différents muscles de la ceinture scapulaire. Westcott (1982) mentionne qu'une prise large déclenche une plus grande contraction du deltoïde postérieur qu'une prise étroite lors d'un exercice de rameur. L'action du grand dorsal paraît plus importante en position étroite étant

donné que les coudes demeurent près du corps pendant le mouvement. De même, selon Emmert et Basiel (1990), une prise étroite engendre une plus grande participation des muscles agissant au niveau de l'articulation de l'épaule au détriment de la musculature stabilisatrice des scapulas qui devient secondaire. De plus, en utilisant une prise étroite avec les mains en position neutre, une plus grande contribution du biceps est observée d'après ces mêmes auteurs. Enfin, toujours d'après Emmert et Basiel (1990), une prise large en pronation place plus d'emphase sur les muscles rhomboïde, trapèze inférieur, grand dorsal et deltoïde postérieur nécessaires à la rétraction des scapulas et à l'extension horizontale de l'humérus. La contribution du biceps diminue également avec une position des mains en pronation.

Troisième catégorie d'exercices

Un dernier groupe d'exercices est constitué de l'exercice du "pull-over" et de l'exercice de traction avec avant-bras en extension (straight-arm lat pulldown) illustré à la Figure 6. Ces mouvements entraînent surtout les muscles grand dorsal, deltoïde postérieur et triceps d'après Westcott (1982). Une flexion complète des bras et parfois des avant-bras caractérisent la position initiale du "pull-over". L'action principale de ce mouvement consiste donc en

une extension des bras dans le plan sagittal. Pour ce qui est de l'exercice de traction avec avant-bras en extension, la flexion initiale de l'épaule peut varier étant donné que le mouvement s'effectue en position debout. Cependant, plus la flexion de l'épaule est grande, plus le grand dorsal risque d'être sollicité considérant son état d'allongement.

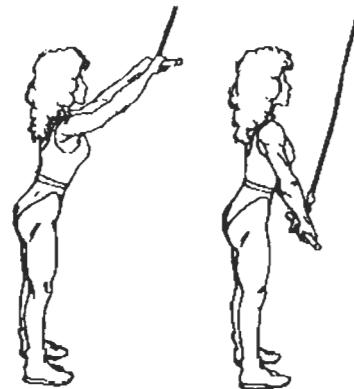


Figure 6. Traction avec avant-bras en extension - Straight-arm Lat pulldown (tronc droit, prise étroite, mains en pronation)
(tiré de Pearl et Moran, 1986).

Dans les trois groupes d'exercices de renforcement musculaire, les variations de position des mains (pronation, neutre, supination) semblent s'expliquer par la contribution du biceps au mouvement. Cependant, la participation de la musculature de la ceinture scapulaire pourrait aussi varier selon la position des mains sur la barre qui influence la trajectoire du mouvement. Vandervael (1966) mentionne que la rotation des mains en supination forcée avec les bras

allongés le long du corps est la résultante de la supination vraie de la main (90°), de la rotation externe de l'humérus (50°), et du déplacement de la scapula vers l'arrière (40°). De même, le mouvement de rotation interne des bras (mains en pronation) entraîne un déplacement latéral de la scapula vers l'avant (protraction). Ainsi, considérant qu'il existe plusieurs exercices de renforcement de la musculature dorsale avec plusieurs façons de les exécuter, le deuxième objectif de ce travail consiste à observer et quantifier la participation de cette musculature. Les subtiles variantes telles que la largeur de la prise et la position des mains entre autres seront évaluées par le biais d'une mesure électromyographique. Les résultats de cette première étude nous permettront de choisir les exercices offrant la plus grande sollicitation de la musculature dorsale afin de comparer, lors de la deuxième étude, la musculature dorsale d'une population scoliotique par rapport à une population saine.

CHAPITRE II

Méthodologie

Première étude: Participation de la musculature dorsale lors d'exercices de renforcement

Sujets. Un échantillon de cinq sujets volontaires ont participé à la première étude. Les sujets, âgés de 22 à 39 ans, étaient tous sains et de sexe masculin.

Muscles et exercices. L'observation du signal électromyographique de quatre muscles superficiels du dos et prenant origine sur la colonne vertébrale a fait l'objet de cette expérimentation. Le grand dorsal droit et les trois portions du trapèze droit (supérieure, moyenne et inférieure) ont été analysées au cours des 26 exercices de renforcement de la musculature dorsale (Tableau 2). Ces exercices ont été réalisés sur un appareil de musculation York à poulie à tige de métal présentant trois prises de largeur différente délimitées par des oeilletts posés sur la barre. La prise étroite se situait à 7,5 cm du centre de la barre, la prise moyenne à 30,5 cm et la prise large à 53 cm du centre. Deux poignées d'exercice attachées aux oeilletts ont permis de varier la position des mains (pronation, position neutre et supination) durant les 26 exercices composés fondamentalement de trois mouvements démontrés aux Figures 4, 5 et 6. Toutefois, quelques distinctions sont à

Tableau 2

Les exercices sont décrits selon la direction vers laquelle la barre est acheminée ou encore la position du tronc, selon la position des mains et la largeur de la prise employée

Traction à la poulie assis - Lat pulldown

1. Arrière	<input type="checkbox"/> pronation	<input type="checkbox"/> large
2.	<input type="checkbox"/> neutre	<input type="checkbox"/> moyenne
3.	<input type="checkbox"/> neutre	<input type="checkbox"/> large
4.	<input type="checkbox"/> neutre	<input type="checkbox"/> moyenne
5. Avant	<input type="checkbox"/> pronation	<input type="checkbox"/> large
6.	<input type="checkbox"/> neutre	<input type="checkbox"/> étroite
7.	<input type="checkbox"/> neutre	<input type="checkbox"/> large
8.	<input type="checkbox"/> supination	<input type="checkbox"/> étroite
9.	<input type="checkbox"/> supination	<input type="checkbox"/> large
10.	<input type="checkbox"/> supination	<input type="checkbox"/> étroite

Rameur assis - Seated rowing

11.	Poitrine	<input type="checkbox"/> pronation	<input type="checkbox"/> large
12.	Abdominaux	<input type="checkbox"/> pronation	<input type="checkbox"/> large
13.	Poitrine	<input type="checkbox"/> pronation	<input type="checkbox"/> étroite
14.	Abdominaux	<input type="checkbox"/> pronation	<input type="checkbox"/> étroite
15.	Abdominaux	<input type="checkbox"/> neutre	<input type="checkbox"/> large
16.	Abdominaux	<input type="checkbox"/> neutre	<input type="checkbox"/> étroite
17.	Abdominaux	<input type="checkbox"/> supination	<input type="checkbox"/> large
18.	Abdominaux	<input type="checkbox"/> supination	<input type="checkbox"/> étroite

Traction avec avant-bras en extension - Straight-arm Lat pulldown

19.	Tronc droit	<input type="checkbox"/> pronation	<input type="checkbox"/> large
20.		<input type="checkbox"/> étroite	
21.		<input type="checkbox"/> neutre	<input type="checkbox"/> large
22.		<input type="checkbox"/> neutre	<input type="checkbox"/> étroite
23.		<input type="checkbox"/> supination	<input type="checkbox"/> large
24.		<input type="checkbox"/> supination	<input type="checkbox"/> étroite
25.	Tronc incliné à 90 degrés	— pronation	<input type="checkbox"/> large
26.			<input type="checkbox"/> étroite

remarquer sur ces illustrations quant aux postures adoptées

par les sujets pendant l'expérimentation. D'abord, l'exercice de traction à la poulie (lat pulldown) accompli devant et derrière le cou a été réalisé en position assise et non sur les genoux. Deuxièmement, aucune flexion du tronc vers l'avant a été effectuée pour l'activité du rameur assis (seated rowing). Le dos a été maintenu bien droit lorsque la barre a été tirée vers les abdominaux et en direction de la poitrine. Pour ce qui a trait à l'exercice de traction avec avant-bras en extension, deux activités ont été effectuées avec un angle de 90 degrés entre le tronc et la cuisse tandis qu'une position rectiligne du tronc a été conservée pour les autres mouvements.

Procédures. Tous les sujets ont réalisé trois essais de chaque exercice avec quatre secondes de contraction totale (concentrique + excentrique). Afin de contrôler la vitesse de mouvement, un expérimentateur était en charge d'imposer le rythme en comptant les secondes à haute voix avec l'aide d'un métronome électrique de type Franz. Une charge de 18 kg a été retenue pour l'exécution des 26 mouvements et l'ordre des exercices a été contrebalancé afin d'éviter l'effet de séquence causé par la fatigue musculaire. La détermination d'une charge légère est nécessaire pour éviter la fatigue musculaire étant donné le nombre considérable d'exercices. De plus, l'utilisation

d'un caméscope a permis d'observer qualitativement la vitesse et l'amplitude de tous les mouvements lors de l'analyse des données.

Analyse du signal EMG. L'activité musculaire a été recueillie par l'entremise d'électrodes de surface jetables (Medi-Trace Pellet) localisées sur le point moteur des muscles étudiés (Figure 7). Les fils des électrodes ont été pontés sur la peau à l'aide de ruban adhésif chirurgical pour limiter les artefacts. L'activité EMG alors captée par de petits amplificateurs a été rectifiée (Full Wave rectified) et ensuite filtré (Low pass 6 Hz) pour obtenir l'enveloppe linéaire du signal. Finalement, le signal a été transmis au convertisseur Analogue/Digital dont les données résultantes ont été recueillies par le logiciel informatique WorkBench. Une boîte de raccordement des canaux placée à la ceinture du sujet a été reliée aux ordinateurs qui démontraient les courbes d'activité musculaire au cours de l'expérience.

Traitements statistiques. Dans un premier temps, les maximums des courbes d'activation ont été identifiés pour les trois essais de chaque condition expérimentale. La moyenne des trois essais a été ensuite calculée pour chacun des exercices et ce pour chacun des muscles étudiés.

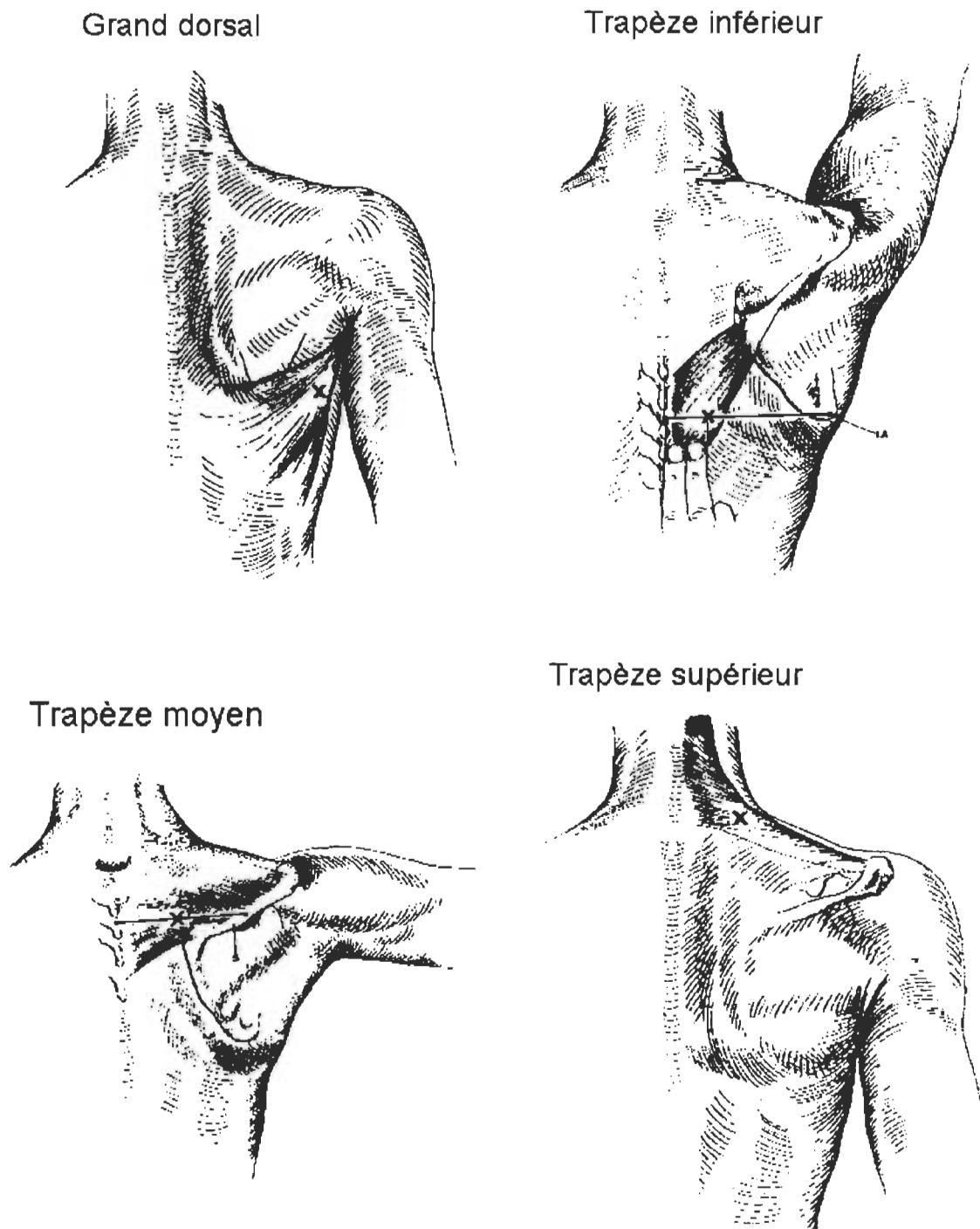


Figure 7. Emplacement des électrodes (X) sur les muscles
(tiré de Delagi et Perotto, 1980).

L'influence des différentes variantes sur l'activité musculaire est évaluée par une analyse de variance (ANOVA) de plan A x B x C à mesures répétées et A x B à mesures répétées pour les variables suivantes selon la catégorie d'exercices: la direction où la barre d'exercice est acheminée (arrière, avant, abdominaux, poitrine), la position du tronc (droit, incliné à 90°), la largeur de la prise (large, moyen, étroit) et la position des mains sur la barre (pronation, neutre, supination). À priori, le niveau de signification a été établi à 0.05.

Deuxième étude: Comparaison de l'activité musculaire chez des sujets scoliotiques par rapport à des sujets sains

Sujets. Neuf sujets âgés de 22 à 40 ans ont participé à la deuxième étude. Les sujets étaient tous de sexe masculin étant donné que les individus devaient être en torse nu dû à l'emplacement des électrodes. À l'exception d'un individu scoliotique, les sujets étaient tous droitiers à au moins 90% d'après le test de latéralité d'Edinbourg (Oldfield, 1971) pour éviter l'effet de latéralité lors de l'exécution des exercices. Une fiche d'évaluation de chaque sujet a été remplie avant de débuter l'expérimentation. Cette fiche d'évaluation des sujets (annexe A), comporte entre autres une évaluation physique générale s'adressant surtout au groupe de sujets sains afin de reconnaître les personnes susceptibles de présenter une déviation latérale de la colonne vertébrale. Le degré de déviation de la scoliose des quatre sujets pathologiques a été évalué à l'aide de radiographies. Des spécialistes de la santé ont mesuré l'angle de déviation des courbures thoraciques par la méthode de Cobb. La plus faible déviation s'est établit à 7 degrés tandis que la plus élevée présentait un résultat de 20 degrés.

Appareillage et mesures. Pour cette étude, les muscles étudiés sont les grand dorsal gauche et droit, les trapèzes

inférieurs gauche et droit ainsi que les trapèzes moyens gauche et droit. L'emplacement des électrodes est illustré à la Figure 7. L'analyse du trapèze supérieur n'a pas été retenue considérant son faible impact au niveau des exercices étudiés. Les exercices, au nombre de cinq, sont tous réalisés avec une prise large en pronation étant donné que la prise large occasionne habituellement une plus grande participation de la musculature dorsale comme le démontre les résultats de la première étude (voir chapitre III). Une distance de 106 cm est donc retrouvée entre les deux positions des mains. Les exercices sont toujours exécutés avec l'aide d'un appareil de musculation York à poulie et d'une barre de métal. Un électrogoniomètre installé sur cette barre permet de s'assurer que la charge soit répartie également tout au long des contractions musculaires. Cet instrument permet alors une mesure de l'angle entre la corde et la barre dans le but d'exclure les essais incorrects. Une chaîne avec des maillons a aussi servi d'ajustement pour varier la position des bras du sujet selon sa taille. De plus, une jauge de contrainte a été utilisée pour obtenir la charge maximale des sujets.

Procédures. Un nombre de cinq exercices a donc été retenu pour cette expérimentation et l'ordre d'exécution des contractions isométriques et dynamiques a été contrebalancé

afin d'éviter l'effet de séquence causé par la fatigue musculaire. D'abord, chaque individu a réalisé deux contractions isométriques maximales avec les bras complètement allongés pour l'exercice de traction avant et arrière ainsi que le mouvement de rameur assis exécuté vers la poitrine et vers les abdominaux. L'exercice de traction avec avant-bras en extension a été effectué avec un angle de 90 degrés entre le bras et le tronc. Ces maximums s'avèrent nécessaires afin d'obtenir la charge maximale du sujet déterminée par la jauge de contrainte qui a été calibrée avant l'expérimentation. Ensuite, une charge équivalente à 30% du maximum a été calculée pour l'exécution des mouvements dynamiques. Le sujet a réalisé trois essais de chaque exercice avec quatre secondes de contraction totale (concentrique + excentrique). Afin de contrôler la vitesse de mouvement, l'expérimentateur imposait le rythme en comptant les secondes à haute voix avec l'aide d'un métronome électrique de type Franz. Pendant les mouvements dynamiques, l'angle entre la barre et la corde de l'appareil est visualisé sur l'écran de l'ordinateur par l'intermédiaire de l'électrogoniomètre dans le but d'éviter que la charge soit tirée de façon inégale. Enfin, deux contractions dynamiques réalisées le plus rapidement possible avec une charge frisant la capacité maximale du sujet ont été effectuées pour chacun des exercices à la fin

de l'expérience. Cette dernière étape s'avère nécessaire en établissant une valeur de référence pour le calcul du pourcentage d'utilisation musculaire (PUM).

Traitement statistique

Pour comparer l'activité musculaire des sujets scoliotiques à celle du groupe de sujets sains, le pourcentage d'utilisation musculaire doit être pris en considération. Les contractions isométriques et dynamiques maximales ont permis de trouver le maximum d'activité électrique pour chacun des six muscles. Le maximum des courbes des trois essais a ensuite été trouvé pour chacun des exercices sous-maximaux et ce pour chacun des muscles étudiés. Le calcul du pourcentage a donc été fait en divisant la moyenne des trois essais par le maximum d'activité retrouvé en contractions maximales. Une analyse de variance de plan A x Br x Cr a été utilisée pour évaluer les résultats. Le seuil de tolérance est de 0.05 à priori.

CHAPITRE III

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Première étude: Participation de la musculature dorsale lors d'exercices de renforcement

Résultats

Traction à la poulie (Lat pulldown). Lorsque l'exercice est réalisé en tirant la barre en direction de la poitrine, quelques effets significatifs sont rencontrés entre les différentes positions des mains. Au Tableau 3, on peut voir que la moyenne d'activité EMG du grand dorsal pour les trois positions des mains (pronation, neutre et supination) est significativement plus élevée ($F=18.451$, $p<0.05$) avec une prise large (2015.67 μ V) qu'en présence

Tableau 3

Différences observées entre la prise large et étroite lorsque l'exercice de traction à la poulie (lat pulldown) est réalisé vers l'avant

	Grand dorsal	Trapèze moyen	Trapèze supérieur	Trapèze inférieur
Large				
Moyenne	2015.67*	531.25	280.83	768.93
E.T.	159.46	54.16	53.18	20.14
Étroite				
Moyenne	1583.42	719.67	219.25	897.93
E.T.	256.84	456.13	27.69	213.84

* $p<0.05$.

d'une prise étroite (1583.42 μ V). La position des mains ne paraît pas occasionner un effet significatif pour le muscle grand dorsal mais semble toutefois influencer le trapèze inférieur ($F=6.945$, $p<0.05$). Au Tableau 4, on remarque que la moyenne la plus élevée (934.80 μ V) s'observe lorsque l'exercice est effectué avec les mains en pronation tandis qu'une moyenne de 858.50 μ V est retrouvée avec une prise en position neutre et un résultat de 707.00 μ V avec les mains en supination. De plus, toujours pour le trapèze inférieur, l'interaction démontrée au Tableau 5 entre les positions des mains (pronation, neutre, supination) et les largeurs de

Tableau 4

Différences observées entre les positions des mains lorsque l'exercice de traction à la poulie (lat pulldown) est réalisé vers l'avant

	Grand dorsal	Trapèze moyen	Trapèze supérieur	Trapèze inférieur
Pronation				
Moyenne	1982.25	897.38	261.75	934.80*
E.T.	286.38	493.03	15.91	221.18
Neutre				
Moyenne	1643.50	507.00	214.88	858.50*
E.T.	496.04	95.46	24.22	107.34
Supination				
Moyenne	1772.88	472.00	273.50	707.00*
E.T.	134.53	2.12	90.51	54.87

* $p<0.05$.

Tableau 5

Interaction entre la largeur de la prise et la position des mains lors de l'exercice de traction à la poulie (lat pulldown) réalisé vers l'avant

	Grand dorsal	Trapèze moyen	Trapèze supérieur	Trapèze inférieur
Large-pronation				
Moyenne	2184.75	548.75	273.00	778.40
E.T.	1472.66	393.96	152.03	566.78
Large-neutre				
Moyenne	1994.25	574.50	232.00	782.60
E.T.	921.72	299.07	173.00	428.72
Large-supination				
Moyenne	1868.00	470.50	337.50	745.80
E.T.	1016.25	215.18	198.78	418.20
Étroit-pronation				
Moyenne	1779.75	1246.00	250.50	1091.20*
E.T.	1384.48	926.96	106.96	927.46
Étroit-neutre				
Moyenne	1292.75	439.50	197.75	934.40*
E.T.	566.23	154.47	84.36	944.41
Étroit-supination				
Moyenne	1677.75	473.50	209.50	668.20*
E.T.	995.34	273.13	130.38	756.99

* $p < 0.05$.

prise (large, étroite) s'avère significative ($F=6.740$, $p < 0.05$).

On observe aussi quelques différences significatives pour la musculature dorsale lorsqu'on tient compte de la

direction vers laquelle la barre est acheminée (derrière la nuque ou devant le visage). La largeur de la prise se montre significative pour le muscle grand dorsal ($F=18.969, p<0.05$). Une plus grande participation de ce muscle est remarquée avec la prise large (moyenne de 2540.95 μ V) comparée à la prise plus rapprochée (moyenne de 1968.55 μ V) comme le démontre le Tableau 6. Il est à noter que cette dernière moyenne a été calculée en considérant la prise étroite pour le mouvement réalisé devant le visage combinée à la prise moyenne lorsque la barre est dirigée derrière la nuque. Cette légère différence s'explique par le fait que l'exercice ne peut s'effectuer en utilisant une prise étroite pour attirer la barre derrière la tête. Le

Tableau 6

Différences observées entre la prise large et la prise plus rapprochée pour l'exercice de traction à la poulie (lat pulldown)

	Grand dorsal	Trapèze moyen	Trapèze supérieur	Trapèze inférieur
Large				
Moyenne	2540.95*	666.00	326.75	879.40
E.T.	93.29	123.79	95.66	128.94
Moyen, étroit				
Moyenne	1968.55	835.88	250.44	1124.40
E.T.	499.07	340.95	58.65	171.37

* $p<0.05$.

Tableau 7

Interaction entre la direction vers laquelle la barre est acheminée et la largeur de la prise lors de l'exercice de traction à la poulie (lat pulldown)

	Grand dorsal	Trapèze moyen	Trapèze supérieur	Trapèze inférieur
Arrière-large				
Moyenne	2560.80	770.38*	401.00	978.30
E.T.	132.65	45.43	67.53	103.66
Avant-large				
Moyenne	2521.10	561.63*	252.50	780.50
E.T.	83.30	18.21	28.99	2.97
Arrière-moyen				
Moyenne	2240.20	829.00	276.75	1236.00
E.T.	24.32	152.74	78.49	161.22
Avant-étroit				
Moyenne	1696.90	842.75	224.13	1012.80
E.T.	671.89	570.28	37.30	110.87

*p<0.05.

Tableau 8

Différences observées lorsque la barre est acheminée devant et derrière le cou pour l'exercice de traction à la poulie (lat pulldown)

	Grand dorsal	Trapèze moyen	Trapèze supérieur	Trapèze inférieur
Arrière				
Moyenne	2400.50	799.69	338.88	1107.15*
E.T.	200.81	98.03	93.38	185.42
Avant				
Moyenne	2109.00	702.19	238.31	896.65
E.T.	615.81	367.23	31.82	148.62

*p<0.05.

choix de la prise moyenne semble alors la plus adéquate pour l'analyse. Pour ce qui est du muscle trapèze moyen, l'interaction entre la direction (avant, arrière) et la largeur de la prise (large, étroite-moyenne) procure un effet significatif ($F=12.713$, $p<0.05$) retrouvé au Tableau 7. Finalement, le trapèze inférieur est plus actif ($F=8.883$, $p<0.05$) lorsque la tige de métal est approchée derrière le cou comparée au geste réalisé vers l'avant (Tableau 8).

Rameur assis (Seated rowing). En accomplissant l'exercice en tirant la barre en direction des abdominaux, plusieurs effets s'observent pour trois des quatre muscles étudiés. D'abord au Tableau 9, on peut observer que l'interaction entre la position des mains (pronation, neutre, supination) et la largeur de la prise (large, étroite) s'avère significative pour le grand dorsal ($F=6.505$, $p<0.05$). En ce qui concerne les muscles trapèze moyen et trapèze inférieur, ils semblent être influencés par la largeur de la prise employée (Tableau 10). La prise large présente une moyenne plus élevée ($1867.00 \mu V$) que la prise étroite ($1235.13 \mu V$) pour le muscle trapèze moyen ($F=17.996$, $p<0.05$). De même, le trapèze inférieur montre une moyenne significative de $2023.07 \mu V$ pour la prise large versus $1444.60 \mu V$ pour la prise étroite ($F=8.380$, $p<0.05$). Lorsqu'on s'attarde à la hauteur où la barre d'exercice est

Tableau 9

Interaction entre la largeur de la prise et la position des mains lors de l'exercice du rameur assis réalisé vers les abdominaux

	Grand dorsal	Trapèze moyen	Trapèze supérieur	Trapèze inférieur
Large-pronation				
Moyenne	3996.20*	1901.40	2234.00	1887.20
E.T.	1860.11	693.48	1177.73	975.45
Large-neutre				
Moyenne	3558.20*	1927.60	1775.50	2008.00
E.T.	1291.41	822.34	1250.98	1098.15
Large-supination				
Moyenne	3019.80*	1772.00	1972.00	2174.00
E.T.	1427.55	692.95	1434.02	816.88
Étroit-pronation				
Moyenne	2487.40	1484.60	1474.75	1598.60
E.T.	1921.66	592.69	1059.78	1018.95
Étroit-neutre				
Moyenne	2065.40	1359.20	1302.25	1434.00
E.T.	1779.43	697.35	624.59	1118.42
Étroit-supination				
Moyenne	2653.00	861.60	1026.75	1301.20
E.T.	2026.48	295.09	352.06	622.06

* $p<0.05$.

acheminée, on remarque aussi des différences significatives. Au Tableau 11, une plus grande contribution du muscle grand dorsal est observée quand la barre est tirée en direction des abdominaux (3666.88 μ V) comparée à la poitrine (1473.25 μ V) pour une position des mains en pronation avec une prise large et étroite ($F=10.638$, $p<0.05$). La hauteur modifie

Tableau 10

Différences observées entre la prise large et étroite lorsque l'exercice du rameur assis est réalisé vers les abdominaux

	Grand dorsal	Trapèze moyen	Trapèze supérieur	Trapèze inférieur
Large				
Moyenne	3524.73	1867.00*	1993.83	2023.07*
E.T.	489.06	83.31	230.03	143.99
Étroit				
Moyenne	2401.93	1235.13	1267.92	1444.60
E.T.	302.98	329.51	225.96	148.98

*p<0.05.

Tableau 11

Différences observées lorsque la barre est acheminée vers la poitrine et les abdominaux pour l'exercice du rameur assis réalisé avec une position des mains en pronation

	Grand dorsal	Trapèze moyen	Trapèze supérieur	Trapèze inférieur
Poitrine				
Moyenne	1473.25	3435.80	3708.50	3191.70**
E.T.	174.30	208.46	422.14	94.89
Abdominaux				
Moyenne	3666.88*	1693.00	1854.38	1742.90
E.T.	1249.28	294.72	536.87	204.07

*p<0.05.

**p<0.01.

également la participation du muscle trapèze inférieur ($F=21.460$, $p<0.01$) qui, toutefois, assiste mieux le mouvement lorsque la barre est dirigée à la hauteur de la

poitrine (3191.70 μ V) par rapport aux abdominaux (1742.90 μ V). Finalement, le trapèze moyen semble être sollicité davantage ($F=12.816$, $p<0.05$) avec une prise large (2742.30 μ V) versus une prise étroite (2386.50 μ V) comme le démontre le Tableau 12.

Tableau 12

Différences observées entre la prise large et étroite lorsque l'exercice du rameur assis est réalisé avec une position des mains en pronation

	Grand dorsal	Trapèze moyen	Trapèze supérieur	Trapèze inférieur
Large				
Moyenne	3073.38	2742.30*	3120.50	2573.00
E.T.	2088.62	1189.21	1253.70	969.87
Étroit				
Moyenne	2066.75	2386.50	2442.38	2361.60
E.T.	1013.64	1275.48	1368.43	1079.04

* $p<0.05$.

Traction avec avant-bras en extension (Straight-arm lat pulldown). En examinant ce mouvement réalisé en maintenant le tronc en position rectiligne, seulement un changement significatif est observé avec une variation de la largeur des mains (Tableau 13). Le trapèze moyen paraît mieux stimulé ($F=12.334$, $p<0.05$) en présence d'une prise étroite (664.40 μ V) par rapport à une prise large (579.00 μ V).

Tableau 13

Différences observées entre la prise large et étroite lorsque l'exercice de traction avec avant-bras en extension est réalisé avec le tronc droit

	Grand dorsal	Trapèze moyen	Trapèze supérieur	Trapèze inférieur
Large				
Moyenne	4469.60	579.00	585.08	1421.80
E.T.	149.04	71.93	13.65	62.23
Étroit				
Moyenne	3762.53	664.40*	585.92	1121.53
E.T.	389.25	73.23	58.19	56.01

* $p < 0.05$.

Discussion

Plusieurs changements significatifs sont observés dans les trois catégories de mouvements. Cependant, considérant que la charge de 18 kg peut représenter 50 % du maximum pour un exercice donné tandis que ce même poids peut correspondre à 30 % du maximum d'un autre mouvement, aucune comparaison entre les trois gestes peut être effectuée. En effet, une charge de 50 kg peut s'avérer plus exigeante pour l'exercice de traction des bras comparé à l'exercice de rameur assis. Les différentes variantes telles que la position des mains et la largeur de la prise doivent donc être analysées en prenant chacun des exercices séparément.

Traction à la poulie (Lat pulldown). D'abord, le muscle grand dorsal est mieux sollicité avec une prise large qu'avec une prise plus rapprochée lors de l'exercice de traction à la poulie (lat pulldown). Due à l'attitude de départ de la prise large (bras plutôt en abduction), une plus grande emphase est mise sur l'adduction de l'humérus provoquée par le grand dorsal. L'extension de l'humérus causée aussi par ce même muscle est plutôt remarquée avec la prise étroite. L'adduction semble donc mieux stimuler le grand dorsal que l'extension. La posture adoptée par le sujet pourrait aussi s'avérer un autre facteur qui favoriserait le grand dorsal en présence d'une prise large.

Kapandji (1980) mentionne néanmoins que le grand dorsal est un muscle adducteur très puissant qui est assisté par la longue portion du triceps. Ce dernier s'oppose à la luxation de la tête humérale lors de l'adduction produite par le grand dorsal. Même si la largeur de la prise influence le muscle grand dorsal, la position des mains ne paraît pas manifester d'effets significatifs. Lors de l'exercice de pull-up vers l'avant avec une prise moyenne, Ricci, Figura, Felici et Marchetti (1988) ont trouvé également que le grand dorsal contribue de manière semblable au mouvement lorsque les mains sont en pronation et en supination.

L'interaction entre la direction vers laquelle la barre d'exercice est dirigée et la largeur de la prise s'avère significatif pour le muscle trapèze moyen. Sa participation est similaire lorsque l'exercice est réalisé devant et derrière la tête pour une prise étroite. Cependant, la différence s'établit en présence d'une prise large où un plus grand apport du trapèze moyen est observé lorsque le mouvement consiste à approcher la barre derrière la nuque. Lors de cet exercice, la rétraction des scapulas semble plus évidente afin de maintenir les coudes dans le plan frontal. Le mouvement effectué vers l'avant avec une prise large semble favoriser plutôt l'extension du bras dans le plan

horizontal en plus de l'adduction déjà existante.

L'exercice de traction à la poulie vers l'arrière avec une prise large semble donc produire une plus grande rétraction des scapulas que le mouvement réalisé vers l'avant.

En examinant les mouvements exécutés vers l'avant, on remarque des effets significatifs de la position des mains et de l'interaction entre la largeur de la prise et la position des mains. Une plus grande participation du trapèze inférieur est constatée avec les mains en pronation suivi de la prise neutre et celle en supination. Cependant, avec une prise large, la différence n'apparaît pas significative. C'est plutôt la prise étroite qui engendre un effet plus ou moins significatif pour le trapèze inférieur. Une plus grande mobilité de la scapula est ainsi observée en pronation comparée aux deux autres positions car l'action principale du trapèze inférieur consiste à rapprocher l'angle inférieur de la scapula vers la colonne vertébrale. Plus le bras demeure en rotation externe (supination), moins le trapèze inférieur a tendance à collaborer au mouvement. En supination, l'extension de l'humérus et la flexion de l'avant-bras semblent compenser le mouvement de la scapula. De plus, le trapèze tend à être plus actif lorsque la barre est acheminée derrière la tête. La rotation de la scapula semble ainsi plus visible lors de

cet exercice exécuté dans le plan frontal comparé au geste effectué vers l'avant qui s'avère quelque peu dans le plan horizontal.

Rameur assis (Seated rowing). Westcott (1982) tout comme plusieurs auteurs mentionnent que la prise étroite entraîne davantage le grand dorsal étant donné que les coudes demeurent près du corps. Cependant, aucune différence significative est obtenue en comparant les prises large et étroite pour le muscle grand dorsal lorsque l'exercice consiste à tirer la barre en direction des abdominaux. La prise large engendre toutefois une plus grande participation des muscles trapèzes moyen et inférieur. Cette constatation concorde avec les dires de Emmert et Basiel (1990) qui signalent que la musculature stabilisatrice des scapulas devient secondaire en présence d'une prise étroite. La prise large semble ainsi avantager la rétraction des scapulas. Moseley, Jobe, Pink, Perry et Tibone (1992) signalent que la rétraction des scapulas est produite par le trapèze moyen de même que le trapèze inférieur. Lors de leur étude, ce dernier est rétracteur pour trois mouvements dont l'exercice du rameur, et rotateur de la scapula pour trois autres gestes. En considérant l'interaction entre la largeur de la prise et la position des mains, on observe un changement significatif au niveau

du grand dorsal. En pronation et en position neutre, le muscle grand dorsal semble plus actif avec une prise large. Par contre, l'activité EMG du grand dorsal est similaire en supination pour les prises large et étroite. Emmert et Basiel (1990) concluent également que la prise large en pronation place plus d'emphase sur le grand dorsal et le trapèze inférieur en plus des muscles rhomboïde et deltoïde postérieur.

Le muscle grand dorsal se montre aussi influencé par la hauteur où la barre d'exercice est acheminée. Lorsque la tige est tirée en direction des abdominaux, le grand dorsal paraît plus dynamique qu'à la hauteur de la poitrine. Le muscle trapèze inférieur démontre toutefois une plus grande activité lorsque la barre est dirigée en direction de la poitrine. La rétraction des scapulas semblent ainsi plus évidente lors de cette dernière condition dû probablement au fait que les coudes se trouvent à la hauteur des épaules pendant l'exécution du mouvement. Le mouvement réalisé en tirant la barre à la hauteur de la poitrine encourage ainsi la rétraction des scapulas en plus de l'extension horizontale de l'épaule. Que ce soit à la hauteur de la poitrine ou des abdominaux, le trapèze moyen semble contribuer davantage au mouvement avec une prise large. La prise large se définit alors comme étant un autre facteur

engendrant la rétraction des scapulas. L'exercice du rameur présenté par Townsend, Jobe, Pink et Perry (1991) correspond à une prise se situant entre moyen et large et favorise plutôt la rétraction des scapulas d'après Moseley, Jobe, Pink, Perry et Tibone (1992).

Traction avec avant-bras en extension (Straight-arm lat pulldown). La largeur de la prise est la seule variante qui semble influencer l'exercice effectué avec le tronc en position rectiligne. Le participation du trapèze moyen est significativement plus élevée avec une prise étroite qu'avec une prise large. Une plus grande rétraction des scapulas pourrait expliquer ce résultat avec la prise étroite. Cependant, l'activité EMG du trapèze moyen peut provenir aussi de l'effort de ce muscle à immobiliser la scapula au cours du mouvement. Il est à noter qu'aucune différence est observée en comparant le geste exécuté en maintenant le tronc droit avec celui réalisé avec une flexion du tronc de 90 degrés. Considérant l'état d'allongement du grand dorsal avec l'exercice en flexion du tronc de 90 degrés, l'activité EMG devrait être plus élevée dans cette position. L'absence d'effets significatifs s'explique principalement par le fait que la visualisation de l'exécution des exercices par le caméscope lors de l'analyse des données, démontre que trois des cinq sujets ont relevé le tronc au cours de l'effort.

Certains sujets n'ont donc pas maintenu leur tronc en flexion de 90 degrés au cours du mouvement biaisant ainsi les résultats.

De plus, un fait important est à remarquer. Le muscle trapèze supérieur n'est pas influencé par les différentes variantes pour les trois mouvements. Ce résultat nous paraît normal considérant que l'action principale de ce muscle produit l'élévation des épaules. Aucun exercice suscite cette action véritablement et le site des électrodes se trouve vraiment sur la portion du trapèze servant à l'élévation des épaules.

Considérant que la prise large s'avère habituellement plus exigeante que la prise étroite, il est alors possible de sélectionner les exercices offrant la plus grande sollicitation de la musculature dorsale. Les mouvements de traction des bras à la poulie vers l'arrière et vers l'avant, de rameur vers les abdominaux et vers la poitrine ainsi que de traction avec avant-bras en extension, effectués avec une prise large en pronation ont donc été retenus pour la réalisation de la seconde étude. La sélection de la disposition des mains en pronation s'explique par le fait qu'elle semble engendrer une plus grande contribution de la musculature dorsale lorsqu'un

changement significatif est observé.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Deuxième étude: Comparaison de l'activité musculaire chez des sujets scoliotiques par rapport à des sujets sains

Résultats

Cette deuxième étude a comme objectif premier de vérifier l'activité musculaire bilatérale lors d'exercices de renforcement de la musculature dorsale chez une population scoliotique comparée à une population saine. Cependant, en analysant les résultats, on peut aussi remarquer des comparaisons entre les cinq mouvements composés de l'exercice de traction à la poulie vers l'avant (Avant), de l'exercice de traction vers l'arrière (Arrière), de l'exercice de rameur en acheminant la barre en direction des abdominaux (Abdominaux), de l'exercice de rameur vers la poitrine (Poitrine) et de l'exercice de traction avec avant-bras en extension (Debout).

Comparaison de l'activité musculaire entre les exercices. L'analyse des exercices s'avère significative pour les trois muscles étudiés. L'exercice de rameur vers les abdominaux assure la plus grande contribution du muscle grand dorsal (Figure 8) tandis que l'exercice de rameur vers la poitrine procure le plus grand pourcentage d'utilisation musculaire (PUM) des trapèzes moyen et inférieur (Figures 9

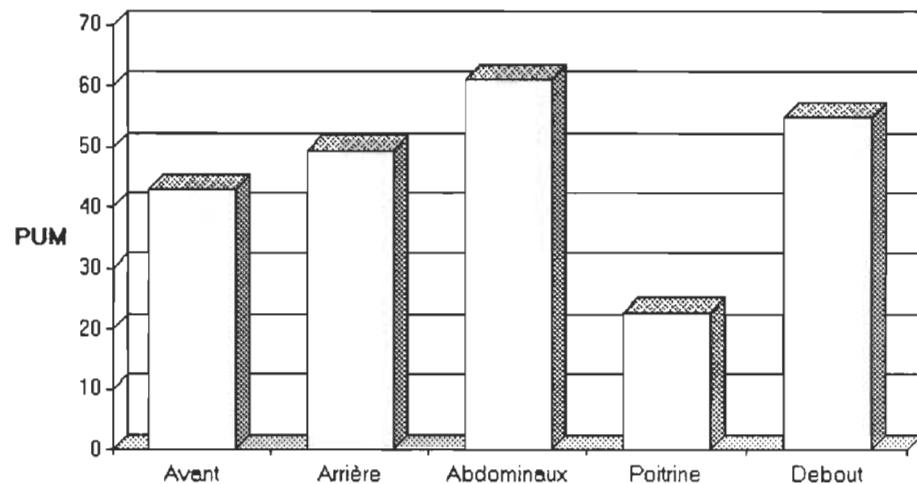


Figure 8. Moyenne des pourcentages d'utilisation musculaire bilatérale du grand dorsal de tous les sujets pour les cinq exercices.

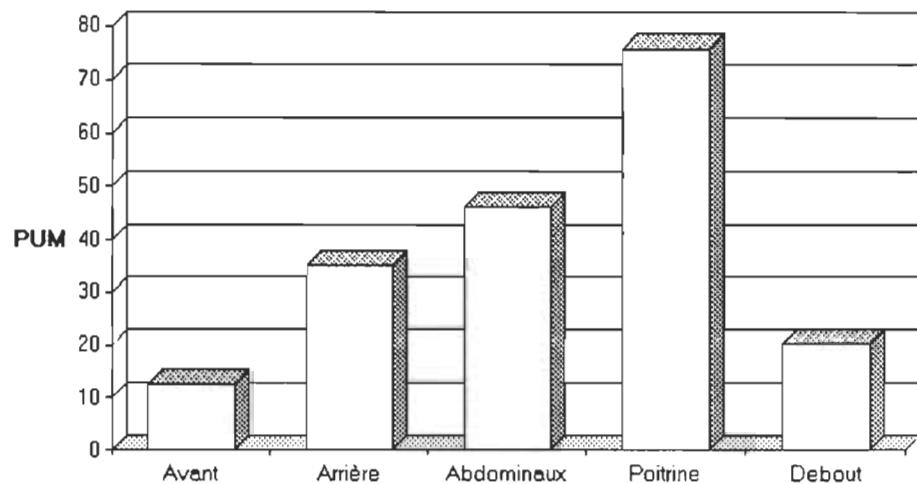


Figure 9. Moyenne des pourcentages d'utilisation musculaire bilatérale du trapèze moyen de tous les sujets pour les cinq exercices.

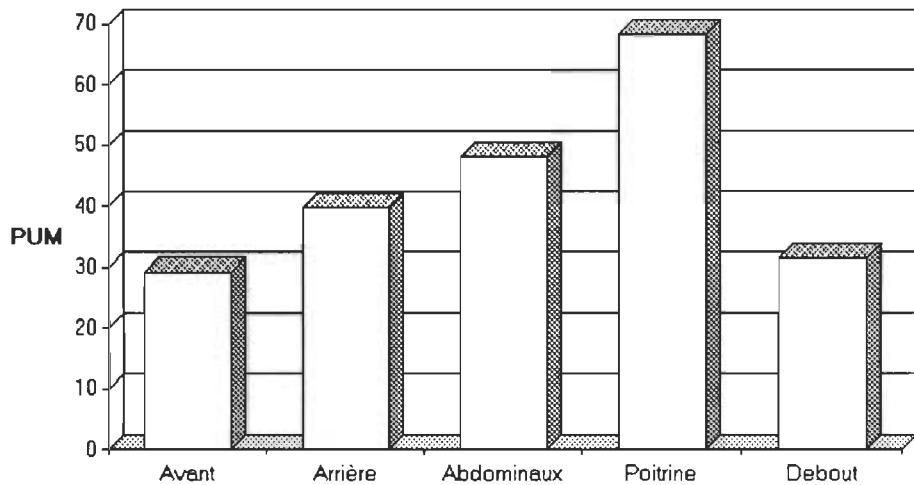


Figure 10. Moyenne des pourcentages d'utilisation musculaire bilatérale du trapèze inférieur de tous les sujets pour les cinq exercices.

et 10). En analysant le grand dorsal ($F=13.824$, $p<0.01$), un résultat de 61% est observé pour l'exercice de rameur en acheminant la barre en direction des abdominaux, suivi de l'exercice de traction avec avant-bras en extension pour un pourcentage de 55, une sollicitation de 50% pour le mouvement de traction vers l'arrière, un résultat de 43% pour l'exercice de traction vers l'avant et finalement, un rendement de 23% d'utilisation du grand dorsal pour l'exercice de rameur vers la poitrine. En ce qui a trait au trapèze moyen ($F=40.466$, $p<0.01$), des pourcentages de 76, 46, 35, 20 et 13 sont retrouvés respectivement aux exercices de rameur vers la poitrine, de rameur vers les abdominaux,

de traction vers l'arrière, de traction avec avant-bras en extension et de traction vers l'avant. Pour cette même séquence d'exercices, le trapèze inférieur s'avère également significatif ($F=11.312$, $p<0.01$) en constatant respectivement des résultats de 68%, 48%, 40%, 31% et 29%.

Comparaison entre le groupe de sujets sains et le groupe de sujets scoliotiques. À la Figure 11, aucune différence significative n'est observée entre les côtés gauche et droit des trois muscles pour le groupe de sujets sains. Le muscle grand dorsal est sollicité à 47%, le trapèze moyen à 39% et le trapèze inférieur à 43% lors de l'exécution des cinq exercices et ce, pour chacun des côtés. Les sujets scoliotiques démontrent cependant une légère

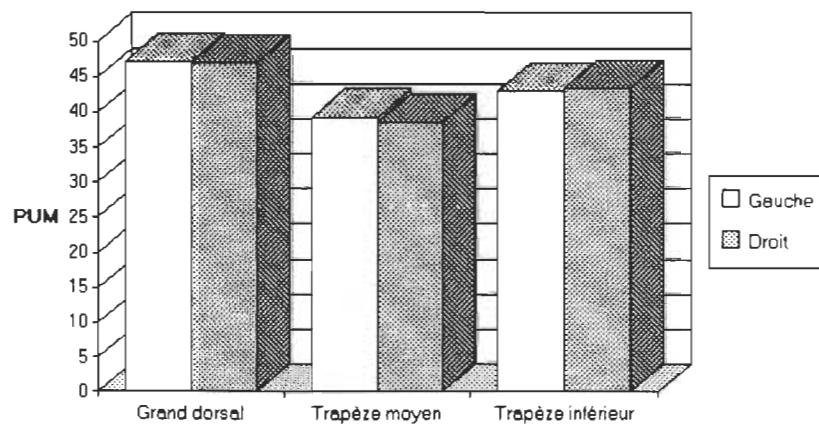


Figure 11. Comparaison des trois muscles étudiés pour les cinq sujets sains lors de l'exécution des cinq exercices.

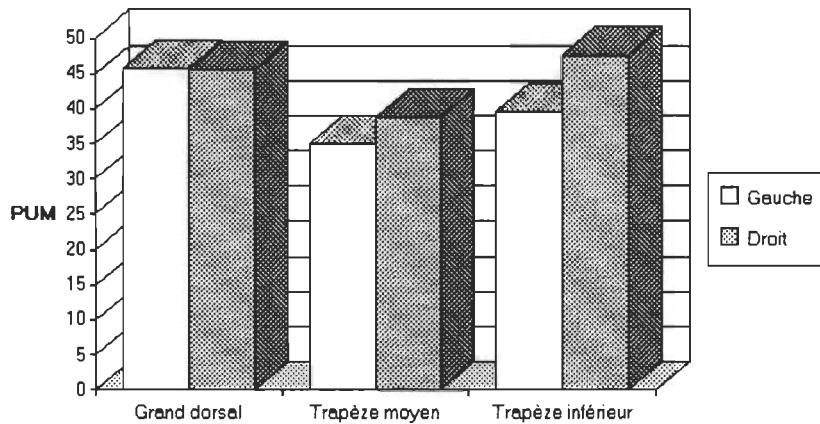


Figure 12. Comparaison des trois muscles étudiés pour les quatre sujets scoliotiques lors de l'exécution des cinq exercices.

différence de l'utilisation des trapèzes moyen gauche et droit et des trapèzes inférieur gauche et droit illustrée à la Figure 12. Même si la distinction n'est pas significative, on peut observer une utilisation moindre du trapèze moyen gauche (35%) comparée au côté droit (39%). Le même phénomène se présente avec le trapèze inférieur gauche (40%) versus le trapèze inférieur droit (48%). Étant donné qu'il est toujours difficile et voire même dangereux de faire la moyenne de sujets pathologiques puisque nous ne contrôlons pas le degré de pathologie, une étude de cas par cas semble alors plus appropriée.

Comparaison entre le groupe de sujets sains et le sujet scoliotique #1. En considérant l'interaction entre les

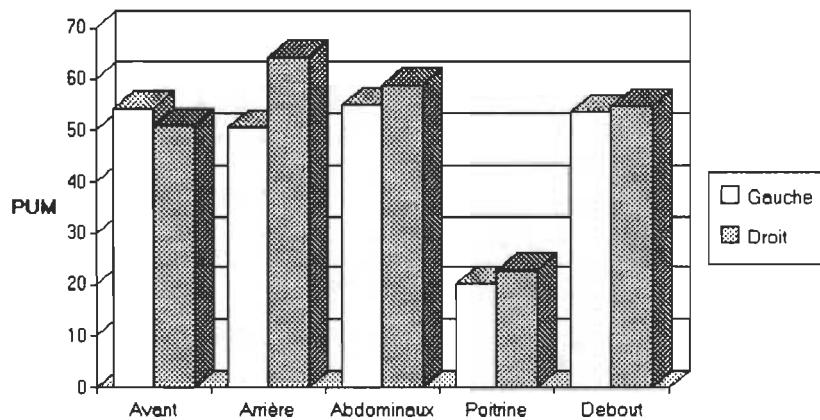


Figure 13. Observation des muscles grand dorsal gauche et droit du sujet scoliotique #1 et ce, pour les cinq exercices.

côtés gauche et droit et les exercices, on remarque un effet significatif du muscle grand dorsal pour le premier sujet scoliotique comparé aux sujets sains ($F=5.684$, $p<0.01$). À la Figure 13, il est possible de noter des pourcentages de 54 et 51 pour les côtés gauche et droit lors de l'exécution du mouvement de traction vers l'avant. Des résultats de 51% et 64%, de 55% et 59%, de 20% et 23% et de 54% et 55% sont observés pour les muscles grand dorsal gauche et droit lors des exercices de traction vers l'arrière, de rameur vers les abdominaux, de rameur vers la poitrine et de traction avec avant-bras en extension. De plus, l'interaction entre les groupes de sujets, les côtés et les exercices s'avère également significative pour le grand dorsal ($F=3.177$, $p<0.05$). À la Figure 14, le comportement bilatéral du grand

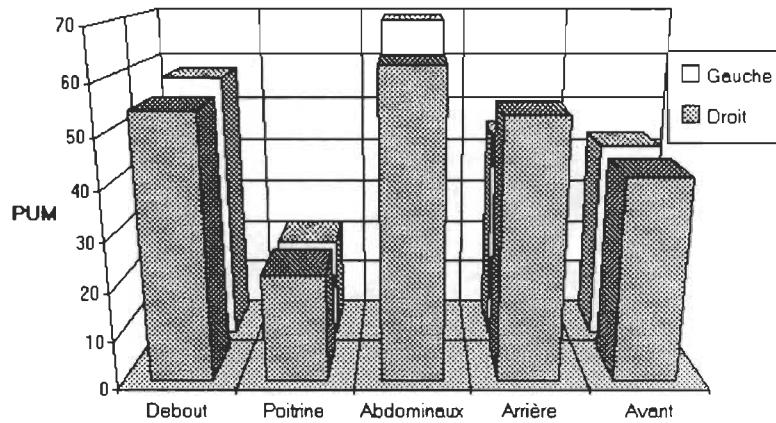


Figure 14. Comparaison des muscles grand dorsal gauche et droit des sujets sains pour les cinq exercices.

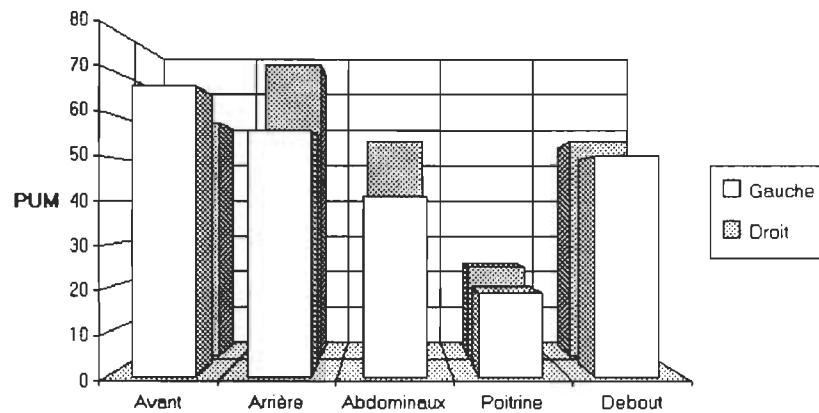


Figure 15. Comparaison des muscles grand dorsal gauche et droit du sujet scolioistique #1 pour les cinq exercices.

dorsal est illustré par rapport à chacun des exercices pour le groupe de sujets sains. Cette même analyse est démontrée à la Figure 15 pour le sujet scolioistique #1. En réalisant l'exercice de traction vers l'avant, le muscle grand dorsal démontre des résultats de 43% et 42% pour le côté gauche et

droit en ce qui a trait au groupe de sujets sains. Des pourcentages de 66 et 60 sont retrouvés pour le premier sujet scoliotique. De même, des pourcentages d'utilisation musculaire de 45 et 54 sont obtenus pour le côté gauche et droit des sujets sains lors de l'exercice de traction vers l'arrière et des pourcentages de 56 et 75 pour le sujet pathologique #1. L'analyse des côtés gauche et droit démontre aussi des résultats de 69% et 63% pour le groupe sain versus 41% et 55% pour le sujet scoliotique (Abdominaux), des résultats de 21% et 22% pour les sujets sains versus 19% et 23% pour le sujet scoliotique (Poitrine), et enfin des pourcentages de 57 et 54 pour le groupe sain versus 50 et 55 pour le sujet scoliotique #1 (Debout).

Comparaison entre le groupe de sujets sains et le sujet scoliotique #2. Aucun effet significatif n'est signalé pour ce sujet scoliotique. Le grand dorsal bilatéral démontre une moyenne de 46% et un pourcentage moyen de 38 est rencontré pour les deux côtés du trapèze inférieur. Pour ce qui est du trapèze moyen, le côté gauche démontre une utilisation de 38% contre 41% pour le côté opposé.

Comparaison entre le groupe de sujets sains et le sujet scoliotique #3. L'interaction entre les côtés gauche et

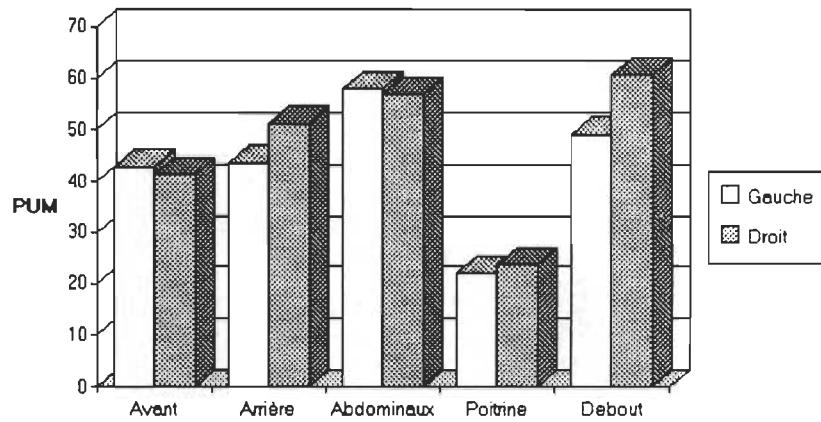


Figure 16. Observation des muscles grand dorsal gauche et droit du sujet scoliotique #3 et ce, pour les cinq exercices.

droit et les exercices procure un changement significatif pour le muscle grand dorsal du sujet scoliotique #3 comparé au groupe de sujets sains ($F=4.734$, $p<0.05$). À la Figure 16, il est possible de noter des pourcentages de 43 et 41 pour les côtés gauche et droit lors de l'exécution du mouvement de traction vers l'avant. Des résultats de 44% et 51%, de 58% et 57%, de 22% et 24% et de 49% et 61% sont observés pour les muscles grand dorsal gauche et droit en réalisant les exercices de traction vers l'arrière, de rameur vers les abdominaux, de rameur vers la poitrine et de traction avec avant-bras en extension. De plus, l'interaction entre les groupes de sujets, les côtés et les exercices s'avère également significative pour le grand dorsal ($F=5.930$, $p<0.01$). À la Figure 14, le comportement

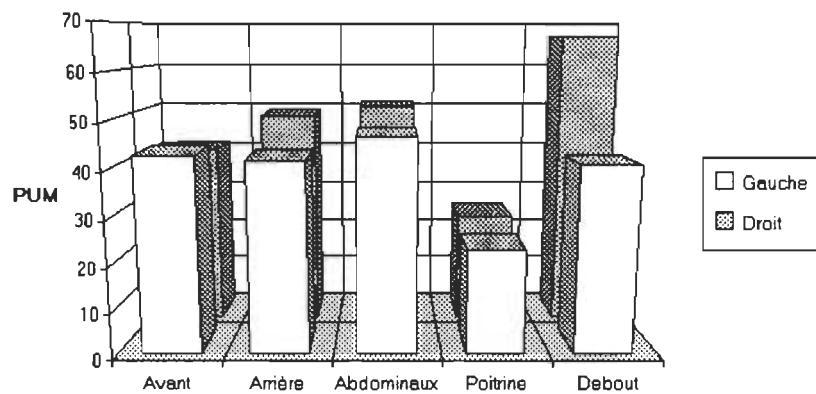


Figure 17. Comparaison des muscles grand dorsal gauche et droit du sujet scoliotique #3 pour les cinq exercices.

bilatéral du grand dorsal est illustré par rapport à chacun des exercices pour le groupe de sujets sains. Cette même analyse est démontrée à la Figure 17 pour le sujet scoliotique #3. En réalisant l'exercice de traction vers l'avant, le muscle grand dorsal démontre des résultats de 43% et 42% pour le côté gauche et droit en ce qui a trait au groupe de sujets sains. Des pourcentages de 43 et 41 sont observés pour le sujet scoliotique lors du mouvement de traction vers l'avant. De même, des pourcentages d'utilisation musculaire de 45 et 54 sont obtenus pour les côtés gauche et droit des sujets sains lors de l'exercice de traction vers l'arrière et des pourcentages de 42 et 49 pour le sujet scoliotique #3. L'analyse des côtés gauche et droit démontre aussi des résultats de 69% et 63% pour le groupe de sujets sains versus 47% et 51% pour le sujet

scoliotique (Abdominaux), des résultats de 21% et 22% pour les sujets sains versus 23% et 25% pour le sujet scoliotique (Poitrine), et enfin des pourcentages de 57 et 54 pour le groupe de sujets sains versus 41 et 67 pour le sujet pathologique #3 (Debout).

En analysant le trapèze inférieur, d'autres résultats significatifs sont rencontrés. Les côtés gauche et droit de tous les sujets pour tous les exercices présentent un changement significatif pour la portion inférieure du trapèze ($F=8.751$, $p<0.05$). Comme le démontre la Figure 18, le pourcentage d'utilisation musculaire du côté droit (58%) paraît plus élevé que le côté opposé (51%). Cependant, une

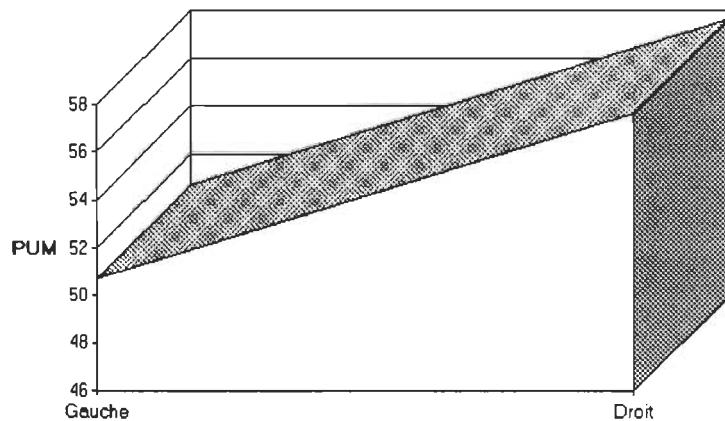


Figure 18. Comparaison des muscles trapèze inférieur gauche et droit pour tous les sujets et tous les exercices lorsque le sujet scoliotique #3 est comparé aux sujets sains.

interaction significative entre les groupes de sujets et les côtés est remarquée ($F=7.965$, $p<0.05$). La contribution bilatérale des muscles trapèze inférieur s'établit à 43% pour les sujets sains tandis que le sujet scoliotique #3 présente un pourcentage d'utilisation de 58 pour le côté gauche et de 72 pour le côté droit (Figure 19).

L'interaction entre les groupes de sujets et les côtés s'avère également significative pour le muscle trapèze moyen ($F=8.322$, $p<0.05$). Comme illustré à la Figure 20, ce muscle démontre une activité semblable pour les deux côtés en présence du groupe de sujets sains (39%). Il semble toutefois être plus actif du côté droit (44%) que du côté

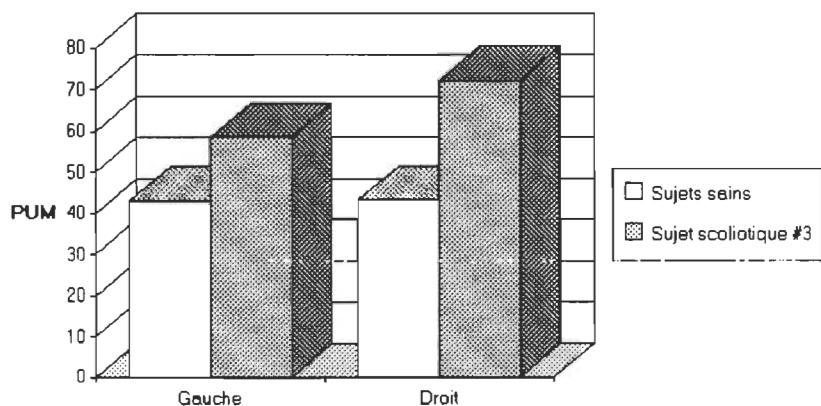


Figure 19. Observation des pourcentages d'utilisation des muscles trapèze inférieur gauche et droit en comparant le sujet scoliotique #3 avec les sujets sains.

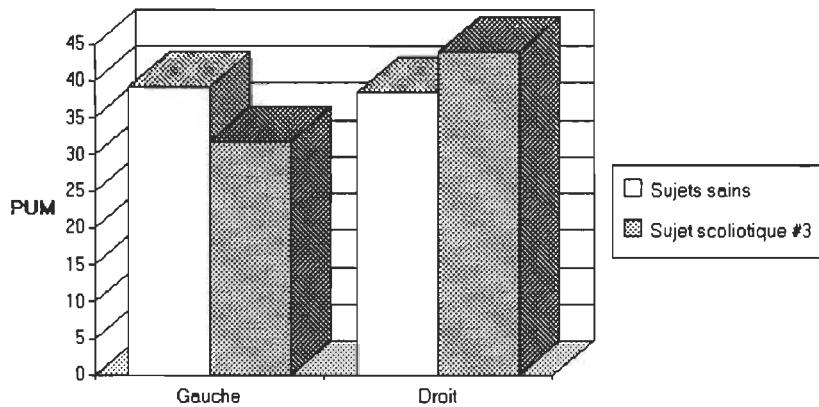


Figure 20. Observation des pourcentages d'utilisation des muscles trapèze moyen gauche et droit en comparant le sujet scoliotique #3 avec les sujets sains.

gauche (32%) pour le sujet pathologique #3.

Comparaison entre le groupe de sujets sains et le sujet scoliotique #4. Les côtés gauche et droit de tous les sujets pour tous les exercices montrent un effet significatif pour le grand dorsal lorsque le quatrième sujet scoliotique est comparé aux sujets sains ($F=10.458$, $p<0.05$). Comme le démontre la Figure 21, le pourcentage d'utilisation musculaire du côté droit (42%) paraît moindre que l'autre côté (50%). Cependant, une interaction significative entre les groupes de sujets et les côtés est remarquée ($F=10.346$, $p<0.05$). La contribution du grand dorsal gauche s'établit à 48% et celui de droit à 47% pour les sujets sains pendant que le sujet scoliotique #4 révèle une activité musculaire

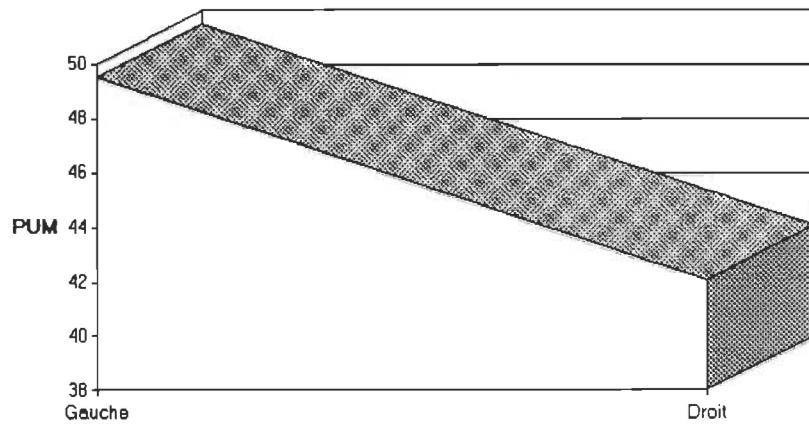


Figure 21. Comparaison des muscles grand dorsal gauche et droit pour tous les sujets et tous les exercices lorsque le sujet scoliotique #4 est comparé aux sujets sains.

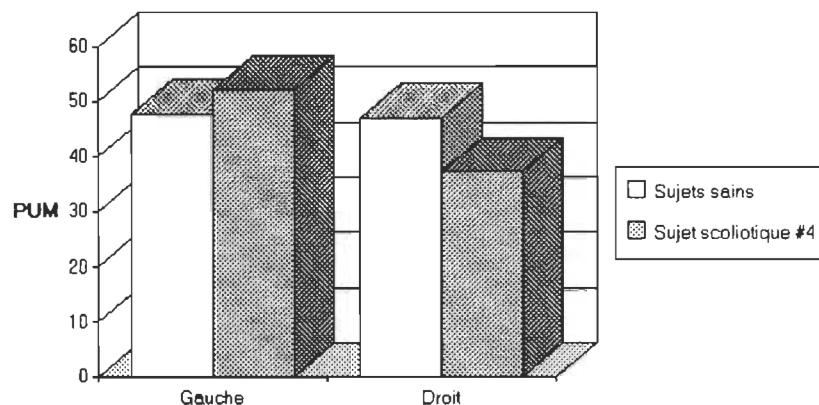


Figure 22. Observation des pourcentages d'utilisation des muscles grand dorsal gauche et droit en comparant le sujet scoliotique #4 avec les sujets sains.

de 52% pour le côté gauche et de 37% pour le côté droit (Figure 22). Une autre interaction significative peut être observée en tenant compte des groupes de sujets, des côtés

et des exercices pour le muscle grand dorsal ($F=3.497$, $p<0.05$). À la Figure 14, le comportement bilatéral du grand dorsal est illustré par rapport à chacun des exercices pour le groupe de sujets sains. Cette même analyse est présentée à la Figure 23 pour le sujet scoliotique #4. En effectuant l'exercice de traction vers l'avant, le muscle grand dorsal démontre des résultats de 43% et 42% pour le côté gauche et droit en ce qui a trait au groupe de sujets sains. Des pourcentages de 46 et 30 sont observés pour le sujet scoliotique lors du mouvement de traction vers l'avant. De même, des pourcentages d'utilisation musculaire de 45 et 54 sont obtenus pour le côté gauche et droit des sujets sains lors de l'exercice de traction vers l'arrière et des pourcentages de 59 et 43 pour le sujet scoliotique #4.

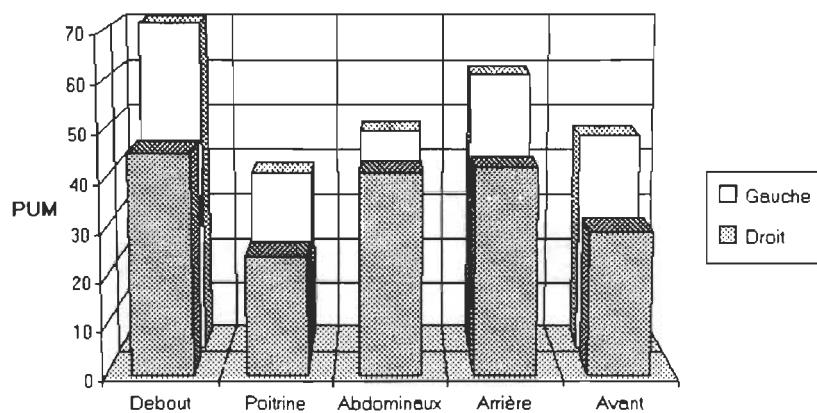


Figure 23. Comparaison des muscles grand dorsal gauche et droit du sujet scoliotique #4 pour les cinq exercices.

L'analyse des côtés gauche et droit indique également des résultats de 69% et 63% pour le groupe de sujets sains versus 47% et 42% pour le sujet scoliotique (Abdominaux), des résultats de 21% et 22% pour les sujets sains versus 38% et 25% pour le sujet scoliotique (Poitrine), et enfin des pourcentages de 57 et 54 pour le groupe de sujets sains versus 70 et 46 pour le sujet pathologique #4 (Debout).

Par l'analyse des résultats obtenus pour le trapèze inférieur, d'autres effets significatifs sont observés. Les côtés gauche et droit de tous les sujets pour tous les exercices montrent un changement significatif pour la

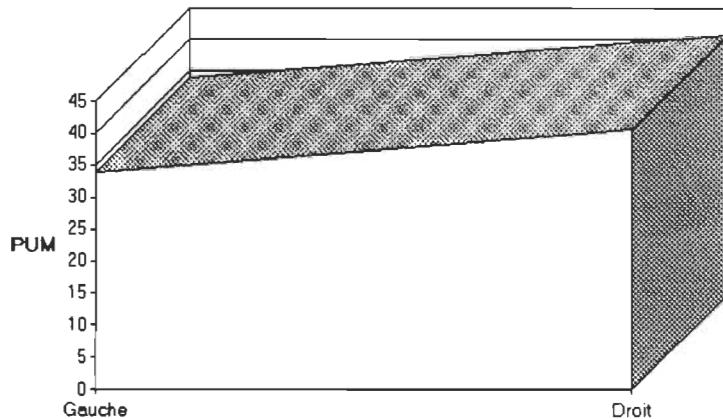


Figure 24. Comparaison entre les muscles trapèze inférieur gauche et droit pour tous les sujets et tous les exercices lorsque le sujet scoliotique #4 est comparé aux sujets sains.

portion inférieure du trapèze ($F=8.501$, $p<0.05$). Comme l'illustre la Figure 24, le pourcentage d'utilisation musculaire du côté droit (41%) paraît plus élevé que le côté opposé (34%). Cependant, une interaction significative entre les groupes de sujets et les côtés est aussi remarquée ($F=7.727$, $p<0.05$). La participation bilatérale des trapèzes inférieurs indique un résultat de 43% pour les sujets sains pendant que le quatrième sujet scoliotique montre un pourcentage d'utilisation de 25 pour le côté gauche et de 38 pour le côté droit (Figure 25).

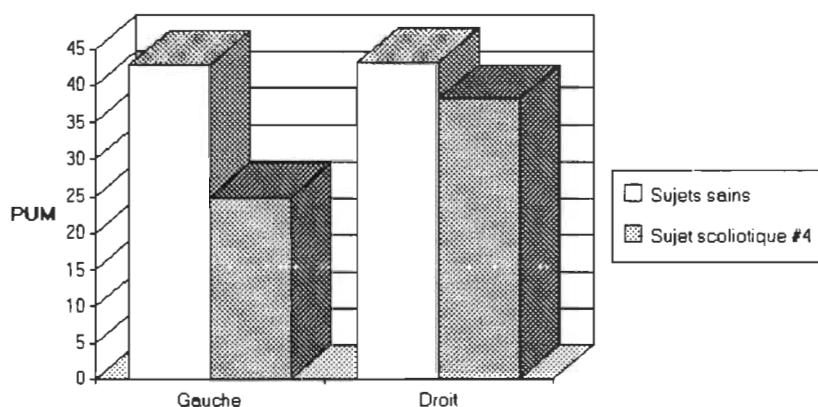


Figure 25. Observation des pourcentages d'utilisation des muscles trapèze inférieur gauche et droit en comparant le sujet scoliotique #4 avec les sujets sains.

Comparaison entre le groupe de sujets sains et les sujets scoliotiques entraînés #3 et #4. En comparant les sujets scoliotiques #3 et #4 entraînés en musculation au groupe de sujets sains, on se rend compte qu'il existe aussi des changements significatifs pour le muscle trapèze inférieur. Les côtés gauche et droit de tous les sujets pour tous les exercices révèlent un effet significatif pour ce muscle ($F=18.479$, $p<0.01$). Le pourcentage d'utilisation musculaire du côté droit s'élève à 49% contre un résultat de 42% pour le côté opposé (Figure 26). Une interaction significative entre les groupes de sujets et les côtés est également remarquée ($F=18.807$, $p<0.01$). La participation

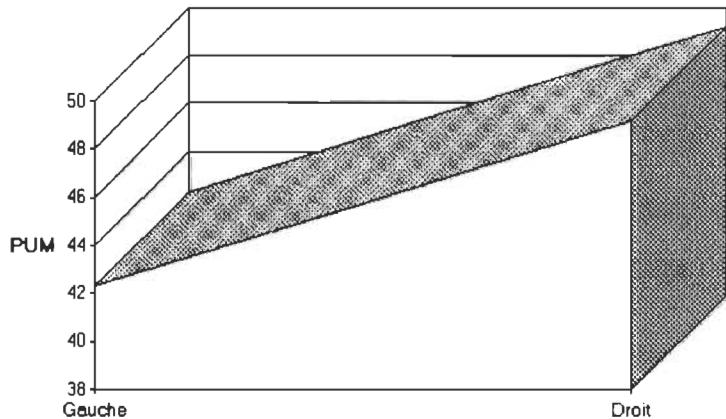


Figure 26. Comparaison des deux trapèzes inférieurs pour tous les sujets et tous les exercices lorsque les deux sujets scoliotiques entraînés sont comparés aux sujets sains.

des trapèzes inférieurs indique une utilisation de 43% pour les sujets sains tandis que les deux sujets scoliotiques présentent un pourcentage de 42 pour le côté gauche et de 55 pour le côté droit (Figure 27).

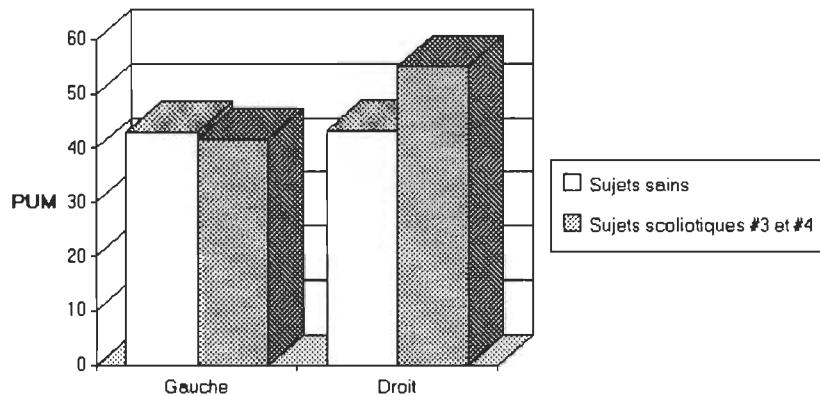


Figure 27. Observation des pourcentages d'utilisation des muscles trapèze inférieur gauche et droit en comparant les sujets scoliotiques entraînés #3 et #4 avec les sujets sains.

Discussion

Influence des exercices sur l'activité musculaire. Une comparaison entre les cinq exercices peut être effectuée cette fois-ci considérant que les gestes ont été exécutés avec une charge équivalente à 30% de la capacité maximale du sujet et ce, pour chacun des mouvements étudiés. La contribution des muscles grand dorsal, trapèze moyen et trapèze inférieur est différente selon les exercices de renforcement de la musculature dorsale. Comme les résultats de la première étude l'ont démontré, le grand dorsal est plus actif lorsque la barre est acheminée en direction des abdominaux pour l'exercice de rameur assis par rapport au mouvement réalisé vers la poitrine. Ce résultat demeure également véridique lorsque comparé à tous les exercices. Ceci peut s'expliquer par le fait que la réalisation de l'exercice vers les abdominaux avec une prise large en pronation demande une extension de l'humérus vers l'arrière en plus d'une adduction des bras. De plus, une légère rotation interne du bras est remarquée considérant la position des mains en pronation. Ces trois actions correspondent exactement au comportement du muscle grand dorsal. En ce qui a trait aux trapèzes moyen et inférieur, ils s'avèrent plutôt dynamiques lors de l'exercice de rameur accompli vers la poitrine. Étant donné que les deux trapèzes présentent des pourcentages d'utilisation

musculaire (PUM) plus élevés pour ce dernier geste, la rétraction des scapulas semble ainsi plus évidente lors de cet exercice. Même si le trapèze inférieur s'avère un rotateur de la scapula, il reste également un rétracteur de celle-ci d'après Moseley, Jobe, Pink, Perry et Tibone (1992).

Influence de la présence de scolioses sur l'activité musculaire bilatérale par rapport aux sujets sains.

D'abord, il est à noter que les résultats des muscles gauches et droits du sujet scoliotique #2 ont été inversés considérant la convexité gauche de la courbure. Étant donné que tous les autres sujets scoliotiques démontrent des déviations thoraciques à convexité droite, cette transformation était nécessaire pour comparer adéquatement le phénomène de latéralité pour tous les individus. Même si les muscles trapèze moyen et inférieur semblent plus actifs du côté droit à l'endroit du groupe scoliotique, ces différences bilatérales ne paraissent pas significatives. Il importe donc d'analyser les sujets cas par cas.

Influence du sujet scoliotique #1 sur l'activité musculaire bilatérale par rapport aux sujets sains. Par l'interaction entre les côtés et les exercices, le premier sujet scoliotique présente une plus grande utilisation du

muscle grand dorsal droit pour tous les exercices à l'exception du mouvement de traction vers l'avant. Cette légère divergence peut se justifier par la séparation acromio-claviculaire à l'épaule droite du sujet. Cette caractéristique peut alors induire une légère compensation du grand dorsal gauche lors de cet exercice. Considérant que cet individu est gaucher à 80% d'après le test de latéralité d'Edinbourg et possède une scoliose thoracique droite, l'utilisation asymétrique du muscle grand dorsal peut être attribuée à un débalancement musculaire possible étant donné que le groupe de sujets sains présente des pourcentages d'utilisation bilatéraux similaires pour le grand dorsal.

Influence du sujet scoliotique #3 sur l'activité musculaire bilatérale par rapport aux sujets sains. Les muscles grand dorsal gauche et droit du sujet #3 tendent à réagir de la même façon que le premier sujet pathologique. Ce résultat soutient encore l'hypothèse d'un débalancement musculaire même si ce sujet s'avère droitier à 100%. De même, les muscles trapèze moyen droit et trapèze inférieur droit participent davantage au mouvement comparés aux muscles des sujets sains qui apportent plutôt un apport symétrique. La plus grande contribution des muscles du côté droit peut être reliée au degré de déviation qui s'élève à

20 degrés pour cet individu scoliotique. Cette déviation assez importante provoque un étirement des trapèzes du côté gauche entraînant un désavantage mécanique allant dans le même sens que les dires de Poitout et Argenson (1987), qui mentionnent que les bras de levier musculaires s'allongent du côté concave et diminuent du côté de la convexité. De plus, des gibbosités évidentes sont observées au niveau thoracique et lombaire. La rotation des vertèbres pourrait également occasionner une plus grande participation des muscles grand dorsal droit, trapèze moyen droit et trapèze inférieur droit.

Influence du sujet scoliotique #4 sur l'activité musculaire bilatérale par rapport aux sujets sains. Les muscles grand dorsal gauche et trapèze inférieur droit sont mieux sollicités par rapport aux côtés opposés lors des exercices réalisés par le quatrième individu scoliotique. Ce sujet possédant une courbure thoracique unique montre un degré de déviation de 15 degrés en plus d'une légère composante de rotation. Le pourcentage d'utilisation du grand dorsal qui s'avère plus élevé du côté gauche que le côté droit ne suit pas la tendance des sujets scoliotiques #1 et #3. Cependant, le trapèze inférieur réagit de la même manière que le troisième sujet scoliotique supportant ainsi l'idée d'un déséquilibre musculaire.

Influence des sujets scoliotiques #3 et #4 sur l'activité musculaire bilatérale par rapport aux sujets sains. En comparant ces deux sujets au groupe sain, le pourcentage d'utilisation du trapèze inférieur droit est plus élevé que celui de gauche. Une caractéristique intéressante est à remarquer à propos de ces sujets. Ces deux sujets scoliotiques s'entraînent en musculation de façon symétrique. L'entraînement symétrique aurait-il alors un impact en renforçant inégalement la musculature étant donné qu'il existe un déséquilibre musculaire? Cette idée est plausible sauf qu'il est important de prendre note que ces deux sujets possèdent aussi les plus grands degrés de déviation du groupe pathologique. Pour obtenir une différence significative des muscles bilatéraux, la sélection des sujets devrait donc se baser sur la grandeur de la courbure. De plus, aucun résultat significatif n'est obtenu avec le deuxième sujet scoliotique, et c'est celui-ci qui démontre le plus petit angle de Cobb au niveau thoracique (7 degrés).

Les caractéristiques individuelles des sujets scoliotiques apportent donc une certaine limitation à cette étude. Une approche systémique semble alors nécessaire pour évaluer un individu scoliotique. Dans certains cas, la déviation latérale semble produire un déséquilibre

musculaire. L'entraînement asymétrique pourrait s'avérer ainsi complémentaire aux autres moyens de traitement de la scoliose. Un renforcement spécifique de la musculature transverse et concave à la colonne vertébrale comme le trapèze moyen par exemple, pourrait avoir un impact sur l'amélioration de l'état d'une scoliose thoracique à condition qu'un déséquilibre musculaire soit présent. Pour bien isoler la musculature, le choix des exercices devient alors d'une importance capitale tout comme dans n'importe quelles pathologies.

Cependant, même s'il n'est pas évident que l'entraînement asymétrique peut diminuer les courbures d'une scoliose, un programme d'entraînement physique réalisé de manière symétrique peut offrir un support aux structures osseuses. Ce support pourrait peut-être empêcher l'accroissement éventuel des courbures vertébrales. Considérant les bienfaits de la pratique régulière d'activités physiques, on doit alors encourager les scoliotiques à poursuivre un programme d'exercices physiques. Cette constatation demeure véridique à condition toujours que le choix des exercices soit pertinent. Les exercices occasionnant une compression du rachis doivent être contre-indiqués étant donné qu'ils provoquent une accentuation des courbures vertébrales.

Enfin, en plus de mesurer un plus grand nombre de sujets scoliotiques avec de grands degrés de déviation vertébrale, une étude ultérieure devrait tenir compte de l'utilisation d'appareils spécifiques (type "Nautilus") pour chacun des exercices étudiés dans le but de produire des résultats standardisés en ayant un meilleur contrôle sur la distribution symétrique de la charge.

CHAPITRE V

Conclusion

Il s'avère important de discriminer la cause d'un problème de dos. L'hernie discale, l'entorse lombaire, l'hyperlordose lombaire, la scoliose, etc., démontrent des différences quant à leurs symptômes et à leurs particularités. Même si l'exercice apporte habituellement une aide complémentaire et parfois indispensable au traitement d'un problème de dos, il importe de bien analyser la pathologie mise en cause car certains mouvements peuvent être efficaces dans certains cas tandis que dans l'autre, ils deviennent néfastes. Donc, prescrire un programme de réhabilitation par le conditionnement physique ne peut être pris comme chose acquise et facilement réalisable. De plus, considérant qu'un problème demeure propre à chaque individu, on doit rester alerte aux variations individuelles. Le programme doit être ainsi adapté à chaque personne tout en tenant compte de la pathologie en présence.

Dans le but de produire des résultats bénéfiques à l'individu en période de réhabilitation, le choix des exercices s'avère d'une importance capitale. Une gradation dans le choix des mouvements doit caractériser la prescription d'exercices pour ne pas surcharger inutilement

la musculature déficiente. Ainsi, la progression doit être réalisée principalement au niveau des exercices au lieu de tenter indéniablement de respecter le principe de progressivité de la charge d'entraînement. En présence de charges imposantes, une compensation musculaire est observée car la musculature blessée ou atteinte est défavorisée au détriment des muscles en santé. L'usage d'appareils commercialisés semble également propice à un meilleur isolement de certains groupes musculaires avec une moins grande probabilité de compensation musculaire. Dans les prochains paragraphes, une progression au niveau des exercices de renforcement musculaire est donc suggérée à l'intention d'un programme de réhabilitation spécifique au dos et/ou à l'épaule. Même si ces exercices, qui ont fait l'objet de cette étude, sont effectués à l'aide d'un appareil à poulie, l'utilisation d'appareils commercialisés permet ordinairement une adaptation équivalente.

Comme l'ont démontré les résultats de la première étude, les trois catégories d'exercices de renforcement musculaire avec leurs différentes variantes permettent d'élaborer une progression basée sur le niveau de participation de la musculature dorsale. En phase d'initiation d'un programme de réhabilitation, une prise étroite devrait être utilisée pour l'exécution de l'exercice

de traction des bras à la poulie. La prise large occasionne une plus grande participation du muscle grand dorsal qu'une prise plus rapprochée. Dans les premiers temps, l'exercice devrait aussi être effectué en approchant la barre devant le visage étant donné que le muscle trapèze inférieur paraît plus sollicité lorsque la barre est tirée derrière la tête qu'en direction du menton. Ce dernier fait s'avère également véridique pour le trapèze moyen en utilisant une prise large.

L'exercice de rameur assis suscite une participation distincte de la musculature dorsale en variant la direction vers laquelle la barre est acheminée et la largeur de la prise. Une prise étroite devrait être employée à l'origine, car les trapèzes moyen et inférieur sont moins actifs en réalisant l'exercice avec une telle prise qu'avec une prise large. Varier la hauteur affecte plutôt la contribution du grand dorsal et du trapèze inférieur. En effet, le trapèze inférieur est mieux stimulé en acheminant la barre vers la poitrine tandis que le grand dorsal entre en jeu surtout lorsque la barre est dirigée vers les abdominaux. Cette constatation s'avère intéressante considérant que le renforcement de la musculature stabilisatrice de la scapula est souvent négligé, et que cette négligence contribue à certaines blessures à l'épaule. Il importe donc de

respecter l'équilibre musculaire en entraînant par les exercices appropriés autant la musculature stabilisatrice de la scapula que le muscle grand dorsal. Finalement, à part la prise étroite qui favorise mieux le trapèze moyen que la prise large, les différentes variantes de l'exercice de traction avec avant-bras en extension ne démontrent pas tellement de résultats significatifs.

Une progression dans le choix des exercices a donc été démontrée de manière générale pour une personne en période de réhabilitation. Toutefois, lorsqu'un individu révèle des caractéristiques comme une asymétrie de la ceinture scapulaire (épaules de hauteur différente), une gibbosité, une asymétrie du bassin, l'éventualité d'une scoliose semble évidente. En présence de tels signes, la radiographie doit être de mise pour diagnostiquer adéquatement le problème. La localisation anatomique de la scoliose et le degré de déviation mesuré par la méthode de Cobb demeurent spécifiques à chaque individu. Un programme de renforcement musculaire doit donc tenir compte de ces spécificités comme dans n'importe quelles pathologies.

L'entraînement d'un sujet scoliotique doit alors débuter par des charges légères considérant l'observation possible d'un déséquilibre musculaire constatée par les

résultats de la deuxième étude. La tendance laisse croire que plus le degré de déviation de la courbure thoracique est prononcée, plus un déséquilibre musculaire semble être présent. L'utilisation de lourdes charges peuvent alors favoriser les muscles les plus forts engendrant par le fait même un cercle vicieux. De plus, pour les déviations vertébrales telles que la scoliose, l'hyperlordose et l'hypercyphose, les exercices occasionnant une compression de la colonne vertébrale comme la flexion des jambes avec barre sur les épaules ("squat") et le développé militaire assis ("military press") doivent être contre-indiqués. Ces exercices accentuent les courbures de la colonne vertébrale. L'entraînement symétrique par des exercices appropriés utilisant des charges légères contribue généralement au bien-être de l'individu scoliotique.

Le renforcement musculaire asymétrique pourrait peut-être occasionner ultérieurement une conséquence bénéfique en apportant une correction à la déviation de la colonne vertébrale. Toutefois, même si cette supposition n'est pas évidente, il importe de considérer les spécificités de chaque sujet scoliotique. Dans la deuxième étude, les muscles agissant dans l'axe transverse de la colonne vertébrale du côté de la convexité s'avèrent plus utilisés que ceux du côté concave pour ce qui est du sujet qui

démontrait la plus grande déviation latérale du rachis. L'entraînement de ces muscles "sous-utilisés" pourrait alors avoir un effet bénéfique en rétablissant l'équilibre musculaire. L'entraînement asymétrique, sous réserve d'une méthodologie précise en réalisant les exercices appropriés selon la localisation anatomique de la courbure et selon les muscles déficitaires analysés par l'électromyographie, pourrait peut-être corriger la scoliose en ré-équilibrant la musculature. Un choix judicieux des exercices s'avère capital pour un sujet scoliotique présentant un déséquilibre musculaire. Toutefois, un programme d'exercices symétriques apparaît plus sécuritaire. L'entraînement demeure un moyen complémentaire aux autres types de traitement de la scoliose telle que la traction vertébrale entre autres qui favorise une élongation de la colonne vertébrale. En présence de blessures à l'épaule ou d'une pathologie au niveau du dos, le choix des exercices demeure donc une composante critique en réhabilitation. Dans une recherche future, il serait intéressant d'observer les conséquences d'un programme d'entraînement asymétrique et même symétrique adapté à des sujets scoliotiques au niveau de la configuration de la colonne vertébrale confirmée par la radiographie.

RÉFÉRENCES

Becker, T.J. (1986). Scoliosis in swimmers. Clinics in Sports Medicine, 5(1), 149-158.

Cailliet, R. (1978). Les scolioses. New York: Masson.

Cassella, M.C. et Hall, J.E. (1991). Current treatment approaches in the nonoperative and operative management of adolescent idiopathic scoliosis. Physical Therapy, 71(12), 897-909.

D'Amours, Y. (1988). Activité physique, santé et maladie. Montréal: Québec/Amérique.

Delagi, E.F. et Perotto, A. (1980). Anatomic guide for the electromyographer (2^e éd.). Springfield, Illinois: Charles C. Thomas.

Dupuis, M. et Leclaire, R. (1986). Pathologie médicale de l'appareil locomoteur. St-Hyacinthe: Edisem.

Emmert, W. et Basiel, S. (1990). The low pulley machine. National Strength & Conditioning Association Journal, 12(6), 22-25.

Fisher, D.A., Rapp, G.F. et Emkes, M. (1987). Idiopathic scoliosis: transcutaneous muscle stimulation versus the Milwaukee brace. Spine, 12(10), 987-991.

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

Hammer, W.I. (1991). Functional soft tissue examination and treatment by manual methods: the extremities. Maryland: Aspent publication.

Herbert, M.A. et Bobechko, W.P. (1989). Scoliosis treatment in children using a programmable, totally implantable muscle stimulator (ESI). IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 36(7), 801-802.

Kahanovitz, N. et Weiser, S. (1986). Lateral electrical surface stimulation (LESS) compliance in adolescent female scoliosis patients. Spine, 11(7), 753-755.

Kapandji, I.A. (1980). Physiologie articulaire. Tome 1: membre supérieur (5^e éd.). Paris: Maloine.

Keim, H.A. (1978). Scoliosis. Clinical symposia, 30(1).

Kuprian, W. (1982). Physical Therapy for Sports.

Philadelphie: W.B. Saunders.

Magee, D.J. (1988). L'évaluation clinique en orthopédie.

St-Hyacinthe: Edisem.

Mahlamäki, S., Soimakallio, S. et Michelsson, J.-E. (1988).

Radiological findings in the lumbar spine of 39 young cross-country skiers with low back pain. International Journal of Sports Medicine, 9(3), 196-197.

McCollough, N.C. (1986). Nonoperative treatment of idiopathic scoliosis using surface electrical stimulation. Spine, 11(8), 802-804.

Moseley, J.B., Jr., Jobe, F.W., Pink, M., Perry, J. et Tibone, J. (1992). EMG analysis of the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program. The American Journal of Sports Medicine, 20(2), 128-134.

Mubarak, S.J. et Wyatt, M.P. (1986). Brachial plexus palsy resulting from the use of surface electrical stimulation in the treatment of idiopathic scoliosis. Spine, 11(10), 1053-1055.

O'Donnell, C.S., Bunnell, W.P., Betz, R.R., Bowen, J.R. et Tipping, C.R. (1988). Electrical stimulation in the treatment of idiopathic scoliosis. Clinical Orthopaedics and Related Research, 229, 107-113.

Oldfield, N.J. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. Neuropsychologica, 9, 97-113.

Pearl, B. et Moran, G.T. (1986). Getting Stronger: Weight training for men and women. Bolinas, CA: Shelter Publications.

Poitout, D.G. et Argenson, C. (1987). Biomécanique orthopédique. Paris: Masson.

Poitras, B. (1987, Mars). La scoliose: contre-indication à l'exercice?. L'actualité médicale, pp.33-35.

Priest, J.D. (1988). The shoulder of the tennis player.

Clinics in Sports Medicine, 7(2), 387-402.

Ricci, B., Figura, F., Felici, F. et Marchetti, M. (1988).

Comparaison of male and female functional capacity in pull-ups. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, 28(2), 168-175.

Roederer, C. et Ledent, R. (1951). La pratique des déviations vertébrales: scoliose, cyphose, lordose.

Paris: G. Doin.

Schultz, A.B. (1991). The use of mathematical models for studies of scoliosis biomechanics. Spine, 16(10), 1211-1216.

Townsend, H., Jobe, F.W., Pink, M. et Perry, J. (1991).

Electromyographic analysis of the glenohumeral muscles during a baseball rehabilitation program. The American Journal of Sports Medicine, 19(3), 264-272.

Vandervael, F. (1966). Analyse des mouvements du corps humain (5^e éd.). Paris: Maloine.

Weiker, G.G. (1989). Evaluation and treatment of common spine and trunk problems. Clinics in Sports Medicine, 8(3), 399-417.

Westcott, W.L. (1982). Strength fitness: physiological principles and training techniques. Boston: Allyn and Bacon.

Winter, R.B., Lonstein, J.E. et Denis, F. (1988). Pain patterns in adult scoliosis. Orthopedic Clinics of North America, 19(2), 339-345.

Yochum, T.R. et Rowe, L.J. (1987). Scoliosis. In L.J. Rowe et T.R. Yochum (Éds.), Essentials of skeletal radiology (Vol. 1, pp 225-242). Baltimore: Williams & Wilkins.

ANNEXE A

Fiche d'évaluation des sujets

FICHE D'ÉVALUATION

RENSEIGNEMENTS PERSONNELS:

No. de sujet: _____ Date d'évaluation: _____
 Nom: _____ Téléphone: () _____ - _____
 Âge: _____ ans Sexe: F M
 Poids: _____ Livres _____ Kilogrammes
 Taille: _____ Pieds _____ Mètres

TEST DE LATÉRALITÉ D'EDINBOURG: _____

PRATIQUE RÉGULIÈRE DE SPORTS:

	<i>Fréquence (par sem.)</i>	<i>Nb heures (par sem.)</i>	<i>Main dominante (G/D)</i>
Athlétisme (lancer du poids, javelot, saut à la perche):	_____	_____	_____
Badminton:	_____	_____	_____
Baseball (lanceur):	_____	_____	_____
Baseball (autre position):	_____	_____	_____
Balle donnée, balle molle (lanceur):	_____	_____	_____
Balle donnée, balle molle (autre):	_____	_____	_____
Boxe:	_____	_____	_____
Canot:	_____	_____	_____
Curling:	_____	_____	_____
Entraînement (musculaire):	_____	_____	_____
Entraînement (flexibilité):	_____	_____	_____
Escrime:	_____	_____	_____
Fastball (lanceur):	_____	_____	_____
Fastball (autre position):	_____	_____	_____
Football (quart-arrière):	_____	_____	_____
Golf:	_____	_____	_____
Judo:	_____	_____	_____
Kayak:	_____	_____	_____
Natation (crawl, dos):	_____	_____	_____
Quilles:	_____	_____	_____
Racquetball:	_____	_____	_____
Squash:	_____	_____	_____
Tennis:	_____	_____	_____
Tennis de table (Ping-Pong):	_____	_____	_____
Tir à l'arc:	_____	_____	_____
Tir au fusil, pistolet, carabine:	_____	_____	_____
Avez-vous déjà pratiqué un sport de façon régulière dans le passé? Lesquels? _____ Pendant combien de temps? _____	_____	_____	_____

ÉVALUATION GÉNÉRALE:

Pieds: . Alignement normal . Pied légèrement en pronation: . Pied nettement en pronation: . Pied légèrement en supination: . Pied nettement en supination: droit gauche droit gauche droit gauche droit gauche

Genou: . Alignement normal (creux . Genou légèrement plus haut: poplités) . Genou nettement plus haut: droit gauche droit gauche

Crêtes iliaques: . Alignement normal . Hanche légèrement plus haute: . Hanche nettement plus haute droite gauche droite gauche

Hauteur des épaules:

. Alignement normal . Épaule légèrement plus haute: (mm approx.: ____) droite gauche . Épaule nettement plus haute: (mm approx.: ____) droite gauche

Tête: . Alignement normal . Tête légèrement tournée ou inclinée: . Tête nettement tournée ou inclinée: droite gauche droite gauche

Gibbosité: . Aucune . Thoracique: (mm approx.: ____) droite gauche . Thoraco-lombaire: (mm approx.: ____) droite gauche . Lombaire: (mm approx.: ____) droite gauche

Flexion latérale: . Gauche: normale anormale au niveau de: _____. Droite: normale anormale au niveau de: _____. _____

Fil à plomb: . Normal . Décalage du pli interfessier: mm: _____. droit gauche

Colonne vertébrale: . Rachis droit . Légère courbure latérale: à quel niveau: _____. . Courbure latérale marquée: à quel niveau: _____. droit gauche droit gauche droit gauche

AUTRES RENSEIGNEMENTS:

- La famille a-t-elle une histoire de lombalgie ou autres problèmes spécifiques au dos?

- Le sujet a-t-il antérieurement souffert de maux de dos ou subi des opérations ou des traumatismes?

- Est-ce qu'il y a eu des traitements antérieurs? Lesquels?

- Le sujet a-t-il présentement des maux de dos?

- Le sujet montre-t-il des symptômes neurologiques (picotements, engourdissements, etc.)?

- Description de la douleur du sujet:
 - . type: _____
 - . intensité: _____
 - . durée: _____
- Quelles sont les positions ou les activités qui accroissent la douleur ou l'inconfort?

- Quelles sont les positions ou activités qui diminuent la douleur ou l'inconfort?

- Le sujet possède-t-il des documents radiologiques antérieurs du rachis?

NOM DU SUJET: _____

Indiquer quelle main vous préférez utiliser pour chacune des activités suivantes, en plaçant un + dans la colonne appropriée. Si la préférence est si forte que vous ne pourriez utiliser l'autre main qu'en y étant forcé, inscrire ++. Si par contre vous utilisez l'une ou l'autre main indifféremment, placer + dans les 2 colonnes.

Quelques activités demandent d'utiliser les deux mains; dans ces cas, la préférence a rapport à l'objet indiqué dans la parenthèse.

Répondre à chaque question.

Activité ou objet manipulé		GAUCHE	DROITE
1	Écrire		
2	Dessiner		
3	Lancer une balle		
4	Couper avec ciseaux		
5	Se brosser les dents		
6	Couper au couteau (sans fourchette)		
7	Utiliser une cuillère		
8	Balayer (main d'en haut)		
9	Frotter une allumette (allumette)		
10	Ouvrir une boîte (couvercle)		

IL	
----	--