

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

GAIL LECLERC

LA POSTURE ET LE BILAN MUSCULAIRE DE JOUEURS DE HOCKEY DE
NIVEAU MIDGET; EFFET D'UN PROGRAMME D'EXERCICES

DÉCEMBRE 2005

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.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ	i
AVANT PROPOS	v
LISTE DES TABLEAUX.....	vi
LISTE DES FIGURES.....	ix
CHAPITRES	
I. INTRODUCTION ET REVUE DE LITTÉRATURE.....	1
Posture	2
Posture et sport.....	4
Bilan musculaire.....	10
Bilan musculaire et sport.....	11
Membre supérieur	12
Membre inférieur et bassin	16
Le hockey professionnel, la posture et les blessures.....	18
Le hockey et les jeunes en croissance	21
Problématique.....	24
Objectif...	24
II. MÉTHODOLOGIE	26
Sujets	26
Procédure expérimentale	27
Mesures.....	27

Procédures.....	33
Analyses statistiques	34
III. RÉSULTATS.....	35
Analyse posturale et musculaire	36
Analyse statistique.....	36
Appréciation générale des sujets	42
Analyse de trois cas.....	47
Sujet 1	48
Sujet 2.....	51
Plan frontal postérieur.....	53
Plan frontal antérieur	54
Sujet 3.....	56
Centre de masse et tapis de pression ; comparaison des groupes expérimental et contrôle.....	58
Analyse du centre de masse des trois cas.....	61
Sujet 1.....	61
Sujet 2.....	62
Sujet 3.....	64
Analyse descriptive des sujets par rapport au côté dominant lors du port du bâton	65
Profil postural d'un joueur droitier	70
Profil postural d'un joueur gaucher	71

Centre de masse et tapis de pression : joueur droitier versus joueur gaucher	72
Bilan musculaire.....	75
IV. DISCUSSION.....	76
Le membre inférieur et le bassin	79
Les épaules, le bassin et le tronc	82
Analyse de cas.....	86
Sujet 1.....	86
Sujet 2.....	87
Sujet 3.....	92
Analyse des sujets selon leur côté dominant lors du port du bâton	93
V. CONCLUSION.....	98
RÉFÉRENCES	100

RESUMÉ

Le travail physique influence directement le développement musculaire. Il est proposé que la spécificité de nos activités physiques influencent notre attitude posturale et créent des adaptations musculaires. Dans un sport comme le hockey sur glace, où les athlètes commencent à s'entraîner dès leur tout jeune âge, le développement musculaire se fait en même temps que leur croissance. Un joueur de hockey n'atteindra le niveau maximal de ses habiletés techniques et de ses capacités physiques et motrices que lorsque sa croissance sera terminée, par contre, de nombreuses années d'entraînement seront déjà complétées. Il a été démontré que les muscles qui sont plus sollicités se développent davantage et des changements posturaux sont directement reliés à ces spécialisations musculaires. Toute modification posturale reliée à un développement musculaire spécifique aura des répercussions sur la mécanique des gestes sportifs et sur le potentiel d'apparition de blessures. Aussi, la latéralité associée au port du bâton au hockey a également un effet sur le développement physique et la répartition de la pression sous les pieds. Aucune étude n'a été recensée sur la posture en lien avec le développement musculaire des joueurs de hockey, et ce autant au niveau professionnel que pour les jeunes athlètes en développement.

Le premier objectif de cette étude est d'établir le profil postural, le bilan musculaire et la répartition du poids sous les pieds de joueurs de hockey de niveau élite, âgés de 15 à 17 ans et de quantifier l'effet d'un programme d'exercices de renforcement

et d'étirements musculaires afin d'améliorer la posture de ceux-ci et d'éliminer le plus grand nombre d'anomalies posturales. Le second objectif de cette étude est d'établir une comparaison descriptive entre les joueurs droitiers et les joueurs gauchers. Les équipes midget espoir et midget AAA sont constituées de joueurs âgés de 15-17 ans qui pratiquent le hockey sur glace depuis de nombreuses années.

Une évaluation de la posture et un bilan musculaire sont tout d'abord effectués. Le groupe de 32 sujets est divisé en deux groupes de 16 sujets répartis de façon aléatoire. Suite à cette évaluation initiale, le groupe expérimental est soumis à un programme d'exercices de renforcement et d'étirement musculaire pour une période de dix semaines. Les exercices doivent être effectués de façon quotidienne. Par la suite, une seconde évaluation est effectuée auprès de l'ensemble des sujets des deux groupes afin de déterminer les effets du programme d'exercices.

En ce qui concerne les résultats, quelques données se sont avérées significatives alors que d'autres démontrent certaines tendances intéressantes qui méritent notre attention. Tout d'abord, on a pu noter une amélioration significative pour le groupe expérimental au niveau de l'alignement latéral des genoux dans les plans frontal antérieur et postérieur. Aussi, l'angle entre le bassin et les épaules a démontré une amélioration significative, et ce autant pour le groupe expérimental que pour le groupe contrôle. En ce qui concerne la répartition du poids sous les pieds aucune donnée n'est significative. Par contre, on remarque des tendances intéressantes lorsqu'on compare les joueurs

gauchers et les joueurs droitiers. Finalement, le bilan musculaire n'a pas donné de résultats significatifs.

On a pu constater que certaines données présentaient des tendances particulières chez l'ensemble des sujets à l'étude. En effet, l'influence de la latéralité s'est manifesté au niveau de la posture dans le plan frontal. On a pu noter que les différents segments sont orientés vers le côté dominant pour une grande partie des sujets. Aussi, au niveau de la répartition de la pression sous les pieds, on remarque une grande influence du côté dominant.

Les études sur la posture des sportifs sont peu nombreuses et il serait intéressant de pouvoir établir des profils posturaux et musculaires des athlètes pour un sport donné. Lors de la présente étude, on a pu constater l'influence du hockey sur glace autant au niveau postural qu'au niveau de la répartition du poids sous les pieds. Aussi, la latéralité a un effet intéressant sur la posture des jeunes joueurs. Ces pistes sont appréciables et pourraient être davantage étudiées.

Au hockey sur glace, les études sont davantage orientées vers les blessures et les joueurs professionnels. Par contre, les cohortes de joueurs plus jeunes représentent un bassin de données aussi importantes que celles recueillies auprès des joueurs professionnels. Il serait intéressant de pouvoir connaître les différentes étapes du développement physique

d'un joueur de hockey afin de pouvoir améliorer les performances de celui-ci ou de diminuer le nombre de blessures chez cette population.

AVANT PROPOS

J'ai travaillé dans le sport toute ma vie. Je suis athlète et entraîneure en haltérophilie depuis maintenant 15 ans et je m'occupe également de l'entraînement hors-glace au hockey depuis les cinq dernières années. L'idée de cette recherche m'est venue des jeunes athlètes que je côtoie. Les jeunes joueurs de hockey que je vois toutes les semaines se plaignaient souvent des mêmes blessures et il était évident que leur posture était différente de celle des jeunes athlètes que je côtoie en haltérophilie. C'est ainsi que j'ai décidé d'entreprendre cette recherche avec l'idée d'améliorer leur posture dans le but, un peu inavoué, de diminuer les blessures reliées à leur sport.

Je tiens à remercier ma famille qui est pour moi d'un soutien inconditionnel depuis toujours, mon conjoint Éric Morin pour son appui, sa compréhension et sa patience au cours de la rédaction de ce mémoire et mon directeur, Martin C. Normand, D.C. Ph.D, qui comprend très bien la réalité des étudiants-athlètes. Je ne peux passer sous silence l'implication et le soutien des entraîneurs des équipes de hockey, il s'agit de : André Tourigny (Huskies, Rouyn-Noranda), Gilles Bouchard (Estacades Midget AAA), Dany Dupont (Huskies, Rouyn-Noranda) et Dominic Ricard (Voltigeurs, Drummondville).

Dans l'espoir que cette recherche en inspirera d'autres qui pourront contribuer à diminuer le nombre de blessures sportives chez nos jeunes hockeyeurs.

LISTE DES TABLEAUX

	Page
1. Caractéristiques (moyenne) des sujets à l'étude selon leur appartenance à l'équipe midget Espoir et midget AAA.....	27
2. Données recueillies par le logiciel Biotonix en terme de translation et de rotation des segments par rapport aux axes de référence X, Y, Z pour la tête, le thorax et le bassin.....	31
3. Caractéristiques des sujets des groupes expérimental et contrôle et perte expérimentale.....	35
4. Comparaison entre le pré-test et le post-test de l'angle entre les épaules et le bassin établit par Biotonix pour le groupe expérimental (15 sujets).....	40
5. Comparaison entre le pré-test et le post-test de l'angle entre les épaules et le bassin établit par Biotonix pour le groupe contrôle (11 sujets).....	41
6. Angles des marqueurs (en degré) dans le plan sagittal pour le groupe expérimental. Comparaison entre le pré –test et le post –test.....	43
7. Angles des marqueurs (en degré) dans le plan sagittal pour le groupe contrôle. Comparaison entre le pré –test et le post –test.....	45
8. Angles des marqueurs (en degré) pour les segments tête –épaule et pour le bassin, dans le plan sagittal pour tous les sujets. Comparaison entre le pré –test et le post –test.....	46
9. Angles (en degré) dans le plan sagittal pour le cas no.1 pour les données du pré –test et celles du post –test.....	50

10.	Angles (en degré) des marqueurs dans le plan sagittal pour le cas no.2 pour les données du pré –test et celles du post –test.....	52
11.	Distances (en cm) des segments par rapport à la verticale dans le plan sagittal entre le pré –test et le post –test.....	53
12.	Angles (en degré) des marqueurs dans le plan frontal antérieur pour le cas no.2 pour le pré –test et le post –test.....	55
13.	Distances (en cm) des marqueurs dans le plan frontal antérieur pour le cas no.2 pour le pré –test et le post –test.....	56
14.	Quantité de déplacement latéral et antéro-postérieur (en cm) du centre de masse des sujets par rapport au positionnement du centre de masse idéal pour le groupe expérimental. Comparaison entre le pré –test et le post –test.....	60
15.	Angles des épaules (en degré) dans le plan frontal postérieur pour les joueurs droitier et les joueurs gauchers. Différences entre le pré –test et le post –test.....	66
16.	Distances (en cm) des marqueurs par rapport à la verticale dans le plan frontal postérieur pour les gauchers et les droitiers. Différences entre le pré-test et le post –test.....	68
17.	Angles (en degré) des épaules dans le plan frontal antérieur pour les joueurs droitiers et les joueurs gauchers. Différences entre le pré –test et le post –test.....	69

18.	Distances (en cm) des segments dans le plan frontal antérieur pour les joueurs droitiers et les joueurs gauchers. Différences entre le pré –test et le post –test.....	70
19.	Déplacement latéral (en cm) du centre de masse des sujets gauchers. Comparaison entre le pré –test et le post –test.....	73
20.	Direction du déplacement latéral du centre de masse des sujets droitiers. Comparaison entre le pré-test et le post-test.....	74
21.	Valeurs de Z du test statistique binomial exact de la différence entre deux proportions pour le bilan musculaire.	75

LISTE DES FIGURES

	Page
1. Position de base pour un joueur gaucher.....	22
2. Position des marqueurs dans le plan sagittal pour l'analyse posturale de Biotonix.....	28
3. Position des marqueurs dans le plan frontal antérieur pour l'analyse posturale de Biotonix.....	29
4. Position des marqueurs dans le plan frontal postérieur pour l'analyse posturale de Biotonix.....	30
5. Image de la pression exercée sous les pieds mesuré par le tapis de pression Matscan.....	32
6. Comparaison entre le pré –test et le post –test de la distance des genoux par rapport à la verticale dans le plan frontal antérieur (sujet no.10).....	37
7. Comparaison entre le pré –test et le post –test de la distance des genoux par rapport à la verticale dans le plan frontal postérieur (sujet no.10).....	38
8. Comparaison entre le pré –test et le post –test de l'angle entre les épaules et le bassin dans le plan sagittal (sujet no.7).....	39
9. Posture dans le plan sagittal, frontal postérieur et frontal antérieur du cas no.1 lors du pré –test (sujet no.2).....	49
10. Posture dans le plan sagittal, frontal postérieur et frontal antérieur du cas no.1 lors du post –test(sujet no.2).....	49

11.	Posture dans le plan sagittal du cas no.2. Différence entre le pré –test et le post –test (sujet no.31).....	51
12.	Posture dans le plan frontal antérieur pour le cas no.2. Différence entre le pré –test et le post –test (sujet no.31).....	54
13.	Posture dans le plan sagittal, frontal postérieur et frontal antérieur pour le cas no.3 lors du pré –test (sujet no.14).....	57
14.	Posture dans le plan sagittal, frontal postérieur et frontal antérieur pour le cas no.3 lors du post –test (sujet no.14).....	58
15.	Position du centre de masse du cas no.1 par le logiciel Biotonix. Comparaison entre le pré –test et le post –test.....	62
16.	Position du centre de masse du cas no.2 par le logiciel Biotonix. Comparaison entre le pré –test et le post –test.....	63
17.	Position du centre de masse du cas no.3 par le logiciel Biotonix. Comparaison entre le pré –test et le post –test.....	64
18.	Position de base pour un joueur droitier.....	65
19.	Posture d'un joueur droitier dans le plan frontal postérieur et frontal antérieur.....	71
20.	Posture d'un joueur gaucher dans le plan frontal postérieur et frontal antérieur.....	72

CHAPITRE I

INTRODUCTION ET REVUE DE LITTÉRATURE

De façon générale, la pratique d'une activité physique ou d'un sport amène le corps à se développer en fonction du travail qui lui est demandé. Il est connu que la pratique intense d'un sport amène le corps et plus spécifiquement les muscles à se développer différemment en ce qui concerne la force, la puissance, la flexibilité et la synergie des muscles entre eux. En effet, les muscles sollicités de façon plus importante, se développent davantage et provoquent des changements posturaux reliés à ces spécificités musculaires (Watson, 1995). Parmi les spécialisations musculaires les plus évidentes et les plus répandues, on compte les hockeyeurs, les joueurs de base-ball, les golfeurs, les joueurs de tennis, les nageurs. En fait, les sports, demandant un effort unilatéral fréquent, provoquent des modifications posturales et musculaires qui peuvent être aussi à l'origine de nombreuses blessures. De plus, chez les jeunes athlètes, le niveau de spécialisation hâtif des gestes sportifs amène un développement spécifique du corps humain et ce, en période de croissance. Ainsi, la posture de ces jeunes athlètes s'en trouve modifiée dès un très jeune âge (Wojtys, Ashton-Miller, Huston, Moga, 2000).

Posture

Les jeunes athlètes constituant le bassin sportif de l'élite du futur pratiquent de façon spécifique leur sport depuis leur tout jeune âge. Le sport passe habituellement d'un profil récréatif lors des premières années à un profil compétitif pour ceux et celles qui désirent performer à des niveaux plus élevés. Les jeunes athlètes qui atteignent de hauts niveaux de compétition dès leur tout jeune âge ont dû s'adonner à un entraînement rigoureux avec des volumes et des intensités élevés. Cette spécialisation hâtive du geste sportif chez des athlètes encore en phase de croissance et de développement physique augmente le risque de développer des hyperlordoses ou des hypercyphoses causées par des débalancements musculaires propres à la pratique d'un sport (Wojtys et al., 2000). L'hyperlordose lombaire chez le jeune athlète est causée principalement par le surentraînement des muscles fléchisseurs de la hanche, c'est-à-dire, le droit antérieur de la cuisse et le psoas iliaque. Pour ce qui est du droit antérieur de la cuisse, il entraîne une flexion antérieure du bassin autour de l'articulation coxo-fémorale. De façon opposée, la diminution de la lordose est attribuée à l'action des ischio-jambiers, et des abdominaux qui provoquent une rétroversion et une extension du bassin. Les psoas iliaques ont une grande influence sur la région lombaire. Lorsqu'ils sont trop forts, ils augmentent la lordose et provoquent une antéversion de la hanche. Les muscles abdominaux jouent aussi un rôle important en ce qui concerne la lordose lombaire. Une augmentation de la lordose lombaire entraîne un relâchement des abdominaux. Les

muscles abdominaux doivent compenser l'antéversion du bassin provoquée par le psoas iliaque.

Pour ce qui est des hypercyphoses au niveau thoracique, les muscles principalement en cause sont : les intercostaux moyens, le petit et le grand pectoral, le grand droit de l'abdomen, les scalènes et les sterno-cléido-mastoïdiens. Aussi, lorsque les rotateurs internes de l'épaule sont très développés, ils provoquent une antériorité des épaules, ce qui a pour effet de modifier la mécanique de la cage thoracique et d'antérioriser le tronc. Les muscles responsables de la rotation interne de l'épaule sont : le deltoïde antérieur, le grand pectoral, le sous-scapulaire, le grand dorsal et le grand rond.

Il a été démontré que les jeunes athlètes présentent des courbes plus importantes au niveau thoracique et lombaire comparativement aux non-sportifs du même âge (Wojtys et al., 2000). Par contre, il a également été découvert que l'inactivité physique en période de croissance est associée avec des courbes thoracique et lombaire plus faibles que la moyenne. D'un autre point de vue, lorsque le travail musculaire du jeune sportif demande un grand nombre de rétroversions du bassin ou une très grande sollicitation de la chaîne musculaire postérieure, il est également possible de remarquer des courbes lombaires très faibles (Tanchev, Dzherov, Parushev, Dikov, Todorov, 2000).

Le jeune athlète en croissance, tout comme l’athlète adulte, demande à son corps des efforts physiques exigeants et spécifiques. L’entraînement, dans un sport donné, amènera le corps et les muscles à se développer selon les demandes spécifiques du sport. Le développement musculaire est intimement lié au développement postural. Toute demande physique asymétrique contribuera au développement plus ou moins important de certains muscles et affectera la mécanique des différentes articulations. L’inactivité physique a également un effet sur le développement du corps humain. Un niveau d’entraînement élevé est associé à des courbes vertébrales plus importantes alors que l’inactivité ou un type particulier d’entraînement provoque l’effet inverse (Wojtys et al., 2000, Tanchev et al., 2000). La posture de façon générale est grandement influencée par nos activités physiques et les jeunes athlètes en phase de développement physique ne semblent pas s’y soustraire.

Posture et sport

Chez plusieurs jeunes athlètes, les anomalies posturales de la colonne vertébrale semblent reliées à la pratique sportive. On observe un nombre important de déviations latérales de la colonne, consécutives à la pratique de la gymnastique rythmique (Tanchev et al., 2000). Ce sport demande une souplesse excessive afin d’exécuter les mouvements artistiques à l’aide des différents appareils (quilles, ruban, ballon, cerceaux). On remarque que les déviations latérales de la colonne vertébrale reliées à la pratique de la gymnastique rythmique sont présentes chez les jeunes athlètes qui

pratiquent ce sport depuis 5 à 10 ans. L'ampleur de la déviation notée par radiographie est de 10° et son incidence est de 12% (Tanchev et al., 2000). En comparant ces données avec celles de l'incidence de déviation latérale de la colonne vertébrale auprès des jeunes filles non-sportives (1,1%), on peut facilement croire à l'influence de la pratique de la gymnastique rythmique (Tanchev et al., 2000).

Il a été remarqué que toutes les gymnastes présentent une posture avec le dos plat (Tanchev et al., 2000). On note également une tendance à présenter des hypocyphoses et des hypolordoses. Ce sport demande un grand nombre de gestes spécifiques qui peuvent entraîner l'apparition de déviations latérales de la colonne vertébrale chez ces jeunes athlètes. En effet, on peut constater que dans 75% du temps de pratique, les gymnastes manient les appareils avec leur main dominante afin d'en avoir un meilleur contrôle (Tanchev et al., 2000). Aussi, lors des sauts, les gymnastes utilisent majoritairement la jambe droite pour se propulser en adoptant une posture avec le dos en hyperlordose et le bassin en flexion. Ces gestes engendrent des charges asymétriques répétées sur la colonne vertébrale et le bassin. Il est également intéressant de constater que 99% des gymnastes à l'étude étaient droitières et les courbes scoliotiques remarquées se présentent au niveau lombaire avec une convexité à gauche chez une majorité d'entre-elles (67%) (Tanchev et al., 2000). Les courbes vertébrales trop faibles au niveau thoracique et lombaire peuvent jouer un rôle important dans l'apparition de déviations latérales de la colonne vertébrale (Dickson, Lawton, Archer (1984), Leatherman et Dickson, 1988).

En ce qui concerne la gymnastique artistique, on remarque des données fort différentes. En gymnastique artistique, les mouvements sont majoritairement symétriques et demandent l'implication constante des deux côtés du corps. Les jeunes athlètes pratiquant la gymnastique artistique ne sont pourtant pas à l'abri de douleurs ou blessures reliées à leur sport. Quoique le sport demande un travail symétrique, on remarque que la flexibilité de l'articulation de la hanche est significativement plus importante pour la jambe dominante (Öhlén, Wredmark, Spangfort 1988). Les jeunes gymnastes souffrant de douleurs lombaires présentent des courbes thoraciques et lombaires plus importantes que la moyenne des jeunes filles de leur âge (Öhlén et al., 1988). En effet, les jeunes athlètes qui souffrent de douleurs lombaires présentent des courbes lombaires moyennes significativement plus importantes comparativement à leurs consœurs qui n'ont aucune douleur lombaire (Öhlén et al., 1988, et Li Tsai et Wredmark, 1993). L'hypermobilité au niveau lombaire semble être un facteur prédisposant de douleur à ce niveau.

Les douleurs lombaires sont également très présentes auprès des nageurs. Elles sont remarquées chez 50% des nageurs de style papillon et chez 47% des nageurs de brasse (Nyska, Constantini, Calé-Benzoor, Back, Zhan, Mann, 2000). Une raideur au niveau des ischio-jambiers, une diminution de la mobilité au niveau lombaire, une posture inhabituelle ou une démarche anormale sont les symptômes les plus souvent rencontrés et semblent être des facteurs prédisposants (Nyska et al., 2000).

La posture, autant statique que dynamique peut donc être influencée par le sport pratiqué. Au niveau de la démarche, on ne remarque pas de différence majeure en ce qui concerne le patron de marche général. Par contre, on remarque que chez les athlètes pratiquant des sports unilatéraux (basket-ball, soccer), le temps de double support lors de la propulsion avec le pied droit est plus long que pour la propulsion avec le pied gauche (Leroy, Polin, Tourny-Cholet, Weber, 2000). Il a été constaté que les athlètes présentant cette particularité sont droitiers. Lorsqu'ils doivent effectuer un lancer, un dribble, un saut en longueur ou en hauteur, ils utilisent le pied gauche pour faire leur impulsion. On remarque également chez ces athlètes que l'anticipation des ajustements posturaux lors de l'exécution d'un mouvement se produit avant le début du mouvement. Ces ajustements posturaux anticipés dépendent des mouvements qui sont planifiés, de la posture et des tâches auxquelles ils sont confrontés (Leroy et al., 2000). Les actions demandées par des sports comme le basket-ball et le soccer provoquent un développement musculaire particulier. Il a également été démontré que la jambe dominante (souvent la jambe droite) est plus forte que la jambe gauche (Leroy et al., 2000).

Le sport influence la posture de plusieurs façons et à plusieurs niveaux. En ce qui concerne la posture des athlètes en volley-ball dans le plan postérieur, l'épaule dominante est plus basse de 1cm à 3cm par rapport à l'autre épaule et la scapula est plus latérale (Kugler, Krüger-Franke, Reininger, Trouiller, Rosemeyer, 1996). Pour ce qui est de la natation, on remarque que les épaules sont en rotation interne et en adduction

(Bak et Magnusson, 1997). Il n'y a pas de différence significative entre les deux épaules des nageurs en ce qui concerne la force musculaire. Dans le plan sagittal, on peut noter un enroulement prononcé du haut du dos et une augmentation de la cyphose thoracique. Chez les golfeurs souffrant de douleurs lombaires, il a été constaté que la courbe lombaire et l'amplitude de mouvement de cette région avaient diminué par rapport aux données normales (Hosea et Gatt Jr, 1996).

La latéralisation peut jouer un rôle important dans l'apparition de blessures spécifiques. Un côté du corps surutilisé se développera davantage et entraînera une modification plus ou moins importante de la posture du sujet selon l'ampleur de la latéralisation. Une étude de Watson (1995) sur des joueurs de football (Soccer) démontre qu'une majorité de sujets présentant une déviation latérale de la colonne vertébrale allant de moyenne à marquée lors des analyses posturales, bottent le ballon uniquement ou majoritairement avec le même pied. Aussi, la moitié des sujets présentant une asymétrie au niveau du dos utilisent toujours le même pied pour botter le ballon. Watson (1995) a démontré la relation qui existe entre une mauvaise mécanique musculaire relié à un développement inégal des agonistes et antagonistes du mouvement et l'apparition de blessures chez des athlètes de haut niveau au football (Soccer, rugby et football Gaélique). Ce type de spécialisation sportive peut avoir pour effet d'engendrer des déviations latérales fonctionnelles de la colonne vertébrale puisqu'elles peuvent être provoquées par de fréquentes flexions latérales et rotations du tronc. Lors d'un botté avec le pied droit au soccer, les carrés des lombes gauche et droit, le moyen fessier

gauche, les obliques externes et le grand adducteur gauche travaillent ensemble à stabiliser le bassin et maintenir le sujet en équilibre (Porterfield, 1998).

Les désalignements des segments ou anomalies posturales sont fréquemment en cause en ce qui concerne les blessures de surutilisation. Les blessures à la cheville sont associées avec une mauvaise mécanique des structures de la cheville (Watson, 1995). Les blessures au dos sont généralement associées avec des déviations latérales, un développement asymétrique des muscles du dos et de la ceinture scapulaire, de la cyphose, l'abduction de la scapula et de la lordose lombaire (Watson, 1995). Une hypercyphose est un indicateur d'un débalancement musculaire entre les muscles du thorax et du haut du dos qui résulte habituellement par une faiblesse des muscles du haut du dos. On remarque, dans les cas d'hypercyphose thoracique que les muscles du haut du dos, c'est-à-dire : principalement le trapèze bas et moyen, les rhomboïdes majeur et mineur sont hyperextensibles. Pour ce qui est des muscles antérieurs, on remarque que le petit et le grand pectoral sont hypoextensibles. Cette condition peut être remarquée lors de l'évaluation de la posture par un enroulement des épaules dans le plan sagittal et l'abduction de la scapula. On peut clairement distinguer cet état sur les clichés photographiques. Une abduction de la scapula est généralement due à une faiblesse au niveau des rhomboïdes, du sous-scapulaire et du serratus antérieur et par un manque d'extensibilité des antagonistes (les pectoraux et les deltoïdes) (Watson, 1995).

La posture semble être le point de départ pour de nombreux constats de blessures sportives. Plusieurs auteurs ont démontré que la posture est un indicateur important des blessures sportives (Shambaugh et al, 1991., Powers et al. 1995, Watson, 1995 et 2001 et Cowan, 1996). Il est suggéré qu'en corrigeant les anomalies posturales et les déficits musculaires des athlètes, il sera peut-être possible de prévenir l'apparition de certaines blessures spécifiques à un sport donné (Watson, 2001).

Bilan Musculaire

Étant donné les demandes spécifiques de l'entraînement sportif et le fait que certains sports provoquent un développement asymétrique des muscles et ce principalement pour les sports demandant un travail latéral constant (golf, base-ball, hockey, tennis), le bilan musculaire des athlètes sera directement relié à ces demandes physiques. En effet, le travail spécifique unilatéral peut entraîner des débalancements musculaires entre les côtés droit et gauche du corps ainsi que pour les muscles agonistes et antagonistes reliés aux gestes pratiqués. Par contre, on remarque que les débalancements musculaires sont également présents chez les athlètes pratiquant des sports bilatéraux. Il est important de noter que le travail symétrique ne suppose pas que la force est la même pour les muscles des côtés gauche et droit du corps. Ces débalancements sont d'une toute autre nature dans ce cas. On remarque que les débalancements musculaires, pour ces athlètes, sont présents dans les groupes musculaires agonistes et antagonistes du mouvement plutôt que pour les côtés gauche et

droit du corps. Par exemple, les athlètes en natation présentent des débordements musculaires au niveau des rotateurs de l'épaule (Bak et Magnusson, 1997, Richardson, 1983).

Bilan musculaire et sport

Les athlètes d'élite s'entraînent à un rythme allant de 10 à 30 heures par semaine et ces entraînements demandent une grande spécialisation musculaire en raison du grand nombre de répétitions effectuées des mêmes gestes. Ces répétitions ont pour but d'améliorer le mouvement technique et le rendre plus efficace pour la pratique du sport. Le développement musculaire résultant de ces répétitions peut entraîner des déséquilibres musculaires autour des principales articulations touchées par le mouvement. Les études sur le développement musculaire et les blessures reliées à des développements musculaires non équilibrés, ont été principalement effectuées auprès des athlètes professionnels et des athlètes amateurs de haut niveau. Par ailleurs, les jeunes athlètes pratiquant ces sports débutent cette spécialisation musculaire dès leur tout jeune âge. Pour certains d'entre-eux, le début de la pratique d'un sport précis se situe autour de l'âge de 5-6 ans (hockey, patinage artistique, gymnastique). Afin de faciliter la compréhension, les particularités musculaires sont présentées séparément pour le membre supérieur et le membre inférieur même s'ils sont interdépendants.

Membre supérieur

En ce qui concerne le membre supérieur, les articulations de l'épaule, du coude et du poignet sont souvent les plus sollicités pour une grande majorité de sports. Des sports tels : le hockey, le base-ball, le golf, le tennis et la natation demandent une grande implication musculaire et articulaire au niveau du membre supérieur. Les fléchisseurs et les extenseurs jouent un rôle important dans l'exécution des gestes sportifs, par contre, au niveau de l'épaule, les muscles principalement impliqués dans les mécanismes des blessures sportives sont les rotateurs internes (deltoïde antérieur, grand pectoral, sous-scapulaire, grand rond et grand dorsal) et les rotateurs externes (deltoïde postérieur, l'infra-épineux et le petit rond). Tout dépendant la nature du sport, le développement musculaire est parfois inégal entre les rotateurs internes et externes de l'épaule et ces développements inégaux peuvent être à l'origine de blessures. On remarque dans un grand nombre de sports que les rotateurs internes sont souvent très sollicités par rapport aux rotateurs externes. La relation entre le travail des agonistes et des antagonistes du mouvement est parfois inégale. En effet, dans certains cas, les agonistes ne sont que des générateurs de force alors que les antagonistes ne sont responsables que de la stabilité de l'articulation en mouvement. Par exemple, dans des sports comme la natation et le volley-ball, les rotateurs internes se développent davantage en force parce que la charge de travail demandée à ces muscles est beaucoup plus importante que pour les rotateurs externes.

En ce qui concerne le développement musculaire du membre supérieur chez les sportifs, on peut remarquer, chez les joueurs de volley-ball, que l'épaule dominante a une configuration musculaire et capsulaire différente de l'autre épaule (Kugler et al., 1996). L'utilisation plus marquée du bras dominant se répercute sur le développement des muscles du membre supérieur. On remarque une très grande implication des rotateurs internes ce qui a pour effet d'antérioriser la tête humérale et de modifier la mécanique de l'épaule (Wang, 2001, Kugler et al., 1996). Les mouvements d'attaque au filet au volley-ball amènent le bras à effectuer un mouvement rapide de rotation interne et d'adduction, ce qui nécessite un contrôle neuromusculaire fin des stabilisateurs de l'épaule afin de prévenir un déplacement excessif de la tête humérale (Wang, 2001). Le développement des rotateurs externes est donc moins important et le débalancement musculaire ainsi causé peut entraîner une instabilité au niveau de l'épaule (Kugler, 1996, Wang, 2001). Au volley-ball, les rotateurs externes servent principalement à stabiliser la tête humérale dans la cavité glénoïde afin de préparer l'attaque au filet, alors que les rotateurs internes servent principalement à frapper le ballon. L'attaque au filet demande une grande force des rotateurs internes de l'épaule et ces mouvements sont répétés à de nombreuses reprises, ce qui a pour effet d'occasionner un débalancement musculaire avec les rotateurs externes dont le travail implique un mouvement fin et de précision. La charge de travail demandée aux rotateurs externes est moins importante.

Pour ce qui est de la natation, un sport bilatéral, on remarque la même dynamique qu'au volley-ball, par contre, les deux bras sont impliqués. Le développement

musculaire des nageurs implique un débalancement au niveau des muscles antérieurs par rapport aux muscles postérieurs. Les rotateurs internes sont mis à contribution lors de la phase de propulsion, alors que les rotateurs externes sont responsables du positionnement du bras dans l'espace pour préparer la propulsion. Tout comme au volley-ball, les rotateurs internes agissent contre une force (ballon, eau) alors que les rotateurs externes travaillent à bien positionner le bras pour préparer l'action. Les deux groupes musculaires sont entraînés de façon différente pour un travail très différent.

Au tennis, on remarque des mécanismes semblables à ceux impliqués au hockey. Le bras est amené en extension et en rotation externe afin de préparer la frappe. Par la suite, il y a une puissante contraction des rotateurs internes et des fléchisseurs afin de frapper la balle. Par contre, en ce qui concerne les coups du revers, la mécanique du mouvement est inverse, c'est-à-dire que les rotateurs externes se contractent avec force afin d'amener le bras en rotation externe rapidement et accélérer le bras pour frapper la balle avec puissance. On remarque que, étant donné que les rotateurs externes sont plus faibles que les rotateurs internes, il est courant de voir un joueur de tennis frapper la balle à deux mains du revers en effectuant une rotation du tronc pour augmenter la puissance de son coup (Richardson, 1983).

Au hockey, l'utilisation du bâton et le port latéral de celui-ci amène le membre supérieur à se développer différemment. Pour un joueur gaucher, l'utilisation du bâton amène son bras gauche à travailler, la majorité du temps, en extension et l'amplitude de

mouvement de ce bras est beaucoup plus grande que celle de son bras droit qui est la majorité du temps en position de flexion. Pour ce qui est des lancers, les joueurs utilisent principalement trois types de lancers : les lancers du poignet, les lancers du revers et les lancers frappés. Les lancers du poignet ou du revers demandent une grande force des avant-bras. Au départ, comme à la fin du lancer, le tronc est antérieur et exécute une légère rotation très rapide. Lors du lancer du poignet, les avant-bras et les poignets effectuent, pour un bras dominant, une flexion rapide et pour l'autre, une extension rapide des poignets. La puissance de ce genre de lancer dépend de la coordination du transfert de poids entre la jambe arrière et la jambe avant un peu comme lors d'un lancer au baseball ou d'une frappe au tennis.

En ce qui concerne les lancers frappés, la technique ressemble beaucoup à celle utilisée au tennis pour frapper la balle. En effet, le bras dominant (le gauche pour un gaucher) est en complète extension et le tronc effectue une importante rotation du côté dominant. Par la suite, le tronc est amené en rotation vers l'avant afin de frapper la rondelle à la hauteur de la glace. Ce type de lancer est habituellement effectué lorsque le joueur est immobile. Les yeux du joueur fixent la rondelle et le transfert de poids se fait du pied arrière vers le pied avant. Le bâton frappe la glace avant de frapper la rondelle. Les poignets passent de l'extension à la flexion alors que la pression est exercée vers le bas sur la glace lorsque le contact avec la rondelle se produit.

Quel que soit le sport, le membre supérieur occupe généralement deux fonctions motrices importantes. Dans un premier temps, il effectue un travail de précision et/ou se positionne en prévision d'une action précise. Dans un deuxième temps, il projette ou frappe avec puissance, tout en se coordonnant avec le reste du corps afin d'augmenter sa force et sa puissance. Aussi, on remarque que les rotateurs de l'épaule ont une grande influence sur l'efficacité de mouvement du membre supérieur et leurs débalancements musculaires peuvent occasionner des blessures importantes. Le bras dominant semble se développer différemment par rapport à l'autre bras et ce, peu importe le sport pratiqué. On retrouve des débalancements musculaires au niveau du membre supérieur autant chez les sportifs pratiquant des sports unilatéraux que bilatéraux. Par contre, la pratique d'un sport unilatéral semble provoquer des différences importantes entre les deux membres supérieurs.

Membre inférieur et bassin

Pour plusieurs sports, le membre inférieur est principalement responsable de la propulsion. Par exemple, au hockey, à la natation, au volley-ball, à la gymnastique, au base-ball, les jambes servent à déplacer l'athlète ou à le projeter vers le haut. Par contre, on remarque que certains sports peuvent entraîner des débalancements musculaires au niveau du membre inférieur. Au volley-ball, on remarque un débalancement important entre le vaste latéral et le vaste médial du quadriceps, ce qui provoque des problèmes aux genoux. À la natation, on remarque une diminution de l'amplitude de mouvement

au niveau lombaire (Nyska et al., 2000). En effet, chez les jeunes nageurs ayant une perte de mobilité au niveau lombaire, les ischio-jambiers sont très forts (Nyska et al., 2000). De plus, l iliopsoas est très fort chez les nageurs de brasse et de papillon. On remarque une diminution de l amplitude de mouvement pour ces muscles (Nyska et al., 2000).

Au hockey, le développement musculaire est principalement influencé par le port du bâton et par les lancers. Un joueur gaucher portera son bâton du côté gauche toute sa vie, ce qui implique que ses mouvements de rotation auront une plus grande amplitude pour la partie gauche que pour la partie droite du corps. Il n'a, par contre, pas été prouvé que le port du bâton amènerait un développement musculaire asymétrique. Pour ce qui est de la force et de l extensibilité musculaire, dans le plan frontal, les joueurs de hockey ne présentent pas de développement asymétrique entre les côtés gauche et droit (Agre, Casal, Leon, McNally, Baxter, Serfass, 1988). L amplitude de mouvement et les tests de force musculaire effectués sur le membre supérieur et le membre inférieur ne permettent pas d établir une différence musculaire significative entre les côtés gauche et droit du corps des athlètes (Agre et al., 1988).

D'un autre point de vue, dans le plan sagittal, les hockeyeurs professionnels présentent une diminution significative de l amplitude de mouvement au niveau de la hanche (Tyler, Zook, Brittis, Gleim, 1996). Cette diminution significative d extensibilité est associée avec un raccourcissement de l iliopsoas ce qui a pour effet d entraîner une

augmentation de la lordose (Tyler et al., 1996). Plusieurs joueurs ont au moins un déficit musculaire et le tiers d'entre eux en comptent plusieurs (Agre et al., 1988). Les déficits musculaires les plus souvent rencontrés se retrouvent au niveau de la ceinture scapulaire, des quadriceps et des ischio-jambiers. On note également un manque d'extensibilité au niveau de l'abduction de la hanche et des ischio-jambiers (Agre et al., 1988). Il a été démontré que les blessures au dos sont associées avec une mauvaise symétrie des épaules ou du haut du dos et d'une abduction de la scapula (Watson, 1995). De plus, les résultats suggèrent que les interventions améliorant la symétrie du corps, la posture et la mécanique des gestes sportifs contribueraient à réduire l'incidence des blessures (Watson, 1995 et 2001, Siqueira, 2002)

Le hockey professionnel, la posture et les blessures

L'incidence de blessures est élevée dans le sport d'élite et touchent des athlètes de plus en plus jeunes dans un sport de contact comme le hockey sur glace (Cunningham, 1996, Emery, 1999, Tator, 1984 et 1997). Les blessures sont davantage répertoriées chez les sports amateurs d'élite et plus particulièrement chez les sportifs professionnels. Au hockey, les blessures peuvent être de deux types : les blessures liées au contact avec une autre personne ou un objet et les blessures n'impliquant aucun contact. Entre 1982 et 1993 le nombre de blessures répertoriées chez les joueurs professionnels était sans cesse grandissant (Tator 1997).

L'incidence cumulative des entorses musculaires aux abdominaux et à l'aine a augmenté de 12,99 blessures /100 joueurs / année en 1991 à 19,87 blessures / 100 joueurs / année en 1996 (Emery, 1999). Les abdominaux jouent un rôle important au niveau du positionnement et de la stabilisation du bassin et du tronc. Les blessures à l'aine sont un problème important au hockey au niveau des joueurs d'élite. L'incidence des blessures à l'aine se situe entre 6 et 15 blessures / 100 joueurs /année (Emery, 1999). Les blessures à l'aine peuvent modifier la mécanique du membre inférieur et le positionnement des genoux et des pieds dans le plan frontal (Fricker, 1991).

En ce qui concerne les blessures structurales de la colonne vertébrale, 89,1% atteignent les vertèbres cervicales, 2,8% les vertèbres thoraciques, 4,7% les thoracolumbaires et 3,3% les lumbosacrés. Toute atteinte à la colonne vertébrale peut avoir pour effet de modifier la mécanique des vertèbres les unes par rapport aux autres ainsi que la mécanique du dos dans son ensemble. Les modifications de la posture pouvant être ainsi engendrées dépendent directement de l'ampleur de la blessure vertébrale.

L'étude de Posch (1989) sur les blessures au hockey a révélé que 39% des joueurs participants présentaient des douleurs chroniques à l'épaule, au dos et aux genoux. Les blessures chroniques aux épaules et aux genoux peuvent entraîner des variations posturales, et ce, dans tous les plans de mouvements. Selon les auteurs, lorsque la blessure est chronique, il est possible que les patrons de mouvement des articulations

impliquées se modifient de façon permanente et altère le positionnement de ces articulations par rapport aux autres. Aussi, les adaptations musculaires des muscles adjacents au site de la blessure se feront en fonction de la nouvelle mécanique articulaire (Baratta, 1988). Les blessures aux muscles et aux tendons les plus répandues atteignent le membre inférieur dans 56,9% des cas (n=994) (Cunningham, 1996). On peut noter qu'une majorité de joueurs de hockey signalent des douleurs au bas du dos lors des parties et la raideur des extenseurs du dos peut en être un facteur prédisposant (Agre, 1988). Les blessures à l'aine ou aux abdominaux sont causées à 91,2% par des torsions, étirements, surutilisations et ce en n'impliquant aucun impact (Emery, 1999).

Parmi les blessures musculaires et articulaires les plus importantes et les plus répandues, on compte les lombalgies, les affections des muscles abdominaux et les dislocations de l'épaule (Cunningham, 1996, Posch, 1989, Tator, 1997, Emery, 1999). Ces types de blessures peuvent également provoquer des changements posturaux et musculaires importants. Tout dépendant de la durée de la blessure, les modifications posturales et/ou musculaires peuvent devenir importantes et permanentes. On remarque avec les années que certaines blessures sont de plus en plus présentes chez les joueurs de hockey.

Il a également été démontré que les joueurs de hockey professionnels ont une diminution significative de l'extensibilité de la hanche comparativement à un groupe de personnes du même âge (Tyler et al., 1996). Plusieurs facteurs sont en cause; la

manipulation du bâton demande une flexion constante de la hanche, les patins ne permettent que peu ou pas de flexion plantaire. Aussi, il est nécessaire au joueur de fléchir constamment les genoux et la hanche afin de compenser l'antériorité de leur centre de masse causé par les patins et le port du bâton. L'absence de flexion plantaire nécessite donc plus de mouvement au niveau de la hanche et surentraîne cette région. Étant donné que le pied ne puisse pas faire de flexion plantaire, le mouvement d'extension de la jambe ne peut être complété et la phase de recouvrement est ainsi anticipée. Le psoas iliaque est ainsi sollicité davantage. On peut noter que le fléchissement constant de la hanche lorsque le joueur est sur la glace prédispose à un raccourcissement du muscle psoas iliaque ce qui cause une augmentation de la lordose lombaire en posture debout.

Le hockey et les jeunes en croissance

Le hockey est un sport de plus en plus rapide qui demande des habiletés multiples. Les jeunes joueurs en apprentissage doivent donc assimiler un nombre impressionnant de gestes techniques afin de pouvoir évoluer dans les ligues de haut niveau. Le hockey est un sport qui demande beaucoup au point de vue physique et les gestes sont très régulièrement répétés afin de perfectionner les actions des joueurs. La position de base du joueur de hockey doit être maintenue pendant la presque totalité du jeu.

Dans le cas d'un joueur gaucher (Figure 1), la position de base implique une antériorité de la tête, une flexion antérieure et une rotation du tronc du côté gauche, le bras droit est en flexion (presque 90°) alors que le bras gauche est en extension, la main droite agrippe le bâton en pronation alors que la gauche est en supination. En ce qui concerne les épaules, l'épaule droite est antérieure comparativement à l'épaule gauche. La hanche et les genoux sont en flexion. Sachant que les muscles se développent selon le travail qui leur est demandé, il est aisément de croire qu'un tel travail demandé à des jeunes en croissance puisse créer des débalancements musculaires et des modifications posturales.



Figure 1. Position de base pour un joueur gaucher

Les jeunes joueurs de hockey, tout comme leurs aînés du circuit professionnel, sont aussi susceptibles de développer des blessures reliées à leur sport. Très peu d'études ont été recensées au sujet des blessures survenues chez les adolescents pratiquant le hockey sur glace. Par contre, les blessures dans la région lombaire est

chose courante chez les joueurs professionnels et on remarque que les douleurs dans cette région sont déjà présentes chez les adolescents pratiquant ce sport (Kujala, Taimela, Oksanen, Salminen, 1997). Il a été démontré que les blessures musculaires et les maux de dos chez les jeunes athlètes sont reliés spécifiquement à une spécialisation musculaire et ne doivent pas être associés à des causes mécaniques tels les contacts avec un objet ou une autre personne (D'Hemecourt et al., 2000). Il a été proposé que la stabilisation de la colonne vertébrale doit débuter par des exercices de renforcement et d'étirements musculaires afin de rétablir l'équilibre de la musculature lumbo-pelvienne (d'Hemecourt, 2000, Kujala,, 1997). Les douleurs au dos chez les jeunes athlètes proviennent généralement des éléments postérieurs de la colonne vertébrale, les muscles extenseurs du dos et de la hanche présentent une diminution de l'amplitude de mouvement (Kujala 1997). Chez les athlètes adolescents, comme pour l'athlète adulte, une diminution significative de la mobilité au niveau de la région lombaire est un élément prédicteur de douleurs lombaires dans le futur (Kujala, 1997).

Étant donné qu'il est connu que les joueurs professionnels souffrent majoritairement des mêmes blessures et que nous connaissons, pour certaines d'entre-elles, les causes mécaniques, il serait peut-être possible de prévenir l'apparition de ces blessures en modifiant l'entraînement des adolescents qui jouent au hockey. L'établissement d'un profil postural et musculaire permettra de déterminer s'il existe des anomalies communes à une majorité de jeunes athlètes.

Problématique

Il a été démontré que les déficits posturaux jouent un grand rôle dans l'apparition de blessures chez les athlètes de haut niveau surtout lorsqu'il s'agit d'un sport de contact ou lorsque le sport demande une certaine latéralité.

La spécificité du geste sportif et les répétitions au cours des années de ces mêmes gestes amènent les muscles à se développer en fonction du travail qui leur est demandé. Lorsque ce travail n'implique pas de façon égale les muscles antérieurs et postérieurs ou le côté droit et le côté gauche du corps, ceci entraîne des débalancements musculaires. Dans le cas du hockey, le geste sportif répété engendre une spécialisation musculaire latérale due à la nature du geste même. Ce phénomène a pour effet d'affecter la posture des joueurs. Un meilleur balancement de la musculature permettrait d'améliorer la posture de ces athlètes.

Objectif

Le premier objectif de cette étude est d'établir le profil postural, le bilan musculaire et la répartition du poids sous les pieds de joueurs de hockey de niveau élite, âgés de 15 à 17 ans et de quantifier l'effet d'un programme d'exercices de renforcement et d'étirements musculaires afin d'améliorer la posture de ceux-ci et d'éliminer le plus grand nombre d'anomalies posturales. Aussi, l'étude vise à rétablir la flexibilité

musculaire des sujets du groupe test dans les paramètres normaux. Il a été démontré que la prescription d'exercices spécifiques aux déficits musculaires individuels est plus efficace que les programmes d'exercices de groupes traditionnels dans la diminution du niveau de douleur et de l'incapacité chez des patients souffrant de douleurs lombaires (Descarreaux, 2002). Il est donc permis de croire qu'un programme personnalisé d'exercice permettra d'améliorer la condition musculaire en diminuant les déficits rencontrés chez chacun des sujets. Le second objectif de cette étude est d'établir une comparaison descriptive entre les joueurs droitiers et les joueurs gauchers.

CHAPITRE II

MÉTHODOLOGIE

Sujets

La présente étude a pour objectif une analyse de la posture et du bilan musculaire de joueurs de hockey de haut niveau, âgés entre 15 ans et 17 ans. Le choix de cette population a été influencé par la latéralité que présente le geste sportif et par les nombreuses blessures rencontrées chez cette population. Les sujets à l'étude sont étudiants d'une école spécialisée en sport-études.

Les étudiants-athlètes de l'équipe de hockey midget espoir et midget AAA de l'Académie les Estacades constituent l'échantillon à l'étude. Les équipes comptent 19 joueurs au niveau AAA et 16 joueurs au niveau Espoir et sont âgés de 15 à 17 ans. Le niveau midget AAA représente l'étape précédant l'arrivée dans la ligue de hockey junior majeure du Québec (LHJMQ) et le niveau midget espoir constitue le bassin de joueurs qui ont la possibilité de se faire recruter pour le niveau midget AAA. Généralement, les joueurs du midget AAA sont plus âgés que ceux du midget espoir qui eux, sont tous âgés de 15 ans (Tableau 1).

Tableau 1

Caractéristiques (moyenne) des sujets à l'étude selon leur appartenance à l'équipe midget Espoir et midget AAA.

	Midget AAA N=19	Midget Espoir N= 16
Âge (en années)	15,85	15
Poids (en kg)	82	74,77
Taille (en cm)	182,15	177,77
Latéralité	12 gauchers 7 droitiers	8 gauchers 8 droitiers

Procédure expérimentale

Mesures

Les instruments de mesure utilisés sont : le programme d'analyse posturale de Biotonix, le tapis de pression Matscan et le bilan musculaire tel que proposé par Kendall. L'analyse posturale permet de déterminer la posture debout des sujets dans les plans sagittal et frontal antérieur et postérieur. Dans le plan sagittal, neuf marqueurs sont positionnés et permettent d'apprécier l'alignement des segments dans ce plan. Les marqueurs sont positionnés aux endroits suivants : la glabelle, le menton, le tragus de l'oreille, l'acromion, l'épine iliaque antéro-supérieure, l'épine iliaque postéro-supérieure, le grand trochanter, le tubercule de Gerdy et l'articulation calcaneo-cuboïdienne (Figure 2).



Figure 2. Position des marqueurs dans le plan sagittal pour l'analyse posturale de Biotonix.

Dans le plan frontal, les données sont recueillies dans les plans antérieur et postérieur. Dans le plan antérieur, 16 marqueurs sont positionnés : la glabelle, le menton, l'acromion droit, l'acromion gauche, la fourchette sternale, l'ombilic, l'épine iliaque antéro-supérieure droite, l'épine iliaque antéro-supérieure gauche, le processus styloïde du radius droit, le processus styloïde du radius gauche, la patella droite, la patella gauche, le centre des malléoles droites, le centre des malléoles gauches, la phalange distale du gros orteil droit et la phalange distale du gros orteil gauche (Figure 3).



Figure 3 : Position des marqueurs dans le plan frontal antérieur pour l'analyse posturale de Biotonix.

Dans le plan frontal postérieur, 14 marqueurs sont positionnés : la 7^e vertèbre cervicale, la 5^e vertèbre thoracique, l'acromion droit, l'acromion gauche, l'épine iliaque postéro-supérieure droite, l'épine iliaque postéro-supérieure gauche, le processus styloïde de l'ulna droit, le processus styloïde de l'ulna gauche, la cavité poplitée droite, la cavité poplitée gauche, le tendon d'Achille droit, le tendon d'Achille gauche, le calcanéum droit et le calcanéum gauche (Figure 4).



Figure 4 : Position des marqueurs dans le plan frontal postérieur pour l'analyse posturale de Biotonix.

Les données recueillies lors de l'analyse posturale se présentent en degrés et en centimètres. Les segments sont analysés, d'une part, en lien avec une ligne verticale tracée à partir des repères positionnés sur la toile de fond du système et d'autre part, les uns par rapport aux autres, ce qui permet d'établir les anomalies posturales rencontrées. Un alignement idéal de la posture se distingue par des angles et des distances de zéro. Les données recueillies à partir du logiciel Biotonix nous informent sur des translations et des rotations par rapport à trois points de repère du corps : la tête, le tronc et le bassin (Tableau -2).

Tableau 2

Données recueillies par le logiciel Biotonix en terme de translation et de rotation des segments par rapport aux axes de référence X, Y et Z pour la tête, le thorax et le bassin.

	Tête	Thorax	Bassin
Translation	X et Z	X et Z	X et Z
Rotation	X et Z	X et Z	X et Z

Le bilan musculaire nous informe sur le niveau d'extensibilité des muscles. Les données ainsi recueillies mettent en relief les amplitudes musculaires spécifiques à ces jeunes joueurs de hockey et permettent d'expliquer certains changements posturaux. Le bilan musculaire utilisé est celui proposé par Peterson Kendall (1995). Les différents segments du corps sont positionnés, un à la fois, de façon à apprécier l'amplitude musculaire de chacun des principaux muscles. Les muscles du membre inférieur et du tronc qui sont analysés sont : les ischio-jambiers, le psoas iliaque, le rectus femoris, les rotateurs externes de la hanche, les rotateurs internes de la hanche, le carré des lombes, les abdominaux, les érecteurs du rachis, le tenseur du fascia lata, les adducteurs de la jambe. Pour ce qui est du membre supérieur, les muscles analysés sont : les rotateurs internes de l'épaule, les rotateurs externes de l'épaule, le chef supérieur du pectoral et le chef inférieur du pectoral. Par définition, un muscle possède un degré d'extensibilité qui lui est propre. Un angle plus aigu signifie que le muscle manque d'extensibilité alors qu'un angle plus obtus que l'angle idéal signifie alors une hyperextensibilité. Par exemple, le rectus femoris a un angle idéal de 80 degrés. En effectuant le bilan

musculaire, si on obtient un angle de 70 degrés pour le rectus femoris, cela signifie que le muscle est hypoextensible.

Les données recueillies par le tapis de pression permettent d'établir la pression que le corps porte sur les pieds et la répartition de celle-ci. Le tapis de pression Matscan nous fournit une image des empreintes plantaires des deux pieds du sujet avec un code de pression qui nous permet de déterminer si la répartition de la pression est égale entre le pied droit et le pied gauche.

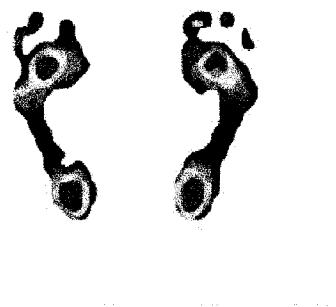


Figure 5. Image de la pression exercée sous les pieds mesuré par le tapis de pression Matscan.

La combinaison de ces données avec celles de l'analyse posturale et du bilan musculaire, nous permettra de comprendre la mécanique des différents segments du corps ainsi que le développement musculaire qui en résulte chez les joueurs de hockey de 15 à 17 ans.

Procédures

Une analyse posturale dans trois plans est effectuée simultanément avec la prise des données par le tapis de pression pour chacun des 35 sujets à l'étude. Quatre (4) photos sont prises à l'aide d'un appareil photographique numérique. Les sujets sont placés devant un fond quadrillé comportant des marqueurs à quatre endroits précis afin de permettre au logiciel d'analyse de faire les calculs angulaires et de distances des segments les uns par rapport aux autres. Un bilan musculaire est également effectué le même jour. Tout d'abord, afin de déterminer l'effet de la latéralité, tous les sujets sont analysés. On sépare le groupe en deux, le droitiers et les gauchers. Dans un deuxième temps, afin de déterminer l'effet du programme d'exercice, le groupe de sujets est séparé en deux groupes égaux de 17 sujets de façon aléatoire. Suite à l'analyse de ces données, un programme de renforcement et d'étirement musculaire est établi pour chacun des membres du groupe expérimental. Ce programme a pour objectif d'améliorer la posture et l'équilibre musculaire des sujets. Le programme d'exercice s'étend sur une durée de 10 semaines et les sujets du groupe expérimental doivent effectuer leur programme d'exercices à tous les jours.

Les sujets du groupe contrôle sont informés de poursuivre leur entraînement régulier tout au long des 10 semaines. Autant les membres du groupe expérimental que ceux du groupe contrôle ont un journal d'entraînement à remplir indiquant les exercices et les charges réalisés au cours des 10 semaines.

Analyses statistiques

Les résultats ont été analysés tout d'abord en utilisant la technique statistique d'analyse de variance (ANOVA) AxBr basée sur 1000 ré-arrangements aléatoires avec un seuil de signification de <0,05. Aussi, un test binomial exact de la différence entre deux proportions a été effectuée avec les mêmes données avec un seuil de signification de <0,05 de façon unilatérale et bilatérale.

CHAPITRE III

RÉSULTATS

Comme vous le verrez, peu de données nous ont fourni des résultats significatifs. Les analyses statistiques en lien avec le premier objectif de la recherche, c'est-à-dire, l'amélioration la posture des sujets à l'aide d'un programme d'exercices de renforcements et d'étirements musculaires seront présentés. Nous avons pu faire ressortir des tendances intéressantes et des pistes de solutions pour des cas semblables de sujets. Il est important de noter que nous avons perdu des sujets en cours d'expérimentation. Nous nous retrouvons donc avec 15 sujets dans le groupe expérimental et 11 sujets dans le groupe contrôle. De la même façon, en ce qui concerne l'analyse des données en lien avec la latéralité des sujets, nous avons un groupe de 11 droitiers et 15 gauchers.

Tableau 3. Caractéristiques des sujets des groupes expérimental et contrôle et perte expérimentale.

	Groupe expérimental N=15	Groupe contrôle N= 11
Sujets gauchers	8	6
Sujets droitiers	7	5
Perte expérimentale	2	6

Les résultats de cette étude seront présentés de plusieurs façons. Les données qui sont significativement différentes entre le pré-test et le post-test seront présentées. Par

la suite, une analyse descriptive des différents résultats fera ressortir les caractéristiques les plus marquantes des groupes de sujets. Une analyse de 3 cas typiques démontrera les différences entre les caractéristiques physiques des sujets à l'étude.

Finalement, les sujets seront regroupés selon leur main dominante lors du port du bâton (pour vérifier l'effet de la latéralité). On pourra également constater les différences entre les profils posturaux de joueurs gauchers et droitiers.

ANALYSE POSTURALE ET MUSCULAIRE

Analyse statistique

L'analyse statistique révèle que trois variables dépendantes de l'analyse posturale sont significativement différentes entre le pré-test et le post-test. Dans le plan frontal antérieur, la distance avec la verticale des marqueurs positionnés aux genoux démontre une amélioration pour le groupe test. On peut remarquer lors du pré-test, pour le groupe expérimental, que la distance entre les genoux est différente entre l'image du pré-test et celle du post-test. En effet, lors du pré-test, on voit clairement que le genou droit du sujet est situé très près de la verticale projetée par le programme d'analyse posturale, ce qui signifie que les genoux sont en translation (Tx) vers la gauche (Figure 6). Lors du post-test, les genoux sont beaucoup plus centrés par rapport à cette même verticale. Pour ce qui est des données recueillies avec le tapis de pression, la répartition du poids

de chaque côté du corps est plus égale, ce qui peut sous-entendre une diminution de la translation en X notée précédemment lors de l'analyse posturale.

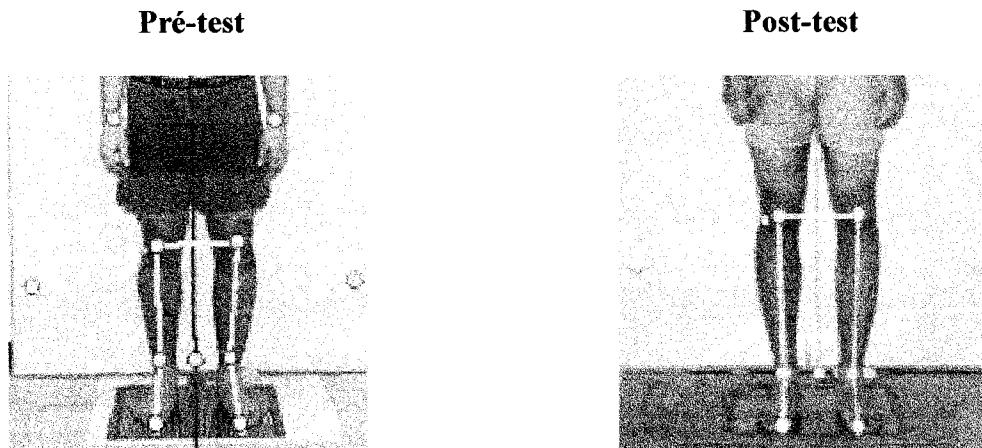


Figure 6. Comparaison entre le pré-test et le post-test de la distance des genoux par rapport à la verticale dans le plan frontal antérieur (sujet no.10).

Cette amélioration a également été notée dans le plan postérieur pour ces mêmes marqueurs. De façon similaire au plan antérieur, on peut remarquer que sur l'image du pré-test, le genou droit est situé très près de la verticale et la distance entre les genoux et cette verticale n'est pas répartie également (Figure 7). Lors du post-test, la distance entre les genoux et la verticale est semblable.

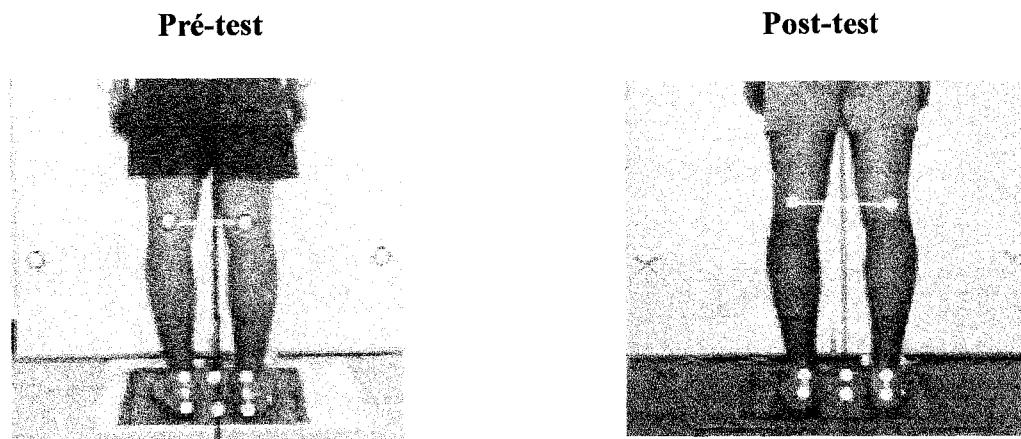


Figure 7. Comparaison entre le pré-test et le post-test de la distance des genoux par rapport à la verticale dans le plan frontal postérieur (sujet no.10).

L'angle entre les épaules et le bassin dans le plan sagittal est déterminé par les marqueurs positionnés aux épines iliaques supérieures antérieures et postérieures et l'acromion. Le logiciel trace une ligne entre les marqueurs des épines iliaques supérieures antérieures et postérieures et en détermine le centre. Un point est alors ajouté au centre de la ligne qui relie les épines iliaques supérieures. Par la suite, le logiciel relie ce point avec le marqueur de l'acromion. L'angle formé entre cette ligne projetée et la ligne verticale établie à partir de la toile de fond nous fournit l'angle entre les épaules et le bassin.

On remarque une amélioration significative de cet angle entre le pré-test et le post-test autant pour le groupe expérimental que le groupe contrôle ($F = 11,59 \text{ dl} = 24$ $p < 0,25$). Lors du pré-test, on peut constater que les épaules par rapport au bassin

forment un angle antérieur (moyenne=1,72 écart-type= 2,55 groupe expérimental et moyenne= 3,01 écart-type= 3,92 groupe contrôle). Lors du post-test, la ligne formée entre ces deux points est presque verticale (moyenne=0,75 écart-type= 1,81 groupe expérimental et moyenne= 0,83 écart-type= 2,8 groupe contrôle) (Figure 8). Par contre, cette amélioration a été notée autant pour le groupe expérimental que le groupe contrôle.

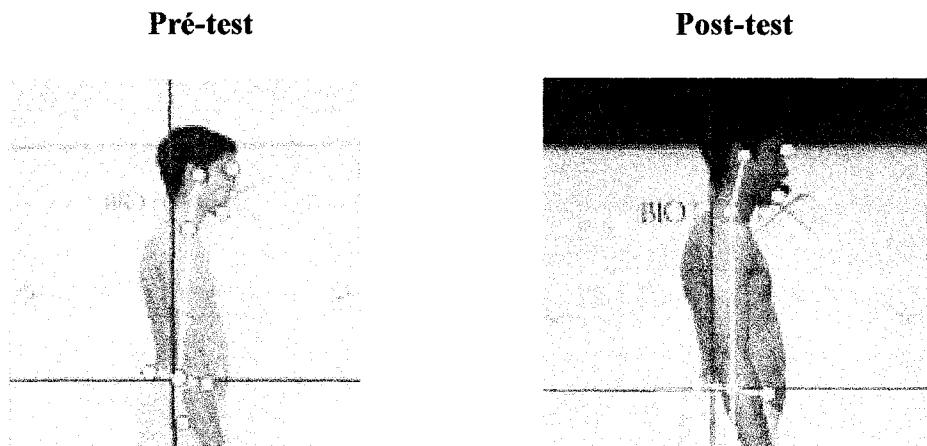
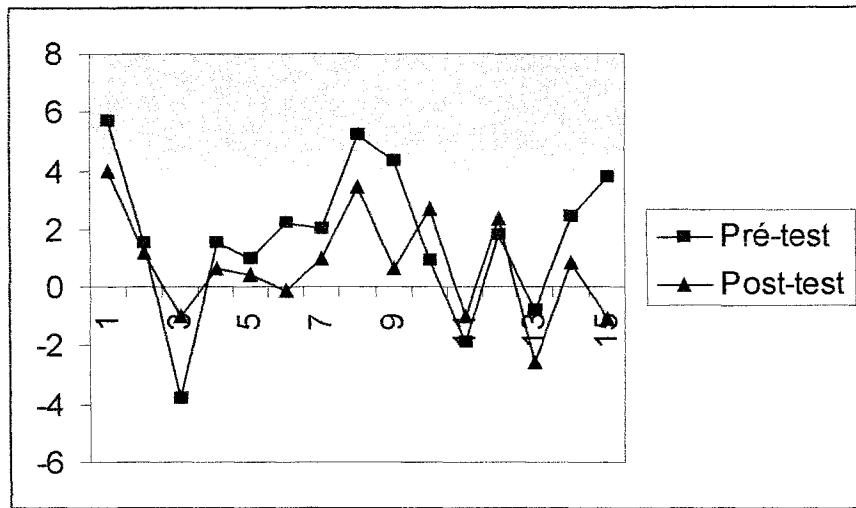


Figure 8. Comparaison entre le pré-test et le post-test de l'angle entre les épaules et le bassin dans le plan sagittal (sujet no.7)

Tableau 4

Comparaison entre le pré-test et le post-test de l'angle entre les épaules et le bassin établit par Biotonix pour le groupe expérimental (15 sujets).

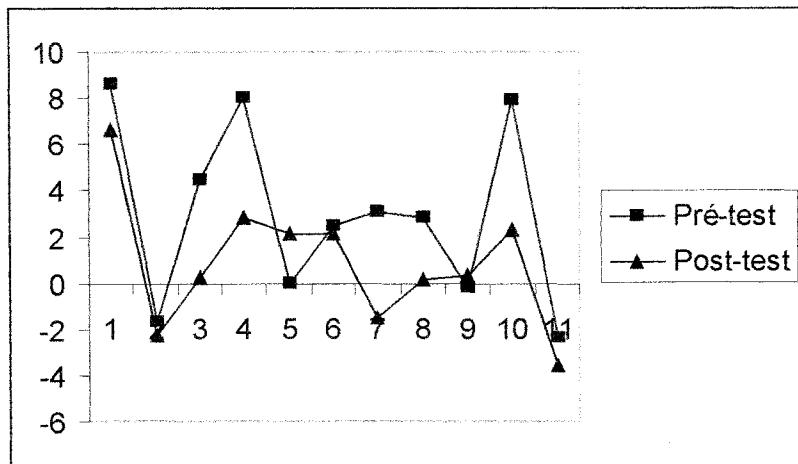


* L'angle idéal est de 0° .

Nous avons pu constater une différence entre les données prises lors du pré-test par rapport à celles prises lors du post –test pour les sujets de façon individuelle. Pour les sujets du groupe expérimental, on constate plusieurs améliorations individuelles en ce qui concerne l'angle entre les épaules et le bassin (Tableau 4). On peut remarquer la même tendance pour les sujets du groupe contrôle (Tableau 5). Par contre, les écarts entre les données sont plus grands en ce qui concerne les données du groupe contrôle.

Tableau 5

Comparaison entre le pré-test et le post-test de l'angle entre les épaules et le bassin établit par Biotonix pour le groupe contrôle (11 sujets).



Nous n'avons pu faire ressortir d'autres résultats statistiquement significatifs entre les deux groupes, lors de l'analyse des données du post-test, pour l'ensemble des tests effectués. Il est important de prendre en considération que les sujets du groupe expérimental n'ont effectués leurs exercices que 3 fois par semaine en moyenne, ce qui est peu comparativement aux 7 fois par semaine qui étaient prévus au départ. D'autre part, plusieurs variables offrent des appréciations intéressantes de la population cible. L'analyse descriptive détaillera les caractéristiques les plus importantes qui ont été retrouvées chez le groupe de sujets.

Appréciation générale des sujets

Étant donné que nous n'avons pu faire ressortir davantage de différences significatives lors de l'analyse statistique, nous avons tenté de comprendre les différences individuelles entre les sujets. Dans un premier temps, nous avons pu remarquer que certains sujets avaient au départ, une posture se rapprochant de l'alignement idéal et ce, dans tous les plans. Parmi les 26 sujets restants à l'étude, on en compte huit qui avaient, au départ, une bonne posture ne comportant que peu de déviations. Lorsqu'un sujet n'a que peu de corrections posturales à apporter, les changements sont si minimes qu'ils se rapprochent de la marge d'erreur normale des appareils de mesure.

D'autre part, une autre proportion des sujets présentaient des postures comportant de nombreux désalignements posturaux avec des anomalies posturales importantes. Lorsqu'un sujet présente des angles de tête –épaule de l'ordre de $28,6^\circ$ alors que la position idéale est de 0° , on comprend que les exercices peuvent apporter des correctifs appréciables comparativement à celui qui présente, pour le même segment, un angle de 5° .

Tableau 6

Angles des marqueurs (en degré) dans le plan sagittal pour le groupe expérimental .

Comparaison entre le pré-test et le post-test.

Sujets	Tête-épaule		Épaule-Bassin		Bassin	
	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test
1	4,3**	12,9	5,7*	4	18,8*	16,9
2	25*	3,3	1,5	1,2	11,4**	6,8
3	20,5*	23,4	-3,8	-1	19	18,2
4	6,2	2,9	1,5	0,6	13	13,7
5	4,7**	-0,9	1**	0,4	5,6	7,2
6	13,3	12,6	2,2	-0,1	12,2	9,9
7	6,6	2,6	2	1	15	12
8	-0,7**	9	5,2*	3,4	13,7	10,1
9	6,6	12,4	4,3	0,6	15,5	13,8
10	9	3	0,9**	2,7	12,5	12,5
11	28,6*	24,8	-1,9	-1	11**	14,8
12	12,1	12	1,8	2,3	16,6*	14,6
13	17,9	21	-0,8	-2,6	13,6	9,6
14	18,8	11,7	2,4	0,8	19,3*	13,7
15	5,4	17	3,8	-1,1	11,1**	9,6
Moyenne	11,89	11,18	1,72	0,75	13,89	12,23
Écart-type	8,53	7,99	2,55	1,81	3,66	3,33

Dans le tableau 6, on peut constater que certains sujets ont des anomalies posturales importantes (voir *) pour les 3 segments présentés alors que d'autres ont des données se rapprochant de la normale de 0° pour le segment tête -épaule et épaule - bassin (voir **). En ce qui concerne les angles au niveau du bassin, il est important de noter qu'un angle de flexion normal du bassin est de l'ordre de 10°. Un certain nombre de sujets présentent des angles qui se situent tout près de la normale (voir **) alors que

d'autres ont des angles de près du double de la normale pour ce segment (voir *). Aussi, il est important de prendre note que les écarts-types pour le groupe expérimental sont très élevés, ce qui signifie que les améliorations de ce groupe ne sont pas homogènes et qu'il est difficile d'obtenir des améliorations significatives dans ces conditions.

En ce qui concerne le groupe contrôle, on remarque les mêmes tendances (Tableau 7). Dans le plan sagittal, les écarts-types sont très élevés et, même s'ils n'ont pas été soumis à un programme de corrections posturales, certains sujets n'avaient que peu de déficits posturaux. Des différences ont pu être remarquées entre les données du pré-test et celles du post-test. Les données extrêmes (Voir *), sont du même ordre que pour le groupe expérimental. Aussi, les sujets ayant des angles de segments dans le plan sagittal se rapprochant de la normale (Voir **) présentent des résultats semblables à ceux du groupe test.

Tableau 7

Angles des marqueurs (en degré) dans le plan sagittal pour le groupe contrôle.

Comparaison entre le pré-test et le post-test.

Sujets	Tête-épaule		Épaule-Bassin		Bassin	
	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test
1	10,1	13,7	8,6*	6,6	15,1	13,2
2	23*	14,8	-1,7	-2,3	11,8**	17,5
3	11,1	13,8	4,5	0,2	12,3	8,3
4	10,1	17,7	8*	2,8	16,6	16,3
5	-1,9**	3,3	0**	2,1	12,5**	11,6
6	-3,7**	-0,4	2,5	2,1	8	15,8
7	9,1	20,9	3,1	-1,5	16,4	18,2
8	8,6	11,4	2,8	0,1	14,2	14
9	10,2	1,7	-0,2**	0,3	18,8*	10,9
10	7,2	8,3	7,9*	2,3	15	13,7
11	22,2*	19,4	-2,4	-3,6	17,7*	16
Moyenne	9,64	11,33	3,01	0,83	14,40	14,14
Écart-type	8,11	7,25	3,92	2,80	3,09	3,01

Il nous a été possible de cibler des points importants qui semblent donner un profil représentatif de notre groupe de sujets. Dans l'ensemble, des tendances générales s'appliquent à tous les sujets à l'étude. Dans le plan sagittal, l'ensemble des joueurs présentent un angle tête-épaule de l'ordre de $10,93^\circ$ en moyenne (Tableau 8). On remarque, encore une fois, que l'écart-type est très grand et que certains sujets ont un angle tête-épaule près de la normale de 0° alors que des données extrêmes du double de la moyenne ont été enregistrées. Aussi, on note des données d'antériorité de la tête en moyenne de 5,5 cm.

Tableau 8

Angles des marqueurs (en degré) pour les segments tête –épaule et pour le bassin, dans le plan sagittal pour tous les sujets. Comparaison des données du pré –test et du post – test.

Sujets	Tête-épaule		Bassin	
	Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test
1	4,3**	12,9	18,8*	16,9
2	25*	3,3	11,4**	6,8
3	20,5*	23,4	19*	18,2
4	10,1	13,7	15,1	13,2
5	23*	14,8	11,8***	17,5
6	6,2	2,9	13	13,7
7	11,1	13,8	12,3	8,3
8	4,7**	-0,9	5,6	7,2
9	13,3	12,6	12,2	9,9
10	10,1	17,7	16,6	16,3
11	-1,9**	3,3	12,5**	11,6
12	-3,7**	-0,4	8	15,8
13	6,6	2,6	15	12
14	-0,7**	9	13,7	10,1
15	6,6	12,4	15,5	13,8
16	9	3	12,5	12,5
17	28,6*	24,8	11**	14,8
18	9,1	20,9	16,4	18,2
19	8,6	11,4	14,2	14
20	12,1	12	16,6*	14,6
21	17,9	21	13,6	9,6
22	10,2	1,7	18,8*	10,9
23	18,8	11,7	19,3*	13,7
24	7,2	8,3	15	13,7
25	22,2*	19,4	17,7*	16
26	5,4	17	11,1**	9,6
Moyenne	10,93	11,24	14,10	13,03
Écart-type	8,26	7,54	3,38	3,28

Les sujets des deux groupes présentent une antéversion du bassin de 14° en moyenne ce qui est près des données normales (10°). Par contre, certains sujets ont une

antéversion du bassin importante entre 15° et 19° (n=10) alors que d'autres ont le bassin en rétroversion avec des angles de 6° à 8°(n=3).

Étant donné les différences individuelles, il est difficile d'établir un profil postural représentatif de l'ensemble des sujets. Nous avons cependant pu dégager trois types de postures qui semblent bien représenter notre groupe de sujet. Nous vous présentons une analyse de cas de trois sujets présentant des caractéristiques posturales fréquemment rencontrées parmi les sujets du groupe expérimental et du groupe contrôle.

Analyse de trois cas

Trois sujets ont été choisis afin de démontrer les effets du programme d'exercices pour le groupe expérimental sur la posture des jeunes joueurs de hockey. Ces sujets ont effectué leur programme d'exercice à une fréquence plus élevée que la moyenne des sujets du groupe expérimental(moyenne groupe = 3 fois par semaine, moyenne des 3 sujets = 4,6 fois par semaine). Vous pourrez constater les effets bénéfiques sur la posture des deux premiers sujets dont les déficits posturaux ont été grandement améliorés suite au programme d'exercice qui était proposé. Ensuite, le troisième sujet présenté n'a pas amélioré sa posture de façon importante puisque celle-ci était déjà relativement bien alignée au départ.

Les différences qui seront démontrées vous permettront d'apprécier trois types posturaux qui ont été souvent rencontrés dans notre échantillon. Le premier cas présentait une posture typique en « S » avec une antériorité de la tête importante. La posture typique en « S » est souvent rencontrée chez les nageurs. Elle se caractérise par une antériorité de la tête, une hypercyphose au niveau thoracique et une hyperlordose au niveau lombaire. Le deuxième cas est très représentatif de l'effet du programme d'exercice recherché au départ tandis que le troisième cas avait une posture très alignée au départ tout comme sept autres de ses collègues (8/26).

Sujet #1

Le premier sujet présentait, lors du pré -test, de nombreux désalignements posturaux. Lors du pré -test, il présentait un angle tête –épaule antérieur de 25°(Tableau 4 *). Cet angle a été ramené à 3,3° lors du post –test, ce qui représente une amélioration de 21,7°. Aussi, les angles hanche –genoux et genoux –cheville ont montré des améliorations de 2,4° pour le premier segment et de 1,9° pour le deuxième segment. La tête était antérieure de 7,4 cm lors du pré –test alors que cette distance a été ramenée à 3,4 cm à la deuxième analyse. La posture de ce sujet est passée d'un modèle postural en « S » au départ à une posture beaucoup plus rectiligne à la deuxième évaluation.

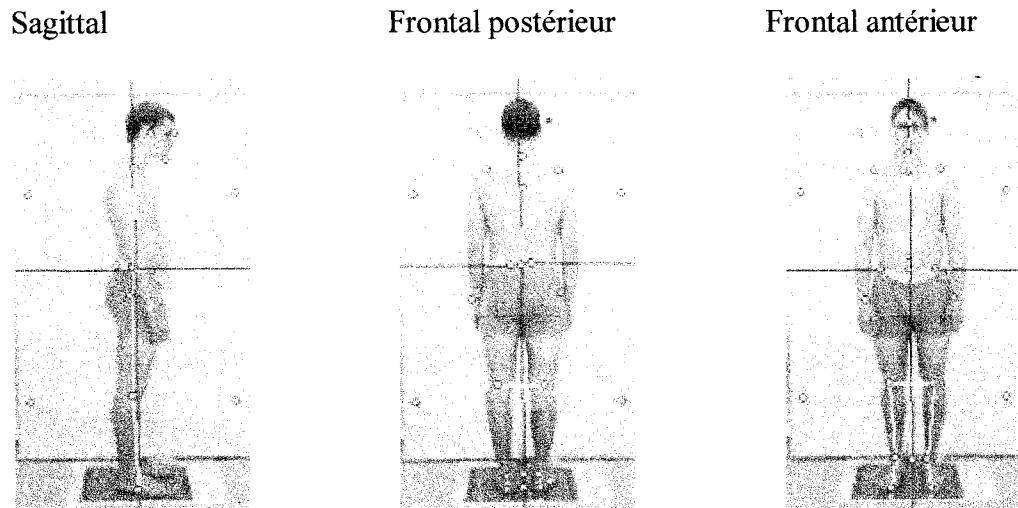


Figure 9. Posture dans le plan sagittal, frontal postérieur et frontal antérieur du cas no.1 lors du pré –test (sujet no.2).

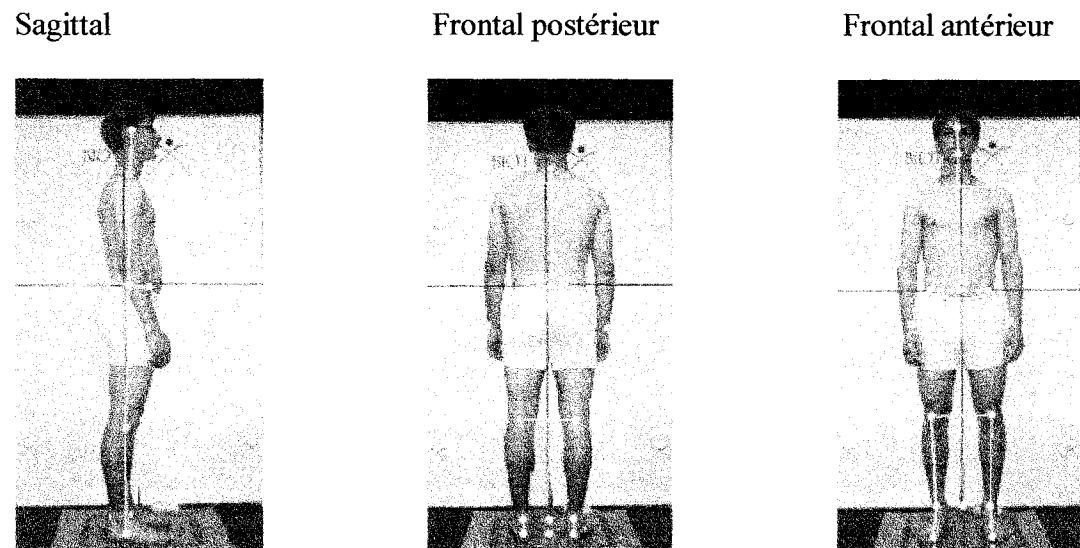


Figure 10. Posture dans le plan sagittal, frontal postérieur et frontal antérieur du cas no.1 lors du post –test (sujet no.2)

On peut remarquer chez ce sujet que l'amélioration du positionnement de la tête a contribué grandement au meilleur positionnement des autres segments. Aussi, des correctifs au niveau du bassin et de l'enroulement des épaules dans le plan sagittal peuvent être notés.

Tableau 9

Angles (en degré) dans le plan sagittal pour le cas no.1, pour les données du pré –test et celles du post –test.

	Cas -1	
Plan Sagittal	Pré-test	Post-test
Tête-Epaule	25*	3,3
Épaule-Bassin	1,5	1,2
Bassin	11,4	6,8

Les correctifs apportés à l'angle tête –épaule sont importants et ont eu un effet marqué sur la posture de ce sujet (Tableau 9). On peut également remarquer que les angles dans le plan sagittal au niveau du segment épaule –bassin et de l'antéversion du bassin ont diminué de façon moins importante lors du post –test (Tableau 9). En ce qui concerne le segment épaule –bassin, le déficit est faible et les correctifs à apporter ne peuvent qu'être minces.

Sujet # 2

Le deuxième sujet présente des améliorations importantes qui se répercutent également sur le centre de masse. On peut remarquer (Figure 11) que l'alignement des segments dans le plan sagittal est plus rectiligne lors du post –test, les angles et les distances des segments par rapport à la verticale sont moins importants et on remarquera plus loin que le centre de masse de ce sujet est situé plus près du positionnement idéal.

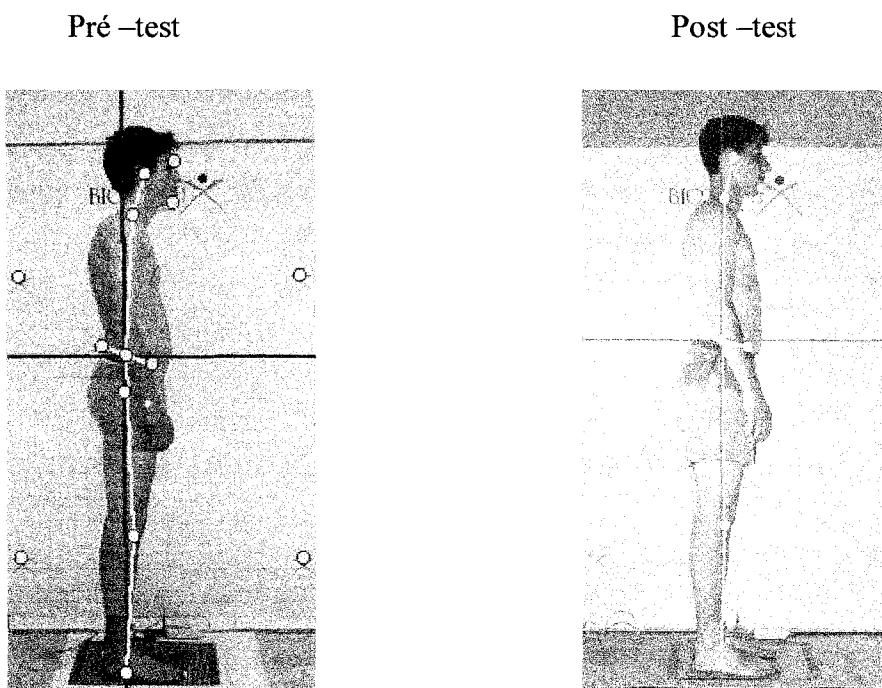


Figure 11. Posture dans le plan sagittal pour le cas no.2. Différence entre le pré – test et le post –test (sujet no.31).

Tout d'abord, en ce qui concerne les angles des segments dans le plan sagittal, on peut remarquer que tous les marqueurs sont antérieurs (Tableau 10). Plus particulièrement, l'angle tête -épaule, est passé de $18,8^\circ$ au pré -test à $11,7^\circ$ au post -test, ce qui représente une amélioration de $7,1^\circ$. Aussi, on remarque des améliorations importantes pour le segment épaules -bassin ($1,6^\circ$) qui présentait une antéversion de $2,4^\circ$ lors du pré -test. Il est important de constater que cette antéversion a été ramenée à $0,8^\circ$ au post -test, ce qui est très près de l'angle idéal de 0° . De plus, pour le bassin, on note une différence de $5,6^\circ$ entre les deux évaluations. L'angle du bassin était à près de deux fois l'angle idéal de 10° lors du pré -test et il est passé à $13,7^\circ$ au post -test, ce qui est appréciable.

Tableau 10

Angles (en degré) des marqueurs dans le plan sagittal pour le cas no. 2 pour les données du pré -test et celles du post -test.

Plan Sagittal				
	En degrés		Pré-test	Post -test
Segments	Direction	Angle	Direction	Angle
Tête-épaule	Antérieur	18,8	Antérieur	11,7
Épaule -Bassin	Antérieur	2,4	Antérieur	0,8
Bassin	Antérieur	19,3	Antérieur	13,7

Pour ce qui est des distances par rapport à la verticale, la majorité des segments démontrent une amélioration importante. On remarque que, pour la tête, l'antériorité est

passée de 7,1 cm à 3,8 cm, ce qui représente une amélioration de 3,3 cm entre les deux évaluations. Les épaules étaient antérieures de 2,8 cm au pré –test et de 1,1 cm au post –test, ce qui représente une amélioration de 1,7 cm. Finalement, on remarque que, pour le bassin, la variation entre les deux évaluations est de 0,5 cm (Tableau 11). Le bassin est presque dans sa position idéale lors du post –test.

Tableau 11

Distances (en cm) des segments, par rapport à la verticale, dans le plan sagittal entre le pré –test et le post –test.

En cm		Pré-test		Post -test	
Segments	Direction	Distance	Direction	Distance	
Tête	Antérieur	7,1	Antérieur	3,8	
Épaules	Antérieur	2,8	Antérieur	1,1	
Bassin	Antérieur	0,9	Antérieur	0,4	

Plan Frontal – Sujet #2

Plan frontal postérieur

Pour ce qui est des données dans le plan postérieur, les angles et les distances des segments par rapport à la verticale étaient majoritairement inférieurs à 1° c'est pourquoi il est difficile d'établir l'amélioration de la posture de ce sujet dans ce plan.

Plan frontal antérieur

En ce qui concerne le plan antérieur (Figure 12), on remarque que les marqueurs étaient principalement orientés vers la droite lors de la première évaluation. Au niveau des genoux, il est possible de constater que la distance de chaque genou par rapport à la verticale tracée est différente et que la distance entre le genou droit et cette même verticale est plus importante que celle entre le genou gauche et cette ligne.

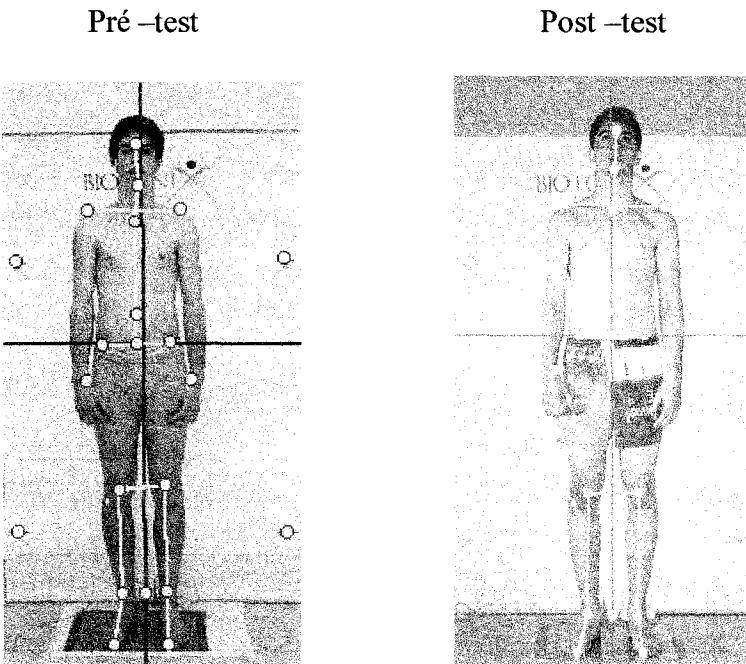


Figure 12. Postures dans le plan frontal antérieur. Différences entre le pré -test et le post -test (sujet no.31).

Au niveau des angles, il y a eu beaucoup de changements (Tableau 12). On note que l'épaule gauche était plus élevée ($0,6^\circ$) au pré -test alors que lors du post -test c'est

la droite ($1,7^\circ$) qui est plus élevée. Ce changement implique un mouvement de $2,3^\circ$ au niveau des épaules. Pour les deux autres segments, les modifications posturales sont appréciables. Au niveau de l'angle du bassin, celui-ci est passé de $2,9^\circ$ d'élévation à gauche au pré -test à 1° d'élévation à gauche lors du post -test. Pour ce qui est des genoux, la modification est d'autant appréciable que l'angle a été calculé à $5,2^\circ$ d'élévation à gauche au pré -test et est passé à $0,5^\circ$ à gauche lors du post -test.

Tableau 12

Angles (en degré) des marqueurs dans le plan frontal antérieur pour le cas no. 2 pour le pré -test et le post -test.

En degrés		Pré-test		Post -test	
Segments	Côté élevé	Angle	Côté élevé	Angle	
Épaules	Gauche	0,6	Droite	1,7	
Bassin	Gauche	2,9	Gauche	1	
Genoux	Gauche	5,2	Gauche	0,5	

Finalement, au niveau des distances des segments par rapport à la verticale, tous les segments présentent de très grandes variations entre le pré -test et le post -test (Tableau 13). Pour le front, les épaules, le nombril, le bassin et les genoux, on peut remarquer que les segments étaient dirigés vers la droite au pré -test alors qu'au post -test, ils se retrouvent dirigés vers la gauche. Seuls les orteils ont conservé la même direction et on constate aussi une amélioration de 1° entre les deux évaluations.

Tableau 13

Distances (en cm) des marqueurs dans le plan frontal antérieur pour le cas no. 2 pour le pré –test et le post –test.

Segments	Pré-test		Post -test	
	Direction	Distance	Direction	Distance
Front	Droite	2,3	Gauche	2,3
Épaules	Droite	2,8	Gauche	1,4
Nombril	Droite	2,3	Gauche	1,1
Bassin	Droite	2,7	Gauche	0,4
Genoux	Droite	1	Gauche	0,5
Orteils	Droite	1,6	Droite	0,6

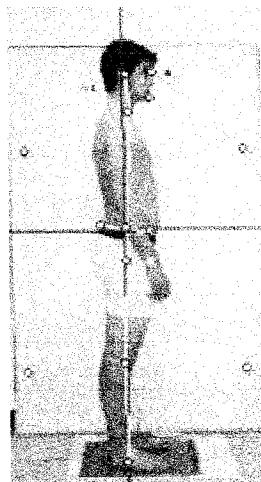
Les données de ce sujet illustrent bien l'idée générale de départ de cette recherche : améliorer la posture à l'aide d'un programme d'exercices correctifs. Par contre, la totalité des sujets ne présentaient pas autant de désalignements posturaux à corriger lors de la première évaluation. Nous croyons que le programme d'exercice a eu un effet important pour un grand nombre de sujets qui présentaient, au départ, des postures particulièrement loin de l'alignement idéal des segments.

Sujet # 3

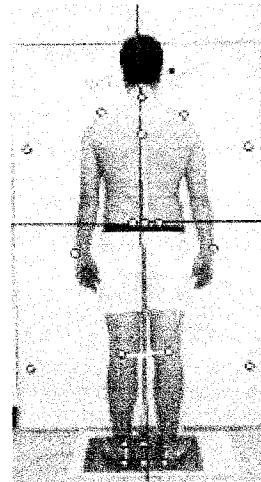
Le troisième sujet avait au départ une bonne posture où les marqueurs étaient alignés sur la verticale projetée par le logiciel dans le plan sagittal. Entre les deux

évaluations, des modifications de la posture ont tout de même été remarquées pour certains segments.

Sagittal



Frontal postérieur



Frontal antérieur

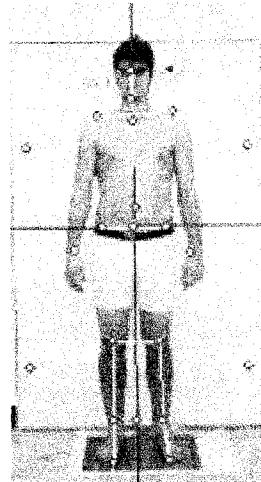


Figure 13. Posture dans les plans sagittal, frontal postérieur et frontal antérieur pour le cas no.3 lors du pré- test (sujet no.14).

Par contre, la quantité d'améliorations à apporter à partir de l'évaluation de la posture lors du pré -test, ne laisse place qu'à peu de changements. En effet, comme on peut le constater sur la Figure 13 et la Figure 14, dans le plan sagittal, les segments sont pratiquement tous alignés sur la verticale tracée à partir du marqueur du processus styloïde du 5è métatarsse. Les angles et les distances dans ce plan se situent sous les 4° pour les angles et 3 cm pour les distances des segments.

Dans les plans antérieurs et postérieurs, on remarque que la posture n'est pas parfaite mais ne laisse place qu'à peu d'améliorations (Figures 13 et 14). Encore cette

fois, l'angle le plus important est de $3,5^\circ$ et la majorité se situent en dessous de la marque de 2° et ce, dans les deux plans. En ce qui concerne les distances, la majorité des segments se situent à moins de 2 cm de distance des points de référence.

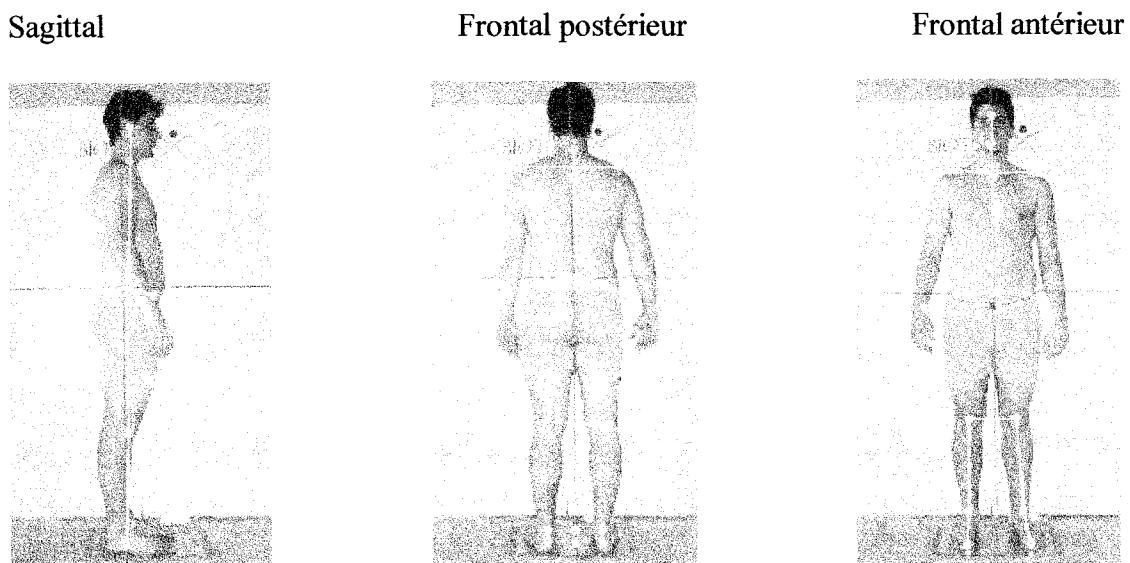


Figure 14. Posture dans les plans sagittal, frontal postérieur et frontal antérieur pour le cas no.3 lors du post- test (sujet no.14).

Centre de masse et tapis de pression comparaison des groupes expérimental et contrôle

En ce qui concerne les centres de masse des sujets, on ne remarque aucune différence significative entre les données du pré -test et du post -test pour le groupe expérimental. Par contre, nous avons pu faire ressortir des tendances intéressantes. Pour ce qui est du groupe expérimental, la moyenne des déplacements latéraux est de

0,95 cm (écart-type = 0,54) lors du pré –test et elle a été abaissée à 0,69 cm (écart-type= 0,52) au post –test (Tableau 14). Pour ce qui est des déplacements antéro-postérieurs, la distance est passée de 1,77 cm (écart-type= 1,61) lors du pré –test à 1,86 cm (écart-type= 1,24) lors du post –test. Par contre, on note que le maximum est passé de 6,6 cm à 3,7 cm (même sujet, voir *), ce qui représente une grande différence.

Tableau 14

Quantité de déplacements latéral et antéro-postérieur (en cm) du centre de masse des sujets par rapport au positionnement du centre de masse idéal pour le groupe expérimental. Comparaison entre le pré -test et le post -test.

Sujets	Latéral		Antéro-postérieur	
	Pré -test	Post -test	Pré -test	Post -test
1	1,1	1,7	0,1	0,1
2	0,7	1	0	1,7
3	1,2	0,1	0,1	1,4
4	1,2	0,5	2	3,1
5	0,9	0,1	2,8	2,5
6	0,8	0	2,4	3,3
7	1	1,2	6,6*	3,7*
8	1,7	0,6	1	2
9	0,1	0,1	2,9	3,5
10	0,4	0,7	1,4	2,7
11	0,4	0,4	1,6	0,1
12	0,2	0,5	1,6	1
13	1,5	0,9	1,1	0,6
14	2	1	1,3	0,5
15	1	1,5	1,7	1,7
Moyenne	0,95	0,69	1,77	1,86
Écart-type	0,54	0,52	1,61	1,24

Pour ce qui est du groupe contrôle, la moyenne n'a pas beaucoup changé et la quantité de déplacements latéraux (moyenne= 0,45 écart-type= 0,43 au pré-test et moyenne = 0,58 écart-type= 0,41 au post-test) et antéro-postérieurs (moyenne= 2,63

écart-type= 1,4 au pré-test et moyenne = 2,76 écart-type= 2,51 au post-test) sont demeurés semblables.

Analyse du centre de masse des trois cas.

Le centre de masse des sujets a été analysé et on peut remarquer des différences entre les trois cas présentés. On a remarqué une stabilité des mesures entre les données du centre de masse projeté à partir de l'analyse posturale de Biotonix et l'évaluation de la pression sous les pieds des sujets avec les données recueillies par Matscan. En résumé, si un sujet a un centre de masse comportant un déplacement antérieur et latéral vers la droite avec Biotonix, on retrouve avec les données de pression sous les pieds de Matscan une différence de pression entre le pied droit et le pied gauche favorisant le pied droit. Nous vous présentons les données de centre de masse de Biotonix pour les trois cas.

Sujet no.1

Le cas no. 1 présente un centre de masse presque parfaitement situé lors du pré – test (Figure 15). Malgré l'amélioration de la posture, le centre de masse a subi un déplacement antérieur et vers la droite lors du post –test. Le centre de masse de ce sujet ne comporte aucun déplacement antérieur et un déplacement vers la droite de 0,7 cm lors de la première évaluation. Par la suite, les changements de la posture ont amené le

centre de masse à un déplacement antérieur de 1,7 cm et à un déplacement latéral de 1 cm lors de la deuxième évaluation. Le déplacement latéral est équivalent lors des deux évaluations. Par contre, on remarque que même si la posture s'est améliorée, le centre de masse accuse un déplacement antérieur plus important. Aussi, en ce qui concerne les données de pression sous les pieds, il y a davantage de pression sous le pied droit par rapport au pied gauche, ce qui concorde avec les données recueillies avec Biotonix.

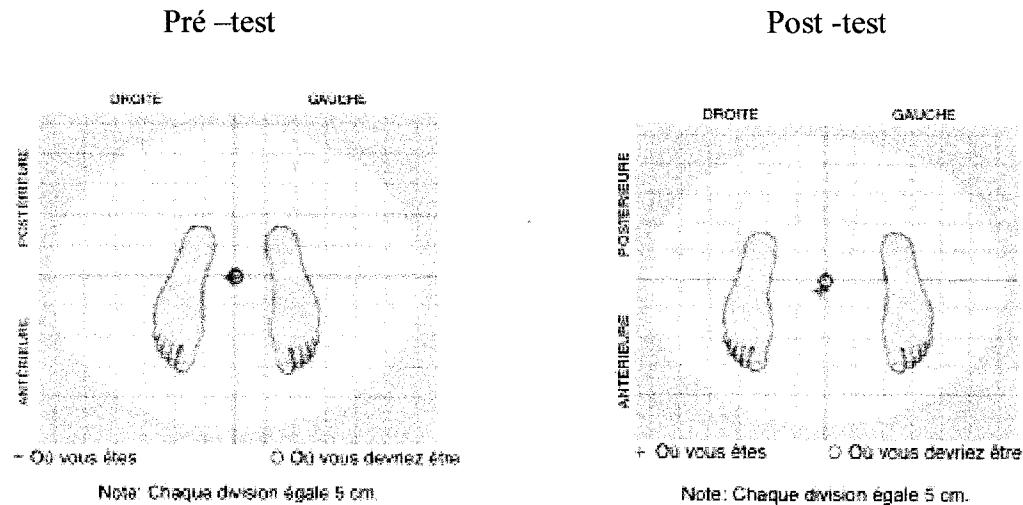


Figure 15. Position du centre de masse du cas no.1 par le logiciel Biotonix.
Comparaison entre le pré –test et le post –test.

Sujet no.2

En ce qui concerne le centre de masse du cas no.2, lors du pré –test, on remarque que celui-ci est antérieur de 1,3cm et vers la droite de 2cm (Figure 16). Son centre de masse est à 2,4cm de la localisation du centre de masse idéal. Ces déplacements sont la résultante des différents déplacements segmentaires que nous avons constaté

précédemment. Lors du post -test, son centre de masse s'est grandement amélioré avec un déplacement postérieur de 0,5 cm et un déplacement latéral vers la gauche de 1cm. Son centre de masse est maintenant à 1,1cm du centre de masse idéal.

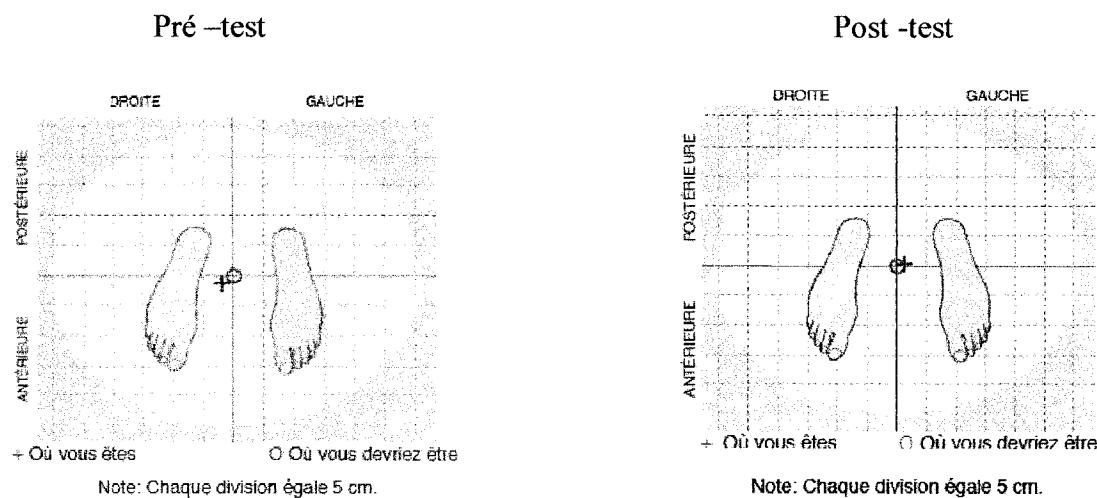


Figure 16. Position du centre de masse du cas no.2 par le logiciel Biotonix .

Comparaison entre le pré -test et le post -test.

Pour ce qui est des données de pression sous les pieds, il y a davantage de pression sous le pied droit comparativement au pied gauche lors du pré -test. Par contre, malgré la projection vers la gauche de son centre de masse lors de la deuxième évaluation, le pied droit continue à supporter davantage de pression que le gauche.

Sujet no.3

Pour ce qui est du centre de masse du cas no.3, il se situe très près du centre de masse idéal autant en antéro-postérieur qu'en latéral (Figure 17). La distance latérale est de 0,1 cm vers la gauche au départ. On note également un déplacement antérieur de 1,8 cm. Lors du post -test, le déplacement latéral de son centre de masse est de 0,3 cm vers la droite et de 2,4cm vers l'avant. En observant les données de pression sous les pieds recueillies par Matscan, on constate davantage de pression sous le pied droit autant au pré -test qu'au post -test.

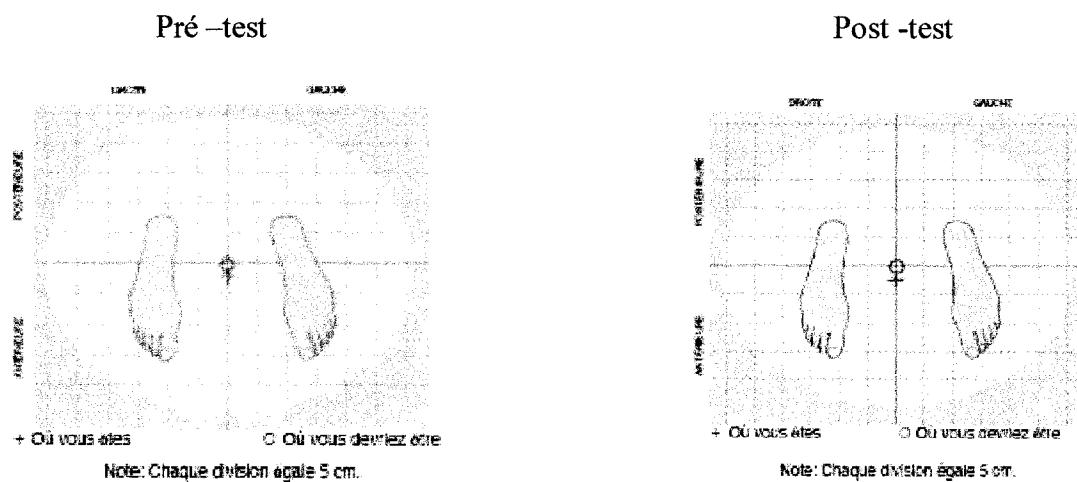


Figure 17. Position du centre de masse du cas no.3 par le logiciel Biotonix.
Comparaison entre le pré -test et le post -test.

Analyse descriptive des sujets par rapport au côté dominant lors du port du bâton.

Le port du bâton de hockey demande une position très typique. On peut remarquer que les jambes et la hanche sont en flexion, le tronc est également fléchi vers l'avant et en rotation du côté du bâton (Figure 18). Cette position répétée des heures durant au cours des années d'entraînement des joueurs amène les différents segments à se développer différemment selon le travail qui leur est demandé.



Figure 18. Position de base au hockey pour un joueur droitier

Les résultats qui suivent permettront de faire ressortir les différences entre les joueurs gauchers et les joueurs droitiers au niveau de la posture et du centre de masse corporel. Étant donnée la nature de la position de base des joueurs, on comprend qu'il n'y a pas de différences dans le plan sagittal entre les gauchers et les droitiers. On peut,

par contre, affirmer que dans l'ensemble, les joueurs ont la tête antérieure de 6cm en moyenne par rapport à la verticale et que les épaules sont antérieure de 3cm dans ce plan.

Dans le plan frontal postérieur, on remarque des tendances fort intéressantes. Au niveau des épaules, on peut observer que les droitiers ont majoritairement le côté gauche élevé (8 sujets/11) et que les gauchers ont le côté droit élevé (9-11 sujets/15) (Tableau 15). Cette tendance est peut-être une caractéristique des joueurs en lien avec le port du bâton.

Tableau 15

Angles des épaules (en degré) dans le plan frontal postérieur pour les joueurs droitiers et les joueurs gauchers. Différences entre le pré -test et le post -test.

Épaules	DROITIERS n = 11				GAUCHERS n = 15			
	PRÉ -TEST		POST -TEST		PRÉ -TEST		POST -TEST	
Côté élevé	Droit	Gauche	Droit	Gauche	Droit	Gauche	Droit	Gauche
Moyenne	0,87	1,94	1,43	1,88	1,25	1,3	1,49	0,75
Écart-type	0,99	1,28	1,88	1,31	0,67	0,51	1,15	0,68
Nombre	3	8*	3	8*	11*	4	9*	6

* Majorité de sujets

En ce qui concerne les distances des segments par rapport à la verticale dans le plan postérieur, les épaules ont tendance à se diriger vers le côté dominant du sujet. En effet, les droitiers ont les épaules dirigées vers la droite (8 sujets/11) alors que les

épaules des gauchers sont dirigées vers la gauche (9-11 sujets/15) (Tableau 16). Autre fait intéressant, les droitiers ont les principaux segments à la droite de la verticale (Épaules, 7^e cervicale, 5^e thoracique, bassin et genoux). Pour les gauchers, la tendance est moins marquée. Ainsi, seulement les épaules, la 7^e vertèbre cervicale et la 5^e vertèbre thoracique sont orientés vers la gauche. Par contre, ce sont des segments clés du haut du corps pour la posture.

Tableau 16

Distances (en cm) des marqueurs par rapport à la verticale dans le plan frontal postérieur pour les gauchers et les droitiers. Différences entre le pré -test et le post -test.

Direction	DROITIERS n = 11				GAUCHERS n = 15			
	PRÉ -TEST		POST -TEST		PRÉ -TEST		POST -TEST	
	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche
Épaules								
Moyenne	1,56	1,17	1,6	1,33	0,52	0,95	0,87	0,6
Écart-type	1,5	1,16	0,92	1,54	0,26	0,77	0,77	0,59
Nombre	8*	3	8*	3	5	10*	6	9*
7è Cervicale								
Moyenne	1,42	1,3	1,8	1,15	0,78	1,16	0,91	1,45
Écart-type	1,24	1,27	0,87	0,21	0,5	0,77	0,74	0,21
Nombre	9*	2	9*	2	5	10*	13	2
5è Thoracique								
Moyenne	1,14	1,73	1,48	1,07	0,7	0,77	1,03	0,83
Écart-type	1,05	1,01	0,81	0,57	0,34	0,69	0,69	0,58
Nombre	8*	3	8*	3	6	9*	12	3
Bassin								
Moyenne	1,4	1,2	1,6	0,8	1,22	0,83	1,37	0,05
Écart-type	1,19	0,2	0,77	0,53	0,53	0,78	0,65	0,07
Nombre	8*	3	8*	3	11*	4	13*	2
Genoux								
Moyenne	0,74	0,25	0,69	0,15	0,58	0,98	0,88	0,36
Écart-type	0,52	0,1	0,52	0,07	0,39	0,68	0,37	0,21
Nombre	7*	4	9*	2	9	6	8	7

* Majorité de sujets

Dans le plan antérieur, au niveau des angles, on remarque chez les droitiers la même tendance que dans le plan postérieur, c'est-à-dire que l'épaule gauche est plus élevée que la droite pour la majorité des sujets (Tableau 17).

Tableau 17

Angles (en degré) des épaules dans le plan frontal antérieur pour les joueurs droitiers et les joueurs gauchers. Différences entre le pré -test et le post -test.

Épaules	DROITIERS n = 11				GAUCHERS n = 15			
	PRÉ -TEST		POST -TEST		PRÉ -TEST		POST -TEST	
Côté élevé	Droit	Gauche	Droit	Gauche	Droit	Gauche	Droit	Gauche
Moyenne	1,23	2,66	2,17	2,06	2,05	0,9	1,99	0,95
Écart-type	0,87	1,15	0,71	1,14	0,8	0,76	0,8	0,73
Nombre	3	8*	3	8*	8	7	11*	4

* Majorité de sujets

Pour ce qui est des distances des segments avec la verticale dans ce plan, les gauchers sont principalement orientés vers la gauche pour quatre segments (le front, les épaules, les genoux et les orteils) (Tableau 18).

Tableau 18

Distances (en cm) des segments dans le plan frontal antérieur pour les joueurs droitiers et les joueurs gauchers. Différences entre le pré -test et le post -test.

Direction	DROITIERS n = 11				GAUCHERS n = 15			
	PRÉ -TEST		POST -TEST		PRÉ -TEST		POST -TEST	
	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche	Droite	Gauche
Front								
Moyenne	1,95	0,8	1,27	0,8	1,56	1,13	1,3	1,58
Écart-type	1,26	1,04	0,6	0,62	0,98	0,73	0,85	0,68
Nombre	8*	3	6	5	5	10*	3	12*
Épaules								
Moyenne	0,88	1,42	1,12	0,94	1,18	1,29	1,2	1,34
Écart-type	0,78	0,78	0,48	0,78	1,1	0,59	0,95	0,75
Nombre	6	5	6	5	5	10*	3	12*
Genoux								
Moyenne	0,22	0,62	0,7	0,5	0,53	0,7	0,33	0,63
Écart-type	0,26	0,3	0,46	0,3	0,44	0,37	0,28	0,3
Nombre	6	5	3	8	6	9*	4	11*
Orteils								
Moyenne	0,69	0,58	0,15	0,92	0,98	0,82	0,5	0,7
Écart-type	0,52	0,83	0,7	0,48	0,53	0,57	0,58	0,63
Nombre	7	4	2	9	6	9*	4	11*

Profil postural d'un joueur droitier

Afin de bien illustrer notre propos, nous vous présentons les images de la posture dans le plan antérieur et postérieur d'un joueur droitier et d'un joueur gaucher. On peut remarquer chez le joueur droitier (Figure 19) que l'épaule gauche est plus élevée. Le

bassin et les genoux suivent également cette tendance. La main droite est beaucoup plus basse que la gauche et la tête est orienté vers la droite dans le plan antérieur. Au niveau des épaules, on peut constater que l'épaule gauche est davantage enroulée vers l'avant pour le joueur droitier.

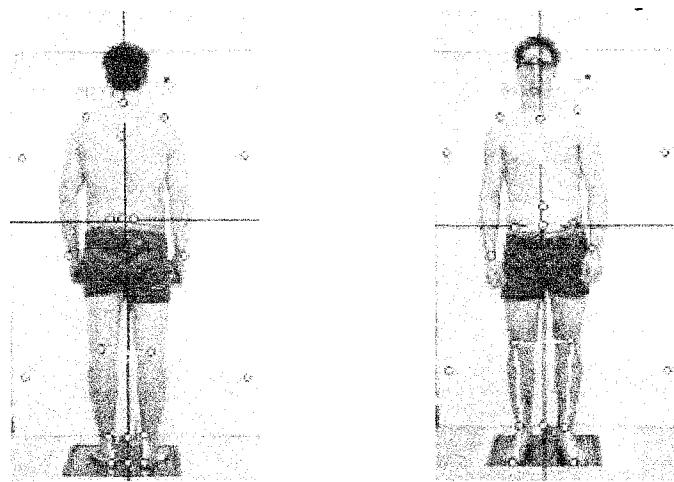


Figure 19. Posture d'un joueur droitier dans le plan frontal postérieur et antérieur.

Profil postural d'un joueur gaucher

Pour ce qui est du joueur gaucher, on remarque les tendances contraires, c'est-à-dire que l'épaule droite est plus élevée que la gauche (Figure 20). Le bassin et les genoux sont également plus élevés du côté droit. La main gauche est beaucoup plus basse que la droite dans les deux plans. La tête est orientée vers la gauche dans le plan

antérieur. Finalement, pour les épaules, on remarque que l'épaule droite est enroulée vers l'avant pour le joueur gaucher.

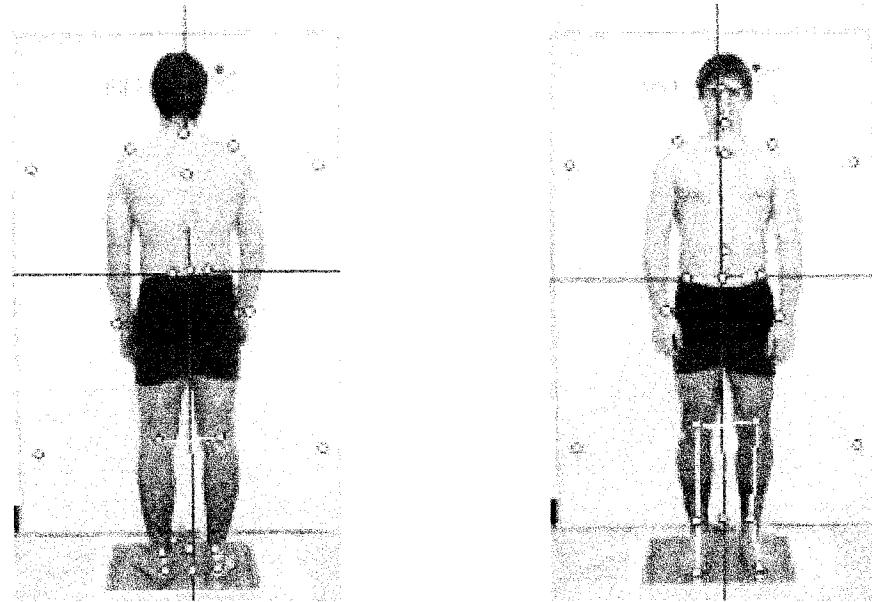


Figure 20. Posture d'un joueur gaucher dans le plan frontal postérieur et antérieur.

Centre de masse et tapis de pression : joueur droitier vs joueur gaucher

On remarque des différences au niveau du centre de masse selon le port du bâton. Les joueurs gauchers sont orientés vers la gauche (10 sujets/14 au pré -test et 11 sujets /14 au post -test) autant au pré -test qu'au post -test (Tableau 19).

Tableau 19

Direction du déplacement latéral du centre de masse des sujets gauchers. Comparaison entre le pré -test et le post -test.

Sujets	Pré -test	Post -test
	Direction	Direction
1	Gauche	Gauche
5	Droit	Droit
7	Gauche	Gauche
8	Gauche	Gauche
10	Gauche	Droit
13	Droit	Gauche
15	Gauche	Gauche
16	Gauche	Gauche
18	Gauche	Gauche
19	Droit	Droit
21	Gauche	Gauche
23	Gauche	Gauche
29	Droit	Droit
30	Gauche	Gauche
31	Droit	Gauche

On peut croire à l'influence du port du bâton sur le positionnement du centre de masse chez les joueurs de hockey.

En ce qui concerne les droitiers, leur centre de masse est davantage orienté vers la droite au pré -test (7/11) mais sont plus équilibrés lors du post -test (5/11 à droite et 6/11 à gauche). Ces déplacements sont en moyenne de 0,64 cm lors du pré -test et de 0,48 cm lors du post -test (Tableau 20).

Tableau 20

Direction du déplacement latéral du centre de masse des sujets droitiers. Comparaison entre le pré -test et le post -test.

Sujets	Pré -test	Post -test
	Direction	Direction
2	Droit	Droit
3	Gauche	Gauche
4	Droit	Gauche
6	Droit	Droit
11	Gauche	Gauche
14	Gauche	Droit
17	Droit	Droit
27	Droit	Gauche
33	Droit	Droit
34	Droit	Gauche
35	Gauche	Gauche

Le hockey est un sport unilatéral sur bien des points de vue. En effet, mis à part le patinage, les joueurs utilisent leur côté dominant davantage par rapport à l'autre côté de leur corps.

Bilan musculaire

Un bilan musculaire selon Peterson Kendall (1995) a été effectué auprès de l'ensemble des sujets. Le bilan musculaire utilisé mesure l'amplitude de mouvement en degrés des muscles suivants : les ischio-jambiers, le rectus femoris, le psoas iliaque, les rotateurs internes et externes du membre inférieur, les adducteurs de la hanche, les rotateurs internes et externes du membre supérieur et le grand pectoral.

Tableau 21

Valeurs de Z du test statistique binomial exact de la différence entre deux proportions pour le bilan musculaire. (Seuil pour être significatif : $<0,05$: 1,645 et $<0,025$: 1,96.)

Membre inférieur	Droit*	Gauche*
Ischio-Jambiers	-0,379	0,29
Psoas iliaque	-0,488	0,24
Rectus Femoris	0,892	0,309
Rotateurs internes	0,504	0,409
Rotateurs externes	1,471	0,479
Adducteurs	0,976	-0,199
Membre supérieur		
Rotateurs internes	-7,589	0,506
Rotateurs externes	0,169	-0,046
Pectoral	-0,529	0,095

* non-significatif

Aucune différence significative n'a pu être notée entre les sujets du groupe expérimental et du groupe contrôle (Tableau 21). Nous pouvons donc affirmer que la pratique du hockey n'affecte pas directement l'extensibilité musculaire chez des joueurs de 15 ans à 17 ans.

CHAPITRE IV

DISCUSSION

Parmi les sujets de notre étude, plusieurs présentaient de nombreuses anomalies posturales alors que d'autres (huit sujets) avaient, au départ, une bonne posture. Globalement, il n'a pas été possible d'améliorer la posture des sujets du groupe expérimental avec un programme de renforcement et d'étirements musculaires à raison de trois entraînements par semaine pendant les dix semaines de l'expérimentation. Par contre, certaines données présentent des améliorations significatives entre le pré-test et le post-test, tandis que d'autres permettent de mieux comprendre les mécanismes musculaires et articulaires présents au hockey.

Lors de l'analyse des résultats, il est apparu que plusieurs variables ont un lien étroit entre elles. En effet, plusieurs aspects évalués sont interdépendants. Autant les données présentant des résultats significatifs que les données descriptives contribuent à expliquer les mécaniques musculaires en cause chez les joueurs de hockey.

Tout d'abord, une analyse globale des données significatives sera présentée tout en mettant en perspective les différents liens entre les segments et les mouvements demandés par le hockey sur glace. Par la suite, une analyse des trois cas typiques établira des différences mécaniques entre ces profils posturaux. Finalement, l'effet de la

latéralité au hockey sera analysée en établissant une comparaison détaillée entre un joueur droitier et un joueur gaucher.

Le programme d'exercice auquel le groupe expérimental a été soumis nous a permis de démontrer une amélioration significative de la distance des marqueurs positionnés aux genoux et ce, autant dans le plan frontal antérieur que postérieur. La différence significative qui est en cause se présente dans le plan antéro-postérieur, ce qui implique que les changements se sont faits au niveau de l'alignement latéral des genoux par rapport à la verticale qui passe au centre de ceux-ci. Lors de la première évaluation, on a pu constater que les marqueurs situés aux genoux n'étaient pas répartis de façon égale de part et d'autre du corps dans les plans médio-latéraux. Cette répartition inégale laisse présager que les sujets se portaient davantage sur un pied ou projetaient leur poids davantage sur un côté du corps. Étant donné que l'échantillonnage comportait des joueurs droitiers et des joueurs gauchers, on a établi la répartition du poids corporel selon le tapis de pression en séparant les gauchers et les droitiers.

On peut constater que, dans les plans antérieur et postérieur, les sujets gauchers portent plus de pression sur leur pied gauche que sur leur pied droit. Les sujets droitiers, eux, portent davantage de pression sur leur pied droit. Ces données concordent avec celles du centre de masse des sujets. On remarque également qu'il y a un changement chez plusieurs sujets du groupe expérimental au niveau de la répartition du poids de

corps sur les deux pieds entre le pré-test et le post-test. Les études spécifiques traitant de l'asymétrie morphologique sont rares. Par contre, une recherche de Nystrom et al (1990) au sujet des caractéristiques physiologiques et morphologiques des escrimeurs de niveau international démontre que le maniement de l'épée provoque un développement asymétrique du corps. En effet, les données de forces isométriques du bras qui manie l'épée ainsi que les données de forces isométriques et dynamiques de la jambe avant démontrent que les membres dominants sont plus forts que les membres opposés. Aussi, la masse musculaire de la jambe avant est plus importante par rapport à l'autre jambe. Une étude de Watson (1995) a démontré que les changements posturaux rencontrés chez les athlètes sont directement reliés aux spécificités du sport qu'ils pratiquent. Il est donc permis de croire à l'influence du travail latéral au hockey sur la répartition du poids corporel et le positionnement du membre inférieur.

Mécaniquement, une meilleure répartition du poids corporel amène le positionnement du corps, et plus particulièrement le bassin, à se modifier et la distance entre les deux genoux s'en trouve davantage centrée par rapport aux données du pré-test. En effet, une asymétrie du bassin dans le plan frontal implique qu'un côté du pelvis est abaissé par rapport à l'autre (Porterfield, 1998). Cette asymétrie peut être causée par des débalancements musculaires pour ce qui est des muscles responsables du positionnement du bassin dans le plan frontal (Porterfield, 1998). Une charge asymétrique sur la région pelvienne provoque un déplacement latéral du côté abaissé. C'est pourquoi, selon Porterfield (1998), les déplacements latéraux (Tx) notés aux

genoux sont principalement reliés aux psoas iliaques et aux rotateurs externes de la hanche. Un réalignement symétrique des genoux par rapport à la verticale implique une abduction de la hanche qui est plus latérale et une adduction de la hanche qui est davantage rapprochée de la verticale projetée.

Le membre inférieur et le bassin

En ce qui concerne le bilan musculaire, on note une différence (non-significative) plus importante au niveau des rotateurs externes de la hanche droite par rapport à la hanche gauche pour le groupe expérimental. La raison pour laquelle l'amélioration est plus importante pour la hanche droite peut s'expliquer par le fait que les rotateurs externes de la hanche droite avaient une étendue de mouvement moins grande lors du pré -test. Donc, ces muscles étaient, au départ plus raccourcis que ceux de la hanche gauche.

Cette différence, notée entre les deux évaluations, au niveau des rotateurs externes est intéressante parce qu'étant donné le port de patins durant un grand nombre d'heures, le membre inférieur des joueurs doit s'adapter à cette diminution de mobilité du pied. En effet, le port de patins amène un développement spécifique du membre inférieur puisqu'il ne permet pas de faire de flexion plantaire (Tyler et al., 1996). Afin de permettre à la lame du patin de demeurer complètement sur la glace, le joueur doit fléchir la hanche et les genoux (Tyler et al., 1996). La flexion de la hanche et des

genoux est nécessaire pour compenser la projection antérieure du centre de masse causée par le port de patins. Afin de bien comprendre les mécanismes qui sont provoqués par le port de patins, il est important de considérer le membre inférieur dans son ensemble. Une constante flexion dorsale de la cheville amène un développement musculaire particulier de la jambe et de la hanche (Tyler et al., 1996). En effet, la flexion constante de la hanche provoque un raccourcissement du psoas iliaque et du droit antérieur. Il a été prouvé que les joueurs professionnels présentent une diminution significative de l'extensibilité de la hanche par rapport à la population non-sportive (Tyler et al., 1996). De plus, le bilan musculaire fait refléter le fait que l'ensemble des sujets ont une grande force au niveau des érecteurs du rachis, ce qui peut être une résultante de l'antériorité provoquée par le port de patins. Aussi, on ne peut négliger l'effet de la position de base et de la technique de patinage qui demande une constante projection vers l'avant du tronc. De plus, les lancers et les passes augmentent les effets de flexion et de rotation du tronc.

Plusieurs études ont fait ressortir des différences importantes entre les données de force et de flexibilité de l'articulation de la hanche dominante chez des athlètes pratiquant des sports unilatéraux et bilatéraux (Gunnar et al., 1988, Leroy et al., 2000, Tyler et al., 1996, Agre et al., 1988). Plusieurs sujets présentent une antéversion du bassin importante de l'ordre de 15° à 19° ($N=13$). Cette antéversion semble reliée à la force du psoas iliaque et à la position de base. Par contre, certains sujets présentent une

rétroversion du bassin avec des angles de 6° à 8° (n=3). On remarque que les sujets présentant une rétroversion du bassin jouent à la position de défenseur.

Les défenseurs ont une position de base beaucoup plus verticale et ils patinent davantage de reculons par rapport aux joueurs d'avant. Ceci pourrait expliquer la position de leur bassin en rétroversion. Le patinage arrière demande de projeter son centre de masse vers l'arrière afin de reculer. Nous n'avons pas recensé d'études portant sur le patinage à reculons et le développement musculaire propre à cette technique. Par contre, mécaniquement, le patinage avant et le patinage à reculons nécessitent deux techniques de patinage différentes. En effet, le patinage avant est initié alors que le tronc est en flexion avant, le patin avant est orienté vers la direction voulue alors que le patin arrière sert de propulseur. Un déséquilibre vers l'avant est provoqué afin d'initier le mouvement. Pour ce qui est du patinage à reculons, le joueur adopte initialement une position dite assise avec les genoux fléchis et le transfert de poids se fait vers l'arrière. Le patin propulseur est placé de côté par rapport à la direction recherchée alors que le patin glisseur est orienté dans la direction recherchée, soit vers l'arrière. La propulsion se fait par une puissante extension de la jambe et de la hanche. Le transfert de poids se fait d'une jambe à l'autre lors de la période de recouvrement. L'extension en puissance de la jambe et de la hanche demandée lors du patinage à reculons requiert un recrutement particulier des muscles extenseurs de la jambe et de la hanche et plus des rotateurs externes de la hanche. Contrairement au patinage avant qui nécessite un travail plus important et plus cyclique des fléchisseurs et des extenseurs de la hanche et de la jambe, le patinage à reculons sollicite davantage ces muscles en puissance afin de

compenser le déséquilibre vers l'arrière qui est souvent moins important que le déséquilibre vers l'avant demandé par le patinage avant. Les différences entre les techniques de patinage avant et arrière pourrait expliquer pourquoi les rétroversions du bassin sont retrouvées chez les défenseurs.

Les épaules, le bassin et le tronc

L'angle entre l'épaule et le bassin dans le plan sagittal est influencé par l'antéversion du bassin et par l'action des muscles abdominaux, du dos et de la ceinture scapulaire. Les données au niveau de l'amélioration de l'antéversion du bassin ne sont pas significatives quoique plusieurs différences importantes ont été remarquées. Chez ces joueurs de hockey, l'antéversion du bassin n'a pas créé de faiblesse au niveau abdominal puisque le bilan musculaire de la chaîne abdominale démontre que la majorité des sujets ont une grande force des muscles à ce niveau. Aussi, les muscles au niveau lombaire sont très forts. Étant donné qu'une antéversion du bassin prédispose à un raccourcissement des muscles lombaires, nous n'avons pas été surpris de constater que les érecteurs du rachis sont très fort chez les sujets. On remarque que tous les sujets présentent un test de bilan musculaire au niveau du carré des lombes démontrant un déficit d'amplitude pour ce muscle qu'on peut appeler dans le cas de ces sujets un faux positif. En effet, étant donné que le hockey sur glace demande une grande implication du carré des lombes au niveau de la flexion latérale et de la stabilisation de la colonne

vertébrale autant en mode statique que dynamique, il est logique de constater une diminution de l'amplitude de mouvement étant donné que ce muscle est très fort chez ces jeunes hockeyeurs. Le test du bilan musculaire nous offre un résultat de faux positif pour ce muscle, c'est-à-dire que le carré des lombes n'est pas trop faible, il est plutôt trop fort et manque d'extensibilité.

L'antéversion du bassin de ces joueurs de hockey est grandement influencée par le psoas iliaque qui est, pour la plupart, très fort. On remarque des données d'extensibilité du psoas iliaque qui suggère que ce muscle est fortement sollicité au hockey notamment à cause du port de patins. Les angles mesurés pour ce muscle sont de l'ordre de 3,36° à 7,85° en moyenne alors que l'extensibilité normale est de 0°. Il est intéressant de constater que les joueurs professionnels qui ont atteint l'âge adulte présentent une diminution de l'extensibilité de la hanche importante qui est également associée à une augmentation de la lordose lombaire (Tyler et al., 1996). Les jeunes joueurs de hockey à l'étude présentent déjà un profil musculaire et articulaire au niveau de la hanche et au niveau lombaire semblable à celui leurs aînés.

Aussi, la distance (en Z) du bassin par rapport à la verticale dans le plan sagittal s'est grandement rapprochée de la position idéale. Cette différence n'est, par contre, pas significative. Un meilleur alignement du bassin dans ce plan a une grande influence sur le positionnement des épaules et de l'angle qui en résulte. On peut remarquer des diminutions au niveau de l'angle du bassin entre les deux évaluations pour le groupe

expérimental. Les données de ce groupe s'approchaient davantage des angles idéaux de positionnement du bassin lors de la deuxième évaluation. Une diminution de l'angle du bassin est en lien avec une amélioration de l'angle épaule –bassin dans le plan sagittal. En effet, un bassin positionné de façon idéale permet au tronc d'adopter une position plus verticale. Le lien entre ces deux segments se situe au niveau de l'amplitude de mouvement des muscles responsables de la flexion et de l'extension de la hanche et du développement musculaire qui en résulte. Un bassin en antéversion engendre une augmentation de la lordose lombaire et souvent une projection antérieure du centre de masse du sujet. Les épaules sont alors en translation vers l'avant due à la flexion du bassin.

L'amélioration significative de l'angle épaule -bassin peut aussi être influencée par un meilleur balancement de la ceinture scapulaire. Les muscles principalement impliqués dans le positionnement des épaules dans le plan sagittal sont : le petit et le grand pectoral, les rhomboïdes, les trapèzes et les rotateurs internes et externes de l'épaule. Une posture avec le haut du dos arrondi et une projection antérieure des épaules est reliée avec une grande force des muscles antérieurs de l'épaule (principalement le petit et le grand pectoral) due à une sollicitation accrue de ces muscles souvent retrouvée lors du travail sportif (Chamberland, 2003). Les cas d'hypercyphose thoracique sont généralement dus à une faiblesse ou un débalancement des muscles du haut du dos (trapèze bas et moyen, rhomboïdes majeurs et mineurs) par rapport aux muscles antérieurs. Cette condition peut également causer une abduction de

la scapula (Watson, 1995). L'abduction de la scapula entraîne une projection antérieure de l'épaule et a été associée avec l'apparition de douleurs chez des athlètes en natation (Chamberland, 2003). La projection antérieure des épaules entraîne des déficits posturaux et il a été démontré que les débalancements musculaires et les déficits posturaux sont des prédicteurs importants de l'apparition de blessures (Shambaugh et al. 1991, Power et al. 1995, Watson, 1995 et Cowan et al. 1996). Cette condition permet de comprendre les mécanismes de blessures et de positionnement antérieur de l'épaule chez les joueurs de hockey.

Finalement, une antériorité des épaules, qui cause également une augmentation de l'angle entre les épaules et le bassin dans le plan sagittal, peut être également associée à une antériorité de la tête (Chamberland, 2003). Il a été remarqué que l'ensemble des sujets présentait une antériorité de la tête de l'ordre de 5,5cm en moyenne avec un angle tête -épaules d'environ 10°. La position de base du joueur de hockey demande un port antérieur de tête constant. De plus, le port du casque protecteur augmente le poids de la tête et demande une plus grande force des scalènes et de la portion supérieure du trapèze. La tête étant toujours en position d'antériorité les muscles antérieurs sont peu sollicités. Par contre, la portion supérieure du trapèze et les scalènes s'en trouvent raccourcis ce qui a pour effet de diminuer la lordose cervicale.

Analyse de cas

Nous avons présenté trois cas qui sont représentatifs de l'ensemble des sujets à l'étude. Ces trois sujets présentent des caractéristiques posturales et musculaires propres aux trois types de postures retrouvés à l'intérieur de l'échantillon de joueurs qui a été étudiés.

Sujet no.1

Ce premier cas est un exemple concret de l'influence d'un segment sur tous les autres. Lors du pré-test, l'angle tête –épaules était de 25° , ce qui est considérable. Cet angle a été ramené à $3,3^\circ$. L'amélioration de presque 22° de l'angle de la tête a permis au corps de retrouver un nouvel équilibre. En effet, lorsque la tête est antérieure, la région thoracique doit s'adapter afin de garder le corps en équilibre et c'est de même pour la région lombaire. D'un type postural en « S », le sujet est passé à une posture plus rectiligne. On remarque l'influence du meilleur positionnement de la tête sur la région thoracique. Lors du pré –test, la cyphose thoracique était importante et on pouvait remarquer un décollement de la scapula. Les épaules étaient également très antérieures. La région lombaire devait compenser ce déséquilibre par une augmentation de la lordose afin de maintenir le corps en équilibre.

De ce fait, on peut noter que la majorité des marqueurs dans le plan sagittal sont alignés sur la verticale projetée à partir du processus styloïde du 5è métatarsé parce que les désalignements sont aussitôt compensés par le membre situé sous le désalignement. Les exercices de ce sujet ont été concentrés sur la région du cou et des épaules et l'on peut remarquer qu'un meilleur balancement des muscles de ces régions a permis d'améliorer sa posture.

Sujet no.2

Ce deuxième cas est un exemple qui illustre bien l'objectif premier de cette étude, c'est-à-dire, améliorer la posture des joueurs de hockey à la suite d'un programme d'exercices. Au départ, l'analyse posturale et l'évaluation du centre de masse de ce sujet démontraient de nombreux désalignements des segments et ce, dans les trois plans étudiés. Suite au programme d'exercices, on peut remarquer que les améliorations dans le plan sagittal sont importantes pour certains segments. On peut noter des différences importantes au niveau de l'angle tête -épaules et de l'antéversion du bassin. Ces deux segments ont une grande influence sur le centre de masse. En effet, comme on a pu le constater pour le premier cas, l'amélioration de l'angle tête -épaules peut contribuer à améliorer la posture d'un sujet parce qu'un meilleur positionnement de la tête influence le positionnement des autres segments. Aussi, on remarque pour ce deuxième cas que, dans le plan sagittal, la diminution de la distance des marqueurs par rapport à la verticale a contribué à réaligner le corps qui était, auparavant, très antérieur.

Dans le plan frontal postérieur, les angles et la distance des segments étaient trop faibles pour qu'un programme d'exercices puisse améliorer la situation. Ce sujet présentait une bonne posture dans ce plan.

Pour ce qui est du plan antérieur, le programme d'exercices a eu une grande influence sur les épaules, le bassin et les genoux de ce sujet. Lors de la première évaluation, ces segments étaient orientés vers la gauche avec des angles importants de $2,9^\circ$ pour le bassin et $5,2^\circ$ pour les genoux. On remarque également que pour le bilan musculaire de ce sujet, lors de la première évaluation, les rotateurs internes et externes de l'épaule gauche avaient une plus grande flexibilité que les rotateurs de l'épaule droite. Le sujet est un défenseur gaucher. Lorsque ce sujet effectuent un lancer, la mécanique de ses mouvements nécessite une implication différente des épaules gauche et droite. Lors d'un lancer des poignets, l'épaule gauche effectue une puissante contraction et une rotation vers l'avant accompagnée d'une puissante flexion des poignets. Lors de lancers frappés, un élément très important du travail de défenseur, les mouvements des épaules et du tronc sont puissants et d'une grande amplitude. La mécanique d'un lancer frappé nous permet de comprendre que l'épaule dominante, la gauche dans ce présent cas, effectue une rotation sur une grande étendue de mouvement afin de frapper la rondelle sur la glace. Pour effectuer un lancer, le joueur effectue également une rotation du tronc afin de propulser la rondelle. Pour ce qui est de l'épaule droite, ses mouvements sont davantage restreints puisque le bras droit est en flexion et situé près du corps alors que le bras gauche est en extension presque complète et se situe

sur la partie basse du bâton. Lors de la deuxième évaluation, les rotateurs externes de l'épaule gauche ont toujours une différence marquée avec ceux de l'épaule droite. Par contre, les rotateurs internes des deux épaules ont la même extensibilité et les données sont dans les paramètres normaux.

En ce qui concerne le bassin, ce sujet est passé d'une élévation de $2,9^\circ$ du côté gauche à une élévation de seulement 1° du même côté. Cette différence est importante et semble reliée à une amélioration de l'extensibilité du psoas iliaque et du rectus femoris gauche. Ces deux muscles présentaient, au départ, un manque important de flexibilité. Plus ces muscles sont tendus et plus le marqueur positionné sur l'articulation est haut par rapport à la verticale. Pour ce qui est du psoas iliaque, on remarque une différence de 10° entre le muscle du côté gauche par rapport au côté droit. Lors de la deuxième évaluation, la différence entre les psoas iliaques gauche et droit est ramenée à 5° , ce qui est considérable. Une augmentation de la mobilité de ce muscle entraîne une diminution de la rotation en « Z » du bassin et permet une diminution de la hauteur du marqueur positionné sur les épines iliaques antérieures. La latéralité du sujet semble également avoir un effet sur l'extensibilité du psoas iliaque et du rectus femoris. Ce sujet est un joueur gaucher et ces deux muscles du côté gauche présentent un manque important de flexibilité. Le psoas iliaque et le rectus femoris ont une grande influence sur l'ampleur de la flexion de la hanche. Lors du jeu, un joueur gaucher a constamment la hanche en flexion et le tronc en rotation sur le côté gauche ce qui a pour effet de surcharger les muscles du côté dominant du joueur.

Finalement, pour ce qui est des genoux, l'angle est passé d'une élévation de 5,2° à gauche à 0,5° du même côté. Cette différence importante nous démontre, non seulement l'influence des segments les uns sur les autres, mais également l'ascendant de la latéralité du joueur sur le positionnement des genoux dans ce plan. En repositionnant l'ensemble des autres segments de façon plus équilibrés, on a contribué à réaligner les genoux l'un par rapport à l'autre. Aussi, on a constaté une amélioration significative de l'extensibilité des rotateurs externes de la jambe droite pour l'ensemble des sujets du groupe test. L'amélioration de l'extensibilité de ce groupe musculaire presuppose que l'orientation du bassin et la direction du centre de masse sera influencée par un meilleur balancement de ces muscles. Les changements posturaux sont directement reliés aux spécificités musculaires demandées par le sport pratiqué (Watson, 1995) et il a été prouvé que la jambe et la hanche dominante sont plus fortes et comportent des données de flexibilité articulaire différentes (Leroy et al., 2000). Le présent sujet est un défenseur gaucher et on peut constater, en comparant la jambe gauche de la droite, des différences allant de 6 à 9 degrés au niveau de l'extensibilité du rectus femoris et de l'ischio-jambier lors de la première évaluation. Ces différences se sont grandement amoindries lors du post –test alors que les ischio-jambiers gauche et droit ont la même extensibilité. Au départ, au niveau de l'ischio-jambier, le côté droit était moins extensible tout comme les rotateurs externes de la hanche. Les rotateurs externes de la hanche et l'ischio-jambier ont en effet sur le positionnement du bassin dans le plan antérieur. En effet, lorsque ces muscles sont trop forts, ils auront pour effet de provoquer un abaissement du marqueur

situé sur l'épine iliaque. Une charge asymétrique sur le bassin provoque un déplacement latéral du côté abaissé (Porterfield, 1998). De cette façon, lors de la première évaluation, ce sujet présentait un centre de masse projeté vers la droite mais un angle au niveau des genoux élevé du côté gauche. Cette élévation vers la gauche est le résultat de la translation du bassin vers la droite. En projetant le centre de masse vers la droite, le quadrilatère habituellement formé par les genoux et les orteils s'en trouve déformé. Le positionnement des genoux dans le plan antérieur semble aussi relié à l'antéversion du bassin dans le plan sagittal. En ce qui concerne ce sujet, on remarque une diminution de l'antéversion du bassin entre les deux évaluations.

Pour ce qui est de la distance des marqueurs par rapport à la verticale, la variation est importante. D'une orientation vers la droite, le sujet est passé à une orientation de ces mêmes marqueurs vers la gauche lors de la deuxième évaluation. La quantité de déplacement dans le plan antérieur suggère un meilleur balancement des segments et une meilleure répartition du poids de part et d'autre de la verticale. Cette meilleure répartition se répercute sur le centre de masse du sujet. On peut remarquer que le centre de masse du sujet était antérieur et vers la droite lors de la première évaluation. L'orientation des segments vers la droite correspond à ce déplacement antérieur et vers la droite du centre de masse. Lors de la deuxième évaluation, le centre de masse était presque à sa position idéale avec une légère orientation vers l'arrière et la gauche, ce qui correspond également à l'orientation des segments dans le plan antérieur. Aussi, l'amélioration de l'extensibilité du psoas iliaque et du rectus femoris ne sont pas

inconnus à cette modification de la position du centre de masse de ce sujet. Notons qu'au niveau des rotateurs externes de la hanche, ce sujet a augmenté son amplitude de mouvement entre les deux évaluations de 9°. Une plus grande amplitude de mouvement au niveau de ce groupe musculaire permet un meilleur mouvement de la hanche et une meilleure mécanique du mouvement pour le membre inférieur. Aussi, notons qu'au niveau de l'ischio-jambier le côté droit était moins extensible lors de la première évaluation. L'amélioration de l'extensibilité des rotateurs externes de la hanche et de l'ischio-jambier permet un positionnement du bassin beaucoup plus centré. Chez ce sujet, l'amélioration de l'orientation du centre de masse est relié au positionnement du bassin dans le plan frontal. En effet, une asymétrie des muscles entourant le bassin provoque un abaissement d'un côté et par le fait même une translation (Porterfield, 1998). En rééquilibrant ces muscles et en améliorant leur extensibilité, on diminue la translation provoquée par ceux-ci et on améliore ainsi le positionnement du centre de masse et des segments par rapport à la verticale dans le plan frontal.

Sujet no. 3

Pour ce qui est de ce troisième sujet type, on peut remarquer que la posture initiale de ce sujet était excellente. Plusieurs sujets (8) présentent ce type de posture lors de la première évaluation. Étant donné que les désalignements notés sont négligeables, il est difficile d'améliorer ce type de posture.

Analyse des sujets selon leur côté dominant lors du port du bâton.

La main dominante pour l'écriture ne semble pas avoir d'effet direct sur le choix du côté dominant lors du port du bâton de hockey. Plusieurs joueurs de hockey qui écrivent de la main droite utilisent un bâton gaucher depuis toujours. Le côté dominant au hockey est déterminé dès les premiers entraînements chez les jeunes joueurs. L'utilisation d'un bâton de hockey nécessite un grand nombre d'habiletés et une position particulière. Afin de pouvoir appuyer le bâton perpendiculairement par rapport à la glace, le tronc doit être en flexion, la tête et les épaules sont antérieures. Au niveau des épaules, on remarque que l'épaule dominante est plus basse que l'autre épaule et que le tronc doit non seulement faire une flexion mais également une rotation du côté dominant.

Lors de cette étude, nous avons constaté de nombreuses différences entre les joueurs droitiers et les joueurs gauchers et ce, peu importe la position à laquelle ils évoluent. Dans le plan postérieur, on remarque que, pour ce qui est des angles des épaules, les droitiers ont majoritairement l'épaule gauche plus élevée alors que les gauchers, c'est l'épaule droite qui est plus élevée. Il est intéressant de constater que la position de base sur le jeu a une influence sur le positionnement des épaules. L'épaule la plus basse lors de la position de base demeure basse par rapport à l'horizontale lorsque le joueur est debout. Cette tendance est également notée chez d'autres athlètes

pratiquant des sports unilatéraux. Les joueurs de volley-ball ont l'épaule dominante plus basse de 1-3 cm par rapport à l'autre épaule (Bak et Magnusson, 1997).

On remarque aussi les effets de la latéralité lorsqu'on analyse les distances des segments dans le plan postérieur. Les droitiers sont dirigés vers la droite pour tous les segments. Les données du tapis de pression sont en accord avec celles de l'analyse posturale. En effet, on constate que pour une majorité de sujets droitiers (7/11) lors du pré-test, leur centre de masse est projeté vers la droite en plus d'être antérieur. La latéralité que demande le hockey sur glace prend toute son importance parce que non seulement la position des joueurs demande un travail différent pour les deux côtés du corps mais ce travail latéral se répercute sur leur posture en position debout.

Pour ce qui est des joueurs gauchers, les épaules sont orientées majoritairement vers la gauche dans le plan postérieur. Ceci rappelle aisément la flexion latérale et la rotation vers la gauche demandée par le port du bâton. Par contre, le bassin est majoritairement dirigé vers la droite ce qui peut être un effet de compensation pour maintenir le corps en équilibre dans ce plan. Il est important de noter que la quantité de déplacements latéraux chez les gauchers est moins importante en terme de chiffre que pour les droitiers et c'est peut-être pour cette raison que les déplacements vers le côté dominant sont moins importants. En effet, on remarque pour plusieurs segments que les déplacements sont de moins de 1 cm, ce qui peut être négligeable. Par contre, il est intéressant de constater que, dans le plan antérieur, on puisse remarquer la même

tendance que dans le plan postérieur. En effet, les droitiers ont majoritairement l'épaule gauche plus élevée (pré –test et post –test) et il en est de même pour les gauchers (post –test).

Pour ce qui est des distances dans le plan antérieur, l'influence du côté dominant s'est davantage manifestée pour les joueurs gauchers. En effet, la majorité des joueurs gauchers sont orientés vers la gauche pour l'ensemble des segments analysés. Le fait que l'on puisse constater les mêmes tendances autant dans le plan antérieur que dans le plan postérieur nous amène à croire que ces orientations vers le côté dominant ne sont pas le fruit du hasard. Aussi, en analysant les données du tapis de pression et du centre de masse des sujets, on remarque que les gauchers se portent davantage sur leur pied gauche et que les droitiers se portent davantage sur leur pied droit.

L'influence du travail latéral se fait sentir lorsqu'on analyse les postures et les données du centre de masse des joueurs de hockey, et cette influence peut nous amener à comprendre les mécanismes précédant l'apparition de certaines blessures chez les hockeyeurs professionnels. Peut-être que les entorses musculaires aux abdominaux sont reliées à une antéversion importante du bassin, donc reliées à un étirement trop important des muscles abdominaux, ou que les blessures à l'aine sont influencées par la latéralité et par une sur-utilisation des rotateurs externes de la hanche. Selon Simonet et al. (1995) et Emery et al. (1999), on ne peut connaître les causes des blessures aux abdominaux parce qu'aucune étude spécifique n'a encore été réalisée concernant les

causes intrinsèques de ce type de blessures. Pour ce qui est des blessures à l'aine, il existe une association entre la force et l'extensibilité des adducteurs et l'apparition de blessures (Nicholas et Tyler, 2002). Les lombalgies très présentes auprès des joueurs professionnels trouveraient peut-être leur cause par le travail asymétrique des muscles dû à la position de base des joueurs. Watson a découvert chez les joueurs de soccer que ceux qui frappent toujours le ballon du même pied présentaient des déviations latérales de la colonne vertébrale dues aux fréquentes flexions latérales et rotations du tronc du côté dominant. Plusieurs auteurs ont prouvé que les déficits posturaux avaient un lien direct avec l'apparition de blessures (Shambaugh et al. 1991, Power et al. 1995, Watson, 1995 et Cowan et al. 1996).

L'analyse de la posture semble importante afin de déterminer et de prévenir les blessures qui pourraient apparaître chez les sportifs professionnels et la prévention auprès des jeunes athlètes pourrait contribuer à diminuer le nombre de blessures chez les athlètes adultes (Watson, 2001). Étant donné les résultats obtenus, nous n'avons aucun doute sur les effets de la latéralité sur la posture des jeunes joueurs de hockey. Par contre, il serait intéressant d'approfondir les recherches à ce sujet afin de mieux comprendre la mécanique des mouvements demandés aux athlètes en hockey sur glace et les effets de ces demandes physiques sur le corps des athlètes.

L'évaluation de la posture de jeunes athlètes au hockey n'a pas fait le sujet d'un grand nombre d'études. Les études sur les athlètes en hockey touchent principalement

les blessures et les déficits musculaires. Par contre, une recherche intéressante de Agre et al. en 1988 marquait un point de départ intéressant en ce qui concerne l'évaluation musculaire et anthropométrique des joueurs de hockey. Aussi, Watson a consacré deux études à l'influence de la posture et des déficits posturaux pour l'amélioration des performances des joueurs de football et la prévention des blessures dans ce sport. Le parallèle entre le football et le hockey est fort intéressant. En effet, ce sont deux sports de contact où le jeu se déroule très rapidement. Le hockey et le football (autant le football américain que le soccer et le rugby) sont des sports professionnels qui sont pratiqués dans un grand nombre de pays. Aussi, les jeunes joueurs de football et de hockey débutent leur apprentissage du sport à un très jeune âge et les ligues locales leurs permettent d'atteindre un niveau élevé de compétition lors de leur adolescence.

L'évaluation posturale et musculaire des enfants et des adolescents est récente. Par contre, des études ont permis d'établir des différences intéressantes entre les jeunes athlètes et les adolescents ne pratiquant aucun sport. En effet, les jeunes athlètes présentent généralement des courbes thoraciques et lombaires plus importantes que les adolescents ne pratiquant aucun sport (Wojtys et al., 2000). Tout dépendant le sport pratiqué, le développement structural de l'enfant et de l'adolescent est, tout comme pour l'adulte, influencé par le travail qui lui est demandé.

CHAPITRE V

CONCLUSION

Le sport influence le développement de notre corps et plus particulièrement de nos muscles. Un jeune athlète qui s'entraîne depuis de nombreuses années subit souvent un niveau élevé de spécialisation physique très tôt dans son développement. Le développement musculaire, la posture et les demandes spécifiques d'un sport conditionnent le physique du jeune athlète. Le premier objectif de cette étude est d'établir le profil postural, le bilan musculaire et la répartition du poids sous les pieds de joueurs de hockey de niveau élite, âgés de 15 à 17 ans et de quantifier l'effet d'un programme d'exercices de renforcement et d'étirements musculaires afin d'améliorer la posture de ceux-ci et d'éliminer le plus grand nombre d'anomalies posturales. Le second objectif de cette étude est d'établir une comparaison descriptive entre les joueurs droitiers et les joueurs gauchers.

La latéralité demandée par le port du bâton a un effet important sur la posture de ces jeunes athlètes. Le positionnement du bassin et des épaules est un élément important auquel il faut tenir compte lorsqu'on évalue le travail physique demandé par le hockey sur glace. Un programme d'exercices ayant pour but de contrer les effets du travail unilatéral pourrait permettre d'en diminuer les effets négatifs.

La posture des joueurs de hockey de niveau midget présente des caractéristiques intéressantes qui pourrait mener à expliquer les causes des différentes blessures rencontrés chez les joueurs professionnels. Aussi, en

connaissant les mécanismes précédants l'apparition de ces blessures, il sera plus aisé de modifier les exercices lors des entraînements afin les prévenir certaines blessures ou de réduire le temps de convalescence. L'établissement du profil postural et musculaire des joueurs de hockey pourrait servir non-seulement à la prévention des blessures mais également, cela pourrait contribuer à améliorer la mécanique musculaire et la technique des gestes sportifs demandés au hockey sur glace. Il sera peut-être possible de produire des athlètes plus efficaces et plus puissants avec un potentiel de carrière beaucoup plus long. Les études portant sur les joueurs de hockey des niveaux précédant les ligues professionnelles sont très peu nombreuses et un regard plus précis des différents aspects du développement des jeunes joueurs de hockey est souhaitable pour le développement des futurs professionnels du sport.

RÉFÉRENCES

- Agre, J.C., Casal, D.C., Leon, A.S., McNally, C., Baxter, T.L., Serfass, R.C. (1988) Professionnal ice hockey player : physiologic, anthropometric, and musculoskeletal characteristics. Archives of physical medicine rehabilitation , 69, 188-192.
- Bak, K., et Magnusson, SP. (1997) Shoulder strength and range of motion in symptomatic and pain-free elite. The american journal of sports medicine, 25(4), 454-458.
- Barbeau, B. (1996) Hockey sur glace ; contenu annuel atome, pee-wee, bantam. Hockey Benoit Barbeau inc.
- Baratta, R., Solomonov, M., Zhou, B.H., Letson, EE.D., Chuinard, R., D'Ambrosia, R. (1988) Muscle coactivation ; The role of the antagonist musculature in maintaining knee stability. The american journal of sports medicine, 16 (2), 113-122.
- Chamberland, P. (2003) L'épaule du nageur ; évaluation de la mécanique fonctionnelle dans le but de prescrire un programme d'entraînement spécifique. Thèse de maîtrise inédite. Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières.
- Cowan, DN., Jones, BH., Frykman, PN. (1996) Lower limb morphology and risk overuse injury among male infantry trainees. American Journal of Sports medicine. 24, 945-952.

- Cunningham, C., et Cunningham, S. Injury surveillance at a national multi-sport event. (1996) The Australian journal of science and medecine in sport. 28(2), 50-56.
- Descarreaux, M., Normand, MC., Laurencelle,L. Dugas, C. (2002) Evaluation of a specific home exercice program for low back pain. JMPT. 25 (8), 497-503.
- D'Hemecourt, PA., Gerbino, PG.2nd., Micheli,LJ. (2000) Back injuries in young athlete. Clinical sports medecine. 19(4), 663-679.
- Emery, C.A., Meeuwisse, W.H., Powell, J.W. (1999) Groin and abdominal strain injuries in the National Hockey League. Clinical journal of sport medecine. 9, 151-156.
- Fricker, P.A., Taunton, J.E., Ammann, W. (1991) Osteitis pubis in athletes : infection, inflammation or injury ? Sports Medecine. 12(4), 266-279.
- Hosea, T.M., Gatt Jr.,C.J. (1996) Back pain in golf Clinics in sports medicine. 15 (1), 37-53.
- Johansson, C., Lorentzon, R., Fugl-Meyer, A.R. (1989) Isokinetic muscular performance of the quadriceps in elite ice hockey player. The american journal of sport medecine. 17(1), 30-33.
- Kugler, A., Krüger-Franke, M., Reininger, S., Trouiller, H-H., Rosemeyer, B. (1996) Muscular imbalance and shoulder pain in volleyball attackers. British Journal of Sports Medicine. 30, 256-259.

- Kujala, U.M., Taimela, S., Oksanen, A., Salminen, J. (1997) Lumbar mobility and low back pain during adolescence. *The American Journal of Sports Medecine.* 25 (3), 363-368.
- Lacroix, V.J., Kinnear, D.G., Mulder, D.S., Brown, R.A. (1998) Lower abdominal pain syndrome in National Hockey League player : a report of 11 cases. *Clinical journal of sport medecine.* 8, 5-9.
- Laurencelle, L. (2005) Le test binomial exact de la différence entre deux proportions et ses approximations. *Lettres statistiques.* 12, 1-14.
- Leroy, D., Polin, D., Tourny-Chollet, C., Weber, J. (2000) Spatial and temporal gait variable differences between basketball, swimming and soccer players. *International journal of sports medicine.* 21, 158-162.
- Nicholas, S.J., Tyler, T.F. (2002) Adductor muscle strains in sport. *Sports Medicine* 32 (5) 339-344.
- Nyska, M., Constantini, N., Calé-Benzoor, M., Back, Z., Khan, G., Mann, G. (2000) Spondylolysis as a cause of low back pain in swimmers. *International journal of sports medicine.* 21, 375-379.
- Nystrom, J., Lindwall, O., Ceci, R., Harmenberg, J., Svedenhag, J., Ekblom, B. (1990) Physiological and morphological characteristics of world class fencers. *International Journal of sports medicine.* 11(2), 136-139.

- Öhlén, G., Wredmark, T., Spangfort, E. (1989) Spinal sagittal configuration and mobility related to low-back pain in the female gymnast. *Spine*. 14 (9), 847-850.
- Peterson Kendall, F., Kendall McCreary, E. (1995). *Les muscles : Bilan et étude fonctionnelle*, 3è édition. Édition française : Maloine.
- Posch, E., Haglund, Y., Eriksson, E. (1989) Prospective study of concentric and eccentric leg muscle torques, flexibility, physical conditioning, and variation of injury rates during one season of amateur hockey. *International journal of sports medecine*. 10, 113-117.
- Porterfield, JA., et DeRosa, C. (1998) *Mechanical low back pain : perspectives in functionnal anatomy*. (2è éd.) Philadelphie : W.B. Saunders Company.
- Powers, CM., Maffucci, R., Hampton, S. (1995) Rearfoot posture in subjects with patello-femoral pain. *Journal of orthopaedics sports physical therapy*. 22, 155-160.
- Richardson, A.B. (1983) Overuse syndromes in baseball, tennis, gymnastics, and swimming. *Clinics in sports medicine*. 2 (2), 379-390.
- Shambaugh, JP., Klein, A., Herbert, JH. (1991) Structural measures as predictors of injury in basketball players. *Medicine science of sports exercise*. 23, 522-527.
- Sim, F.H., Simonet, W.T., Malton, J.M.,Lehn,T. (1987) Ice hockey injuries. *American Journal of sports medecine*. 15(1), 30-40.

- Simonet, W.T., Taylor III, H.L., Sim, L. (1995) Abdominal wall muscle tears in hockey player. International journal of sports medecine. 16, 126-128.
- Siqueira, CM., Pelegrini, FR., Fontana, MF., Greve, JM. (2002) Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors : comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. Revue of clinical factory of medecine. 57(1), 19-24.
- Tanchev, P.I., Dzherov, A.D., Parushev, A.D., Dikov, D.M., Todorov, M.B. (2000) Scoliosis in rythmic gymnasts. Spine. 25 (11), 1367-1372.
- Tator, C., Carson, J.D., Edmonds, V.E. (1997) New Spinal injuries in Hockey. Clinical journal of sport medecine. 17 , 17-21.
- Tator, CH., et Edmonds, VE. (1984) National survey of spinal injuries in hockey players. Journal of canadian medicine association. 130 (1) 875-881.
- Taylor, D.C., Meyers, W.C., Moylan, J.A., Lohnes, J., Basset, F.H., Garret, W.E. (1991) Abdominal musculature abnormalities as a cause of groin pain in athletes. American journal of sports medecine. 19, 239-242.
- Thomeé, R., Augustsson, J., Karlsson, J. (1999) Patellofemoral pain syndrome. Sports medecine. 28 (4), 245-259.
- Tsai, L., et Wredmark, T. (1993) Spinal posture, sagittal mobility, and subjective rating of back problems in former female elite gymnasts. Spine. 18(7), 872-875.

- Tyler, T., Zook, E., Brittis, D., Gleim, G. (1996) A new pelvic tilt detection device : roentgenographic validation and application to assessment of hip motion in professional ice hockey players. JOSPT. 24 (5), 303-308.
- Wang, H.K., Cochrane, T. (2001) A descriptive epidemiological study of shoulder injury in top level english male volleyball players. International Journal of Sports medicine. 22, 159-163.
- Watson, AW. (1995) Sports injuries in footballers related to defect of posture and body mechanics. Journal of sports medecine physical fitness. 35(4), 289-294.
- Watson, AW. (2001)Sports injuries related to flexibility, posture, acceleration, clinical defects, and previous injury, in high level players of body contact sports. International journal of sports medecine. 22(3), 222-225.
- Wojtys, EM., Ashton-Miller, JA., Huston, LJ., Moga,PJ. (2000) The association between training time and the sagittal curve of the immature spine. American Journal of Sports medecine. 28(4), 490-498.