



uOttawa

L'Université canadienne  
Canada's university

**FACULTÉ DES ÉTUDES SUPÉRIEURES  
ET POSTDOCTORALES**



**FACULTY OF GRADUATE AND  
POSTDOCTORAL STUDIES**

**Yves Goyette**

AUTEUR DE LA THÈSE / AUTHOR OF THESIS

**M.Sc. (Activité Physique)**

GRADE / DEGRÉ

**École des sciences de l'activité physique**

FACULTÉ, ÉCOLE, DÉPARTEMENT / FACULTY, SCHOOL, DEPARTMENT

**La condition physique musculaire des ischio-jambiers et des adducteurs de la  
hanche chez les joueurs et les gardiens de but de hockey sur glace**

TITRE DE LA THÈSE / TITLE OF THESIS

**Mario Lamontagne**

DIRECTEUR (DIRECTRICE) DE LA THÈSE / THESIS SUPERVISOR

CO-DIRECTEUR (CO-DIRECTRICE) DE LA THÈSE / THESIS CO-SUPERVISOR

**EXAMINATEURS (EXAMINATRICES) DE LA THÈSE / THESIS EXAMINERS**

**François Haman**

**Yves Lajoie**

**Gary W. Slater**

Le Doyen de la Faculté des études supérieures et postdoctorales / Dean of the Faculty of Graduate and Postdoctoral Studies

**LA CONDITION PHYSIQUE MUSCULAIRE DES ISCHIO-JAMBIERS  
ET DES ADDUCTEURS DE LA HANCHE CHEZ LES JOUEURS ET  
LES GARDIENS DE BUT DE HOCKEY SUR GLACE**

**Yves Goyette**

Thèse soumise à la  
Faculté des études supérieures et postdoctorales  
dans le cadre des exigences  
du programme de maîtrise (M.A.)

École des sciences de l'activité physique  
Faculté des Sciences de la Santé  
Université d'Ottawa

© Yves Goyette, Ottawa, Canada, 2008



Library and  
Archives Canada

Published Heritage  
Branch

395 Wellington Street  
Ottawa ON K1A 0N4  
Canada

Bibliothèque et  
Archives Canada

Direction du  
Patrimoine de l'édition

395, rue Wellington  
Ottawa ON K1A 0N4  
Canada

*Your file    Votre référence*  
*ISBN: 978-0-494-48602-3*  
*Our file    Notre référence*  
*ISBN: 978-0-494-48602-3*

**NOTICE:**

The author has granted a non-exclusive license allowing Library and Archives Canada to reproduce, publish, archive, preserve, conserve, communicate to the public by telecommunication or on the Internet, loan, distribute and sell theses worldwide, for commercial or non-commercial purposes, in microform, paper, electronic and/or any other formats.

The author retains copyright ownership and moral rights in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

**AVIS:**

L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque et Archives Canada de reproduire, publier, archiver, sauvegarder, conserver, transmettre au public par télécommunication ou par l'Internet, prêter, distribuer et vendre des thèses partout dans le monde, à des fins commerciales ou autres, sur support microforme, papier, électronique et/ou autres formats.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

---

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms may have been removed from this thesis.

Conformément à la loi canadienne sur la protection de la vie privée, quelques formulaires secondaires ont été enlevés de cette thèse.

While these forms may be included in the document page count, their removal does not represent any loss of content from the thesis.

Bien que ces formulaires aient inclus dans la pagination, il n'y aura aucun contenu manquant.

■ ■ ■  
**Canada**

## RÉSUMÉ

Le but de l'étude était de comparer l'étendue de mouvement passif de la hanche, les moments de force et l'endurance des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche de gardiens de but et de joueurs durant une saison de hockey sur glace.

Les paramètres de la condition physique musculaire indiqués précédemment furent mesurés à trois reprises durant la saison de hockey chez huit gardiens de but et quatorze joueurs. L'étendue de mouvement passif de la hanche fut mesurée dans le plan sagittal et frontal. Les moments de force concentriques, excentriques et isométriques des deux groupes musculaires furent mesurés à l'aide d'un appareil isocinétique (Kin Com, 500H, Chattanooga, TN, USA). L'endurance isométrique des deux groupes musculaires fut mesurée en maintenant 85% de la charge maximale isométrique le plus longtemps possible jusqu'à 60s pendant que l'activité électromyographique était enregistrée.

Les résultats démontrèrent que les gardiens de but avaient une meilleure étendue de mouvement passif de la hanche que les joueurs dans le plan sagittal (gardiens de but 104.7°, joueurs 91.9°) ainsi que dans le plan frontal (gardiens de but 37.7°, joueurs 31.7°). Certaines différences mineures entre les deux groupes de participants fut remarquées en ce qui a trait aux moments de force concentriques, excentriques et isométriques des deux groupes musculaires étudiés sans être significative. Au niveau de l'endurance musculaire isométrique des ischio-jambiers, les résultats démontrèrent une baisse plus importante en pourcentage de la fréquence médiane des ischio-jambiers chez les gardiens de but pour la session 1 et 3 (BF :24.6%

et 32.2%. ST :24.3% et 42.2%) comparativement aux joueurs (BF : 16.8% et 19.5%. ST : 27.6% et 27.9%).

Les conclusions de cette étude sous-entendraient que les gardiens de but posséderaient une étendue de mouvement passif de la hanche supérieure aux joueurs tant au plan sagittal que frontal. Les deux groupes posséderaient des moments de force comparables entre eux. Cependant, les gardiens de but se fatigueraient plus rapidement au niveau des ischio-jambiers que les joueurs.

## Table des matières

<b>RÉSUMÉ.....</b>	<b>I</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES .....</b>	<b>III</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>V</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>VII</b>
<b>REMERCIEMENTS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>CHAPITRE I .....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
ÉNONCÉ DU PROBLÈME .....	3
HYPOTHÈSES .....	3
IMPORTANCE DE L'ÉTUDE .....	4
LIMITES DE L'ÉTUDE .....	5
DÉFINITION DES TERMES.....	5
<b>CHAPITRE II.....</b>	<b>8</b>
REVUE DE LA LITTÉRATURE .....	8
LA FLEXIBILITÉ DE LA HANCHE CHEZ LES ATHLÈTES .....	8
<i>Incidence sur les blessures</i> .....	8
<i>Méthodes pour mesurer la flexibilité de la hanche</i> .....	10
LIENS ENTRE LES BLESSURES AUX ISCHIO-JAMBIERS ET AUX ADDUCTEURS DE LA HANCHE ET LES FORCES MUSCULAIRES IMPLIQUÉES DANS LA FOULÉE DE PATINAGE.....	12
<i>Les forces isocinétiques des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche</i> .....	13
<i>Causes de blessures</i> : .....	14
LA FATIGUE MUSCULAIRE DURANT UNE SAISON SPORTIVE.....	14
RÉSUMÉ .....	17
<b>CHAPITRE III.....</b>	<b>20</b>
<b>MÉTHODOLOGIE .....</b>	<b>20</b>
LES PARTICIPANTS .....	20
LES PROTOCOLES EXPÉRIMENTAUX.....	21
<i>L'étendue de mouvement passif de la hanche dans le plan sagittal et dans le plan frontal:</i> .....	21
<i>Mesure des moments de force des ischio-jambiers</i> : .....	24
<i>Les moments de force excentriques des ischio-jambiers</i> .....	27
<i>Mesure des moments de force des adducteurs de la hanche</i> : .....	28
<i>Endurance musculaire isométrique des ischio-jambiers</i> .....	31
<i>Endurance musculaire des adducteurs de la hanche</i> .....	32
<i>Analyse des données des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche</i> .....	33
ANALYSES STATISTIQUES .....	35
<b>CHAPITRE IV .....</b>	<b>37</b>
<b>RÉSULTATS.....</b>	<b>37</b>
ÉTENDUE DE MOUVEMENT PASSIF DE LA HANCHE.....	37
<i>Plan sagittal</i> .....	37
<i>Plan frontal</i> .....	38
MOMENTS DE FORCE CONCENTRIQUES, EXCENTRIQUES ET ISOMÉTRIQUES DES ISCHIO-JAMBIERS.....	40
<i>Moments de force concentriques</i> .....	40

<i>Moments de force excentriques</i> .....	41
<i>Moments de force isométriques</i> .....	42
MOMENTS DE FORCE CONCENTRIQUES, EXCENTRIQUES ET ISOMÉTRIQUES DES ADDUCTEURS DE LA HANCHE .....	43
<i>Moments de force concentriques</i> .....	43
<i>Moments de force excentriques</i> .....	44
<i>Moments de force isométriques</i> .....	45
FATIGUE DES ISCHIO-JAMBIERS:.....	47
<i>Biceps fémoraux</i> .....	47
<i>Semi-tendineux</i> .....	50
FATIGUE DES ADDUCTEURS DE LA HANCHE.....	53
<b>CHAPITRE V</b> .....	<b>56</b>
<b>DISCUSSION</b> .....	<b>56</b>
ÉTENDUE DE MOUVEMENT PASSIF DE LA HANCHE .....	56
<i>Plan sagittal:</i> .....	56
<i>Plan frontal:</i> .....	57
MOMENTS DE FORCE (CONCENTRIQUES, EXCENTRIQUES, ISOMÉTRIQUES) .....	58
<i>Ischio-jambiers</i> : .....	58
<i>Adducteurs de la hanche</i> : .....	60
FATIGUE MUSCULAIRE : .....	62
RÉÉVALUATION DES HYPOTHÈSES.....	64
LIMITES MÉTHODOLOGIQUES .....	65
PRÉVENTION DES BLESSURES : .....	66
RECOMMANDATION APPLIQUÉE AU HOCKEY SUR GLACE: .....	67
<b>CHAPITRE VI</b> .....	<b>68</b>
<b>CONCLUSIONS</b> .....	<b>68</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>69</b>
<b>ANNEXE A</b> .....	<b>72</b>
<b>ANNEXE B</b> .....	<b>75</b>
<b>ANNEXE C : TABLEAUX STATISTIQUES</b> .....	<b>77</b>
ÉTENDUE DE MOUVEMENT PASSIF DE LA HANCHE (ADDUCTEURS DE LA HANCHE) .....	77
MOMENTS DE FORCE CONCENTRIQUES : ADDUCTEURS DE LA HANCHE .....	80
MOMENTS DE FORCE EXCENTRIQUES : ADDUCTEURS DE LA HANCHE .....	83
MOMENTS DE FORCE ISOMÉTRIQUES : ADDUCTEURS DE LA HANCHE .....	87
ÉTENDUE DE MOUVEMENT PASSIF DE LA HANCHE : ISCHIO-JAMBIERS.....	91
MOMENTS DE FORCE CONCENTRIQUES: ISCHIO-JAMBIERS.....	94
MOMENTS DE FORCE EXCENTRIQUES: ISCHIO-JAMBIERS .....	98
MOMENTS DE FORCE ISOMÉTRIQUES : ISCHIO-JAMBIERS.....	102
FATIGUE MUSCULAIRE (TEMPS DE LA SAISON 1) .....	106
FATIGUE MUSCULAIRE (TEMPS DE LA SAISON 3) .....	108

## Liste des Figures

Figure 1: Positionnement du participant lors de test de Lasèque .....	22
Figure 2. Vue selon le plan frontal de la position de participant lors de la collecte de données de la flexibilité des adducteurs de la hanche. ....	23
Figure 3. Vue de profil du participant lors de la collecte de données des moments de force concentriques des ischio-jambiers .....	26
Figure 4. Position du participant lors de la collecte de données des moments de force excentriques et isométriques. ....	27
Figure 5. Position du participant lors de la collecte de données des moments de force et de la fatigue musculaire des adducteurs de la hanche.....	29
Figure 6. Moyenne de l'étendue de mouvement passif de la hanche dans le plan sagittal (test de Lasèque), des gardiens de but et des joueurs au début (1), milieu(2) et à la fin de la saison de hockey (3).....	38
Figure 7. Moyenne de l'étendue de mouvement passif dans le plan frontal des gardiens de but et des joueurs au début (1), milieu(2) et à la fin de la saison de hockey (3).....	40
Figure 8. Moyenne des moments de force concentriques des ischio-jambiers des gardiens de but et des joueurs au début (1), milieu(2) et à la fin de la saison (3).....	41
Figure 9. Moyenne des moments de force excentriques des ischio-jambiers des gardiens de but et des joueurs au début (1), milieu (2) et à la fin de la saison de hockey (3).....	42
Figure 10. Moyenne des moments de force isométriques des ischio-jambiers des gardiens de but et des joueurs au début (1), milieu (2) et à la fin de la saison de hockey (3).....	43
Figure 11. Moyenne des moments de force concentriques des adducteurs de la hanche des gardiens de but et des joueurs au début (1), milieu (2) et à la fin de la saison de hockey (3).....	44
Figure 12. Moyenne des moments de force excentriques des adducteurs de la hanche des gardiens de but et des joueurs au début (1), milieu (2) et à la fin de la saison de hockey (3).....	45
Figure 13. Moyenne des moments de force isométriques des adducteurs de la hanche des gardiens de but et des joueurs au début (1), milieu(2) et à la fin de la saison de hockey (3).....	46

Figure 14. Déclin de la fréquence médiane retrouvé au niveau du biceps fémoral au temps de la saison 1 (A) et au temps de la saison 3 (B) avec équation utilisée pour déterminer le pourcentage de décroissance (C). Il est a noté qu'une force constante de 85% de contraction isométrique maximale fut maintenue tout au long de ce test. .... 49

Figure 15. Déclin de la fréquence médiane de semi-tendineux au temps de la saison 1 (A) et au temps de la saison 3 (B) ainsi que l'équation 1(C) utilisé pour déterminer le pourcentage de décroissance. Il est a noté qu'une force constante de 85% de contraction isométrique maximale fut maintenue tout au long de ce test. .... 52

Figure 16. Déclin de la fréquence médiane du long adducteur de la hanche au temps de la saison 1 (A) et au temps de la saison 3 (B) ainsi que l'équation 1 (C) utilisé pour déterminer le pourcentage de décroissance. Il est a noté qu'une force constante de 85% de contraction isométrique maximale fut maintenue tout au long de ce test. .... 54

## Liste des Tableaux

Tableau 1: Caractéristiques anthropométriques des participants (moyenne et écart-type).....	20
Tableau 2 : Variables dépendantes et indépendantes de l'étude .....	36
Tableau 3: Différence moyenne (en pourcentage) de la fréquence médiane retrouvée entre la première section de 256ms et la dernière section de 256ms lors du test d'endurance isométrique de 60 secondes lors du premier temps de la saison (Début). 55	55
Tableau 4: Différence moyenne (en pourcentage) de la fréquence médiane retrouvée entre la première section de 256ms et la dernière section de 256ms lors du test d'endurance isométrique de 60 secondes lors du troisième temps de la saison (Fin)... 55	55

## Remerciements

Je voudrais remercier plusieurs personnes pour leur aide précieuse durant ce projet. Pour commencer, j'aimerais remercier mes parents, Bruno et Madeleine Goyette, sans leur aide, je ne sais pas où je suis présentement. Je suis certain que ma mère me regarde d'en haut et qu'elle est très fière de moi. J'aimerais aussi remercier mon superviseur, Dr Mario Lamontagne, pour sa patience illimitée, son encouragement et son aide technique lors de la recherche et surtout durant la rédaction finale de ce document, je n'aurais jamais terminé. J'aimerais aussi remercier les membres de l'équipe de hockey masculine et féminine de l'Université d'Ottawa, pour leur participation, leur disponibilité et le support moral qu'ils m'ont apporté durant la période la plus difficile de ma vie (décès de ma mère). Il m'aurait été impossible de mener ce projet à terme. Finalement, j'aimerais remercier Dr Dany Lafontaine pour avoir su stimuler mon intérêt en biomécanique afin que je me spécialise davantage dans ce domaine et pour sa contribution lors de la révision de ce document.

# CHAPITRE I

## INTRODUCTION

Le hockey est une passion pour la majorité des Canadiens et des Canadiennes (Adams 2001). Toutefois, le hockey sur glace est un sport robuste permettant des mises en échec corporelles entre les participants. Celles-ci peuvent engendrer diverses blessures dues à la force de l'impact. Ce ne sont pas les seules caractéristiques du jeu robuste. Les impacts entre un joueur et un objet (bâton, rondelle, clôture) sont aussi des causes de blessures (Lorentzon et al. 1988). Les blessures comme les fractures, les ruptures ligamentaires et les élongations musculaires ne sont pas toujours causées par des mises en échec corporelles ou par un impact quelconque. Les blessures reliées aux élongations musculaires surviennent généralement sans contact avec un adversaire ou la bandes (Volpi et al.2004). Cette étude traitera principalement de la capacité musculaire afin de prévenir les blessures musculaires.

Les élongations musculaires les plus communes sont celles retrouvées aux adducteurs de la hanche. Ce type d'élongation musculaire représente de 10 à 40% des blessures diagnostiquées lors d'une saison de hockey sur glace (Lorentzon et al. 1988; Dick 1993; Molsa et al. 1997; Bancroft 1999; Nicholas et al. 2002), et ce, à tous niveaux de jeu confondus, mais particulièrement dans les rangs professionnels (Tyler et al. 2002). Les élongations musculaires des ischio-jambiers représentent aussi des blessures au hockey sur glace. Ces blessures sont surtout répertoriées chez les gardiens de but. Selon la littérature, les

élongations musculaires des adducteurs de la hanche et des ischio-jambiers affectent les athlètes autant masculins que féminins dans différents sports (Norris, 2005, Devan 2004). Plusieurs recherches (Tyler et al. 2001, Nicholas et al, 2002, Kea et al, 2001) tentaient d'établir quels facteurs et quels groupes d'athlètes étaient le plus à risque pour ce genre de blessure. En ce qui a trait aux adducteurs de la hanche, les études comparèrent surtout la force des adducteurs de la hanche de chaque jambe (Kea et al. 2001). Les études semblaient démontrer que les joueurs ayant une force réduite des adducteurs de la hanche étaient plus à risque de blessures. Pour les ischio-jambiers, les études rapportèrent qu'un manque de flexibilité ainsi qu'une différence importante au niveau du ratio entre la force des quadriceps et celle des ischio-jambiers représentaient des facteurs importants de blessure (Witvrouw et al. 2003; Devan et al. 2004). Cependant, aucune étude ne rapportait qu'une déficience de la force musculaire pouvait être un facteur de risque primaire de blessures aux ischio-jambiers.

Peu d'études portant sur les élongations musculaires ont tenté de déterminer le risque de blessures chez les joueurs de hockey sur glace et celles qui s'y attardaient ne spécifiaient pas la position des participants. (Agre et al.1987)

La fatigue musculaire semble représenter un autre facteur de risque de blessures. Gabbett (2003) répertoriait les blessures au rugby semi-professionnel chez 156 joueurs pendant deux saisons. Il rapportait que la majorité des blessures avait lieu en fin de saison. Une cause possible était l'augmentation de

l'intensité durant les matchs à l'approche et durant les séries éliminatoires. Un parallèle pourrait être établi avec une saison de hockey. Une saison de hockey, en général, débute en septembre avec les camps d'entraînement et se termine au mois de mars (pour le hockey universitaire) et au mois de juin (pour le hockey professionnel). Ceci représenterait environ 35 matchs au niveau universitaire et plus de 100 matchs au niveau de la Ligue Nationale de Hockey. Dans chacun des cas (universitaire et professionnel), il faut aussi inclure de trois à cinq entraînements sur glace par semaine et inclure le temps passé dans une salle de musculation.

## **Énoncé du Problème**

Le but de l'étude était de comparer la condition physique musculaire telle que l'étendue de mouvement passif de la hanche, les moments de force excentriques, concentriques et isométriques ainsi que la fatigue musculaire isométrique des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche chez des joueurs et des gardiens de but au cours d'une saison de hockey sur glace.

## **Hypothèses**

1) Les gardiens de but démontreront une diminution plus importante de l'étendue de mouvement passif de la hanche dans le plan frontal et dans le plan sagittal que les joueurs au cours de la saison.

- 2) Les gardiens de but obtiendront des moments de force concentriques, excentriques et isométriques inférieurs aux joueurs pour les deux groupes de muscles étudiés au cours de la saison.
  
- 3) Les gardiens démontreront une plus grande fatigue musculaire des ischio-jambiers que les joueurs lors du test d'endurance isométrique de 60 secondes au cours de la saison.
  
- 4) Les gardiens de but démontreront une plus grande fatigue musculaire des adducteurs de la hanche que les joueurs lors du test d'endurance isométrique de 60 secondes au cours de la saison.

### **Importance de l'Étude**

Étant donné le nombre important de blessures répertoriées aux ischio-jambiers et aux adducteurs de la hanche au hockey sur glace (Lorentzon et al. 1988; Mölsä et al. 1997), il serait bon de déterminer les paramètres essentiels de la condition physique musculaire (étendue de mouvement passif de la hanche, moments de force, fatigue) pour prévenir ce genre de blessures. Les études ciblant les blessures au hockey sur glace portèrent sur les elongations musculaires des adducteurs de la hanche. Cependant, dans aucune étude il ne fut question des blessures retrouvées aux ischio-jambiers au hockey sur glace. Très peu de chercheurs s'intéressèrent au lien entre les blessures et les moments de force impliqués dans ce sport (Agre et al. 1987). Aucune étude ne

se pencha sur ce genre de blessures chez les gardiens de but. Cette étude permettrait de fournir de l'information scientifique manquante dans la littérature. Une autre motivation de cette étude serait de démontrer qu'une augmentation de l'amplitude de l'étendue de mouvement par le changement de la dimension de l'équipement des gardiens de but par la Ligue National de Hockey aurait pour effet d'augmenter les blessures chez les gardiens de but.

### **Limites de l'étude**

La mortalité expérimentale s'est avérée une limite importante de l'étude. Le nombre des sujets étant limités, il fut très important de vérifier souvent leur disponibilité et de garder le contact avec eux. Le test de fatigue musculaire impliquant un nombre de répétitions maximales a dû être éliminé, car le participant ne pouvait garder une pression constante sur la jauge de force qui provoquait de violentes secousses induites par le dynamomètre isocinétique.

### **Définition des Termes**

**Joueurs** : terme utilisé pour décrire les participants jouant toute autre position sur la glace que celle de gardien de but. Ceci inclut les ailiers, les centres et les défenseurs.

**Gardien de but** : terme utilisé pour décrire les participants jouant à la position de gardien de but.

**Blessure sportive:** est un dommage de la structure ou du fonctionnement du corps.

**Étendue de mouvement des ischio-jambiers :** C'est l'angle mesuré de la position décubitus dorsale (neutre) jusqu'à ce que le sujet indique un inconfort lors du test de Lasèque.

**Étendue de mouvement des adducteurs de la hanche :** Limite mécanique du groupe musculaire étudié. Cette limite est obtenue par l'angle mesuré avant abduction jusqu'à rotation de la tête fémorale.

**Moments de force excentriques :** Le corps musculaire s'allonge. La force de contraction du muscle est moins grande que la force de résistance à laquelle elle est opposée.

**Moments de force concentriques :** Le corps musculaire se concentre. La force de contraction du muscle est plus grande qu'à la force de résistance à laquelle elle est opposée

**Fatigue musculaire :** est une baisse de la force maximale et un ralentissement de la réponse musculaire qui s'accompagnent d'une diminution de la fréquence de décharge des motoneurones.

**Manœuvre de Lasèque** : Test utilisé pour déterminer la flexibilité des ischio-jambiers. Le participant est couché sur le dos et l'investigateur soulève la jambe du participant en la gardant la plus droite possible jusqu'à ce que le sujet indique un inconfort. (Rebain et al.2002)

**Condition physique musculaire** : Dans le cas de cette étude, la condition physique musculaire comporte trois caractéristiques : l'étendue de mouvement passif de la hanche dans le plan frontal et sagittal, les moments de force (concentriques, excentriques et isométriques) ainsi que la fatigue musculaire.

## **CHAPITRE II**

### **REVUE DE LA LITTÉRATURE**

Ce chapitre est divisé en trois sections. La première section (1) présente le lien entre un manque de flexibilité et les blessures retrouvées aux adducteurs de la hanche et aux ischio-jambiers. La deuxième section (2) précise la relation entre la force excentrique et le lien avec les blessures retrouvées aux ischio-jambiers ainsi qu'aux adducteurs de la hanche. Pour terminer (3), la relation entre la fatigue musculaire et les blessures retrouvées aux ischio-jambiers et aux adducteurs de la hanche est examinée.

#### **La flexibilité de la hanche chez les athlètes**

##### **Incidence sur les blessures**

Pour un gardien de but, la flexibilité est un élément important de sa condition physique (Daccord,1998). Un gardien de but possédant une grande flexibilité lui permet d'adopter une position de style papillon permettant de couvrir plus d'espace devant son filet et de réduire les risques de blessures musculaires aux membres inférieurs (Daccord,1998).

Premièrement, Tyler et ses collaborateurs(2001) ne rapportaient aucune différence significative de la flexibilité des adducteurs de la hanche chez des joueurs de hockey professionnels ayant subi des blessures durant la saison par rapport à ceux exemptés de ces mêmes blessures citées précédemment. Posch et ses collaborateurs (1989) rapportaient des résultats semblables à ceux

publiés par Tyler et ses collaborateurs (2001) lors de leur recherche chez des joueurs d'une équipe de hockey suédoise de troisième division. Étonnamment, aucune de ces études ne semblait accorder d'importance à la position de jeu occupée par les participants; quoique plusieurs recherches aient démontré que les blessures retrouvées aux adducteurs de la hanche représentaient de 10 à 40% des blessures répertoriées au hockey sur glace (Angel et al 2007, Lorentzon et al, 1988, Dick 1993; Molsa et al. 1997; Bancroft 1999; Nicholas et al. 2002). Implicitement, Daccord (1998) démontre que pour un gardien de but, la flexibilité est un élément important de sa condition physique réduisant les risques de blessures musculaires aux membres inférieurs en plus de lui permettre de couvrir un maximum d'espace devant son filet.

Deuxièmement, durant la pratique de certains sports comme le soccer, un manque de flexibilité des muscles de la hanche serait considéré comme un facteur de risque de blessures ce qui a été démontré par Witvrouw et ses collaborateurs (2003). Ceux-ci ont rapporté que les joueurs de soccer professionnels ayant subi des élongations musculaires aux ischio-jambiers ont un niveau de flexibilité significativement inférieur à ceux sans ce type de blessure. Au hockey sur glace, aucune recherche n'a été retrouvée portant sur le manque de flexibilité aux ischio-jambiers le risque de blessures. Ceci représente un manque important dans la littérature, car ces muscles sont responsables de la décélération des membres inférieurs lors de différents mouvements.

## **Méthodes pour mesurer la flexibilité de la hanche**

Lors des mesures de la flexibilité de la hanche dans le plan sagittal, une grande variabilité dans les résultats a été répertoriée. Il y avait aussi deux méthodes de prédilection retrouvées dans la littérature soit le test de Lasèque (Tafazzoli 1994, Witvrouw et al.2003) et le test de la flexion avant du tronc (Behm et al.2005, Vescovi et al. 2006, Agre et al,1987). Pour ce qui est de la flexibilité de la hanche dans le plan frontal, la méthode normalisée est celle de Cole (1983).

Tout d'abord, avec le test de Lasèque, Witvrouw et ses collaborateurs (2003) ont mesuré une amplitude de mouvement variant de 88° à 95° chez des joueurs de soccer professionnels. De leur côté, Tafazzoli et associés (1994) ont rapporté une amplitude de mouvement variant de 58.2° à 76.4° chez leur groupe contrôle lors de leur étude sur les maux de dos.

Par la suite, avec le test de la flexion avant du tronc, Agre et ses collaborateurs (1987), indiquaient que les gardiens de but avaient une flexibilité de la hanche supérieure (90°) relativement aux joueurs (85°). Cependant, cette différence n'était pas statistiquement significative.

Maintenant, pour ce qui est de la flexibilité de la hanche dans le plan frontal, Agre et ses collaborateurs (1987) ainsi que Witvrouw et ses collaborateurs (2003) ont utilisé la méthode normalisée par Cole (1983). Cette méthode consistait à l'utilisation d'un goniomètre universel placé au niveau de la crête iliaque supérieure. Avec cette méthode, Agre et ses collaborateurs (1987) ont mesuré une amplitude de mouvement variant de 49° à 57° chez un groupe de gardiens de but ainsi qu'une amplitude de mouvement variant de 42° à 47°

chez un groupe de joueurs. De leur côté, Witvrouw et ses collaborateurs (2003) ont mesuré une amplitude de mouvement de 53° chez un groupe de joueurs de soccer professionnels.

En résumé, plusieurs protocoles expérimentaux existent pour mesurer la flexibilité de la hanche dans le plan sagittal. Il y a le test de Lasèque et le test de la flexion avant du tronc. Ces différents protocoles ont fourni des résultats allant de 69° à 95°. Dans le cas des adducteurs de la hanche, la méthode proposée par Cole (1983) serait la méthode de préférence, car, avec un goniomètre universel placé au niveau de la crête iliaque supérieure, les résultats obtenus représentaient une mesure directe de l'étendue de mouvement des adducteurs de la hanche dans le plan frontal. Cette technique permet de recueillir des résultats variant de 42° à 55°.

Cependant, peu d'études ont réussi à démontrer qu'une flexibilité restreinte serait un bon pronostic pour les blessures aux adducteurs de la hanche dans tous les sports confondus. Les études mentionnant ce fait sont les études réalisées par Ibrahim et ses collaborateurs (2007) ainsi que celle de Behm et ses collaborateurs (2005). L'étude d'Ibrahim et ses collaborateurs (2007) a été réalisée avec la participation de joueurs de soccer professionnel tandis que celle de Behm et ses collaborateurs (2005) a été réalisée avec des joueurs de hockey. Ceci est un manque dans la littérature car les blessures retrouvées à ce groupe musculaire représentent de 10 à 40% des blessures répertoriées au hockey sur glace (Angel et al. 2007, Lorentzon et al., 1988). D'ailleurs, très peu de chercheurs ont étudié le sujet de l'étendue du mouvement

de la hanche chez les gardiens de but. L'unique étude portant spécifiquement sur les caractéristiques physiologiques des gardiens de but a révélé qu'ils sont plus flexibles que les joueurs (Agre et al. 1987). Les études portant sur l'étendue de mouvement de la hanche des joueurs de hockey sur glace traitent l'ensemble des participants sans distinguer leur position occupée sur la glace (Posch et al. 1989). Il semble important d'étudier ces paramètres selon la spécificité de la position des participants, car chacune des positions a un niveau d'activité différente lors de la pratique du hockey sur glace (Richard et al. 1995). Il serait aussi bon d'étudier les forces musculaires impliquées lors de la foulée en patinant.

### **Liens entre les blessures aux ischio-jambiers et aux adducteurs de la hanche et les forces musculaires impliquées dans la foulée de patinage.**

Lors de situation de match, un joueur de hockey exécute un grand nombre de foulées lors de ses présences sur la patinoire. La littérature rapporte qu'un joueur exécute entre 32 et 39 foulées par minute et est sur la patinoire entre 12 et 17 minutes par match (Nobes et al. 2003, Green et al,1976, Johansson,1989). Ceci représente un niveau d'activité à haute intensité chez les joueurs. Du côté des gardiens de but, Richard et ses collaborateurs (1995) mentionnent que le niveau d'activité d'un gardien de but est de faible intensité au cours d'un match. Cependant, les gardiens de but doivent se déplacer avec un équipement deux fois plus lourd que celui d'un joueur (Corsi et al,2002) En sachant ceci, il serait

donc nécessaire de connaître la capacité musculaire isocinétique des joueurs et des gardiens de but afin d'établir la capacité physique musculaire.

### **Les forces isocinétiques des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche**

Selon la littérature, la vitesse angulaire optimale pour mesurer les forces et les moments de force des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche serait de 60°/s (Bennell et al.1998; Keays SL et al.1999; Nakamura et al.2002). Avec cette vitesse angulaire, l'étendue des moments de force concentriques des ischio-jambiers varie de 150 à 165 Nm (Bennell et al.1998; Keays SL et al.1999; Nakamura et al.2002). L'étendue des moments de force excentriques varie de 161 à 190 Nm (Bennell et al.1998; Ozçakar L). Pour ce qui est de l'étendue des moments de force des adducteurs de la hanche, l'étendue varie de 160 à 200 Nm en contraction concentrique et varie de 230 à 290 Nm en contraction excentrique (Bennell 1998; Ozçakar L 2003)

En comparant avec d'autres vitesses angulaires, les moments de force concentriques des ischio-jambiers à 30°/s varient de 134 à 147 Nm (Posch et al 1989; Agre et al. 1987). Ceux mesurés à 120°/s varient de 68 à 140 Nm et ceux mesurés à 180 °/s peuvent varier de 100 à 110 Nm (Bennel et al.1998). Pour ce qui est des moments de force excentriques, ceux-ci peuvent varier de 180 à 190 Nm avec une vitesse angulaire de 180 °/s (Bennell et al.1998).

Donc, une vitesse angulaire de 60 °/s représenterait un bon compromis entre 30 °/s et 120 °/s pour analyser la condition physique musculaire des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche.

**Causes de blessures :**

Selon la littérature, la cause la plus commune d'élongations musculaires serait un nombre élevé de contractions excentriques (Brockett et al. 2001).

Brockett et ses collaborateurs (2007) ont démontré qu'un grand nombre de contractions excentriques représentaient une cause potentielle de blessures aux ischio-jambiers. Basée sur la technique de patinage ainsi qu'un taux élevé de foulées lors d'un match (330 à 660 foulées par partie), cela représenterait un nombre élevé de contractions excentriques exécutées par les ischio-jambiers et par les adducteurs de la hanche (Johansson 1989).

En résumé, la vitesse d'exécution lors de la foulée en patinant demande une bonne condition physique des muscles impliqués dans ce type de mouvement. Avec un nombre aussi élevé de contractions excentriques impliquées dans la foulée en patinant, cela représenterait un danger pour les élongations musculaires, car celles-ci engendrent un dommage au niveau des fibres musculaires. Les signes de ce dommage sont une diminution de la force musculaire, une augmentation de la circonférence du muscle ainsi qu'une augmentation de la raideur musculaire. Ces signes sont aussi des précurseurs de la fatigue musculaire (Brockett et al. 2001, Teague et al, 1995).

**La fatigue musculaire durant une saison sportive**

Au cours d'une saison de hockey universitaire ou professionnel, les équipes sont continuellement en entraînement (Angel J 2007). Dans le cas des équipes universitaires, ils ont généralement de trois à quatre entraînements sur glace et de deux à trois parties par semaine ce qui représente de 6 à 12 heures par semaine sur la glace (Stevens 2008). Le tout débute au mois de septembre

et se termine au mois de mars. Les équipes professionnelles ont beaucoup plus d'entraînements sur glace et hors glace ainsi que plus de matchs que les joueurs universitaires (Stevens et al. 2008). Leur saison débute au mois de septembre et peut se terminer au mois de juin. Avec un horaire aussi chargé, la surcharge d'entraînement dû à l'exigence de la saison de hockey pourrait représenter un facteur potentiel dans la fatigue musculaire.

La fatigue musculaire est définie comme l'incapacité des muscles à se contracter ou produire de la force même lorsqu'ils sont excités par un influx nerveux (MacIntosh et al. 2002). Brockett et ses collaborateurs(1999), mentionnent que les ischio-jambiers représentent un groupe musculaire où le niveau de fatigue est facile à percevoir, car plusieurs signes peuvent être perçus tels que l'augmentation de la raideur musculaire et la diminution de la force. Comme mentionné ultérieurement, un taux de contractions excentriques élevé cause un certain dommage aux fibres musculaires et le muscle n'est plus en mesure de fonctionner de façon optimale.

D'après Rozzi et ses collaborateurs (1989), l'intensité des contractions musculaires du semi-membraneux et du semi-tendineux diminue avec l'augmentation de la fatigue musculaire chez des athlètes masculins et féminins. Pour déterminer ceci, plusieurs chercheurs utilisaient le test d'endurance isométrique maximale volontaire de 60 secondes. Selon Bigland-Ritchie et ses collaborateurs, (1981), le niveau de fatigue musculaire serait identifié par une perte de force variant de 30 à 50% lors de ce test. Selon les résultats obtenus dans la littérature, la diminution de la fréquence médiane du signal

électromyographique des ischio-jambiers variait de 16.2% à 48% pour le test de contraction isométrique maximale volontaire de 60 secondes chez différents types d'athlètes (ski, soccer, etc) (Tho *et al.*, 1997, Beltram *et al.* 2003, Pincivero *et al.* 2004). Donc, la fatigue musculaire des ischio-jambiers réduit la performance lors de différents sports. La même conclusion peut être appliquée au hockey sur glace puisque le patinage demande un grand effort des ischio-jambiers car ceux-ci produisent plus de force et travail plus fort (Behm *et al.* 2005).

Les résultats de Posch et ses collaborateurs (2000) sur la fatigue musculaire des joueurs de hockey suédois semblent aussi corroborer les résultats mentionnés ci-haut ainsi que ceux de l'étude de Pinninger et ses collaborateurs (2003). Posch et ses collaborateurs (1989) ont remarqué une diminution des forces musculaires des quadriceps et des ischio-jambiers entre le début et la fin de la saison de hockey sur glace. De leur côté, Pinninger et ses collaborateurs (2000) ont rapporté une baisse de 24% des moments de force moyens des ischio-jambiers chez des coureurs. Ils ont observé que les coureurs étaient beaucoup plus lents lors de leur deuxième série que lors de leur première série de sprints après avoir induit les ischio-jambiers à un degré de fatigue élevé. Donc, que ce soit sur une période prolongée ou une courte période, la fatigue musculaire peut influencer la performance des athlètes de haut niveau. D'après Gorelick et ses collaborateurs (2005), la fatigue musculaire peut aussi modifier la coordination neuromusculaire, ce qui peut engendrer des blessures.

Cependant, certaines études contredisent ce qui est mentionné précédemment. Certains auteurs (Campos, 2002, Richard et al, 1995) ont remarqué une augmentation de la force musculaire et une baisse du taux de fatigue musculaire dû au phénomène d'entraînement relié au hockey sur glace. Campos (2002) mentionne, en se basant sur l'étude de Nobes (2003), qu'avec un taux de foulées élevé, les muscles de la hanche s'habituent à un tel entraînement et génèrent une plus grande force musculaire et ne démontrent pas un taux de fatigue aussi élevé. Cependant, ceci ne peut s'appliquer aux gardiens de but car, comme le mentionnent Richard et ses collaborateurs (1995) le niveau d'activité d'un gardien de but est plutôt bas au cours d'un match de hockey (75.2% d'activité à faible intensité) et ils ne doivent pas exécuter autant de foulées au cours d'un match. Par contre, ceux-ci doivent exécuter leurs déplacements avec un équipement plus volumineux et plus lourd (Corsi et al.2002). Donc, ceci représenterait un autre exemple du phénomène d'entraînement.

## **Résumé**

En résumé, les chercheurs s'entendent pour dire qu'il y a une diminution significative de flexibilité après une blessure aux ischio-jambiers. Il y a aussi deux méthodes de prédilection pour déterminer la flexibilité des ischio-jambiers soit le test de Lasèque et le test de la flexion avant du tronc. Du côté des adducteurs de la hanche, aucune étude répertoriée ne semble démontrer qu'un manque de flexibilité aux adducteurs de la hanche représenterait une cause potentielle de blessure.

Dans le cas des forces impliquées dans le patinage, un taux élevé de contraction excentrique représenteraient la cause majeure de blessures au hockey sur glace.

En ce qui a trait à la fatigue musculaire, la littérature est divisée sur le sujet. Certains auteurs mentionnent qu'il y a réduction de la force musculaire avec une activité musculaire prolongée. Cependant, d'autres auteurs mentionnent plutôt le contraire. Ils citent le fait que plus un groupe musculaire est sollicité à plusieurs reprises pour un certain mouvement (patiner), moins il y a présence de signes représentant la fatigue musculaire. Ceci représente le phénomène d'entraînement.

Au hockey sur glace, les études sont très limitées sur les trois paramètres physiologiques mentionnés précédemment. Le fait que la majorité des blessures chez les gardiens de but se retrouvent au niveau des adducteurs de la hanche et des ischio-jambiers est un élément important que la littérature semble ignorer, sans oublier qu'il y a très peu d'études biomécaniques ayant pour sujet les gardiens de but.

Le but de la thèse était de comparer l'étendue de mouvement passif de la hanche dans le plan sagittal et frontal, les moments de force excentriques, concentriques et isométriques ainsi que le taux de fatigue musculaire des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche chez des joueurs et chez des gardiens de but au cours d'une saison de hockey sur glace. Ainsi, les résultats permettraient d'estimer lequel des paramètres physiologiques de la condition physique musculaire est le plus important pour chacun des groupes et

déterminer lequel de ses paramètres est le plus à travailler pour prévenir les blessures musculaires.

# CHAPITRE III

## MÉTHODOLOGIE

### Les participants

Les participants et les participantes avaient tous joué à un niveau élite au cours des deux dernières années. Le groupe des joueurs était constitué de joueurs d'avants et de défenseurs tel que défini par Lafontaine (2005). Celui-ci mentionnait qu'il n'y avait aucune différence dans l'activité du joueur sur la patinoire par rapport à la position occupée sur la glace. Avant de débiter la collecte de données, les participants ont lu et signé le formulaire de consentement éclairé approuvé par le comité de déontologie de l'Université d'Ottawa. En tout temps, les participants avaient le droit de refuser de participer ou de se retirer de l'étude.

**Tableau 1: Caractéristiques anthropométriques des participants (moyenne et écart-type)**

Position	<i>N</i>	Age moyen (années)	Taille moyenne (cm)	Masse moyenne (kg)
Gardiens de but	4	23.3 (2.5)	178.1 (4.3)	78.8 (6.4)
Gardiennes de but	4	20.8 (0.5)	158.2 (3.4)	61.4 (7.2)
Joueurs	8	21.4 (2.2)	177.5 (6.9)	83.4 (8.6)
Joueuses	6	21.3 (1.4)	165.5 (5.8)	67.6 (6.2)

Après s'être vêtu d'un t-shirt et d'un short, chaque participant fit un échauffement de dix minutes sur une bicyclette ergométrique le tout suivi d'exercices d'assouplissement pour les muscles des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche afin de minimiser les risques de blessures. La durée des exercices d'assouplissement était d'environ cinq minutes.

## **Les protocoles expérimentaux**

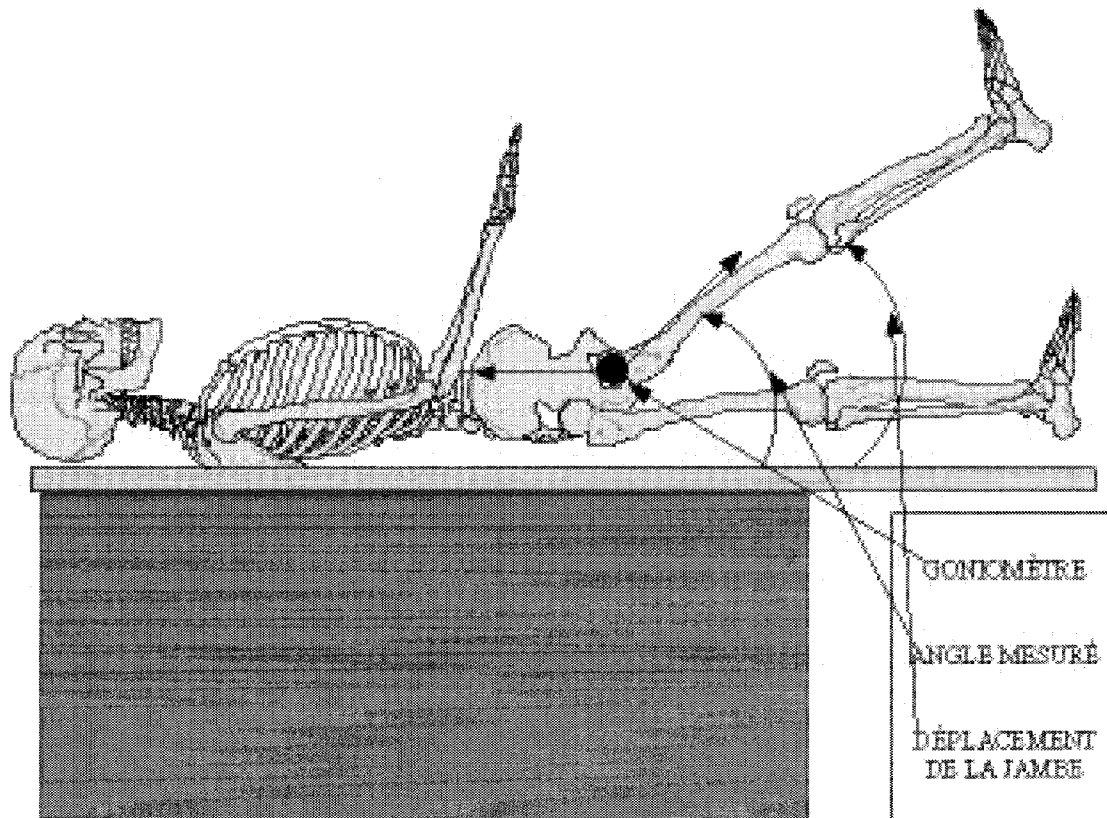
Le protocole expérimental employé fut divisé en trois sections. La première section consistait à mesurer l'étendue de mouvement passif de la hanche dans le plan sagittal et frontal. Dans la deuxième section, il s'agissait de mesurer les moments de forces musculaires concentriques, excentriques et isométriques des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche. Finalement, la fatigue musculaire isométrique des muscles était mesurée telle que mentionné précédemment.

### **L'étendue de mouvement passif de la hanche dans le plan sagittal et dans le plan frontal:**

La mesure de l'étendue de mouvement passif de la hanche dans le plan sagittal de cette étude fut inspirée par la méthode décrite par Witvrouw et ses collaborateurs (2003). Pour cette partie, le test de Lasèque fut utilisé (Figure 1). Le participant était couché sur le dos, avec la jambe dominante en extension complète. La jambe opposée était fléchie à 45 degrés afin de minimiser la rotation du bassin. Un goniomètre fut, par la suite, fixé sur la partie latérale de la jambe dominante pour mesurer l'angle. Le point de rotation du goniomètre fut fixé au niveau du grand trochanter de la jambe dominante. Le bras mobile fut fixé le long de l'axe du fémur, pointant vers le condyle latéral du genou de la jambe dominante. Le bras fixe fut attaché le long du tronc, parallèle au sol, pointant vers l'épaule du côté dominant.

Par la suite, l'investigateur souleva la jambe dominante du participant, tout en gardant celle-ci complètement droite avec la cheville en position neutre

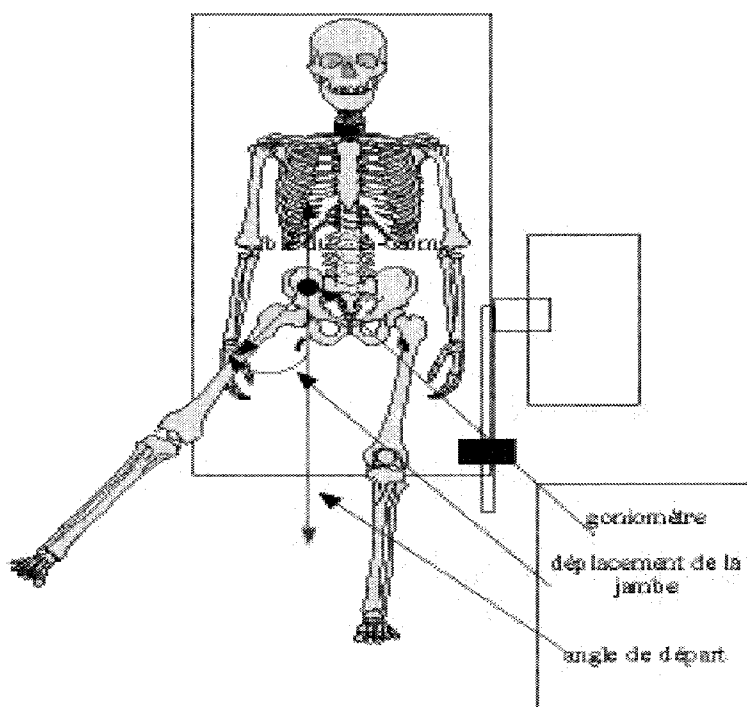
jusqu'à ce que le participant indique l'arrêt du test dû à une douleur légère ou à une rotation du bassin. L'angle mesuré était situé entre le fémur et le tronc. Le test fut répété à cinq reprises. La moyenne obtenue suite aux cinq essais fut conservée pour l'analyse statistique.



**Figure 1: Positionnement du participant lors de test de Lasèque**

L'étendue du mouvement passif de la hanche dans le plan frontal fut mesurée avec un goniomètre universel selon la méthode de Witvrouw et ses collaborateurs (2003). Premièrement, le participant était couché sur la table mobile du dynamomètre isocinétique (Kin-Com). Par la suite, le centre de rotation du goniomètre fut placé à un centimètre supérieur à la crête iliaque antéro-supérieure. Le bras mobile du goniomètre fut placé le long de l'axe du

fémur et pointait vers la patella. Le bras stable du goniomètre pointait vers l'épaule dominante. La jambe fut maintenue en extension complète durant son déplacement en abduction passive jusqu'au moment où une rotation externe de la tête fémorale fut perçue. La rotation était perçue en plaçant la main sur la hanche ainsi que par la rotation externe du pied. Cinq essais furent réalisés et la moyenne des cinq essais fut enregistrée et conservée pour les analyses statistiques. (Figure 2)



**Figure 2. Vue selon le plan frontal de la position de participant lors de la collecte de données de la flexibilité des adducteurs de la hanche.**

## **Mesure des moments de force des ischio-jambiers :**

### **Instrument de mesure :**

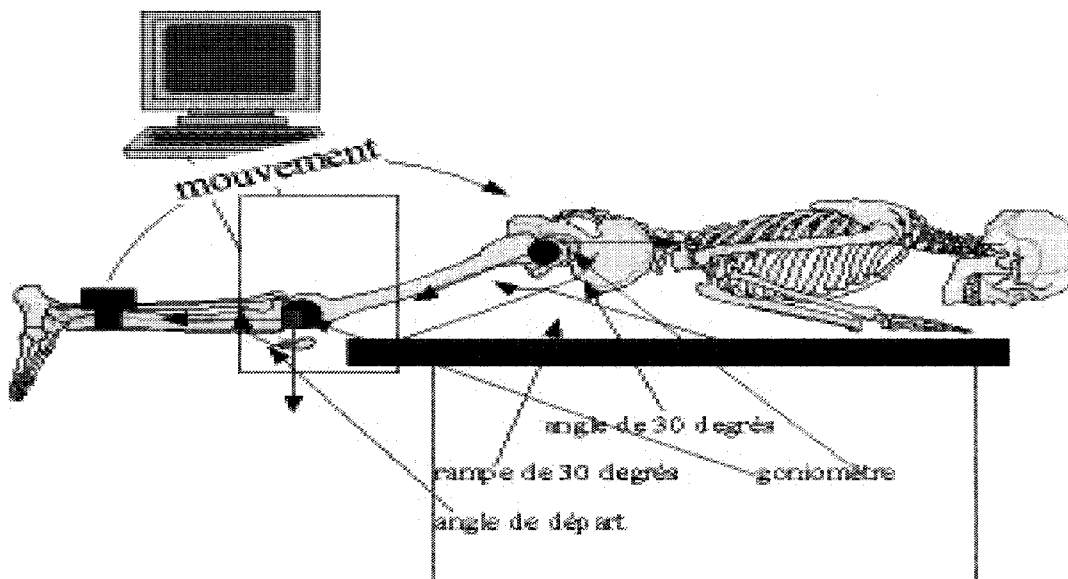
Afin de mesurer les moments de force concentriques, excentriques, isométriques et d'évaluer le niveau de fatigue musculaire isométrique des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche, un dynamomètre isocinétique fut utilisé (Kin-Com, Chattex Corp. Tenn. USA). Cet appareil était muni d'une cellule de force attachée à un bras de levier. Le bras de levier était attaché à un potentiomètre. La vitesse de déplacement angulaire pouvait être réglée (de zéro à 250°/secondes) ainsi que le déplacement angulaire. Cet appareil était aussi muni de deux tables pouvant être déplacées vers l'avant. Les tables étaient ajustables. L'appareil était relié à un ordinateur calibré en fonction des paramètres de l'étude (vitesse angulaire, déplacement angulaire, etc). Il était aussi muni d'un système d'arrêt d'urgence qui était actionné par une manette munie d'un bouton pression que le participant avait en sa possession durant l'étude.

### **Préparation du logiciel**

Pour commencer, le logiciel du dynamomètre isocinétique (Kin-Com 500H, Chattex Corp. Tenn. USA) fut activé en inscrivant les données pertinentes pour les évaluations (nom, âge, poids, longueur du bras de levier et force de départ). La correction gravitationnelle de la jambe fut indiquée avant le début de chacun des tests.

### **Préparation du participant**

Pour la mesure des moments de force concentriques des ischio-jambiers, le participant était couché en position ventrale sur la table mobile du dynamomètre isocinétique (Kin-Com 500 H, Chattex Corp, USA). Une rampe fut placée au niveau de la ceinture pelvienne afin de maintenir un angle optimal de contraction de 30 degrés entre le tronc et le fémur. Par la suite, le participant fut placé pour que le point de rotation du bras de levier du dynamomètre isocinétique (Kin-Com) soit aligné avec le condyle latéral du genou de la jambe dominante; ensuite, le coussin protecteur du bras de levier du dynamomètre isocinétique (Kin-Com) fut attaché fermement à la jambe, sur la face postérieure, au niveau de la cheville, à l'aide d'une courroie d'une largeur de cinq centimètres (Figure 3). Un angle de départ de la jambe fut déterminé avec un goniomètre universel. Le point de rotation du goniomètre était aligné avec le point de rotation du bras mobile du dynamomètre isocinétique (Kin-Com). Le bras stable du goniomètre pointait perpendiculairement au sol et le bras mobile était aligné avec le bras mobile du dynamomètre isocinétique. (Kin-Com). L'angle mesuré fut celui qui était situé entre la perpendiculaire et le levier.



**Figure 3. Vue de profil du participant lors de la collecte de données des moments de force concentriques des ischio-jambiers**

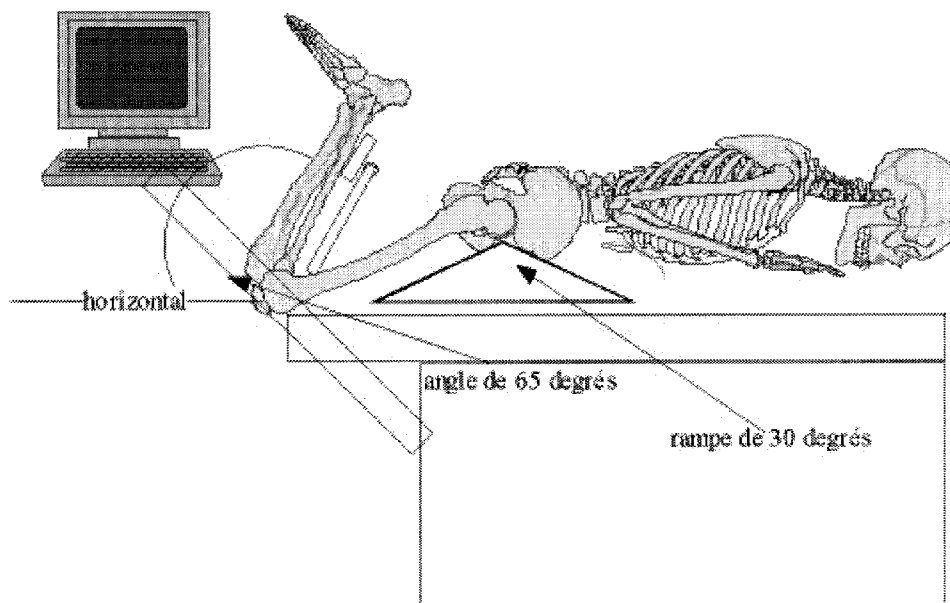
### **Procédures :**

Pour les mesures des moments de force concentriques et excentriques des ischio-jambiers, le participant débutait avec cinq répétitions pour se familiariser avec l'appareil. Le chercheur indiqua au participant que durant les cinq répétitions, les trois premières devaient être exécutées de façon sous-maximale et les deux dernières à effort maximal. Un repos de deux minutes fut accordé avant le début du test.

Pour la collecte de données, le participant effectua une série de cinq répétitions de contraction contre un poids représentant 90N se déplaçant à une vitesse angulaire de  $60^{\circ}/s$  selon le sens horaire. Cette vitesse angulaire fut déterminée d'après l'étude de Pinniger et ses collaborateurs (2000). Le participant fit cinq flexions du genou allant de  $30^{\circ}$  de flexion à  $105^{\circ}$  de flexion par rapport à l'horizontale. Les moments de forces furent enregistrés durant le cycle de flexion et pour toutes les répétitions.

## Les moments de force excentriques des ischio-jambiers

Afin de commencer la collecte de données, le chercheur déplaça la jambe dominante du participant jusqu'à ce qu'un angle de 65 degrés fut obtenu par rapport à l'horizontale (Figure 4). Pour débiter l'exercice, le participant dut réaliser une légère flexion du genou pour appliquer une force contre le coussin protecteur du bras de levier de l'appareil isocinétique. Par la suite, il dut résister à une force de 90N appliquée par le levier du dynamomètre isocinétique. Ce levier se déplaçait à une vitesse angulaire de 60 °/s. Le participant dut accomplir une série de cinq répétitions.



**Figure 4. Position du participant lors de la collecte de données des moments de force excentriques et isométriques.**

Les moments de force isométriques des ischio-jambiers furent mesurés avec le participant en position identique à celle employée lors des mesures des moments de force excentriques. Pour commencer, le chercheur déplaça passivement la jambe du participant pour qu'un angle de 65 degrés soit formé

par rapport à l'horizontale. Le participant dut réaliser trois contractions isométriques à effort maximal contre un poids de 90N et maintenir ces contractions pour une période de cinq secondes (Figure 4).

### **Mesure des moments de force des adducteurs de la hanche :**

Les moments de force concentriques, excentriques et isométriques des adducteurs de la hanche furent mesurés à l'aide d'un dynamomètre isocinétique.

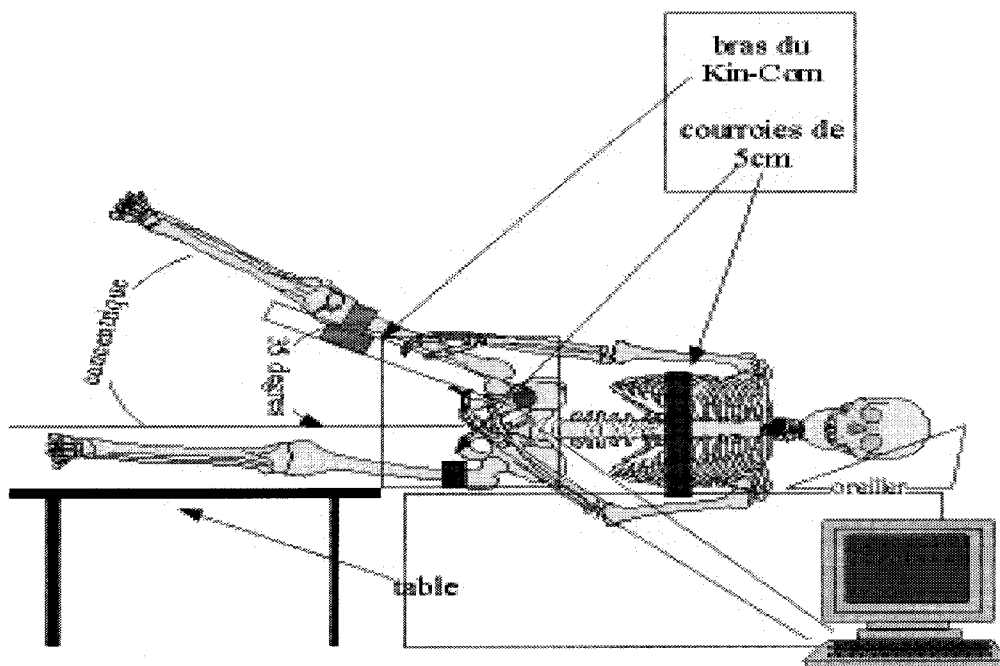
### **Préparation du participant**

Pour la mesure de la force des adducteurs de la hanche, la procédure expérimentale fut basée sur l'étude de Kea et al. (2001). Le participant fut couché sur le côté faisant face au dynamomètre isocinétique. La jambe dominante fut placée en position neutre avec zéro degré de flexion et zéro degré d'extension du genou et de la hanche respectivement, donc en position anatomique. La jambe opposée fut supportée par une table avec le genou fléchi à 35 degrés pour qu'elle ne nuise pas durant les mouvements d'adduction concentriques.

L'axe de rotation de la hanche dans le plan frontal se situait à une distance d'un centimètre supérieur à la crête iliaque antéro-supérieure. Elle fut indiquée à l'aide d'un crayon-feutre à encre permanente. Ce point de rotation fut aligné avec le centre de rotation du bras de levier du dynamomètre isocinétique. Un coussin de huit centimètres de diamètre et de cinq centimètres d'épaisseur fut placé au niveau du point de rotation du dynamomètre isocinétique. Il servit à maintenir le bassin du participant en position stable tout en maintenant la crête

iliaque antéro-supérieure à environ huit centimètres du point de rotation du dynamomètre isocinétique. Des courroies d'une largeur de cinq centimètres servirent à garder le participant en position stable. La première courroie fut placée au niveau du tronc près du sternum et était fixée à la table mobile du dynamomètre isocinétique. La deuxième courroie fut placée au niveau de la cuisse opposée, près de la région inguinale. Le coussin du bras de levier du dynamomètre isocinétique fut attaché médialement à la jambe dominante, au tiers distal du fémur, près des condyles médiaux du genou. Pour garder le participant dans un état de confort, un oreiller fut placé au niveau de sa tête.

(Figure 5)



**Figure 5. Position du participant lors de la collecte de données des moments de force et de la fatigue musculaire des adducteurs de la hanche**

## Procédures

Pour se familiariser avec les forces déployées par le dynamomètre, chaque participant fit cinq répétitions. Le chercheur indiqua au participant que les trois premières répétitions devaient être exécutées de façon sous maximale et les deux dernières à effort maximal. Un repos de deux minutes était accordé avant le début de la collecte de données.

Dans le cas des moments de force concentriques, le chercheur déplaça la jambe dominante jusqu'à 35 degrés d'abduction. Le participant dut ramener sa jambe à zéro degré d'abduction en appliquant une force supérieure à 90 N contre le dynamomètre isocinétique (Kin-Com). La vitesse de déplacement angulaire du bras de levier du dynamomètre fut programmée à 60°/s. Le participant fit cinq répétitions.

Pour les moments de force excentriques, le participant débuta avec la hanche à zéro degré d'abduction. Le test consistait à résister à une force d'abduction de 90 N se déplaçant à 60 °/s. Le déplacement angulaire total fut de 35 degrés par rapport à l'horizontale. Le participant fit cinq répétitions.

Pour les moments de force isométriques, le participant avait une position identique à celle mentionnée lors des mesures des moments de force concentriques (Figure 5). Le participant dut accomplir trois contractions isométriques maximales supérieures à 90N et les maintenir durant cinq secondes. L'angle auquel les mesures isométriques furent prises était à 35° par rapport à l'horizontale.

## **Endurance musculaire isométrique des ischio-jambiers**

### **Préparation du participant**

Les muscles étudiés lors de cette étude furent le biceps fémoral et le semi-tendineux. Pour commencer, le chercheur demanda au participant d'accomplir une contraction maximale isométrique des ischio-jambiers pour localiser le ventre du biceps fémoral et le ventre du semi-tendineux. Le ventre du long chef du biceps fémoral se retrouvait sur la partie latérale du fémur tandis que le ventre du semi-tendineux se retrouvait sur la partie médiale du fémur.

Par la suite, deux électrodes de surface (Kendall, Meditrace133, Chicopee, USA) furent placées sur chacun des muscles. Les sites de positionnement des électrodes furent rasés (au besoin) et nettoyés avec une gaze alcoolisée afin de réduire l'impédance électrique de la peau. Le placement des électrodes de surface pour le semi-tendineux se retrouvait à 50% de la distance entre la tubérosité ischiatique et le condyle fémoral latéral. Pour le biceps fémoral, le placement se retrouvait à 50% de la distance entre la tubérosité ischiatique et le condyle fémoral médial. Chacune des paires d'électrodes fut alignée parallèlement aux fibres musculaires de chaque muscle. L'électrode de surface de référence fut placée au niveau de la crête iliaque supérieure du côté dominant.

### **Procédure:**

Avec une position identique à celle prise lors des tests des moments de force isométriques (Figure 4) chacun des participants dut accomplir une

contraction à effort maximale des ischio-jambiers contre une résistance représentant 85% de la moyenne obtenue lors du test des moments de force isométriques. Cette charge due être maintenue le plus longtemps possible jusqu'à une limite maximale de 60 secondes pendant que l'activité électromyographique des ischio-jambiers fut enregistrée. Le chercheur donnait de l'encouragement verbal tout au long de la contraction isométrique. Le temps fut noté et enregistré lorsque les participants n'étaient plus en mesure de maintenir une force de contraction supérieure à 85% de leur moyenne isométrique obtenue précédemment.

## **Endurance musculaire des adducteurs de la hanche**

### **Préparation du participant**

En ce qui concerne l'endurance isométrique des adducteurs de la hanche, le long adducteur fut choisi comme le muscle représentant le groupe des adducteurs de la hanche. Après une contraction maximale isométrique, le ventre du muscle se retrouve sur la partie médiale de la cuisse, près de la moitié supérieure du fémur. La même procédure (test d'endurance des ischio-jambiers) fut adoptée pour placer les électrodes de surface.

### **Procédure**

Avec une position identique à celle prise lors des tests des moments de force isométriques (Figure 5) chacun des participants dut accomplir une contraction à effort maximal des adducteurs de la hanche contre une résistance représentant 85% de la moyenne obtenue lors du test des moments de force

isométriques. Cette charge dut être maintenue le plus longtemps possible jusqu'à une limite maximale de 60 secondes pendant que l'activité électromyographique du long adducteur de la hanche était enregistrée. Le chercheur donnait de l'encouragement verbal tout au long de la contraction isométrique. Le temps fut noté et enregistré lorsque les participants n'étaient en mesure de maintenir une force de contraction supérieure à 85% de leur moyenne isométrique obtenue précédemment.

L'activité musculaire électromyographique fut recueillie avec l'aide du système EMG AMT-8 (Bortec Biomedical Ltd, Calgary, Alberta). Les signaux furent recueillis à une fréquence de 1000Hz et avec un gain de 500. Ceux-ci ont été filtrés avec un filtre passe-haut de 6Hz et un filtre passe-bas de 6Hz.

### **Analyse des données des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche**

Pour l'analyse des données mesurant l'étendue de mouvement passif des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche, la moyenne des cinq essais de chaque participant fut calculée. Par la suite, la moyenne des résultats obtenus par les gardiens de but et celle obtenue pour les joueurs fut calculée.

Finalement, ces moyennes furent comparées entre elles à différents temps de la saison.

Lors de l'analyse des moments de force concentriques et excentriques, le résultat le plus élevé et le résultat le moins élevé des cinq essais de chacun des participants furent éliminés. Ces résultats démontraient une moyenne représentative d'une force maximale soutenue. Par la suite, la moyenne des trois essais fut calculée et inscrite comme résultat final. Pour terminer, la

moyenne des résultats obtenus par les gardiens de but et celle obtenue par les joueurs fut calculée. Ces moyennes furent par la suite comparées entre elles à différents temps de la saison.

Pour l'analyse des moments de force isométriques, la moyenne des trois essais réalisés fut calculée et inscrite comme résultat pour chacun des participants. Par la suite, la moyenne des résultats obtenus par les gardiens de but et la moyenne obtenue par les joueurs furent calculées. Finalement, la moyenne des moments de force isométriques des gardiens de but fut comparée à celle des joueurs à différents temps de la saison.

L'analyse de la fatigue musculaire des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche se fit à l'aide du logiciel SIMI MOTION (SIMI Reality Motion Systems, Unterschleissheim, Allemagne). La fréquence médiane du signal électromyographique a été calculée pour des fenêtres de 256 ms. Pour l'ensemble des fenêtres, une régression des fréquences médianes fut calculée afin de déterminer la diminution de la fréquence médiane dans les muscles étudiés (biceps fémoral, semi-tendineux et long adducteur de la hanche) pour la durée du test de chaque participant. Pour ce faire, la pente de la fréquence médiane sur la période de temps fut utilisée comme la valeur représentant la fatigue musculaire. Selon Bigland-Ritchie et ses collaborateurs, (1981), une diminution significative de la fréquence médiane durant une période de 60 secondes représentait une fatigue musculaire. Ceci fut accompli lors de la première et le troisième temps de la saison étudiés.

La valeur de la fréquence médiane (FMF) obtenue lors de la fenêtre finale de 256ms fut soustraite de la valeur de la fréquence médiane(FMI) obtenue lors de la première fenêtre de 256ms. La différence obtenue fut, par la suite, transformée en pourcentage selon l'équation suivante :

$$\Delta\% = \frac{FM_i - FM_F}{FM_i} \cdot 100 \quad (1)$$

Les résultats furent conservés pour l'analyse statistique.

## **Analyses Statistiques**

Les analyses statistiques consistaient à comparer les paramètres musculaires physiologiques ou mécaniques des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche des gardiens de but et des joueurs puis de comparer lequel des deux groupes avait la meilleure condition physique musculaire afin de pouvoir pratiquer son sport avec un risque minimum de blessures.

Les variables de l'étude (Tableau 2) furent mesurées avec un niveau de probabilité  $p < 0.05$

**Tableau 2 : Variables dépendantes et indépendantes de l'étude**

Variables	Variables de l'étude
Dépendantes	1-Étendue de mouvement passif sagittal et frontal 2-Moments de force concentriques, excentriques et isométriques des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche 3- La pente décroissante de la fréquence médiane des tests d'endurance des ischio-jambiers et des adducteurs de hanche.
Indépendantes	1- Groupe des gardiens de but 2- Groupe des joueurs 3- Temps de la saison (début, milieu et fin de saison)

Le programme statistique SPSS (Statistical Package for Social Sciences) fut utilisé pour les analyses de variance et l'analyse discriminante. Pour déterminer les différences significatives aux différents temps de la saison ainsi qu'au niveau de l'étendue de mouvement passif sagittal et frontal et des moments de force, huit ANOVAS (deux niveaux) à mesures répétées, 2 (groupes de participants) X 3 (temps de la saison) furent réalisés. Une série de régressions fut, par la suite, réalisée sur les données de chacun des participants pour déterminer si la fréquence médiane de chaque période de 256ms du début jusqu'à la fin de la contraction (60 s) représentait une pente décroissante. Troisièmement, un test-T de Student (Independent sample) fut réalisé sur les différences (en pourcentage) représentant la baisse de la fréquence médiane de chacun des groupes pour déterminer lequel avait un niveau de fatigue musculaire plus importante

## **CHAPITRE IV**

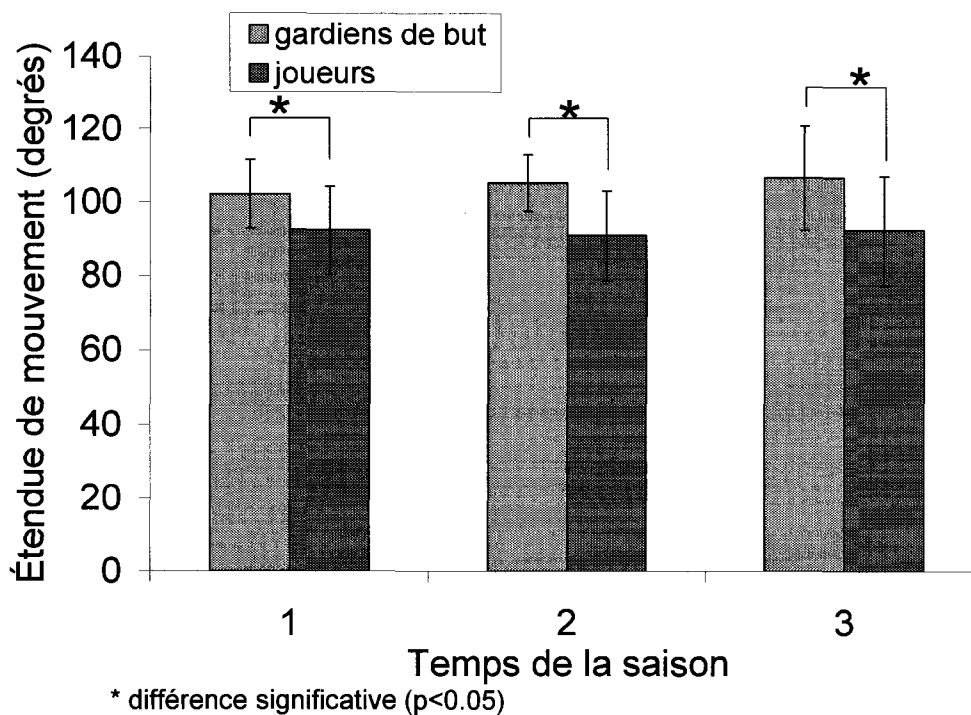
### **RÉSULTATS**

Les résultats obtenus lors de cette étude permirent d'évaluer le niveau physiologique musculaire des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche des gardiens de but et des joueurs au cours d'une saison de hockey sur glace. Le but était de pouvoir comparer les deux groupes de participants et d'établir lequel démontrait la meilleure condition physique musculaire.

#### **Étendue de mouvement passif de la hanche**

##### **Plan sagittal**

Il y avait un effet significatif entre les groupes de participants lors des tests de l'étendue de mouvement passif de la hanche dans le plan sagittal pour l'ensemble des essais. Les résultats démontraient que les gardiens de but avaient une plus grande étendue de mouvement passif de la hanche dans le plan sagittal que les joueurs ( $F(1,60)=16.15, p<0.001$ ). Aucun effet significatif entre les temps de la saison ainsi qu'aucune interaction significative entre les groupes de participants et les temps de la saison ne furent obtenus lors des tests de l'étendue de mouvement passif de la hanche dans le plan sagittal. (Figure 6)



**Figure 6. Moyenne de l'étendue de mouvement passif de la hanche dans le plan sagittal (test de Lasèque), des gardiens de but et des joueurs au début (1), milieu(2) et à la fin de la saison de hockey (3)**

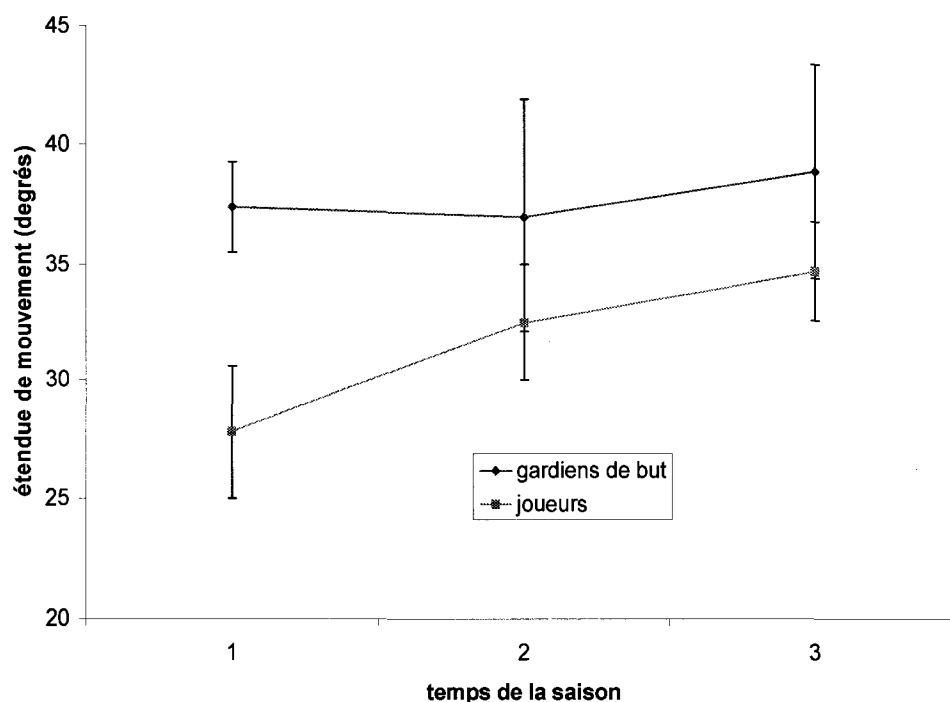
### Plan frontal

Il y avait un effet significatif entre les groupes de participants lors des mesures de l'étendue de mouvement de la hanche dans le plan frontal pour l'ensemble des temps de la saison. Les résultats démontraient que les gardiens de but avaient une meilleure étendue de mouvement dans le plan frontal que les joueurs ( $F(1,60)=57.9, p < 0.001$ ).

Il y avait un effet significatif entre les temps de la saison lors des mesures de l'étendue de mouvement dans le plan frontal pour l'ensemble des essais. Les gardiens de but possédaient une meilleure étendue de mouvement que les joueurs ( $F(2,60)=9.238, p < 0.001$ ).

Il y avait aussi une interaction significative entre les groupes de participants et les temps de la saison lors des mesures de l'étendue de mouvement dans le plan frontal ( $F(2,60)=4.74$   $p < 0.05$ ). Après un test Post Hoc (Bonferroni), l'interaction fut remarquée entre le temps de la saison 1 et le temps de la saison 2 ( $p<0.01$ ) ainsi qu'entre le temps de la saison 1 et le temps de la saison 3 ( $p<0.001$ ). Par la suite, des séries d'analyses de variances unidirectionnelles furent réalisées avec les résultats des joueurs et une autre série d'analyses de variances unidirectionnelles avec les résultats des gardiens de but. Les analyses de variances unidirectionnelles révélèrent qu'il y avait une différence significative entre les résultats des joueurs retrouvés au temps de la saison 1 et au temps de la saison 2 ( $F(2,39) = 27.5$   $p<0.001$ ). Elles ont aussi révélé une différence au niveau des résultats de joueurs entre le temps de la saison 1 et le temps de la saison 3 ( $F(2,39) = 27.5$   $p<0.001$ ). Aucune différence ne fut répertoriée chez les gardiens de but suite à ces analyses de variances unidirectionnelles ( $F(2,21) = 0.497$   $p>0.05$ ).

Selon les statistiques, il y avait augmentation de l'étendue de mouvement dans le plan frontal chez les joueurs tout au cours de la saison. Du côté des gardiens de but, l'étendue de mouvement demeurait constante tout au cours de l'étude comme le démontrent les résultats statistiques ( $F(2,21) =0.497$   $p>0.05$ ).

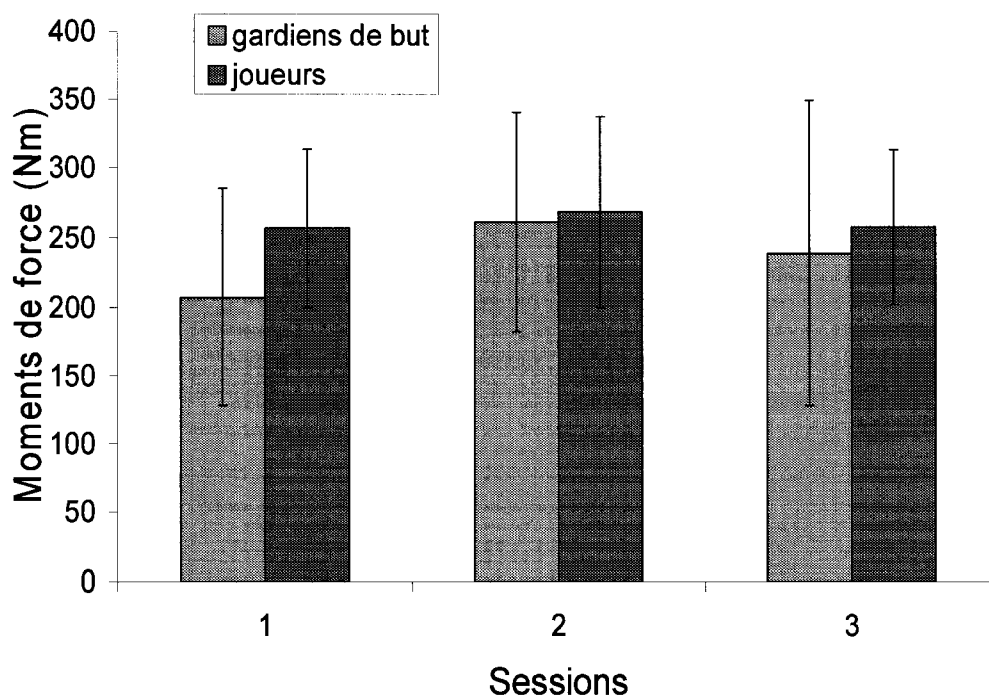


**Figure 7. Moyenne de l'étendue de mouvement passif dans le plan frontal des gardiens de but et des joueurs au début (1), milieu(2) et à la fin de la saison de hockey (3)**

## **Moments de force concentriques, excentriques et isométriques des ischio-jambiers**

### **Moments de force concentriques**

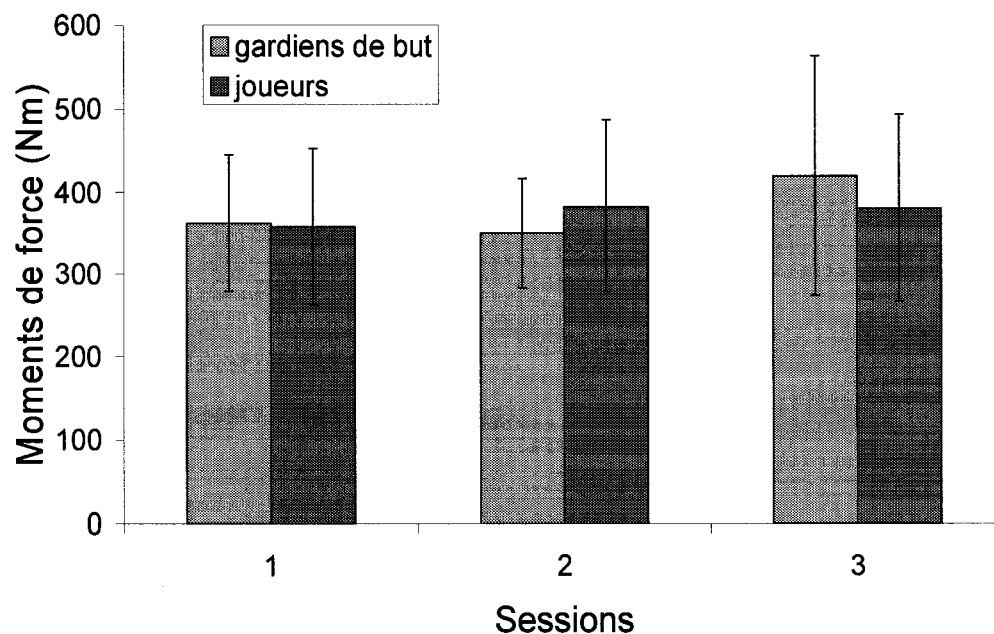
Aucun effet significatif au niveau des groupes de participants ne fut mesuré ( $F(1,56)=1.886, p>0.05$ ). Aucun effet significatif ne fut mesuré au niveau des temps de la saison ( $F(2,56)=0.818, p>0.05$ ). Aucune interaction significative entre les groupes de participants et les temps de la saison ne fut notée ( $F(2,56)=0.283, p>0.05$ ). (Figure 8)



**Figure 8. Moyenne des moments de force concentriques des ischio-jambiers des gardiens de but et des joueurs au début (1), milieu(2) et à la fin de la saison (3).**

### **Moments de force excentriques**

Aucun effet significatif au niveau des groupes de participants ne fut mesuré ( $F(1,56) = 0.077$   $p > 0.05$ ). Aucun effet significatif ne fut mesuré au niveau des temps de la saison ( $F(2,56) = 0.571$ ,  $p > 0.05$ ). Aucune interaction significative entre les groupes de participants et les temps de la saison ne fut notée ( $F(2,56) = 0.314$   $p > 0.05$ ). (Figure 9)



**Figure 9. Moyenne des moments de force excentriques des ischio-jambiers des gardiens de but et des joueurs au début (1), milieu (2) et à la fin de la saison de hockey (3).**

### **Moments de force isométriques**

Aucun effet significatif au niveau des groupes de participants ne fut mesuré ( $F(1,56)=0.318$ ,  $p>0.05$ ). Aucun effet significatif ne fut mesuré au niveau des temps de la saison ( $F(2,56)=0.943$ ,  $p>0.05$ ). Aucune interaction significative entre les groupes de participants et les temps de la saison ne fut notée ( $F(2,56)=0.402$ ,  $p>0.05$ ). (Figure10)

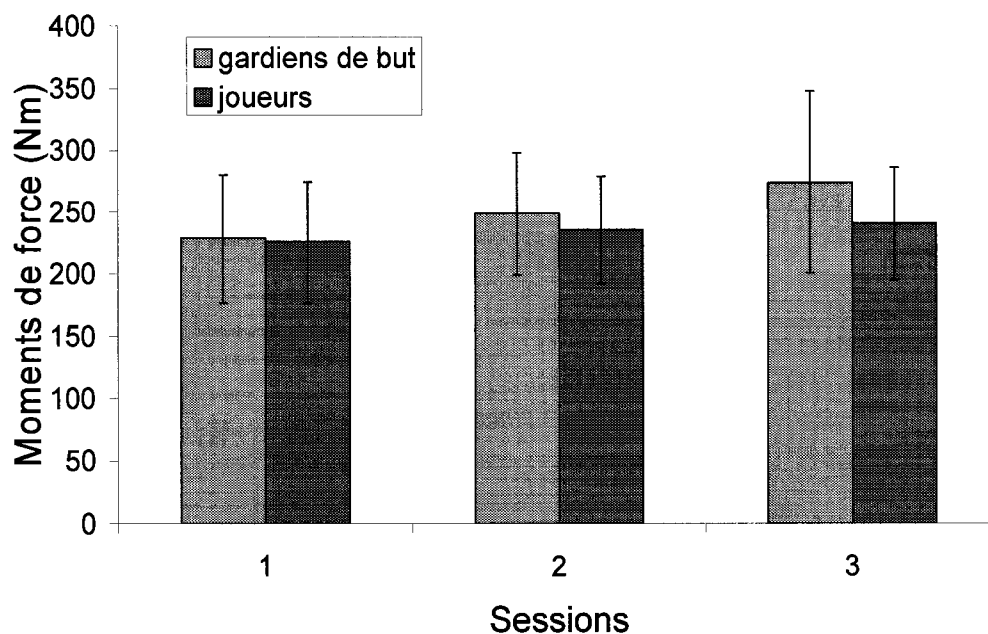
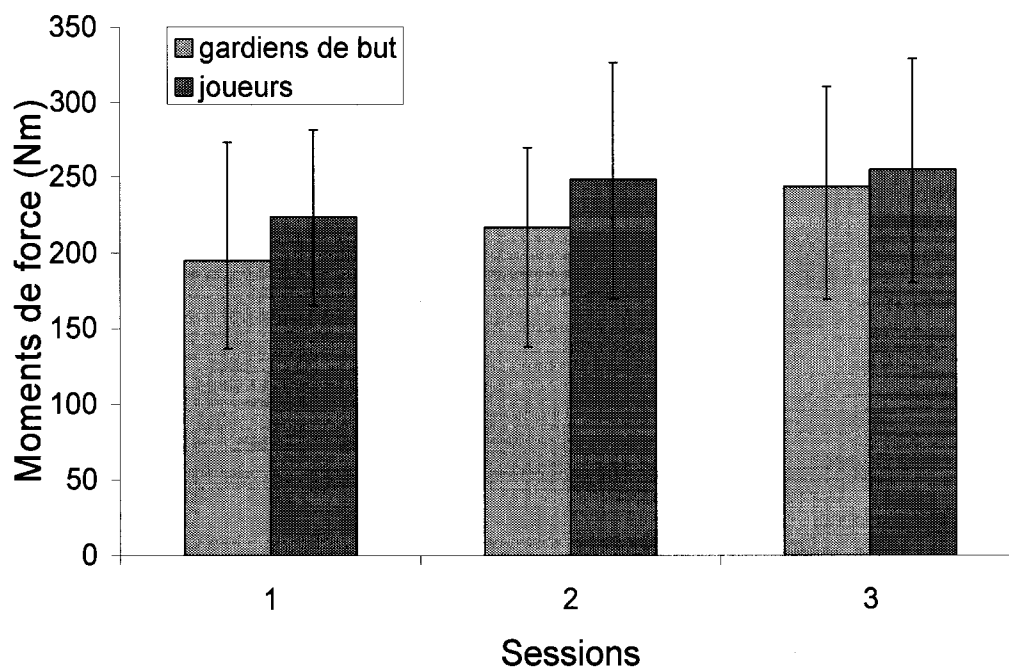


Figure 10. Moyenne des moments de force isométriques des ischio-jambiers des gardiens de but et des joueurs au début (1), milieu (2) et à la fin de la saison de hockey (3)

## Moments de force concentriques, excentriques et isométriques des adducteurs de la hanche

### Moments de force concentriques

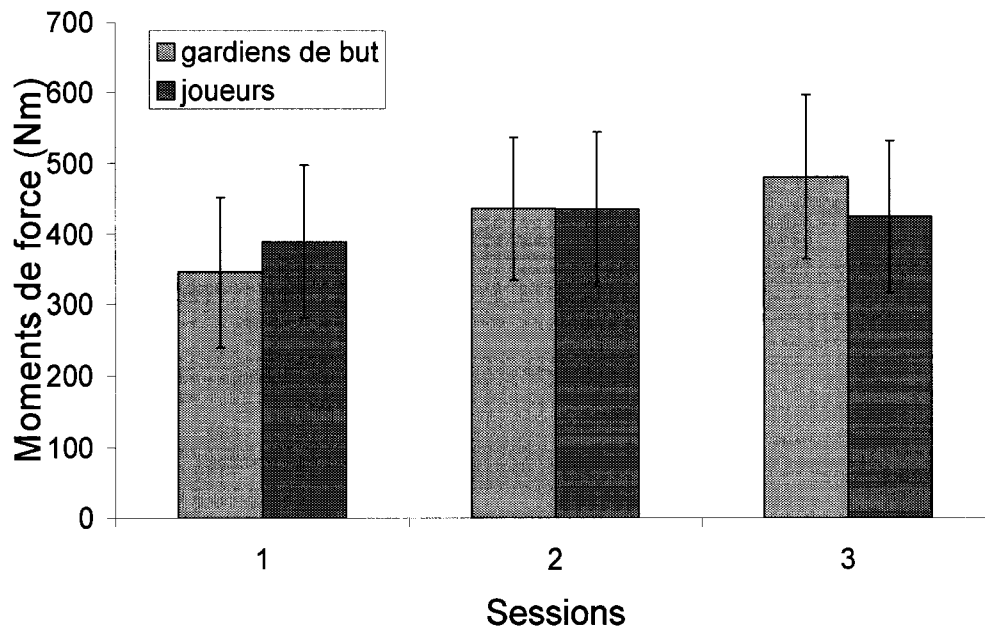
Aucun effet significatif au niveau des groupes de participants ne fut mesuré ( $F(1,56)=1.012$ ,  $p>0.05$ ). Aucun effet significatif ne fut mesuré au niveau des temps de la saison ( $F(2,56)=1.650$ ,  $p>0.05$ ). Aucune interaction significative entre les groupes de participants et les temps de la saison ne fut notée ( $F(2,56)=0.160$ ,  $p>0.05$ ). (Figure 11)



**Figure 11. Moyenne des moments de force concentriques des adducteurs de la hanche des gardiens de but et des joueurs au début (1), milieu (2) et à la fin de la saison de hockey (3)**

### **Moments de force excentriques**

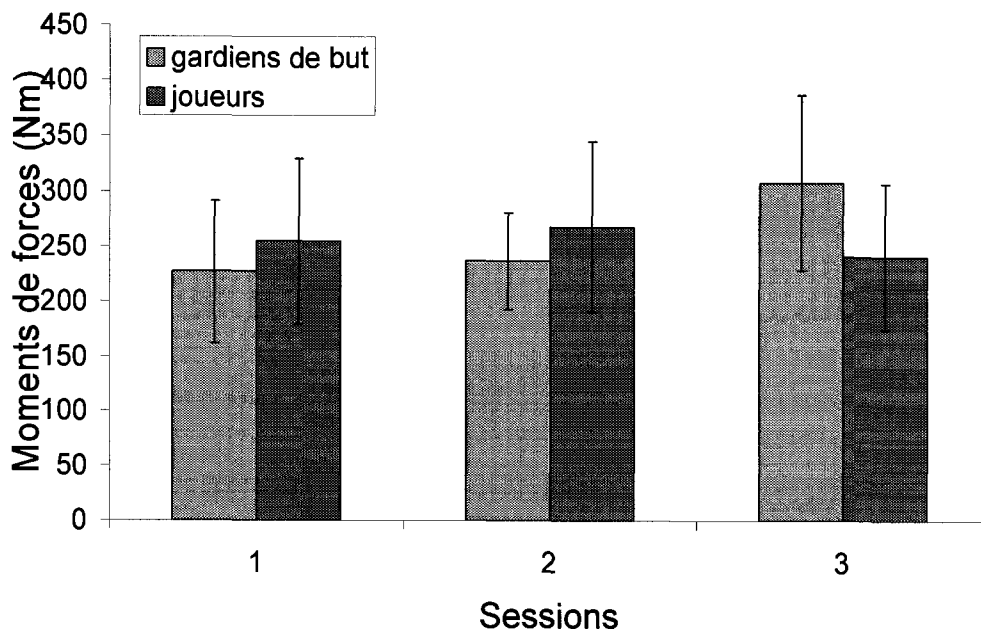
Aucun effet significatif au niveau des groupes de participants ne fut mesuré ( $F(1,56)=0.00$ ,  $p>0.05$ ). Aucun effet significatif ne fut mesuré au niveau des temps de la saison ( $F(2,56)=2.232$ ,  $p>0.05$ ). Aucune interaction significative entre les groupes de participants et les temps de la saison ne fut notée ( $F(2,56)=0.782$ ,  $p>0.05$ ) (Figure 12).



**Figure 12. Moyenne des moments de force excentriques des adducteurs de la hanche des gardiens de but et des joueurs au début (1), milieu (2) et à la fin de la saison de hockey (3)**

### **Moments de force isométriques**

Aucun effet significatif au niveau des groupes de participants ne fut mesuré ( $F(1,56)=0.000$ ,  $p>0.05$ ). Aucun effet significatif ne fut mesuré au niveau des temps de la saison ( $F(2,56)=0.885$ ,  $p>0.05$ ). Aucune interaction significative entre les groupes de participants et les temps de la saison ne fut notée ( $F(2,56)=2.701$ ,  $p>0.05$ ) (Figure 13).



**Figure 13. Moyenne des moments de force isométriques des adducteurs de la hanche des gardiens de but et des joueurs au début (1), milieu(2) et à la fin de la saison de hockey (3)**

### **FATIGUE MUSCULAIRE :**

Aucune donnée ne fut recueillie au temps de la saison 2 (mi-saison) pour les biceps fémoraux, les semi-tendineux ainsi que le long adducteur de la hanche. Des problèmes électroniques rencontrés avec le système d'acquisition de données EMG furent responsables de ce contre-temps.

Pour déterminer une différence significative entre les gardiens de but et les joueurs lors des temps de la saison, l'équation de régression de chacun des participants fut utilisée pour déterminer la valeur de la fréquence médiane lors de la première fenêtre de 256ms et lors de la dernière fenêtre de 256ms de leur temps respectif. La différence entre ces valeurs fut transformée en pourcentage selon l'équation représentée ci-dessous.

$$\Delta\% = \frac{FM_i - FM_F}{FM_i} \cdot 100$$

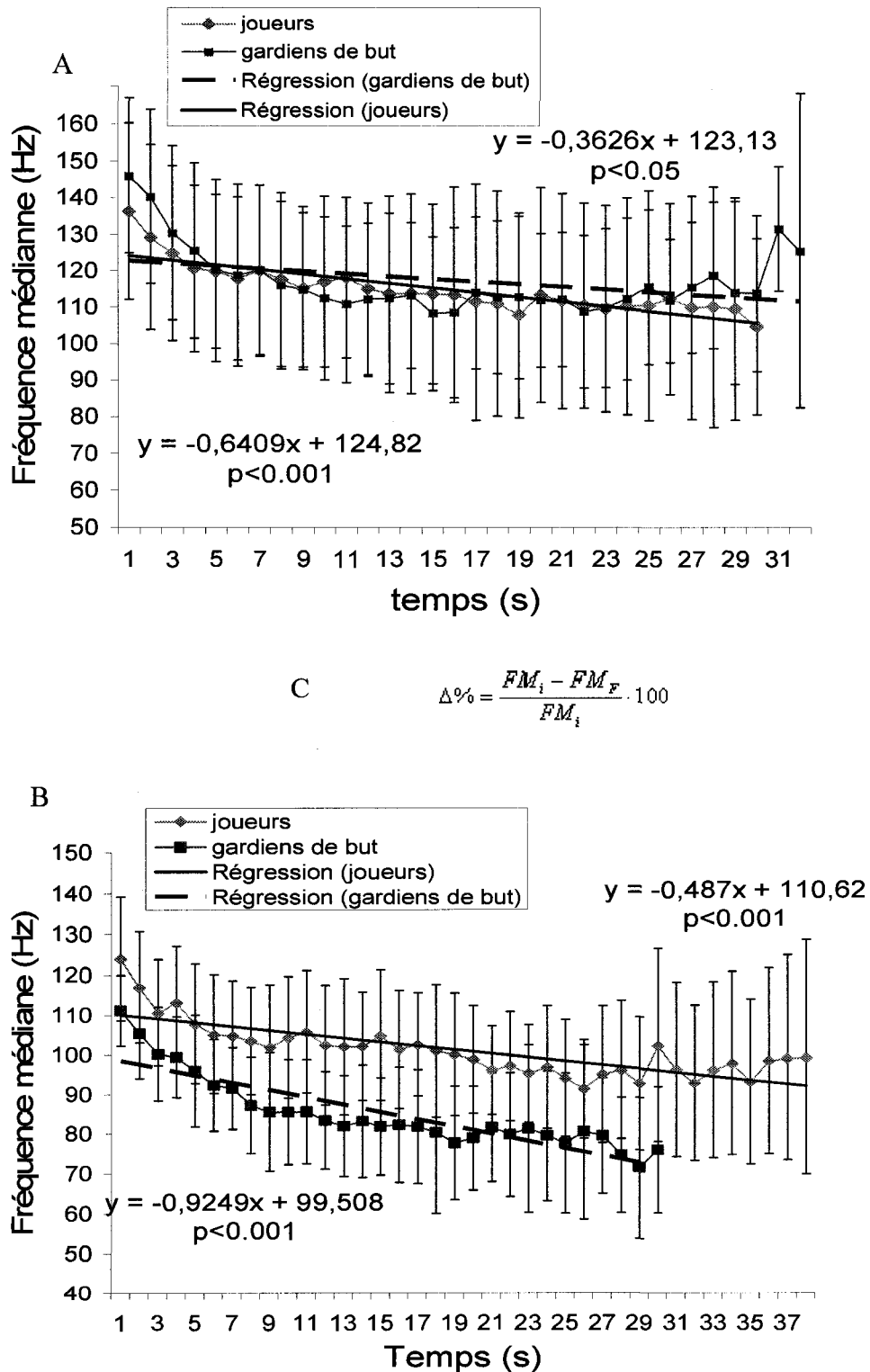
## **FATIGUE DES ISCHIO-JAMBIERS:**

### **Biceps fémoraux**

La fréquence médiane du signal électromyographique a été calculée pour des fenêtres de 256 ms. Pour l'ensemble des fenêtres, une régression des fréquences médianes fut calculée afin de déterminer la diminution de la fréquence médiane dans les muscles étudiés (biceps fémoraux) pour la durée du test de chaque participant. Pour ce faire, la pente de la fréquence médiane sur la période de temps fut utilisée comme la valeur représentant la fatigue musculaire. Dans le cas du temps de la saison 1 une diminution significative de la pente de la fréquence médiane électromyographique du biceps fémoral fut remarquée chez les joueurs ( $F(1,30) = 26.4$   $p < 0.001$ ) ainsi que chez les gardiens de but ( $F(1,30) = 5.02$   $p < 0.05$ ). Dans le cas du temps de la saison 3 une diminution significative de la pente de la fréquence médiane électromyographique du biceps fémoral fut remarquée chez les joueurs ( $F(1,36) = 60.5$   $p < 0.001$ ) ainsi que chez les gardiens de but ( $F(1,28) = 98.1$   $p < 0.001$ ). (Figure 14)

Par la suite, un test-T de Student fut complété à partir des résultats (en pourcentage) des gardiens de but et des résultats des joueurs lors de chacun des deux temps de la saison. Lors du temps de la saison 1 (début), la diminution de la fréquence médiane électromyographique du biceps fémoral des gardiens de but était de 24.6% ( $\pm 9.8$ ) tandis que celle des joueurs était de 16.8% ( $\pm 7.7$ ) mais la différence entre les deux groupes n'était pas significative ( $t(19)=2.005$

$p > 0.05$ ). Au temps de la saison 3 (Fin) cette différence était plus importante. La diminution de la fréquence médiane électromyographique du biceps fémoral des gardiens de but était de 32.2% ( $\pm 4.3$ ) tandis que celle des joueurs était de 19.5% ( $\pm 12.3$ ) ( $t(12) = 2.183$ ,  $p < 0.05$ ) (Tableau 3 et 4).



**Figure 14.** Déclin de la fréquence médiane retrouvé au niveau du biceps fémoral au temps de la saison 1 (A) et au temps de la saison 3 (B) avec équation utilisée pour déterminer le pourcentage de décroissance (C). Il est à noter qu'une force constante de 85% de contraction isométrique maximale fut maintenue tout au long de ce test.

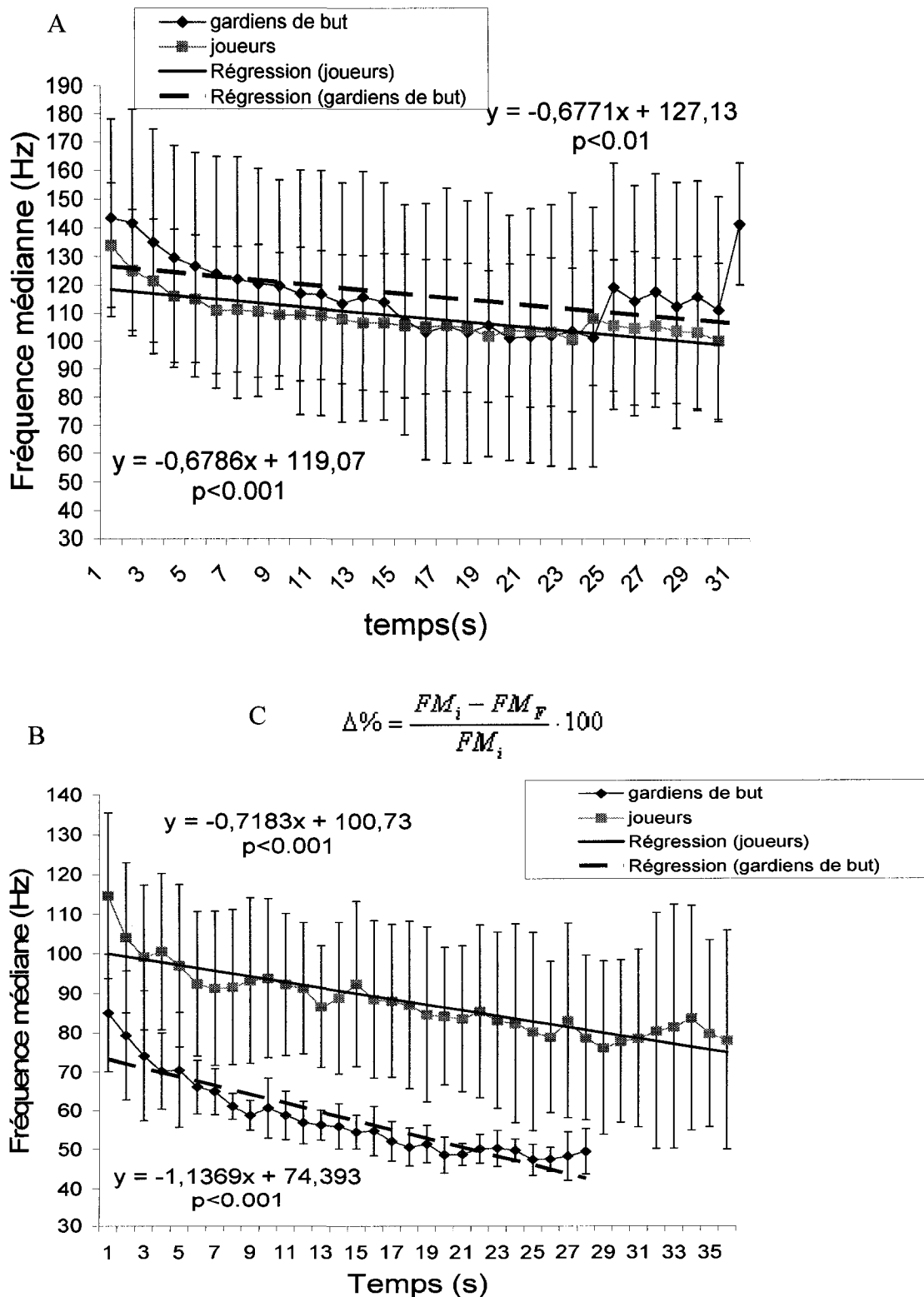
## Semi-tendineux

La fréquence médiane du signal électromyographique a été calculée pour des fenêtres de 256 ms. Pour l'ensemble des fenêtres, une régression des fréquences médianes fut calculée afin de déterminer la diminution de la fréquence médiane dans les muscles étudiés (semi-tendineux) pour la durée du test de chaque participant. Pour ce faire, la pente de la fréquence médiane sur la période de temps fut utilisée comme la valeur représentant la fatigue musculaire. Dans le cas du temps de la saison 1 une diminution significative de la pente de la fréquence médiane électromyographique du semi-tendineux fut remarquée chez les joueurs ( $F(1,28) = 51.1$   $p < 0.001$ ) ainsi que chez les gardiens de but ( $F(1,29) = 9.72$   $p < 0.01$ ). Dans le cas du temps de la saison 3 une diminution significative de la pente de la fréquence médiane électromyographique du semi-tendineux fut remarquée chez les joueurs ( $F(1,34) = 137.9$   $p < 0.001$ ) ainsi que chez les gardiens de but ( $F(1,26) = 141.3$   $p < 0.001$ ) (Figure 15).

Un test-T de Student (independent sample) fut par la suite utilisé pour comparer les résultats des gardiens de but aux résultats des joueurs lors des deux temps de la saison.

Selon les tableaux 3 et 4, il n'y avait aucune différence entre les deux groupes au temps de la saison 1 ( $t(19) = -0.256$ ,  $p > 0.05$ ). Au temps de la saison 3(Fin), les gardiens de but avaient une diminution plus importante de leur fréquence médiane électromyographique du semi-tendineux que les joueurs.

Celle-ci avait diminué de 42.0% ( $\pm$  4.5) tandis que celle des joueurs n'avait diminué que de 27.9% ( $\pm$  13.1) ( $t(12)=2.282$ ,  $p<0.05$ ).

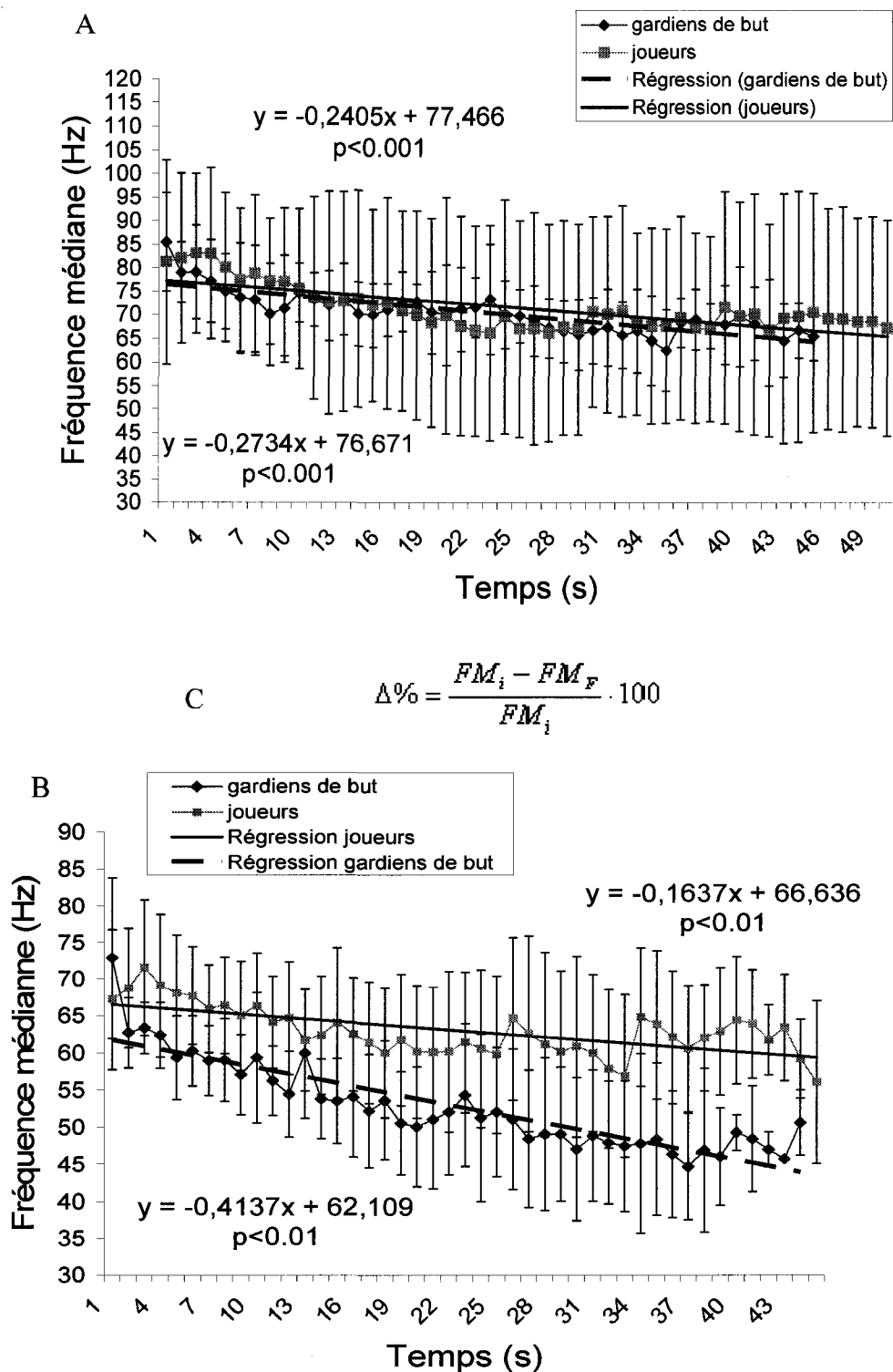


**Figure 15.** Déclin de la fréquence médiane de semi-tendineux au temps de la saison 1 (A) et au temps de la saison 3 (B) ainsi que l'équation 1(C) utilisé pour déterminer le pourcentage de décroissance. Il est à noter qu'une force constante de 85% de contraction isométrique maximale fut maintenue tout au long de ce test.

## FATIGUE DES ADDUCTEURS DE LA HANCHE

La fréquence médiane du signal électromyographique a été calculée pour des fenêtres de 256 ms. Pour l'ensemble des fenêtres, une régression des fréquences médianes fut calculée afin de déterminer la diminution de la fréquence médiane dans les muscles étudiés (long adducteur de la hanche) pour la durée du test de chaque participant. Pour ce faire, la pente de la fréquence médiane sur la période de temps fut utilisée comme la valeur représentant la fatigue musculaire. Dans le cas du temps de la saison 1, une diminution significative de la pente de la fréquence médiane électromyographique du long adducteur de la hanche fut remarquée chez les joueurs ( $F(1,48) = 60.0$   $p < 0.001$ ) ainsi que chez les gardiens de but ( $F(1,43) = 61.1$   $p < 0.001$ ). Dans le cas du temps de la saison 3 une diminution significative de la pente de la fréquence médiane électromyographique du long adducteur de la hanche fut remarquée chez les joueurs ( $F(1,43) = 31.5$   $p < 0.001$ ) ainsi que chez les gardiens de but ( $F(1,42) = 157.8$   $p < 0.001$ ) (Figure 16).

Un test-T de Student (Independent sample) fut par la suite utilisé pour comparer les résultats des gardiens de but aux résultats des joueurs lors de chacun des temps de la saison. Aucune différence significative ne fut notée au temps de la saison 1, ( $t(17)=0.945$   $p > 0.05$ ). La même tendance fut remarquée au temps de la saison 3, ( $t(10)=1.439$   $p > 0.05$ ). (Tableau 3 et 4)



**Figure 16.** Déclin de la fréquence médiane du long adducteur de la hanche au temps de la saison 1 (A) et au temps de la saison 3 (B) ainsi que l'équation 1 (C) utilisé pour déterminer le pourcentage de décroissance. Il est a noté qu'une force constante de 85% de contraction isométrique maximale fut maintenue tout au long de ce test.

**Tableau 3: Différence moyenne (en pourcentage) de la fréquence médiane retrouvée entre la première section de 256ms et la dernière section de 256ms lors du test d'endurance isométrique de 60 secondes lors du premier temps de la saison (Début)**

Muscles	Gardiens de but	Joueurs	Valeur de p
Adducteurs	38.4% ( $\pm 22.3$ )	28.9% ( $\pm 18.3$ )	0.36
Biceps fémoral	24.6% ( $\pm 9.8$ )	16.8% ( $\pm 7.7$ )	0.06
Semi-tendineux	24.3% ( $\pm 17.6$ )	27.6% ( $\pm 30.9$ )	0.80

\*Différence significative ( $p < 0.05$ )

**Tableau 4: Différence moyenne (en pourcentage) de la fréquence médiane retrouvée entre la première section de 256ms et la dernière section de 256ms lors du test d'endurance isométrique de 60 secondes lors du troisième temps de la saison (Fin).**

Muscles	Gardiens de but	Joueurs	Valeur de p
Adducteurs	28.7% ( $\pm 13.6$ )	18.9% ( $\pm 10.1$ )	0.18
Biceps fémoral	32.2% ( $\pm 4.3$ )	19.5% ( $\pm 12.3$ )	*0.05
Semi-tendineux	42.2% ( $\pm 4.5$ )	27.9% ( $\pm 13.1$ )	*0.04

\*Différence significative ( $p < 0.05$ )

# CHAPITRE V

## DISCUSSION

### Étendue de mouvement passif de la hanche

#### Plan sagittal:

Pour l'étendue de mouvement passif de la hanche dans le plan sagittal, plusieurs chercheurs utilisaient le test de la flexion avant du tronc (Tafazzoli *et al.* 2006; Vescovi *et al.* 2005). Cependant, ce test n'était pas spécifique aux ischio-jambiers car une flexibilité accrue des muscles du dos pourrait fausser les données. Une autre méthode utilisée était le test de Lasèque. Ce test était surtout utilisé pour déterminer la flexibilité des ischio-jambiers (Corsi 2002) et était plus spécifique que le test de la flexion avant du tronc. Avec le test de Lasèque, la littérature rapportait une étendue de mouvement passif variant de 83° à 95° (Agre *et al.*, 1987; Witvrouw *et al.*, 2003).

Les résultats obtenus lors de cette étude étaient comparables avec ceux répertoriés dans la littérature bien que les résultats des gardiens de but dépassaient quelque peu les valeurs des études précédentes. Ceux-ci avaient une étendue de mouvement passif de  $\bar{x} = 104.7^\circ (\pm 10.5^\circ)$  tandis que les joueurs avaient une étendue de mouvement passif de  $\bar{x} = 91.9^\circ (\pm 12.8^\circ)$ . Étant donné la nature des mouvements exécutés par les gardiens de but en situation de match ou lors de séances d'entraînement, l'hypothèse posée était que l'étendue de mouvement serait plus grande ce qui fut le cas.

**Plan frontal:**

L'étendue de mouvement passif mesurée dans le plan frontal démontrait que les gardiens de but avaient une plus grande étendue de mouvement ( $\bar{x}=37.7^{\circ}\pm 3.9^{\circ}$ ) que les joueurs ( $\bar{x}=31.7^{\circ}\pm 3.8^{\circ}$ ). Une explication de l'écart observé entre les deux groupes de participants serait que les gardiens de but, de part la nature des mouvements exécutés en situation de match, doivent avoir une plus grande étendue de mouvement dans le plan frontal pour bloquer les tirs (Agre *et al*, 1987). Une autre explication plausible serait qu'une bonne partie des entraînements hors glace des gardiens de but était basée sur la flexibilité (Agre *et al*, 1987, Corsi *et al*. 2002).

L'étendue de mouvement passif de la hanche dans le plan frontal des joueurs augmentait de la première à la dernière session de collecte de données. Ceci semblerait contredire les résultats obtenus par Posch et ses collaborateurs (1989). Ceux-ci n'ont remarqué aucun changement significatif de l'étendue de mouvement au cours d'une saison de hockey sur glace. Une hypothèse expliquant cette contradiction serait qu'au cours de la saison, les joueurs ajoutaient un plus grand nombre d'exercices de flexibilité lors de leurs échauffements précédents les séances d'entraînement. En conséquence, une amélioration devrait être observée au niveau de l'étendue de mouvement de la hanche, ce qui fut le cas. Selon la littérature, le niveau de flexibilité d'une personne peut s'améliorer après quelques semaines d'exercices (Chan *et al*. 2000). Ceci est supporté par les résultats de cette étude, car les collectes de données ont été réalisées sur une période de 24 semaines. De leur côté, les gardiens de but possédaient déjà une étendue de mouvement élevé. Ceux-ci

ont maintenu chacun leur niveau de flexibilité respectif tout au long de la saison, car les mouvements exécutés pour bloquer des tirs demandaient un niveau de flexibilité accru, surtout au niveau des adducteurs de la hanche.

## **Moments de force (concentriques, excentriques, isométriques)**

### **Ischio-jambiers :**

Dans le cas des moments de force concentriques et excentriques des gardiens de but, ceux-ci étaient supérieurs à la fin de l'étude comparativement à ceux mesurés au début sans toutefois être significatif. Dans le cas des joueurs, leurs résultats étaient plutôt constants tout au long de l'étude. Toutefois, concernant les moments de force concentriques, les joueurs démontraient des résultats légèrement supérieurs ( $\bar{x} = 80.7 \pm 22.3$  Nm) à ceux des gardiens de but ( $\bar{x} = 70.6 \pm 30.2$  Nm) sans toutefois être significatifs. Pour les moments de force excentriques, les deux groupes démontraient des résultats semblables tout au long de l'étude. Cependant, les résultats des gardiens de but avaient augmenté entre le temps de la saison 1 ( $\bar{x} = 110. \pm 33.0$  Nm) et le temps de la saison 3 ( $\bar{x} = 127.0 \pm 49.6$  Nm), sans toutefois être significatif.

Dans le cas des moments de force concentriques, la différence pourrait être attribuée au nombre de foulées lors de ses présences sur la patinoire. La littérature rapporte qu'un joueur exécute entre 32 et 39 foulées par minutes et est sur la patinoire de 12 à 17 minutes par match (Nobes *et al.* 2003, Green *et al.*, 1976, Johansson, 1989). Du côté des gardiens de but, l'augmentation des moments de forces des gardiens de but pourrait aussi être attribuée à la différence marquée du poids de l'équipement de gardien de but avec

l'équipement d'un joueur. La littérature démontre que l'équipement d'un gardien de but est deux fois plus lourd que celui d'un joueur (Bizzini 2007). Donc, si l'équipement d'un gardien de but est deux fois plus lourd que celui d'un joueur, les muscles devraient, en principe, exercer un effort supplémentaire pour maintenir différentes positions pour bloquer des tirs ce qui expliquerait l'augmentation des moments de force concentriques et excentriques au cours de la saison. De plus le régime plus intense d'entraînement des joueurs et des gardiens de but pourrait aussi contribuer à l'augmentation de la force musculaire concentrique et excentrique.

Selon la littérature, les résultats des contractions concentriques variaient entre 113 Nm et 242 Nm (Ozcakar *et al*, 2003; Bennel *et al*.1998; Brockett *et al*, 2001; Nakamura *et al*, 2002; Keays *et al*.1999). Les résultats répertoriés dans la littérature étaient de beaucoup supérieurs à ceux de cette recherche. Dans le cas de cette recherche, les gardiens de but ont obtenu des moments de force concentriques de 70.6 ( $\pm$  22.3 Nm) tandis que les joueurs ont obtenu des moments de force concentriques de 80.7 ( $\pm$  22.3 Nm).

Pour ce qui est des moments de forces excentriques, l'étendue de ceux-ci variait de 161 à 190 Nm (Brockett *et al* 2001; Bennell *et al*.1998). Encore une fois, les résultats obtenus lors de cette recherche étaient inférieurs à ceux répertoriés dans la littérature. Les gardiens de but ont obtenu des moments de force excentriques de 117.3 ( $\pm$  40.6 Nm) tandis que les joueurs ont obtenu des moments de force excentriques de 115.3 ( $\pm$  38.2 Nm). L'un des explications de cette différence dans les résultats serait que la moyenne a été calculée en

incluant les joueurs et les gardiens des deux sexes. Les gardiens de but masculins ont obtenu des valeurs de 137.0 ( $\pm$  31.1 Nm) et les joueurs masculins ont obtenus des valeurs de 133.5 ( $\pm$  43.1 Nm). Du côté des participants féminins, les gardiennes de but ont obtenus des valeurs de 93.4 ( $\pm$  32.4 Nm) tandis que les joueuses ont obtenus des valeurs de 95.4 ( $\pm$  24.1 Nm).

### **Adducteurs de la hanche :**

Aucune différence significative ne fut observée au niveau des moments de force concentriques, excentriques et isométriques. Comme dans la section précédente, les joueurs ( $\bar{x}$  = 91.3  $\pm$ 27.0 Nm) avaient des moments de force concentriques supérieurs à ceux des gardiens de but ( $\bar{x}$  = 82.1  $\pm$ 28.7 Nm) sans toute fois être significatif. L'effet de l'entraînement hors glace serait une hypothèse pour expliquer ces résultats. Il y avait aussi amélioration constante tout au long de l'étude chez les deux groupes. Ceci pourrait être attribué au nombre de foulées lors des présences sur la patinoire (Nobes *et al.* 2003, Green *et al.*,1976, Johansson,1989) ainsi qu'à la capacité du groupe musculaire à s'adapter aux types de mouvements requis lors de la pratique d'un sport (Lars *et al.* 2005).

Il y avait une amélioration des moments de force excentriques des gardiens de but au cours de la saison. Les joueurs, par contre, démontraient des résultats plutôt constants durant toute la saison. Cette amélioration des résultats des gardiens de but pourrait être attribuée aux nombres de mouvements demandant une longue extension de la jambe ainsi qu'au fait qu'ils étaient des adeptes du style papillon (Clark 2007). Ceci est très révélateur sur le niveau de

stress porté sur l'articulation de la hanche. Le style papillon, spécialement ceux dont le papillon est large, crée une tension significative au niveau de l'articulation de la hanche, du genou et de la cheville. Si le gardien de but pousse son style papillon à l'extrême, (un « V » plus large) les hanches sont en rotation interne maximale en fin de l'étendue de mouvement (Beltram 2003; Clark *et al*, 2007). Une diminution de la force musculaire pourrait rendre l'articulation de hanche plus vulnérable à l'étirement des tissus entourant l'articulation causant en particulier la déchirure du bourrelet acétabulaire. Il est donc important que les gardiens de but maintiennent une bonne condition physique musculaire pour prévenir les blessures sportives.

Un grand nombre de déplacements exécutés par un gardien de but se font en utilisant une variation du style papillon (butterfly slide, butterfly push, etc). Ce déplacement particulier aux gardiens de but demande une très grande force au niveau des adducteurs de la hanche. Un nombre élevé de répétitions de ce genre de mouvement permettrait aux muscles d'augmenter leurs capacités de produire de la force (Brockett *et al*, 2001). Dans ce cas-ci, la majorité des exercices exécutés lors de séances d'entraînement par les gardiens de but mettaient l'emphase sur ces types de déplacements exécutés à grande vitesse pour éviter un but.

En comparant les résultats de la présente étude avec ceux de la littérature, la grandeur des moments de force varie de 160 à 200 Nm en contraction concentrique et varie de 230 à 290 Nm en contraction excentrique (Kea *et al*, 2001; Ozcakar *et al*, 2003). Dans le cas des gardiens de but, ils

obtenaient des résultats de  $\bar{x} = 82.1 (\pm 28.7\text{Nm})$  en contraction concentrique comparativement à  $\bar{x} = 91.3 (\pm 27\text{Nm})$  pour les joueurs. Pour les moments de force excentriques, les gardiens de but atteignaient des moments de forces de  $\bar{x} = 157.1 (\pm 51.5 \text{ Nm})$  tandis que les joueurs obtenaient des moments de force de  $\bar{x} = 157.1 (\pm 41.8\text{Nm})$ . La différence dans les résultats pourrait être attribuée à la constitution des deux groupes soit des participants masculins et féminins.

### **Fatigue musculaire :**

La fatigue musculaire se définit par la diminution de la capacité de contraction et par une diminution de la force musculaire. Selon Bigland-Ritchie et ses collaborateurs, (1981), ceci serait observé par une perte de force musculaire variant de 30 à 50% lors de test d'endurance isométrique maximale de 60 secondes. Lors de cette étude, le niveau de fatigue musculaire a été déterminé par la différence entre la première section de 256ms obtenue de la fréquence médiane et la dernière section de 256ms de la fréquence médiane lors du test d'endurance isométrique maximale de 60 s. La différence entre ses deux valeurs a été transformée en pourcentage pour être en mesure de comparer avec la littérature.

Tout en utilisant une procédure identique à celle mentionnée ci-haut, Tho et ses collaborateurs (1997) mesuraient un déclin de la fréquence médiane du biceps fémoral de 16.2% (jambes saines). En général, les résultats correspondaient aux résultats obtenus lors de la présente étude. Les joueurs obtenaient une baisse de la fréquence médiane du biceps fémoral de 16.8% au

début et de 19.5 % à la fin de la saison. Cependant, les gardiens de but présentaient une baisse de 24.6% au début et 32.2% à la fin de la saison. Beltram et ses collaborateurs (1995) étudièrent l'effet de la fatigue musculaire sur les moments de force des extenseurs du genou. Ils déterminèrent que les moments de force diminuaient de 48% entre le début et la fin du test. Ces résultats ressemblaient à ceux obtenus lors de cette étude. Pincivero et ses collaborateurs (2004) rapportaient qu'il y avait une baisse d'environ 30% de la fréquence médiane des muscles des quadriceps entre le début et la fin des contractions lors de leur étude. Selon cette étude, une baisse plus importante fut remarquée.

Selon Richard et ses collaborateurs (2005), les gardiens de but ont, généralement, un niveau d'activité très bas tout au long d'un match de hockey sur glace. Ils n'ont qu'à exécuter leurs déplacements que sur une très courte distance. Le temps demandant un haut niveau d'activité est souvent accompagné d'une longue période de basse activité. Les joueurs, quant à eux, ont un niveau d'activité très élevé durant leur présence sur la patinoire, et comme le mentionne l'étude de Behm *et al*, (2002) l'activité du biceps fémoral est très élevée lors de tâches accomplies en situation de match (arrêts brusques, départs puissants, contourner un obstacle, etc.) Cette variance d'activité du biceps fémoral et du semi-tendineux représenterait une cause possible de la différence de niveau de fatigue musculaire de ces muscles.

Selon la littérature, un muscle entraîné avec un nombre de répétitions élevé et peu de résistance a un meilleur niveau d'endurance musculaire qu'un

autre muscle étant entraîné avec moins de répétitions et un niveau de résistance plus élevée (Nobes *et al.* 2003). Ce principe s'applique directement à la présente étude. Selon l'étude de Nobes et ses collaborateurs,(1976), un joueur de hockey a une vitesse moyenne de 18 à 22 km/h avec un taux de foulées variant de 32 à 39 foulées par minute. Lors d'un match de hockey, les joueurs passent, en moyenne, de 12 à 17 minutes sur la patinoire (Johansson 1989). Selon ces études, un joueur exécute donc entre 364 et 663 foulées lors d'un match. Donc, en conclusion, les joueurs effectuent un plus grand nombre de déplacements que les gardiens de but lors de situation de match avec un équipement dont le poids est deux fois moindre que celui porté par un gardien de but.

### **Réévaluation des hypothèses**

À la lumière des résultats obtenus lors de cette étude, les gardiens de but n'ont démontré aucune perte de leur étendue de mouvement dans le plan frontal ainsi que dans le plan sagittal. Dans le cas des joueurs, il y a eu une amélioration remarquée dans les deux plans. Ceci ne supporte pas la première hypothèse émise lors de cette étude.

Les résultats de l'étude ne démontrèrent pas de différences significatives par rapport aux différents moments de forces mesurées au niveau des ischio-jambiers et au niveau des adducteurs de la hanche. Ces résultats réfutent donc la deuxième hypothèse émise.

Du côté de la fatigue musculaire, au niveau des ischio-jambiers, les gardiens de but présentèrent une plus importante diminution de la fréquence

médiane du biceps fémoral du début à la fin de la saison (gardiens de but 24.6% et 32.2%, joueurs 16.8% et 19.5% respectivement). Dans le cas du semi-tendineux, ce n'est qu'au temps de la saison 3 que cette différence est remarquée (gardiens de but 42.2%, joueurs 27.9%). Les résultats obtenus lors de l'étude confirment la troisième hypothèse émise.

Pour les adducteurs de la hanche, aucune différence significative n'a été remarquée. Ceci ne supporte donc pas la quatrième hypothèse émise lors de cette étude. Donc, en résumé, les gardiens de but n'ont pas perdu leur étendue de mouvement passif de la hanche le plan sagittal et frontal. Les tests de moments de force ne démontrèrent aucune différence significative entre les gardiens de but et les joueurs. Du côté de la fatigue musculaire, les gardiens de but se fatiguent plus rapidement que les joueurs par rapport aux ischio-jambiers.

### **Limites méthodologiques**

Pour l'étendue de mouvement passif de la hanche dans le plan frontal et dans le plan sagittal, un goniomètre universel a été utilisé. Dans les deux cas, le bras du goniomètre était fixé sur le participant à l'aide de ruban médical. Le point de rotation du goniomètre était situé au niveau du grand trochanter dans le plan sagittal et au niveau de la crête iliaque supérieure dans le plan frontal. Le point de pivot du goniomètre universel était maintenu manuellement, car il ne pouvait être fixé solidement aux repères anatomiques mentionnés précédemment ce qui a pu modifier les résultats quelque peu. Mais, en scrutant les autres études, (Witvrouw *et al.* 2003), le goniomètre n'était pas fixé

solidement à l'articulation lors de la mesure de l'angle. Pour améliorer la prise de données, l'utilisation d'un électrogoniomètre aurait été préférable, car il aurait pu être fixé plus solidement au niveau de l'articulation étudiée et il aurait été moins encombrant.

Du côté de la fatigue musculaire isométrique, une série complète de données a été perdue dû à des problèmes électroniques rencontrés avec le système d'acquisition EMG AMT-8 (Bortec Biomedical Ltd, Calgary, Alberta). Cette deuxième série de données représentait le milieu de la saison. Ceci devait certainement représenter le plus grand problème rencontré, car cette série de données n'a pu être comparée avec la première série de données ni avec la troisième série de données.

Au départ, la fatigue dynamique était prévue dans l'étude, mais le dynamomètre isocinétique donnait de violentes secousses causant plusieurs des participants à ne plus vouloir accomplir cette série d'exercices. Cette partie de l'étude a été abandonnée pour ces raisons.

### **Prévention des blessures :**

Considérant les résultats obtenus lors de cette étude, un échauffement actif serait recommandé dans le but d'améliorer l'étendue de mouvement de la hanche et diminuer la résistance causée par un muscle non réchauffé. Par la suite des exercices de flexibilité statiques devraient être exécutés. Chacun de ses exercices devrait être réalisé en maintenant la position demandée pour une période minimale de 30 secondes.

Dans le cas de la fatigue musculaire, surtout au niveau des ischio-jambiers, un entraînement en musculation incluant un nombre de répétitions élevées avec un poids léger serait recommandé. Un temps de repos prolongé serait aussi important.

### **Recommandation appliquée au hockey sur glace:**

Une recommandation appliquée au hockey sur glace serait d'ajouter une section d'exercices de flexibilités durant l'entraînement hors glace des athlètes. Cette recommandation viserait surtout les joueurs, car cette section fait partie des entraînements hors glace des gardiens de but. Selon Chan et ses collaborateurs (2001), des exercices de flexibilités réalisés durant une période de 15 min durant huit à dix semaines seraient suffisant. Dans le but de répondre au problème de la fatigue musculaire, une recommandation serait de suivre un programme d'entraînement hors glace avec plus d'exercices d'endurance qui inclurait des exercices avec un nombre de répétitions élevées avec des poids inférieurs surtout pour les muscles des jambes et des hanches.

## Chapitre VI

### CONCLUSIONS

Les résultats de cette étude réalisée avec l'aide de huit gardiens de but et de quatorze joueurs ne démontraient pas clairement lequel des groupes possédait la meilleure condition physique musculaire. Cependant, cette étude permit de démontrer que les gardiens de but possédaient une meilleure étendue de mouvement passif de la hanche dans le plan sagittal ainsi que dans le plan frontal. Il y avait de légères différences par rapport aux moments de force concentrique et excentrique des ischio-jambiers mais ses différences n'étaient pas significatives. Des résultats semblables furent remarqués au niveau des adducteurs de la hanche. Pour ce qui est de la fatigue musculaire retrouvée au niveau du biceps fémoral et du semi-tendineux, les gardiens de but démontraient un taux de fatigue beaucoup plus élevé que les joueurs. Il n'y avait pas de différence significative remarquée dans les résultats pour le long adducteur de la hanche pour les participants observés.

Plusieurs possibilités d'études ont surgi lors de cette recherche. La mesure de la fatigue dynamique serait l'étude la plus pertinente, car tous les mouvements exécutés lors d'un match de hockey sont faits de façon dynamique. L'étendue de mouvement dynamique serait aussi une autre possibilité d'étude ainsi que la restriction apportée par l'équipement sur cette étendue de mouvement.

## Bibliographie

- Adams, A. (2001). Hockey Dreams. Imperial Oil Review. **85**.
- Agre, J. C., Baxter, T.L., Casal, D.C., Leon, A.S., McNally, M.C., Serfass, R.C. (1987). "Musculoskeletal Characteristics of Professional Ice-hockey Players." Canadian Journal of Sports Sciences **12**(4): 202-206.
- Angel J, D., R., Nelson, B, Marshall, S., Dompier, T. (2007). "Descriptive Epidemiology of Collegiate Women's Ice Hockey Injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 2000-01 Through 2003-04." Journal of Athletic Training **42**(2): 249-254.
- Bancroft, R. W. (1999). Type, Location, and Severity of Hockey Injuries Occuring During Competition and Practice. Safety in Ice Hockey : Second Volume. A. S. f. T. a. Materials. Philadelphia: 31-43.
- Behm, D. G. M. J. W., Duane C. Button, Kevin E. Power, Kenneth G. Anderson (2005). "Relationship Between Hockey Skating Speed and Selected Performance Measures." Journal of Strength and Conditioning Research **19**(2): 326-331.
- Beltram, J. G. M. A. J. S., D. Ball, C.N. Maganaris, A. de Haan (2003). "Effect of antagonist muscle fatigue on knee extension torque." European Journal of Physiology **446**: 735-741.
- Bennell, K., Wajswelner H, Lews P, Schall-Riauour A, Leslie S, Plant D, Cirone J (1998). "Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers." British Journal of Sports Medicine **32**: 309-314.
- Bizzini, M., Hubert P. Notzli, Nicola A. Maffiuletti (2007). "Femoroacetabular Impingement in Professional Ice Hockey Players ; A Case Series of 5 Athletes After Open Surgical Decompression of the Hip." The American Journal of Sports Medicine **10**(10): 1-5.
- Brockett, C. L., Morgan, D.L., Proske, U. (2001). "Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length." Medicine & Science in Sports & Exercise **33**(5): 783-790.
- Campos, G. E. R. T. J. L., Heather K. Wendeln, Kumika Toma, Fredrick C. Hagerman, Thomas F. Murray, Kerry E. Ragg, Nicholas A. Ratamess, William J. Kraemer, Robert S. Staron (2002). "Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones." European Journal of Applied Physiology **88**: 50-60.
- Clark, I. (2007). Narrow versus Wide Butterflies : The Difference and Implications. Goalie News. **3**: 15.
- Corsi, J. J. H. (2002). The Hockey Goalie's Handbook. New York, McGraw-Hill.
- Devan, M. R. (2004). "A prospective Study of Overuse Knee Injuries Among Female Athletes With Muscle Imbalances and Structural Abnormalities." Journal of Athletic Training(3): 263-267.
- Dick, R. W. (1993). Injuries in Collegiate Ice Hockey. Safety in Ice Hockey : Second Volume. Philadelphia, American Society for Testing and Materials: 21-30.

- Gabbett, T. J. (2003). "Incidence of Injury in semi-professional rugby league players." British Journal of Sports Medicine **37**: 36-44.
- Gorelick M, B. J., Groeller H (2003). "Short-duration fatigue alters neuromuscular coordination of trunk musculature: implications for injury." Applied ergonomics **34**(4): 317-325.
- Green, H. P. B., M.Houston, R. McKillop, R. Norman, P.Stothart (1976). "Time-motion and physiological assessments of ice hockey performances." Journal of Applied Physiology **40**(2): 159-163.
- Ibrahim A, M. G., Knepman P (2007). "Adductor strain and hip range of movement in male professional soccer players." Journal of Orthopaedic Surgery **15**(1): 46-49.
- Johansson, C. R. L., Axel R. Fugl-Meyer (1989). "Isokinetic muscular performance of the quadriceps in elite ice hockey players." The American Journal of Sports Medicine **17**(1): 30-34.
- Kea, J., Kramer, J., Forwell, L., Birmingham, T. (2001). "Hip Abduction-Adduction Strength and One-leg Hop Tests: Test-Retest Reliability and Relationship to Function in Elite Ice Hockey Players." Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy **31**(8): 446-455.
- Keays SL, B.-S. J., Keays AC (1999). "Strength and Function Before and After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction." Clinical Orthopaedics and Related Research **373**: 174-183.
- Lafontaine, D. (2005). Development and validation of a mobile capture system for long distance human movements: Application to the kinematics of hockey skating. Ottawa, University of Ottawa. **PhD.**: 130.
- Lorentzon, R., Wedren, H, Pietila, T. (1988). "Incidence, nature and causes of ice hockey injuries A three-year prospective study of a Swedish elite ice hockey team." The American Journal of Sports Medicine **16**(4): 392-396.
- Molsa, J., Airaksinen, O, Nasman, O, Torstila, I. (1997). "Ice Hockey Injuries in Finland, A Prospective Epidemiologic Study." The American Journal of Sports Medicine **25**(4): 495-499.
- Nakamura, N., Horibe,S, Sasaki,S, Kitaguchi, T, Tagami, M, Mitsuoka, T, Toritsuka, Y, Hamada, M, Shino, K (2002). "Evaluation of Active Knee Flexion and Hamstring Strength After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Hamstring Tendons." The Journal of Arthroscopic and Related Surgery **18**(6): 598-602.
- Nicholas, S. J., Tyler, T.F. (2002). "Adductor Muscle Strains in Sports." Sports Medicine **32**(5): 339-344.
- Nobes, K. J. D. L. M., D.J. Persall, R.A. Turcotte, R.Lefebvre, F.Whittom (2003). "A Comparison of Skating Economy On-Ice and On the Skating Treadmill." Canadian Journal of Applied Physiology **28**(1): 1-11.
- Ozçakar L, K. B., Cetin A, Ulkar B, Guner R, Hascelik Z (2003). "Comprehensive isokinetic knee measurements and quadriceps tendon evaluations in footballers for assessing functional performance." British Journal of Sports Medicine **37**: 507-510.

- Pinninger, J. G., Steele, J.R., Groeller, H. (2000). "Does fatigue induced by repeated dynamic efforts affect hamstring muscle function ?" Medicine & Science in Sports & Exercise **32**(3): 647-653.
- 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 Ice Hockey." International Journal of Sports Medicine **10**(2): 113-117.
- Rebain R, B. G., McDonough S (2002). "A Systematic Review of the Passive Straight Leg Raising Test as a Diagnostic Aid for Low Back Pain (1989 to 2000)." SPINE **27**(17): 388-395.
- Richard, J.-F. N. G., J. Nowlan (1995). "Time-Motion Analysis of Ice Hockey Goaltending." Journal of Human Movement Studies **29**: 115-131.
- Rozzi, S. L., Lephart, S.M., Fu, F.H. (1999). "Effects of Muscular Fatigue on Knee Joint Laxity and Neuromuscular Characteristics of Male and Female Athletes." Journal of Athletic Training **34**(2): 106-114.
- Stevens, S., Lassonde, M, de Beaumont, L, Keenan, JP. (2008). "IN-GAME FATIGUE INFLUENCES CONCUSSIONS IN NATIONAL HOCKEY LEAGUE PLAYERS." Research in Sports Medicine **16**: 68-74.
- Tafazzoli, F. (1994). Mechanical Behavior of Hamstring Muscles in Low-Back Pain Patients and Control Subjects. School of Human Kinetics. Ottawa, University of Ottawa. **Masters**: 39.
- Tyler, T. F., Nicholas, S.J., Campbell, R.J., Donellan, S., McHugh, M.P. (2001). "The Association of Hip Strength and Flexibility With the Incidence of Adductor Muscle Strains in Professional Ice Hockey Players." The American Journal of Sports Medicine **29**(2): 124-128.
- Tyler, T. F., Nicholas, S.J., Campbell, R.J., Donellan, S., McHugh, M.P. (2002). "The Effectiveness of a Preseason Exercise Program to Prevent Adductor Muscle Strains in Professional Ice Hockey Players." The American Journal of Sports Medicine **30**(5): 680-683.
- Vescovi, J. T. M. M., Kelly A. Fiala, Jaci L. Van Heest (2006). "Off-Ice Performance and Draft Status of Elite Ice Hockey Players." International Journal of Sports Physiology and Performance **1**: 207-221.
- Volpi P, M. G., Tornese D, Bandi M (2004). "Muscle strains in soccer: a five-year survey of an Italian major league team." Knee Surgery and Sports Traumatology Arthroscopic **12**: 482-485.
- Witvrouw, E., Danneels, L., Asselman, P., D'Have, T., Cambier, D. (2003). "Muscle Flexibility as a Risk Factor for Developing Muscle Injuries in Male Professional Soccer Players." The American Journal of Sports Medicine **31**(1): 41-46.

## Annexe A



Université d'Ottawa - University of Ottawa

Faculté des sciences de la santé  
Faculty of Health Sciences

Faculty of Health Sciences  
Faculty of Health Sciences

### Formulaire de consentement

**Titre du projet:** La condition physique musculaire des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche chez les joueurs et des gardiens de but de hockey sur glace.

Nom des chercheurs : Yves Goyette (étudiant chercheur) et Mario Lamontagne (superviseur),  
École des Sciences de l'activité physique, Faculté des Sciences de la santé, Université d'Ottawa

Yves Goyette (Chercheur principal)

Mario Lamontagne  
562-5800 poste 4258  
courriel : [mlamon@uottawa.ca](mailto:mlamon@uottawa.ca)

**Invitation à participer:** Je suis invité(e) à participer à la recherche nommée ci haut qui est menée par Yves Goyette (étudiant chercheur) et Mario Lamontagne (superviseur)

**But de l'étude:** Le but de l'étude est de comparer la capacité physiologique (flexibilité, force et endurance) des adducteurs de la hanche et des ischio-jambiers chez les gardiens de but à celle des joueurs à trois différents moments durant la saison. Nous voulons vérifier les hypothèses que la capacité physiologique musculaire des gardiens de but sera supérieure à celle des joueurs, que les gardiens de but seront plus susceptibles aux blessures aux ischio-jambiers et aux adducteurs de la hanche que les joueurs et qu'il y aura plus de blessures vers la fin de la saison chez les gardiens de but que chez les joueurs.

**Participation:** Ma participation consistera essentiellement à participer à une séance d'une durée de 90 minutes chacune pendant lesquelles 4 tests seront exécutés pour la recherche et ce à trois reprises durant la saison de hockey. Les participants devront faire un échauffement de 10 minutes sur une bicyclette ergométrique et exécuter des exercices d'étirements pour les adducteurs de la hanche et les ischio-jambiers.

Le premier test sera pour mesurer la flexibilité des adducteurs de la hanche et des ischio-jambiers de façon passive en déplaçant la jambe du sujet jusqu'au moment où le participant indique aux chercheurs qu'il veut s'arrêter. Durant le deuxième test, les participants devront accomplir 5 contractions maximales pour déterminer la force musculaire. Les forces excentriques et concentriques seront mesurées avec l'aide d'un dynamomètre isocinétique qui sera programmé pour que son bras de levier se déplace à une vitesse angulaire de 60 degrés par secondes. Dans le cas des ischio-jambiers, le déplacement angulaire sera d'environ 45 degrés tandis que pour les adducteurs de la hanche sera d'environ 35 degrés. Le troisième test sera divisé en 2 sections. Durant la première section, les participants devront accomplir le plus grand nombre de flexion et d'extension du genou pour un déplacement angulaire de 45 degrés contre une force représentant 85% de leur force maximale lors des mesures d'endurance des ischios-jambiers. Lors des tests

d'endurance des adducteurs de la hanche, les participants devront aussi exécuter le plus grand nombre d'adduction contre une résistance représentant 85% de leur force maximale pour un déplacement angulaire de 35 degrés. Pour la deuxième section, les participants devront maintenir une contraction isométrique maximale des ischio-jambiers ainsi que des adducteurs de la hanche le plus longtemps que possible jusqu'à une durée maximale de 60 secondes.

Les séances sont prévues pour la troisième semaine du mois d'octobre, à la mi-décembre et vers la fin mars au Pavillon Montpetit, pièce 307. La date et l'heure de chacune des séances seront déterminées selon ma disponibilité. On me demandera également de donner ma taille, mon poids, mon âge et le niveau de hockey auquel j'évolue présentement. Un rapport de mon évaluation me sera remis après l'analyse des données.

**Risques:** Je comprends que puisque ma participation à cette recherche implique que j'accomplisse des contractions maximales et que je résiste à une force appliquée, il est possible que cela crée une certaine fatigue musculaire au niveau des adducteurs de la hanche et des ischio-jambiers qui pourrait entraîner des douleurs musculaires. J'ai reçu l'assurance des chercheurs que tout sera fait en vue de minimiser ces risques.

**Bienfaits:** Ma participation à cette recherche aura pour effet de démontrer que les gardiens de but auraient des paramètres physiologiques inférieurs au niveau des adducteurs de la hanche et des ischio-jambiers comparativement aux autres joueurs. Les résultats pourraient démontrer qu'un manque de flexibilité, surtout au niveau des adducteurs de la hanche, représenterait un facteur de risque de blessure que la littérature n'est pas en mesure d'expliquer présentement.

**Confidentialité et anonymat:** J'ai l'assurance des chercheurs que l'information que je partagerai avec eux restera strictement confidentielle. Pour respecter la confidentialité, aucun nom ne sera utilisé lors de l'évaluation des participants. Un code numérique sera attribué à chaque participant pour assurer la confidentialité. L'**anonymat** est garanti de la façon suivante : mon identité ne sera pas dévoilée dans des rapports ou publication des résultats.

**Conservation des données:** Dans les tests, les données seront enregistrées et sauvegardées sur un disque dur de l'ordinateur personnel du chercheur, Yves Goyette. Toutes les données seront transférées sur le serveur du laboratoire de recherche de biomécanique sur le hockey au 120 Université, pièce 125. Le tout sera gardé dans l'ordinateur du chercheur (Yves Goyette) jusqu'à ce que la rédaction de thèse de maîtrise soit terminée, et sur le serveur du laboratoire (Université d'Ottawa) pour une période de 5 ans après la publication des résultats. Ces ordinateurs sont protégés par un code d'accès dont seul les chercheurs (Yves Goyette et Mario Lamontagne) y ont accès.

**Participation volontaire:** Ma participation à la recherche est volontaire et je suis libre de me retirer en tout temps, et/ou refuser de répondre à certaines questions, sans subir de conséquences négatives. Si je choisis de me retirer de l'étude, les données recueillies jusqu'à ce moment seront détruits immédiatement.

**Acceptation:** Je \_\_\_\_\_, accepte de participer à cette recherche menée par Yves Goyette (chercheur principal) de l'École des Sciences de l'Activité Physique, Faculté des Sciences de la Santé, Université d'Ottawa, *laquelle recherche est supervisée par* Mario Lamontagne, PhD.

Pour tout renseignement additionnel concernant cette étude, je peux communiquer avec le chercheur ou son superviseur.

Pour tout renseignement sur les aspects éthiques de cette recherche, je peux m'adresser au Responsable de l'éthique en recherche, Université d'Ottawa, Pavillon Tabaret, 550, rue Cumberland, pièce 159, (613) 562-5841 ou [ethics@uottawa.ca](mailto:ethics@uottawa.ca).

Il y a deux copies du formulaire de consentement, dont une copie que je peux garder.

Signature du participant: *(Signature)*

Date: *(Date)*

Signature du chercheur: *(Signature)*

Date: *(Date)*

## Annexe B



Université d'Ottawa - University of Ottawa

Faculté des sciences de la santé  
École des sciences de l'activité physique

Faculty of Health Sciences  
School of Human Kinetics

### **La condition physique musculaire des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche chez les joueurs et les gardiens de but de hockey sur glace**

**Nom du chercheur :** Yves Goyette B.Sc.    **Superviseur :** Mario Lamontagne Ph.D.

**Institution, Faculté, Département :** L'université d'Ottawa, Faculté des sciences de la santé, École de l'activité physique

Je recherche des joueurs de hockey qui aimeraient participer à mon projet de recherche et qui correspondent aux critères de sélection énumérés ci-dessous.

#### **Critères de sélection :**

- Age :  $\geq 18$  ans;  $\leq 27$  ans
- Sexe : Homme ou femme
- Athlète Niveau élite (OHL, Junior A,B,C, Universitaire, NWHL)
- Jouent présentement ou ont joué un niveau élite dans les 2 dernières saisons.
- En bonne santé : Aucune blessure aux muscles de la cuisse (ischio-jambiers et adducteurs de la hanche) dans les 6 derniers mois.

**Quel est le but de la recherche ?** Le but de l'étude est de mesurer la condition physique musculaire telle que l'étendue de mouvement, la force musculaire et la fatigue musculaire des ischio-jambiers et des adducteurs de la hanche des joueurs de hockey ainsi que le nombre de blessures musculaires subis durant une saison de hockey

**Que devrez-vous faire en tant que participant?** Les participants devront participer à une session d'environ deux heures à trois reprises durant la saison pendant laquelle leur flexibilité sera déterminé de façon passive. Ils devront aussi faire des contractions maximales des groupes musculaires suivants : ischio-jambiers, adducteurs de la hanche pour déterminer la force musculaire. Leur niveau d'endurance musculaire sera déterminé en plaçant des électrodes de surface sur les groupes musculaires mentionnés plus haut. Ils devront aussi faire des contractions isométriques maximales lors des tests d'endurance musculaire ainsi qu'exécuter le plus grand nombre de répétitions à 85% de leur force maximal.

Si intéressé(e), vous pouvez communiquer avec Yves Goyette, par téléphone au (613)

ou par courrier électronique :

## Annexe C : Tableaux Statistiques

### Étendue de mouvement passif de la hanche (adducteurs de la hanche)

#### Univariate Analysis of Variance

Notes		
<b>Output Created</b>	11-SEP-2006 09:02:16	
<b>Comments</b>		
<b>Input</b>	<b>Data</b>	C:\Documents and Settings\customer\Desktop\stats SPSS Final.sav
	<b>Filter</b>	<none>
	<b>Weight</b>	<none>
	<b>Split File</b>	<none>
	<b>N of Rows in Working Data File</b>	72
<b>Missing Value Handling</b>	<b>Definition of Missing</b>	User-defined missing values are treated as missing.
	<b>Cases Used</b>	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the model.
<b>Syntax</b>	UNIANOVA flexadd BY session position /METHOD = SSTYPE(3) /INTERCEPT = INCLUDE /POSTHOC = session ( TUKEY SCHEFFE BONFERRONI ) /PRINT = DESCRIPTIVE ETASQ OPOWER /CRITERIA = ALPHA(.05) /DESIGN = session position session*position .	
<b>Resources</b>	<b>Elapsed Time</b>	0:00:00,22

Between-Subjects Factors			
		Value Label	N
<b>SESSION</b>	1,00	session1	22
	2,00	session2	22
	3,00	session3	22
<b>POSITION</b>	1,00	gardien	24
	2,00	joueur	42

Descriptive Statistics				
Dependent Variable: FLEXADD				
SESSION	POSITION	Mean	Std. Deviation	N
session1	gardien	37,3500	1,99356	8

	joueur	27,8143	2,81694	14
	Total	31,2818	5,31795	22
session2	gardien	36,9750	4,87024	8
	joueur	32,4786	2,53777	14
	Total	34,1136	4,09812	22
session3	gardien	38,8625	4,52641	8
	joueur	34,6929	2,11168	14
	Total	36,2091	3,71546	22
Total	gardien	37,7292	3,91901	24
	joueur	31,6619	3,79364	42
	Total	33,8682	4,81268	66

Tests of Between-Subjects Effects								
Dependent Variable: FLEXADD								
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power(a)
Corrected Model	923,399(b)	5	184,680	19,035	,000	,613	95,176	1,000
Intercept	73540,027	1	73540,027	7579,834	,000	,992	7579,834	1,000
SESSION	179,255	2	89,628	9,238	,000	,235	18,476	,971
POSITION	562,215	1	562,215	57,948	,000	,491	57,948	1,000
SESSION * POSITION	92,139	2	46,069	4,748	,012	,137	9,497	,772
Error	582,124	60	9,702					
Total	77211,070	66						
Corrected Total	1505,523	65						

a Computed using alpha = ,05

b R Squared = ,613 (Adjusted R Squared = ,581)

### Post Hoc Tests SESSION

Multiple Comparisons								
Dependent Variable: FLEXADD								
	(I) SESSION	(J) SESSION	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
						Lower Bound	Upper Bound	
Tukey HSD	session1	session2	-2,8318(*)	,93915	,010	-5,0888	-,5748	
		session3	-4,9273(*)	,93915	,000	-7,1843	-2,6703	
	session2	session1	2,8318(*)	,93915	,010	,5748	5,0888	

		<b>session3</b>	-2,0955	,93915	,074	-4,3524	,1615
	<b>session3</b>	<b>session1</b>	4,9273(*)	,93915	,000	2,6703	7,1843
		<b>session2</b>	2,0955	,93915	,074	-,1615	4,3524
<b>Scheffe</b>	<b>session1</b>	<b>session2</b>	-2,8318(*)	,93915	,015	-5,1892	-,4744
		<b>session3</b>	-4,9273(*)	,93915	,000	-7,2847	-2,5699
	<b>session2</b>	<b>session1</b>	2,8318(*)	,93915	,015	,4744	5,1892
		<b>session3</b>	-2,0955	,93915	,092	-4,4529	,2620
	<b>session3</b>	<b>session1</b>	4,9273(*)	,93915	,000	2,5699	7,2847
		<b>session2</b>	2,0955	,93915	,092	-,2620	4,4529
<b>Bonferroni</b>	<b>session1</b>	<b>session2</b>	-2,8318(*)	,93915	,011	-5,1449	-,5187
		<b>session3</b>	-4,9273(*)	,93915	,000	-7,2404	-2,6142
	<b>session2</b>	<b>session1</b>	2,8318(*)	,93915	,011	,5187	5,1449
		<b>session3</b>	-2,0955	,93915	,088	-4,4085	,2176
	<b>session3</b>	<b>session1</b>	4,9273(*)	,93915	,000	2,6142	7,2404
		<b>session2</b>	2,0955	,93915	,088	-,2176	4,4085
Based on observed means.							
* The mean difference is significant at the ,05 level.							

### Homogeneous Subsets

FLEXADD				
	SESSION	N	Subset	
			1	2
<b>Tukey HSD(a,b)</b>	<b>session1</b>	22	31,2818	
	<b>session2</b>	22		34,1136
	<b>session3</b>	22		36,2091
	<b>Sig.</b>		1,000	,074
<b>Scheffe(a,b)</b>	<b>session1</b>	22	31,2818	
	<b>session2</b>	22		34,1136
	<b>session3</b>	22		36,2091
	<b>Sig.</b>		1,000	,092
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 9,702. a Uses Harmonic Mean Sample Size = 22,000. b Alpha = ,05.				

## Moments de force concentriques : Adducteurs de la hanche

### Between-Subjects Factors

	Value Label	N	
SESSION	1,00	DEBUT	22
	2,00	MILIEU	19
	3,00	FIN	21
POSITION	1,00	gardien	22
	2,00	joueurs	40

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: CON\_ADD

SESSION	POSITION	Mean	Std. Deviation	N
DEBUT	gardien	76,4126	33,41294	8
	joueurs	84,3449	21,75423	14
	Total	81,4605	26,08366	22
MILIEU	gardien	78,8278	25,26732	6
	joueurs	94,3885	31,87157	13
	Total	89,4746	30,16231	19
FIN	gardien	90,2854	27,91076	8
	joueurs	95,5733	27,35551	13
	Total	93,5589	26,99207	21
Total	gardien	82,1160	28,71804	22
	joueurs	91,2583	26,96636	40
	Total	88,0142	27,71807	62

### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable: CON\_ADD

F	df1	df2	Sig.
,346	5	56	,882

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

- a. Design: Intercept+SESSION+POSITION+SESSION  
\* POSITION

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: CON\_ADD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power <sup>a</sup>
Corrected Model	3083,891 <sup>b</sup>	5	616,778	,789	,562	,066	3,945	,262
Intercept	420950,984	1	420950,984	538,425	,000	,906	538,425	1,000
SESSION	1581,704	2	790,852	1,012	,370	,035	2,023	,218
POSITION	1290,364	1	1290,364	1,650	,204	,029	1,650	,243
SESSION * POSITION	250,057	2	125,029	,160	,853	,006	,320	,074
Error	43781,888	56	781,819					
Total	527149,200	62						
Corrected Total	46865,779	61						

a. Computed using alpha = ,05

b. R Squared = ,066 (Adjusted R Squared = -,018)

## Estimated Marginal Means

### 1. Grand Mean

Dependent Variable: CON\_ADD

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
86,639	3,734	79,159	94,118

### 2. SESSION

Dependent Variable: CON\_ADD

SESSION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
DEBUT	80,379	6,196	67,966	92,791
MILIEU	86,608	6,900	72,786	100,431
FIN	92,929	6,282	80,344	105,514

### 3. POSITION

Dependent Variable: CON\_ADD

POSITION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
gardien	81,842	6,016	69,790	93,894
joueurs	91,436	4,424	82,574	100,297

#### 4. SESSION \* POSITION

Dependent Variable: CON\_ADD

SESSION	POSITION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
DEBUT	gardien	76,413	9,886	56,609	96,216
	joueurs	84,345	7,473	69,375	99,315
MILIEU	gardien	78,828	11,415	55,961	101,695
	joueurs	94,388	7,755	78,853	109,924
FIN	gardien	90,285	9,886	70,482	110,089
	joueurs	95,573	7,755	80,038	111,108

### Post Hoc Tests SESSION

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: CON\_ADD

	(I) SESSION	(J) SESSION	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	DEBUT	MILIEU	-8,0141	8,75703	,633	-29,0972	13,0690
		FIN	-12,0984	8,53034	,339	-32,6357	8,4389
	MILIEU	DEBUT	8,0141	8,75703	,633	-13,0690	29,0972
		FIN	-4,0843	8,85313	,890	-25,3987	17,2302
	FIN	DEBUT	12,0984	8,53034	,339	-8,4389	32,6357
		MILIEU	4,0843	8,85313	,890	-17,2302	25,3987
Scheffe	DEBUT	MILIEU	-8,0141	8,75703	,660	-30,0354	14,0072
		FIN	-12,0984	8,53034	,372	-33,5497	9,3529
	MILIEU	DEBUT	8,0141	8,75703	,660	-14,0072	30,0354
		FIN	-4,0843	8,85313	,899	-26,3473	18,1787
	FIN	DEBUT	12,0984	8,53034	,372	-9,3529	33,5497
		MILIEU	4,0843	8,85313	,899	-18,1787	26,3473
Bonferroni	DEBUT	MILIEU	-8,0141	8,75703	1,000	-29,6267	13,5984
		FIN	-12,0984	8,53034	,485	-33,1515	8,9547
	MILIEU	DEBUT	8,0141	8,75703	1,000	-13,5984	29,6267
		FIN	-4,0843	8,85313	1,000	-25,9340	17,7654
	FIN	DEBUT	12,0984	8,53034	,485	-8,9547	33,1515
		MILIEU	4,0843	8,85313	1,000	-17,7654	25,9340

Based on observed means.

### Homogeneous Subsets

## CON\_ADD

SESSION	N	Subset	
		1	
Tukey HSD <sup>a,c</sup>	DEBUT	22	81,4605
	MILIEU	19	89,4746
	FIN	21	93,5589
	Sig.		,354
Scheffe <sup>a,b,c</sup>	DEBUT	22	81,4605
	MILIEU	19	89,4746
	FIN	21	93,5589
	Sig.		,388

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.  
Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 781,819.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20,590.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
- c. Alpha = ,05.

## Moments de force excentriques : adducteurs de la hanche

### Between-Subjects Factors

	Value Label	N	
SESSION	1,00	DEBUT	22
	2,00	MILIEU	19
	3,00	FIN	21
POSITION	1,00	gardien	22
	2,00	joueurs	40

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: EX\_ADD

SESSION	POSITION	Mean	Std. Deviation	N
DEBUT	gardien	133,0024	46,79768	8
	joueurs	147,2986	42,65679	14
	Total	142,1000	43,65747	22
MILIEU	gardien	159,4718	50,43762	6
	joueurs	165,2831	44,12139	13
	Total	163,4479	44,85704	19
FIN	gardien	179,5211	52,12463	8
	joueurs	159,5475	39,61107	13
	Total	167,1565	44,62232	21
Total	gardien	157,1372	51,53349	22
	joueurs	157,1244	41,79834	40
	Total	157,1290	45,06946	62

### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable: EX\_ADD

F	df1	df2	Sig.
,375	5	56	,864

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

- a. Design: Intercept+SESSION+POSITION+SESSION \* POSITION

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: EX\_ADD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power <sup>a</sup>
Corrected Model	10994,259 <sup>b</sup>	5	2198,852	1,091	,376	,089	5,453	,359
Intercept	388555,054	1	388555,054	688,667	,000	,925	688,667	1,000
SESSION	9367,712	2	4683,856	2,323	,107	,077	4,646	,452
POSITION	,028	1	,028	,000	,997	,000	,000	,050
SESSION * POSITION	3154,495	2	1577,247	,782	,462	,027	1,565	,177
Error	112912,390	56	2016,293					
Total	354656,425	62						
Corrected Total	123906,650	61						

a. Computed using alpha = ,05

b. R Squared = ,089 (Adjusted R Squared = ,007)

### Estimated Marginal Means

### 1. Grand Mean

Dependent Variable: EX\_ADD

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
157,354	5,996	145,342	169,366

### 2. SESSION

Dependent Variable: EX\_ADD

SESSION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
DEBUT	140,150	9,951	120,217	160,084
MILIEU	162,377	11,081	140,180	184,575
FIN	169,534	10,089	149,324	189,745

### 3. POSITION

Dependent Variable: EX\_ADD

POSITION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
gardien	157,332	9,662	137,977	176,686
joueurs	157,376	7,104	143,145	171,608

### 4. SESSION \* POSITION

Dependent Variable: EX\_ADD

SESSION	POSITION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
DEBUT	gardien	133,002	15,876	101,200	164,805
	joueurs	147,299	12,001	123,258	171,339
MILIEU	gardien	159,472	18,332	122,749	196,195
	joueurs	165,283	12,454	140,335	190,231
FIN	gardien	179,521	15,876	147,718	211,324
	joueurs	159,547	12,454	134,599	184,496

## Post Hoc Tests

### SESSION

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: EX\_ADD

	(I) SESSION	(J) SESSION	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	DEBUT	MILIEU	-21,3480	14,06308	,290	-55,2058	12,5098
		FIN	-25,0565	13,69904	,170	-58,0378	7,9248
	MILIEU	DEBUT	21,3480	14,06308	,290	-12,5098	55,2058
		FIN	-3,7085	14,21741	,963	-37,9378	30,5208
	FIN	DEBUT	25,0565	13,69904	,170	-7,9248	58,0378
		MILIEU	3,7085	14,21741	,963	-30,5208	37,9378
Scheffe	DEBUT	MILIEU	-21,3480	14,06308	,323	-56,7124	14,0165
		FIN	-25,0565	13,69904	,197	-59,5055	9,3925
	MILIEU	DEBUT	21,3480	14,06308	,323	-14,0165	56,7124
		FIN	-3,7085	14,21741	,967	-39,4611	32,0440
	FIN	DEBUT	25,0565	13,69904	,197	-9,3925	59,5055
		MILIEU	3,7085	14,21741	,967	-32,0440	39,4611
Bonferroni	DEBUT	MILIEU	-21,3480	14,06308	,404	-56,0560	13,3600
		FIN	-25,0565	13,69904	,218	-58,8661	8,7530
	MILIEU	DEBUT	21,3480	14,06308	,404	-13,3600	56,0560
		FIN	-3,7085	14,21741	1,000	-38,7974	31,3804
	FIN	DEBUT	25,0565	13,69904	,218	-8,7530	58,8661
		MILIEU	3,7085	14,21741	1,000	-31,3804	38,7974

Based on observed means.

## Homogeneous Subsets

## EX\_ADD

SESSION	N	Subset	
		1	
Tukey HSD <sup>a, k</sup>	DEBUT	22	142,1000
	MILIEU	19	163,4479
	FIN	21	167,1565
	Sig.		,182
Scheffe <sup>a, b, c</sup>	DEBUT	22	142,1000
	MILIEU	19	163,4479
	FIN	21	167,1565
	Sig.		,210

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 2016,293.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20,590.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
- c. Alpha = ,05.

## Moments de force isométriques : Adducteurs de la hanche

### Between-Subjects Factors

	Value Label	N	
SESSION	1,00	DEBUT	22
	2,00	MILIEU	19
	3,00	FIN	21
POSITION	1,00	gardien	22
	2,00	joueurs	40

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: ISO\_ADD

SESSION	POSITION	Mean	Std. Deviation	N
DEBUT	gardien	86,2500	28,24887	8
	joueurs	96,2012	28,66925	14
	Total	92,5826	28,26336	22
MILIEU	gardien	86,6517	23,14559	6
	joueurs	101,6685	30,02391	13
	Total	96,9263	28,30544	19
FIN	gardien	115,1000	35,17681	8
	joueurs	90,5662	24,55208	13
	Total	99,9124	30,72165	21
Total	gardien	96,8505	31,70838	22
	joueurs	96,1467	27,52024	40
	Total	96,3964	28,81770	62

### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable: ISO\_ADD

F	df1	df2	Sig.
,370	5	56	,867

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

- a. Design: Intercept+SESSION+POSITION+SESSION \* POSITION

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ISO\_ADD

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power <sup>a</sup>
Corrected Model	4995,708 <sup>b</sup>	5	999,142	1,225	,309	,099	6,127	,402
Intercept	517617,638	1	517617,638	634,803	,000	,919	634,803	1,000
SESSION	1443,593	2	721,797	,885	,418	,031	1,770	,195
POSITION	,294	1	,294	,000	,985	,000	,000	,050
SESSION * POSITION	4404,803	2	2202,401	2,701	,076	,088	5,402	,514
Error	45662,351	56	815,399					
Total	626778,586	62						
Corrected Total	50658,060	61						

a. Computed using alpha = ,05

b. R Squared = ,099 (Adjusted R Squared = ,018)

### Estimated Marginal Means

### 1. Grand Mean

Dependent Variable: ISO\_ADD

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
96,073	3,813	88,434	103,712

### 2. SESSION

Dependent Variable: ISO\_ADD

SESSION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
DEBUT	91,226	6,328	78,549	103,902
MILIEU	94,160	7,047	80,044	108,276
FIN	102,833	6,416	89,981	115,685

### 3. POSITION

Dependent Variable: ISO\_ADD

POSITION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
gardien	96,001	6,144	83,692	108,309
joueurs	96,145	4,518	87,095	105,195

### 4. SESSION \* POSITION

Dependent Variable: ISO\_ADD

SESSION	POSITION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
DEBUT	gardien	86,250	10,096	66,026	106,474
	joueurs	96,201	7,632	80,913	111,489
MILIEU	gardien	86,652	11,658	63,299	110,005
	joueurs	101,668	7,920	85,803	117,534
FIN	gardien	115,100	10,096	94,876	135,324
	joueurs	90,566	7,920	74,701	106,431

## Post Hoc Tests

### SESSION

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: ISO\_ADD

	(I) SESSION	(J) SESSION	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
						Tukey HSD	DEBUT
		FIN	-7,3298	8,71161	,679	-28,3035	13,6440
	MILIEU	DEBUT	4,3437	8,94312	,878	-17,1874	25,8748
		FIN	-2,9861	9,04125	,942	-24,7535	18,7813
	FIN	DEBUT	7,3298	8,71161	,679	-13,6440	28,3035
		MILIEU	2,9861	9,04125	,942	-18,7813	24,7535
Scheffe	DEBUT	MILIEU	-4,3437	8,94312	,889	-26,8330	18,1455
		FIN	-7,3298	8,71161	,703	-29,2369	14,5773
	MILIEU	DEBUT	4,3437	8,94312	,889	-18,1455	26,8330
		FIN	-2,9861	9,04125	,947	-25,7221	19,7500
	FIN	DEBUT	7,3298	8,71161	,703	-14,5773	29,2369
		MILIEU	2,9861	9,04125	,947	-19,7500	25,7221
Bonferroni	DEBUT	MILIEU	-4,3437	8,94312	1,000	-26,4155	17,7281
		FIN	-7,3298	8,71161	1,000	-28,8302	14,1707
	MILIEU	DEBUT	4,3437	8,94312	1,000	-17,7281	26,4155
		FIN	-2,9861	9,04125	1,000	-25,3001	19,3280
	FIN	DEBUT	7,3298	8,71161	1,000	-14,1707	28,8302
		MILIEU	2,9861	9,04125	1,000	-19,3280	25,3001

Based on observed means.

## Homogeneous Subsets

## ISO\_ADD

		N	Subset
SESSION			1
Tukey HSD <sup>a, b</sup>	DEBUT	22	92,5826
	MILIEU	19	96,9263
	FIN	21	99,9124
	Sig.		,690
Scheffe <sup>a, b, c</sup>	DEBUT	22	92,5826
	MILIEU	19	96,9263
	FIN	21	99,9124
	Sig.		,714

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 815,399.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20,590.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
- c. Alpha = ,05.

## Étendue de mouvement passif de la hanche : ischio-jambiers

Notes		
<b>Output Created</b>	11-SEP-2006 09:50:09	
<b>Comments</b>		
<b>Input</b>	<b>Data</b>	C:\Documents and Settings\customer\Desktop\stats SPSS Final.sav
	<b>Filter</b>	<none>
	<b>Weight</b>	<none>
	<b>Split File</b>	<none>
	<b>N of Rows in Working Data File</b>	72
<b>Missing Value Handling</b>	<b>Definition of Missing</b>	User-defined missing values are treated as missing.
	<b>Cases Used</b>	Statistics are based on all cases with valid data for all variables in the model.
<b>Syntax</b>	UNIANOVA flexham BY session position /METHOD = SSTYPE(3) /INTERCEPT = INCLUDE /POSTHOC = session ( TUKEY SCHEFFE BONFERRONI ) /EMMEANS = TABLES(session*position) /PRINT = DESCRIPTIVE ETASQ OPOWER /CRITERIA = ALPHA(.05)	

		/DESIGN = session position session*position .
<b>Resources</b>	<b>Elapsed Time</b>	0:00:00,20

<b>Between-Subjects Factors</b>			
		<b>Value Label</b>	<b>N</b>
<b>SESSION</b>	<b>1,00</b>	session1	22
	<b>2,00</b>	session2	22
	<b>3,00</b>	session3	22
<b>POSITION</b>	<b>1,00</b>	gardien	24
	<b>2,00</b>	joueur	42

<b>Descriptive Statistics</b>				
Dependent Variable: FLEXHAM				
<b>SESSION</b>	<b>POSITION</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. Deviation</b>	<b>N</b>
<b>session1</b>	<b>gardien</b>	102,1250	9,28836	8
	<b>joueur</b>	92,3429	11,98189	14
	<b>Total</b>	95,9000	11,86716	22
<b>session2</b>	<b>gardien</b>	105,3250	7,69318	8
	<b>joueur</b>	90,8929	12,18640	14
	<b>Total</b>	96,1409	12,73404	22
<b>session3</b>	<b>gardien</b>	106,5750	14,26301	8
	<b>joueur</b>	92,3714	14,82760	14
	<b>Total</b>	97,5364	15,90033	22
<b>Total</b>	<b>gardien</b>	104,6750	10,48088	24
	<b>joueur</b>	91,8690	12,75963	42
	<b>Total</b>	96,5258	13,42000	66

<b>Tests of Between-Subjects Effects</b>								
Dependent Variable: FLEXHAM								
<b>Source</b>	<b>Type III Sum of Squares</b>	<b>df</b>	<b>Mean Square</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>	<b>Partial Eta Squared</b>	<b>Noncent. Parameter</b>	<b>Observed Power(a)</b>
<b>Corrected Model</b>	2608,909(b)	5	521,782	3,441	,008	,223	17,207	,883
<b>Intercept</b>	589978,775	1	589978,775	3891,100	,000	,985	3891,100	1,000
<b>SESSION</b>	51,868	2	25,934	,171	,843	,006	,342	,075
<b>POSITION</b>	2504,611	1	2504,611	16,519	,000	,216	16,519	,979
<b>SESSION * POSITION</b>	69,955	2	34,978	,231	,795	,008	,461	,085
<b>Error</b>	9097,357	60	151,623					

<b>Total</b>	626642,910	66					
<b>Corrected Total</b>	11706,266	65					
a Computed using alpha = ,05							
b R Squared = ,223 (Adjusted R Squared = ,158)							

### Estimated Marginal Means

SESSION * POSITION					
Dependent Variable: FLEXHAM					
SESSION	POSITION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
session1	gardien	102,125	4,353	93,417	110,833
	joueur	92,343	3,291	85,760	98,926
session2	gardien	105,325	4,353	96,617	114,033
	joueur	90,893	3,291	84,310	97,476
session3	gardien	106,575	4,353	97,867	115,283
	joueur	92,371	3,291	85,789	98,954

### Post Hoc Tests

#### SESSION

Multiple Comparisons							
Dependent Variable: FLEXHAM							
	(I) SESSION	(J) SESSION	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	session1	session2	-,2409	3,71266	,998	-9,1632	8,6814
		session3	-1,6364	3,71266	,899	-10,5587	7,2860
	session2	session1	,2409	3,71266	,998	-8,6814	9,1632
		session3	-1,3955	3,71266	,925	-10,3178	7,5269
	session3	session1	1,6364	3,71266	,899	-7,2860	10,5587
		session2	1,3955	3,71266	,925	-7,5269	10,3178
Scheffe	session1	session2	-,2409	3,71266	,998	-9,5602	9,0784
		session3	-1,6364	3,71266	,908	-10,9557	7,6830
	session2	session1	,2409	3,71266	,998	-9,0784	9,5602
		session3	-1,3955	3,71266	,932	-10,7148	7,9239
	session3	session1	1,6364	3,71266	,908	-7,6830	10,9557
		session2	1,3955	3,71266	,932	-7,9239	10,7148
Bonferroni	session1	session2	-,2409	3,71266	1,000	-9,3850	8,9032
		session3	-1,6364	3,71266	1,000	-10,7805	7,5078

<b>session2</b>	<b>session1</b>	,2409	3,71266	1,000	-8,9032	9,3850
	<b>session3</b>	-1,3955	3,71266	1,000	-10,5396	7,7487
<b>session3</b>	<b>session1</b>	1,6364	3,71266	1,000	-7,5078	10,7805
	<b>session2</b>	1,3955	3,71266	1,000	-7,7487	10,5396

Based on observed means.

### Homogeneous Subsets

FLEXHAM			
	SESSION	N	Subset
			1
<b>Tukey HSD(a,b)</b>	<b>session1</b>	22	95,9000
	<b>session2</b>	22	96,1409
	<b>session3</b>	22	97,5364
	<b>Sig.</b>		,899
<b>Scheffe(a,b)</b>	<b>session1</b>	22	95,9000
	<b>session2</b>	22	96,1409
	<b>session3</b>	22	97,5364
	<b>Sig.</b>		,908
Means for groups in homogeneous subsets are displayed. Based on Type III Sum of Squares The error term is Mean Square(Error) = 151,623.			
a Uses Harmonic Mean Sample Size = 22,000.			
b Alpha = ,05.			

### Moments de force concentriques: Ischio-jambiers

#### Between-Subjects Factors

	Value Label	N	
SESSION	1,00	DEBUT	22
	2,00	MILIEU	19
	3,00	FIN	21
POSITION	1,00	gardien	22
	2,00	joueurs	40

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: CON\_HAM

SESSION	POSITION	Mean	Std. Deviation	N
DEBUT	gardien	62,6724	26,96840	8
	joueurs	79,2856	19,34103	14
	Total	73,2444	23,25749	22
MILIEU	gardien	79,2470	28,93795	6
	joueurs	84,5088	27,99258	13
	Total	82,8472	27,59197	19
FIN	gardien	71,9285	35,58017	8
	joueurs	78,4025	19,94291	13
	Total	75,9362	26,30765	21
Total	gardien	70,5586	30,16243	22
	joueurs	80,6961	22,25946	40
	Total	77,0990	25,57142	62

### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable: CON\_HAM

F	df1	df2	Sig.
1,715	5	56	,146

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

- a. Design: Intercept+SESSION+POSITION+SESSION \* POSITION

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: CON\_HAM

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power <sup>a</sup>
Corrected Model	2709,377 <sup>b</sup>	5	541,875	,816	,543	,068	4,081	,271
Intercept	323981,115	1	323981,115	487,997	,000	,897	487,997	1,000
SESSION	1085,772	2	542,886	,818	,447	,028	1,635	,183
POSITION	1251,937	1	1251,937	1,886	,175	,033	1,886	,271
SESSION * POSITION	375,637	2	187,818	,283	,755	,010	,566	,093
Error	37178,358	56	663,899					
Total	408431,132	62						
Corrected Total	39887,735	61						

a. Computed using alpha = ,05

b. R Squared = ,068 (Adjusted R Squared = -,015)

## Estimated Marginal Means

### 1. Grand Mean

Dependent Variable: CON\_HAM

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
76,007	3,441	69,115	82,900

### 2. SESSION

Dependent Variable: CON\_HAM

SESSION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
DEBUT	70,979	5,710	59,541	82,417
MILIEU	81,878	6,358	69,140	94,615
FIN	75,166	5,789	63,568	86,763

### 3. POSITION

Dependent Variable: CON\_HAM

POSITION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
gardien	71,283	5,544	60,177	82,389
joueurs	80,732	4,076	72,566	88,899

### 4. SESSION \* POSITION

Dependent Variable: CON\_HAM

SESSION	POSITION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
DEBUT	gardien	62,672	9,110	44,423	80,921
	joueurs	79,286	6,886	65,491	93,081
MILIEU	gardien	79,247	10,519	58,175	100,319
	joueurs	84,509	7,146	70,193	98,825
FIN	gardien	71,929	9,110	53,679	90,178
	joueurs	78,403	7,146	64,087	92,718

## Post Hoc Tests

### SESSION

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: CON\_HAM

	(I) SESSION	(J) SESSION	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	DEBUT	MILIEU	-9,6028	8,06965	,464	-29,0310	9,8254
		FIN	-2,6918	7,86076	,937	-21,6171	16,2334
	MILIEU	DEBUT	9,6028	8,06965	,464	-9,8254	29,0310
		FIN	6,9110	8,15821	,676	-12,7304	26,5524
	FIN	DEBUT	2,6918	7,86076	,937	-16,2334	21,6171
		MILIEU	-6,9110	8,15821	,676	-26,5524	12,7304
Scheffe	DEBUT	MILIEU	-9,6028	8,06965	,497	-29,8956	10,6900
		FIN	-2,6918	7,86076	,943	-22,4593	17,0756
	MILIEU	DEBUT	9,6028	8,06965	,497	-10,6900	29,8956
		FIN	6,9110	8,15821	,700	-13,6045	27,4264
	FIN	DEBUT	2,6918	7,86076	,943	-17,0756	22,4593
		MILIEU	-6,9110	8,15821	,700	-27,4264	13,6045
Bonferroni	DEBUT	MILIEU	-9,6028	8,06965	,717	-29,5189	10,3133
		FIN	-2,6918	7,86076	1,000	-22,0924	16,7087
	MILIEU	DEBUT	9,6028	8,06965	,717	-10,3133	29,5189
		FIN	6,9110	8,15821	1,000	-13,2237	27,0456
	FIN	DEBUT	2,6918	7,86076	1,000	-16,7087	22,0924
		MILIEU	-6,9110	8,15821	1,000	-27,0456	13,2237

Based on observed means.

## Homogeneous Subsets

## CON\_HAM

SESSION	N	Subset	
		1	
Tukey HSD <sup>a,c</sup>	DEBUT	22	73,2444
	FIN	21	75,9362
	MILIEU	19	82,8472
	Sig.		,461
Scheffe <sup>a,b,c</sup>	DEBUT	22	73,2444
	FIN	21	75,9362
	MILIEU	19	82,8472
	Sig.		,494

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 663,899.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20,590.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
- c. Alpha = ,05.

## Moments de force excentriques: Ischio-jambiers

### Between-Subjects Factors

	Value Label	N	
SESSION	1,00	DEBUT	22
	2,00	MILIEU	19
	3,00	FIN	21
POSITION	1,00	gardien	22
	2,00	joueurs	40

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: EX\_HAM

SESSION	POSITION	Mean	Std. Deviation	N
DEBUT	gardien	110,0424	33,23427	8
	joueurs	110,8756	35,50299	14
	Total	110,5726	33,89140	22
MILIEU	gardien	106,3973	27,79571	6
	joueurs	121,1392	44,61807	13
	Total	116,4839	39,89183	19
FIN	gardien	126,9933	49,63535	8
	joueurs	120,4345	44,03169	13
	Total	122,9330	45,12438	21
Total	gardien	115,2122	38,19167	22
	joueurs	117,3179	40,64792	40
	Total	116,5707	39,49092	62

### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable: EX\_HAM

F	df1	df2	Sig.
,709	5	56	,619

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

- a. Design: Intercept+SESSION+POSITION+SESSION \* POSITION

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: EX\_HAM

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power <sup>a</sup>
Corrected Model	2750,446 <sup>b</sup>	5	550,089	,333	,891	,029	1,667	,128
Intercept	754355,729	1	754355,729	457,279	,000	,891	457,279	1,000
SESSION	1885,544	2	942,772	,571	,568	,020	1,143	,140
POSITION	126,639	1	126,639	,077	,783	,001	,077	,059
SESSION * POSITION	1035,099	2	517,549	,314	,732	,011	,627	,098
Error	92381,054	56	1649,662					
Total	937633,248	62						
Corrected Total	95131,500	61						

a. Computed using alpha = ,05

b. R Squared = ,029 (Adjusted R Squared = -,058)

### Estimated Marginal Means

### 1. Grand Mean

Dependent Variable: EX\_HAM

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
115,980	5,424	105,115	126,845

### 2. SESSION

Dependent Variable: EX\_HAM

SESSION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
DEBUT	110,459	9,001	92,429	128,489
MILIEU	113,768	10,023	93,690	133,847
FIN	123,714	9,126	105,433	141,995

### 3. POSITION

Dependent Variable: EX\_HAM

POSITION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
gardien	114,478	8,739	96,971	131,984
joueurs	117,483	6,426	104,611	130,356

### 4. SESSION \* POSITION

Dependent Variable: EX\_HAM

SESSION	POSITION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
DEBUT	gardien	110,042	14,360	81,276	138,809
	joueurs	110,876	10,855	89,130	132,621
MILIEU	gardien	106,397	16,581	73,181	139,614
	joueurs	121,139	11,265	98,573	143,705
FIN	gardien	126,993	14,360	98,227	155,760
	joueurs	120,434	11,265	97,868	143,001

## Post Hoc Tests

### SESSION

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: EX\_HAM

	(I) SESSION	(J) SESSION	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	DEBUT	MILIEU	-5,9113	12,72041	,888	-36,5365	24,7139
		FIN	-12,3604	12,39112	,581	-42,1928	17,4720
	MILIEU	DEBUT	5,9113	12,72041	,888	-24,7139	36,5365
		FIN	-6,4492	12,86000	,871	-37,4104	24,5121
	FIN	DEBUT	12,3604	12,39112	,581	-17,4720	42,1928
		MILIEU	6,4492	12,86000	,871	-24,5121	37,4104
Scheffe	DEBUT	MILIEU	-5,9113	12,72041	,898	-37,8993	26,0768
		FIN	-12,3604	12,39112	,611	-43,5204	18,7996
	MILIEU	DEBUT	5,9113	12,72041	,898	-26,0768	37,8993
		FIN	-6,4492	12,86000	,882	-38,7882	25,8899
	FIN	DEBUT	12,3604	12,39112	,611	-18,7996	43,5204
		MILIEU	6,4492	12,86000	,882	-25,8899	38,7882
Bonferroni	DEBUT	MILIEU	-5,9113	12,72041	1,000	-37,3055	25,4830
		FIN	-12,3604	12,39112	,968	-42,9420	18,2212
	MILIEU	DEBUT	5,9113	12,72041	1,000	-25,4830	37,3055
		FIN	-6,4492	12,86000	1,000	-38,1879	25,2896
	FIN	DEBUT	12,3604	12,39112	,968	-18,2212	42,9420
		MILIEU	6,4492	12,86000	1,000	-25,2896	38,1879

Based on observed means.

## Homogeneous Subsets

## EX\_HAM

SESSION		N	Subset
			1
Tukey HSD <sup>a,t</sup>	DEBUT	22	110,5726
	MILIEU	19	116,4839
	FIN	21	122,9330
	Sig.		,595
Scheffe <sup>a,b,c</sup>	DEBUT	22	110,5726
	MILIEU	19	116,4839
	FIN	21	122,9330
	Sig.		,623

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 1649,662.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 20,590.
- b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
- c. Alpha = ,05.

## Moments de force isométriques : Ischio-jambiers

### Between-Subjects Factors

		Value Label	N
SESSION	1,00	DEBUT	22
	2,00	MILIEU	19
	3,00	FIN	21
POSITION	1,00	gardien	22
	2,00	joueurs	40

### Descriptive Statistics

Dependent Variable: ISO\_HAM

SESSION	POSITION	Mean	Std. Deviation	N
DEBUT	gardien	68,8550	18,34469	8
	joueurs	70,1943	18,83284	14
	Total	69,7073	18,22559	22
MILIEU	gardien	74,9517	16,83230	6
	joueurs	74,0315	19,28898	13
	Total	74,3221	18,08143	19
FIN	gardien	82,5650	25,08954	8
	joueurs	73,3200	18,47401	13
	Total	76,8419	21,12480	21
Total	gardien	75,5032	20,62486	22
	joueurs	72,4573	18,45620	40
	Total	73,5381	19,14115	62

### Levene's Test of Equality of Error Variances<sup>a</sup>

Dependent Variable: ISO\_HAM

F	df1	df2	Sig.
,363	5	56	,872

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

- a. Design: Intercept+SESSION+POSITION+SESSION \* POSITION

### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ISO\_HAM

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared	Noncent. Parameter	Observed Power <sup>a</sup>
Corrected Model	999,639 <sup>b</sup>	5	199,928	,524	,757	,045	2,622	,181
Intercept	306979,330	1	306979,330	805,201	,000	,935	805,201	1,000
SESSION	719,298	2	359,649	,943	,395	,033	1,887	,205
POSITION	121,344	1	121,344	,318	,575	,006	,318	,086
SESSION * POSITION	306,754	2	153,377	,402	,671	,014	,805	,112
Error	21349,752	56	381,246					
Total	357635,900	62						
Corrected Total	22349,390	61						

a. Computed using alpha = ,05

b. R Squared = ,045 (Adjusted R Squared = -,041)

## Estimated Marginal Means

### 1. Grand Mean

Dependent Variable: ISO\_HAM

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
73,986	2,607	68,763	79,209

### 2. SESSION

Dependent Variable: ISO\_HAM

SESSION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
DEBUT	69,525	4,327	60,857	78,192
MILIEU	74,492	4,818	64,839	84,144
FIN	77,942	4,387	69,154	86,731

### 3. POSITION

Dependent Variable: ISO\_HAM

POSITION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
gardien	75,457	4,201	67,041	83,873
joueurs	72,515	3,089	66,327	78,704

### 4. SESSION \* POSITION

Dependent Variable: ISO\_HAM

SESSION	POSITION	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
DEBUT	gardien	68,855	6,903	55,026	82,684
	joueurs	70,194	5,218	59,741	80,648
MILIEU	gardien	74,952	7,971	58,983	90,920
	joueurs	74,032	5,415	63,183	84,880
FIN	gardien	82,565	6,903	68,736	96,394
	joueurs	73,320	5,415	62,472	84,168

## Post Hoc Tests

### SESSION

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: ISO\_HAM

	(I) SESSION	(J) SESSION	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	DEBUT	MILIEU	-4,6148	6,11514	,732	-19,3374	10,1077
		FIN	-7,1346	5,95684	,459	-21,4761	7,2068
	MILIEU	DEBUT	4,6148	6,11514	,732	-10,1077	19,3374
		FIN	-2,5198	6,18224	,913	-17,4039	12,3643
	FIN	DEBUT	7,1346	5,95684	,459	-7,2068	21,4761
		MILIEU	2,5198	6,18224	,913	-12,3643	17,4039
Scheffe	DEBUT	MILIEU	-4,6148	6,11514	,753	-19,9926	10,7629
		FIN	-7,1346	5,95684	,493	-22,1143	7,8450
	MILIEU	DEBUT	4,6148	6,11514	,753	-10,7629	19,9926
		FIN	-2,5198	6,18224	,920	-18,0663	13,0267
	FIN	DEBUT	7,1346	5,95684	,493	-7,8450	22,1143
		MILIEU	2,5198	6,18224	,920	-13,0267	18,0663
Bonferroni	DEBUT	MILIEU	-4,6148	6,11514	1,000	-19,7071	10,4775
		FIN	-7,1346	5,95684	,708	-21,8362	7,5670
	MILIEU	DEBUT	4,6148	6,11514	1,000	-10,4775	19,7071
		FIN	-2,5198	6,18224	1,000	-17,7777	12,7381
	FIN	DEBUT	7,1346	5,95684	,708	-7,5670	21,8362
		MILIEU	2,5198	6,18224	1,000	-12,7381	17,7777

Based on observed means.

## Homogeneous Subsets

## ISO\_HAM

SESSION	N	Subset	
		1	
Tukey HSD <sup>a, c</sup>	DEBUT	22	69,7073
	MILIEU	19	74,3221
	FIN	21	76,8419
	Sig.		,474
Scheffe <sup>a, b, c</sup>	DEBUT	22	69,7073
	MILIEU	19	74,3221
	FIN	21	76,8419
	Sig.		,507

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 381,246.

- Uses Harmonic Mean Sample Size = 20,590.
- The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
- Alpha = ,05.

## Fatigue musculaire (Temps de la saison 1)

### T-Test (Adducteurs 1)

#### Group Statistics

POSITION	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
GOALADD1 gardiens	5	38,3800	22,33208	9,98721
joueurs	14	28,8786	18,27441	4,88404

#### Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
GOALADD									
Equal variance assumed	,102	,753	,945	17	,358	9,5014	10,05821	1,71955	30,72241
Equal variance not assumed			,855	6,036	,425	9,5014	11,11748	7,66304	36,66590

## T-Test (Biceps femoral 1)

### Group Statistics

	POSITION	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
GOALBF1	gardiens	7	24,5714	9,78566	3,69863
	joueurs	14	16,7857	7,65585	2,04611

### Independent Samples Test

	Levene's Test for quality of Variance		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
GOALBF1	1,774	,199	2,005	19	,059	7,7857	3,88245	-3,34035	5,91178
			1,842	9,810	,096	7,7857	4,22687	1,65708	7,22851

## T-Test (Semi-tendineux 1)

### Group Statistics

	POSITION	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
GOALST1	gardiens	7	24,3143	17,64865	6,67056
	joueurs	14	27,5643	30,93643	8,26811

### Independent Samples Test

	Levene's Test for quality of Variance		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
GOALST1	,131	,721	-,256	19	,801	-3,2500	12,70427	9,84034	3,34034
			-,306	18,473	,763	-3,2500	10,62346	5,52814	9,02814

## Fatigue musculaire (Temps de la saison 3)

### T-Test (adducteurs 3)

#### Group Statistics

POSITION	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PLAYADD1 gardiens	5	28,7200	13,59014	6,07770
joueurs	7	18,9143	10,13499	3,83067

#### Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
PLAYADD1 Equal variances assumed	,049	,830	1,439	10	,181	9,8057	6,81614	5,38159	4,99302
Equal variances not assumed			1,365	7,066	,214	9,8057	7,18418	7,15010	6,76153

### T-Test (Biceps fémoral 3)

#### Group Statistics

POSITION	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PLAYBF1 gardiens	5	32,1800	4,28509	1,91635
joueurs	9	19,5444	12,34535	4,11512

#### Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
PLAYBF1 Equal variances assumed	7,808	,016	2,183	12	,050	12,6356	5,78919	,02200	5,24911
Equal variances not assumed			2,783	10,828	,018	12,6356	4,53945	2,62485	2,64626

### T-Test (Semi-tendineux 3)

## Group Statistics

POSITION	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
PLAYST1 gardiens	5	41,9600	4,50921	2,01658
PLAYST1 joueurs	9	27,9333	13,11440	4,37147

## Independent Samples Test

	Levene's Test for equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
PLAYST1 Equal variances assumed	5,243	,041	2,282	12	,042	14,0267	6,14655	,63448	7,41885
PLAYST1 Equal variances not assumed			2,914	10,790	,014	14,0267	4,81418	3,40550	4,64783