

**UNIVERSITÉ DE NANTES**

---

**FACULTÉ DE MÉDECINE**

---

Année 2013

N° 157

**THÈSE**

Pour le

**DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

D.E.S. de MÉDECINE GÉNÉRALE

Par

**Xavière BARREAU**

née le 16/04/1985 à SAINT-NAZAIRE

---

Présentée et soutenue publiquement le 8 janvier 2014

---

**PREDICTION DES LESIONS MUSCULAIRES DES ISCHIO-  
JAMBIERS PAR EVALUATION ISOCINETIQUE CHEZ LE  
FOOTBALLEUR PROFESSIONNEL : EVALUATION SUR DIX  
SAISONS SPORTIVES**

---

**Président du jury** : Professeur Pierre ROCHCONGAR

**Directeur de thèse** : Docteur Marc DAUTY

**Membres du jury** : Professeur François GOUIN

Professeur Yves MAUGARS

## Remerciements...

Au Docteur Marc Dauty, pour avoir accepté d'être le directeur de ma thèse et pour m'avoir guidée tout au long de ce travail. Merci également d'avoir répondu à mes nombreux questionnements.

Au professeur Pierre Rochcongar, pour avoir accepté d'être le président du jury. Merci également de m'avoir ouvert les portes de la médecine du sport et me permettre ainsi d'accéder à une formation complète et passionnante.

Merci à Messieurs les membres du jury, pour votre écoute attentive. Merci au professeur Gouin pour sa participation et son implication dans ma formation.

Merci à Sylvain Louvet, pour son aide précieuse dans la récupération de toutes ces données. Merci également de m'avoir éclairée et accompagnée dans ce dur labeur des statistiques.

Merci au Docteur Marie Carole Paruit, pour m'avoir acceptée au sein du service de médecine du sport du CHU de Nantes dans lequel j'ai pu recevoir une formation très diversifiée et passionnante grâce à l'ensemble des médecins. Merci au Dr Pretagut, au Dr Amiouni, au Dr Destrubé, au Dr Prevost, et au Dr Dupré.

Merci à toute l'équipe du service de médecine du sport de Nantes, à Annick, à Nathalie ("la brindille" te remercie pour ton peps et ta spontanéité), à Daniel pour m'avoir aidé à régler les petits problèmes techniques, à Claude, à Véronique, à Sandrine, à Chrystelle et Béatrice. Merci à l'équipe de choc des foulées du tram. Une première expérience à renouveler! Continuez à vous entraîner car rendez-vous l'année prochaine pour battre tous les records!!

Merci à Anne-Laure Laprerie, qui a su rendre passionnant, l'apprentissage de la cardiologie du sport. Merci pour ton écoute, ta bonne humeur et pour toutes les connaissances que tu as su me transmettre avec gentillesse et patience.

Merci infiniment au Docteur Jacques de Léluse de m'avoir permis d'accéder à une formation riche et diversifiée en traumatologie du sport aussi bien théorique au travers des cours de traumatologie dispensés à la Pitié Salpêtrière que pratique en m'acceptant dans son service en tant qu'interne durant six mois.

# SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>7</b>
<b>1. LES LESIONS MUSCULAIRES DES ISCHIO-JAMBIERS (IJ) CHEZ LE FOOTBALLEUR</b>	
<b>1.1. FREQUENCE ET MECANISME</b> .....	<b>9</b>
1.1.1. Epidémiologie .....	9
1.1.2. Caractéristiques anatomiques et biomécaniques .....	10
1.1.2.1. Muscles généralités .....	10
1.1.2.2. Anatomie fonctionnelle des Ischio-jambiers.....	11
1.1.2.3. Définition de la lésion musculaire .....	12
1.1.2.4. Facteurs de risque.....	13
<b>1.2. DIAGNOSTIC</b> .....	<b>15</b>
1.2.1. Mécanisme.....	15
1.2.2. Interrogatoire .....	15
1.2.3. Examen clinique.....	16
1.2.4. Examens paracliniques .....	17
1.2.4.1. L'échographie.....	18
1.2.4.2. L'imagerie par résonance magnétique (IRM) .....	18
1.2.5. Diagnostics différentiels.....	20
<b>1.3. TRAITEMENT</b> .....	<b>20</b>
1.3.1. Objectif.....	20
1.3.1.1. Prise en charge de la douleur.....	20
1.3.1.2. Récupération des amplitudes articulaires .....	21
1.3.1.3. Restauration de la force musculaire .....	21
1.3.1.4. Amélioration de la proprioception.....	21
1.3.2. Chronologie du traitement curatif.....	21
1.3.2.1. Selon le stade lésionnel.....	21
1.3.2.2. Approche multifactorielle selon les différentes phases .....	22
1.3.2.2.1. Phase initiale.....	23
1.3.2.2.2. Phase de régénération .....	24
1.3.2.2.3. Phase fonctionnelle et retour sur le terrain de sport .....	26
1.3.3. Traitement chirurgical .....	27
<b>2. L'ISOCINETISME</b> .....	<b>28</b>
2.1. <b>HISTORIQUE</b> .....	<b>28</b>
2.2. <b>PRINCIPE</b> .....	<b>28</b>

2.3.	<b>ANALYSE DES COURBES ET PARAMETRES MESURES OU CALCULES.....</b>	<b>29</b>
2.4.	<b>LIMITES DE L'EVALUATION ISOCINETIQUE.....</b>	<b>30</b>
2.5.	<b>EVALUATION DE LA PATHOLOGIE MUSCULAIRE.....</b>	<b>30</b>
3.	<b>L'ETUDE.....</b>	<b>32</b>
3.1.	<b>L'OBJECTIF.....</b>	<b>32</b>
3.2.	<b>MATERIEL ET METHODE.....</b>	<b>32</b>
3.2.1.	Population .....	32
3.2.1.1.	Généralités.....	32
3.2.1.2.	Critères d'inclusion.....	32
3.2.1.3.	Critères d'exclusion.....	32
3.2.1.4.	Paramètres d'étude de la population .....	33
3.2.1.4.1.	Anthropométriques .....	33
3.2.1.4.2.	Poste sur le terrain:.....	33
3.2.1.4.3.	Paramètres de lésion des ischio-jambiers.....	33
3.2.2.	Matériel.....	34
3.2.3.	Procédure des tests isocinétiques.....	34
3.2.3.1.	Installation .....	34
3.2.3.2.	Essais .....	34
3.2.3.3.	Les différents protocoles utilisés .....	34
3.2.3.3.1.	Protocole N°1.....	35
3.2.3.3.2.	Protocole N°2.....	35
3.2.3.3.3.	Protocole N°3.....	35
3.2.4.	Paramètres isocinétiques.....	35
3.2.4.1.	Ratios bilatéraux: .....	36
3.2.4.2.	Ratios unilatéraux:.....	36
3.2.4.3.	Cutoff utilisés pour prédire une lésion des ischio-jambiers.....	36
3.2.5.	Analyse statistique.....	36
3.2.5.1.	Comparaison des populations Blessées et Non Blessées.....	37
3.2.5.2.	Tests de Prédiction de la survenue d'une lésion .....	37
3.2.5.2.1.	Test de vraisemblance diagnostique.....	37
3.2.5.2.2.	Calcul de probabilité.....	38
4.	<b>RESULTATS.....</b>	<b>39</b>
4.1.	<b>LA POPULATION .....</b>	<b>39</b>
4.1.1.	Répartition des lésions en fonction de la durée de l'accident de travail.....	41
4.1.2.	Répartition des lésions en fonction du délai entre le test isocinétique et la survenue de la lésion musculaire.....	41
4.1.3.	Répartition des 65 lésions musculaires en fonction du poste:.....	41
4.2.	<b>COMPARAISON DES PARAMETRES ANTHROPOMETRIQUES ET DES DIFFERENTS RATIO ISOCINETIQUES DES POPULATIONS BLESSEES ET NON BLESSEES.....</b>	<b>42</b>

4.2.1. Comparaison des paramètres anthropométriques des populations Blessées et Non Blessées .....	42
4.2.2. Comparaison des ratios isocinétiques entre les populations Blessées et Non Blessées .....	43
4.2.2.1. Ratios unilatéraux .....	43
4.2.2.2. Ratios bilatéraux.....	43
4.2.3. Présentation des patients récidivants .....	44
4.2.4. Prédiction de la survenue d'une lésion musculaire des ischio-jambiers dans la saison après test isocinétique selon les différents ratios .....	45
4.2.4.1. Prédiction par les ratios unilatéraux conventionnels (IJcon/Qcon) .....	45
4.2.4.2. Prédiction par les ratios mixtes (IJexc/Qcon) .....	45
4.2.4.3. Prédiction par les ratios bilatéraux (IJ/IJ conc).....	45
4.2.5. Prédiction de la survenue d'une lésion des ischio-jambiers selon les ratios isocinétiques en fonction de la gravité de la lésion.....	46
4.2.5.1. Prédiction par les ratios unilatéraux conventionnels .....	46
4.2.5.1.1. Le ratio IJ/Q con 60.....	46
4.2.5.1.2. Le ratio IJ/Q con 180 .....	47
4.2.5.2. Prédiction par les ratios unilatéraux mixtes .....	47
4.2.5.2.1. IJ Exc 30/ Q Con 240.....	47
4.2.5.2.2. IJ Exc 60/Q Con 60 .....	47
4.2.5.3. Prédiction par les ratios bilatéraux.....	47
4.2.5.3.1. IJ/IJ Con 120.....	47
4.2.5.3.2. IJ/IJ Exc 60 .....	48
4.2.6. Prédiction de la survenue d'une lésion musculaire des IJ selon les ratios isocinétiques en fonction du délai entre les tests isocinétiques et la survenue de la lésion.	48
4.2.6.1. Prédiction par ratio conventionnel IJ/Q .....	49
4.2.6.1.1. IJ/Q Con 60 .....	49
4.2.6.1.2. IJ/Q Con 180.....	49
4.2.6.2. Par ratio mixte IJ Exc/Q Con.....	49
4.2.6.2.1. Exc/ Con 120.....	49
4.2.6.2.2. Exc/ Con 60 .....	49
4.2.6.3. Prédiction par les ratios bilatéraux (Tableau 7, seconde partie).....	50
4.2.6.3.1. IJ/IJ Exc 60 .....	50
4.2.7. Prédiction de la survenue d'une lésion musculaire par le cumul de plusieurs ratios isocinétiques.....	50
4.2.7.1. Association du ratio conventionnel IJ/Q con 60 et du ratio bilatéral IJ/IJ con 60 pour la prédiction d'une lésion musculaire des ischio-jambiers dans la saison.....	51
4.2.7.2. Association du ratio conventionnel IJ/Q con 180 et du ratio bilatéral IJ/IJ con 60 pour la prédiction d'une lésion musculaire des ischio-jambiers.....	51

4.2.7.3.	Association du ratio conventionnel IJ/Q con 180 et du ratio mixte IJexc 30/Qcon 240 pour prédire la survenue d'une lésion musculaire dans la saison.....	52
4.2.7.4.	Association du ratio conventionnel IJ/Q con 60 et du ratio mixte IJexc 30/Qcon 240 pour prédire la survenue d'une lésion musculaire dans la saison.....	52
4.2.7.5.	Association des ratios: IJ/IJ con 60, IJ/Q con 60 et IJexc30/Qcon 240 pour prédire la survenue d'une lésion musculaire dans la saison.....	53
4.2.7.6.	Association des trois ratio: IJ/IJ con 60, IJ/Q con 180 et IJ exc30/Q con 240 pour prédire la survenue d'une lésion musculaire dans la saison.....	53
<b>5.</b>	<b>DISCUSSION .....</b>	<b>54</b>
5.1.	<b>LIMITES DE LA METHODE .....</b>	<b>54</b>
5.1.1.	La population .....	54
5.1.2.	Limites du calcul des ratios.....	55
5.1.3.	Limites des résultats.....	56
5.1.3.1.	Antécédents lésionnels .....	56
5.1.3.2.	Discussion de l'utilisation de différents protocoles isocinétiques` .....	56
5.1.3.3.	Discussion concernant les cutoff .....	57
5.1.4.	Limites statistiques.....	57
5.2.	<b>DISCUSSION DES RESULTATS.....</b>	<b>58</b>
5.3.	<b>PROPOSITION D'UN PROTOCOLE ISOCINETIQUE A REALISER EN DEBUT DE SAISON.....</b>	<b>63</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>64</b>
<b>7.</b>	<b>REFERENCES .....</b>	<b>65</b>
<b>8.</b>	<b>ANNEXES.....</b>	<b>69</b>
	<b>RESUME.....</b>	<b>73</b>

## INTRODUCTION

Le football représente une discipline sportive exigeant force, vitesse, détente, précision. L'enchaînement des entraînements et matchs à haut niveau est à l'origine d'une forte sollicitation cardiovasculaire et musculaire. Aussi, les lésions musculaires chez le footballeur sont très fréquentes, notamment au niveau des ischio-jambiers où leur incidence avoisine les 15% et le taux de récurrence les 30% (1)(2). De nombreux articles se sont intéressés aux moyens de prévenir la survenue de ces lésions, qu'il s'agisse de nutrition et d'hydratation afin d'optimiser les performances et la récupération (3), ou la nature des sols, les conditions climatiques (4), ou encore l'instauration de protocoles d'étirement (5) et de renforcement afin de pallier à d'éventuels déséquilibres musculaires (6). Depuis l'avènement de l'isocinétisme en 1967, les articles se multiplient pour chercher à mettre en évidence un lien de causalité entre déséquilibre musculaire agoniste/antagoniste ou asymétrie bilatérale et survenue des lésions (7). Cette méthode permet une évaluation objective de la force musculaire mesurée à vitesse constante grâce à une résistance s'adaptant automatiquement à la puissance développée par le joueur (8). Elle permet non seulement d'objectiver les déficits de force musculaire, mais représente également un moyen de rééducation. Elle est utilisée dans d'autres domaines tels que certaines pathologies neurologiques (Sclérose en Plaque), rhumatologiques ou cardiovasculaires. Plusieurs études ont mis en évidence des déséquilibres musculaires (9) (10)(11), des différences significatives entre une population de joueurs non blessés et une population de joueurs présentant un antécédent de lésion musculaire des ischio-jambiers (12). Le ratio unilatéral mixte ou fonctionnel (ischio-jambiers excentrique/quadriceps concentrique) correspond au ratio qui semble le mieux mettre en évidence un antécédent de lésion musculaire (13)(14). A partir de ces résultats, plusieurs auteurs recommandent de rééduquer les joueurs afin de pallier aux déséquilibres musculaires et ainsi diminuer la survenue des lésions musculaires de la cuisse (13)(15)(16)(17). Il est actuellement démontré que les ratio mixtes excentriques permettent de mettre en évidence un antécédent de lésion musculaire, mais, il n'est pas sûr que ces ratio puissent prédire à priori la survenue d'une lésion musculaire dans la saison? Ainsi, une seule étude de Croisier et al a cherché à déterminer la prédiction d'une lésion musculaire à partir de valeurs limites des ratios isocinétiques (10). Mais ces résultats méritent d'être confirmés par d'autres études. A partir de ce constat, notre étude a dans un premier temps comparé les différents ratios unilatéraux et bilatéraux calculés

à partir de tests isocinétiques de début de saison chez des joueurs professionnels du FCNA, ayant présenté ensuite ou non une blessure des ischio-jambiers au cours de la même saison (étude sur dix saisons consécutives). Dans un second temps, nous avons évalué la capacité pour chacun des ratios isocinétiques à prédire la survenue dans la saison des lésions musculaires authentifiées.

# 1. LES LÉSIONS MUSCULAIRES DES ISCHIO-JAMBIERS (IJ) CHEZ LE FOOTBALLEUR

## 1.1. *FREQUENCE ET MECANISME*

### 1.1.1. **Epidémiologie**

Les lésions des ischio-jambiers représentent l'affection traumatique intrinsèque la plus fréquemment rencontrée lors de la pratique des sports nécessitant des efforts explosifs de sprint et de sauts tels que le foot, le rugby et l'athlétisme. Lors de la pratique du football, les lésions des IJ constituent près de 15% des blessures qui sont à l'origine de la principale cause d'un arrêt sportif de plus de quatre semaines (18).

Orchard et al, dans une étude réalisée chez des footballeurs australiens en 1997, relatait une incidence de 16,2 % de lésions des ischio-jambiers et 34% de récurrence, soit un risque de 84,6 lésions pour 10000h de jeux (1). Bennel et al, en 1998, ont décrit une incidence de 11,8% toujours chez des footballeurs australiens avec 34% de récurrences également, et un risque quasi identique de 86,4 lésions des ischio-jambiers pour 10000h de jeux (2). Cependant, le football australien correspond à un sport différent du football (soccer).

Dauty et al, en 2011, dans une étude prospective incluant 173 joueurs de football sur 15 saisons, retrouvaient une incidence de 4.7+/- 5 lésions (toutes lésions confondues) pour 1000h d'exposition pendant les matchs et entraînements. Les lésions musculaires des ischio-jambiers représentaient les lésions les plus fréquentes avec une incidence comprise en 0,5 et 1,3 pour 1000h d'exposition à l'entraînement et en match. Cette incidence avait par ailleurs doublé en 15 ans (19). Une incidence similaire a été rapportée par Hagglund et al (entre 0,7 et 1,2)(20) et par Carling et al. (1,1-5,5) avec des variations significatives en fonction des saisons sportives étudiées (21).

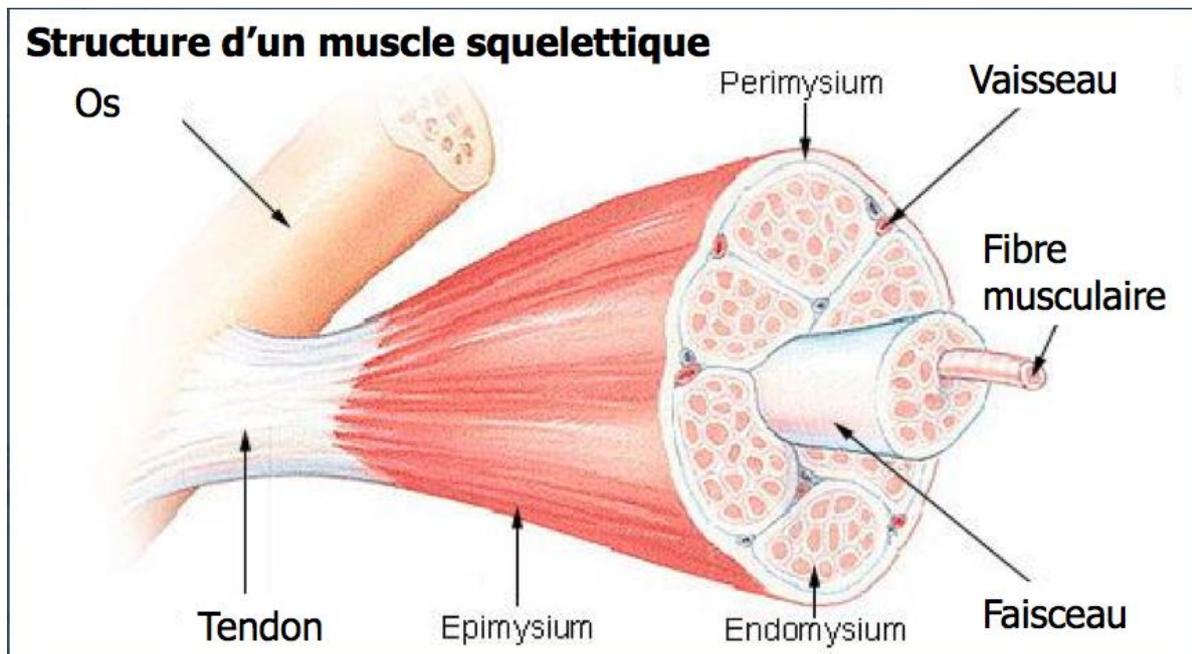
Une étude prospective sur 7 ans réalisée par l'équipe médicale du club « Gymnasia et Esgrima » de La Plata retrouvait une incidence des lésions traumatiques (toutes lésions confondues) de 9,1 par joueur par 1000h d'exposition au risque comprenant entraînement et match. Il a été constaté une nette prédominance des lésions du membre inférieur (84,8%) dont 43,9% touchant la cuisse. Les pathologies les plus fréquentes correspondaient aux lésions musculaires avec un pourcentage de survenue par mécanisme indirect de 80%. Ces lésions musculaires étaient localisées au semi-membraneux dans 28,5% des cas, au biceps crural dans 18,5% des cas, et majoritairement au droit fémoral dans 41,1 % des cas (22).

## 1.1.2. Caractéristiques anatomiques et biomécaniques

### 1.1.2.1. Muscles généralités

Le muscle est formé de cellules musculaires contenues dans un important squelette fibreux (épimysium, périmysium, endomysium) ou tissu de soutien où cheminent les vaisseaux et les nerfs. Les lésions musculaires sont localisées soit au niveau de:

- La jonction musculo-tendineuse, notamment à la partie proximale des ischio-jambiers.
- La jonction myo-aponévrotique au sein du muscle.
- La jonction myo-aponévrotique péri musculaire (entre chef court et chef long du biceps fémoral) (23).



**Figure 1:** Structure d'un muscle squelettique

Les lésions musculaires intrinsèques des ischio-jambiers surviennent dans la plupart des cas lors de la phase excentrique des mouvements pliométriques (24).

### 1.1.2.2. Anatomie fonctionnelle des Ischio-jambiers

Les muscles ischio-jambiers sont composés des muscles biceps fémoral, semi membraneux et semi tendineux. Leur origine commune se fait sur la tubérosité ischiatique. Le biceps fémoral et le semi tendineux s'insèrent par un tendon commun alors que le semi membraneux possède une insertion séparée et plus latérale sur la tubérosité ischiatique.

Ce sont des muscles polyarticulaires, cloisonnés par des fascias rigides et contraignants. Ils ont une action simultanée d'extension de la hanche et de flexion du genou. Leur action sur le genou dépend de la position de la hanche. Plus la hanche est fléchie, plus les IJ sont étirés et sous tension. Au-delà de 90° de flexion de hanche, l'allongement des IJ est tel qu'il est très difficile d'avoir une extension du genou (25). Le biceps fémoral s'étend de la face postérieure de la tubérosité ischiatique jusqu'au versant postéro-latéral de la tête fibulaire. Il est composé de deux chefs (longue et courte portion) qui sont innervés par deux branches différentes du nerf sciatique : le chef long par la portion tibiale et le chef court par la portion fibulaire (18). Cette double innervation pourrait être une des multiples causes des lésions des IJ par incoordination de contraction musculaire entre les deux chefs (26). Le semi tendineux se fixe en distal au niveau de la partie médiale du tibia. Il a une action dynamique de flexion et de rotation médiale du genou. Quant au semi membraneux, il rejoint l'épiphyse supérieure du tibia et la partie supérieure de la coque condylienne latérale. Il joue aussi un rôle de flexion et rotation médiale du genou.

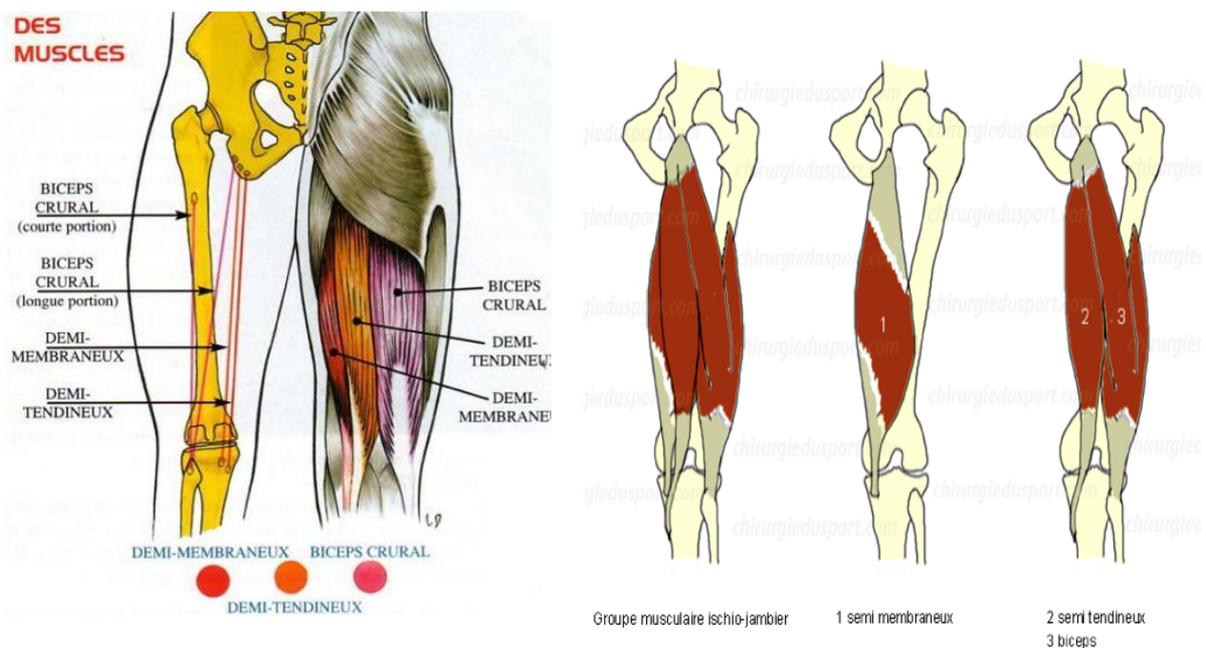


Figure 2: Anatomie des ischio-jambiers

### 1.1.2.3. Définition de la lésion musculaire

La lésion musculaire est définie selon J.Dvorak et A. Junge (supplément de la FIFA de l'année 2000) par : « Une lésion musculaire qui est apparue pendant la pratique du football et qui a entraîné pour le sportif un arrêt d'entraînement et de match après un diagnostic anatomique du tissu lésé et le traitement correspondant » (27).

Il faut distinguer les lésions musculaires intrinsèques, les plus fréquentes, et les lésions musculaires extrinsèques.

Dans les lésions extrinsèques, il existe un choc direct sur le muscle. La gravité de la lésion dépend de la violence du traumatisme et de l'état de contraction du muscle.

Les lésions musculaires intrinsèques peuvent être plus ou moins fréquentes en fonction du poste (23).

Les lésions musculaires se classent en différents grades selon leur gravité. Différentes classifications existent:

La première classification date des années 80' et comprend 3 grades (28) :

- Grade I : simple étirement des fibres musculaires
- Grade II : déchirure partielle
- Grade III : déchirure complète

La 2<sup>ème</sup> classification a été décrite par Durey (2002) et comprend 4 stades :

- La contracture qui survient en post effort immédiat et cède en quelques heures.
- L'élongation qui correspond à une lésion des fibres musculaires et modérée du tissu de soutien mais sans présence d'hématome.
- La déchirure (claquage) qui correspond à une atteinte plus importante et avec hématome.
- La courbature ou DOMS (Delayed onset muscle soreness) qui correspond à une douleur globale du muscle qui apparaît 24 à 48 heures après un exercice musculaire le plus souvent excentrique.

La troisième classification est celle décrite par Rodineau et Durey selon 5 stades histologiques (29) :

- **Stade 0** : atteinte réversible de la fibre musculaire sans atteinte du tissu de soutien. Récupération totale en quelques heures.
- **Stade 1** : atteinte irréversible de quelques fibres musculaires aboutissant à leur nécrose sans atteinte du tissu conjonctif de soutien. Récupération totale en quelques jours.

- **Stade 2** : atteinte irréversible d'un nombre réduit de fibres musculaires et atteinte minime du tissu conjonctif de soutien.  
Récupération obtenue en une dizaine de jours.
- **Stade 3** : atteinte irréversible de nombreuses fibres musculaires, atteinte marquée du tissu de soutien et formation d'un hématome intramusculaire localisé.  
Récupération en 4 à 12 semaines.
- **Stade 4** : rupture ou désinsertion musculaire complète.  
Récupération longue mais variable selon le muscle touché.  
Cette classification est sans doute la plus utilisée actuellement en France.

Cependant, La limite de ces classifications est d'être rétrospectif, c'est à dire que c'est la durée d'arrêt sportif qui permet de classer la lésion.

C'est pourquoi la classification à posteriori d'une lésion musculaire a été conçue à partir de la durée d'indisponibilité sportive selon l'Union des Associations Européennes de Football (UEFA):

- <3 jours: lésion légère
- 3-7jours: lésion mineure,
- 7-28jours: lésion modérée et
- > 28jours: lésion grave (30).

Nous n'avons pas pris en compte les lésions mineures de moins de 7 jours dans notre étude.

#### 1.1.2.4. **Facteurs de risque**

Les muscles le plus souvent lésés sont représentés par les muscles bi articulaires comme les muscles ischio-jambiers. De nombreuses études se sont intéressées aux facteurs de risques de survenue des lésions musculaires. Parmi eux, le manque d'échauffement et le manque de souplesse musculaire sont souvent évoqués. Pourtant la majorité des lésions se produisent après plusieurs minutes de jeu, ce qui implique que la fatigue joue un rôle et les sujets très souples se blessent autant que les sujets raides (23). Par ailleurs, les joueurs de football se blessent davantage au niveau des ischio-jambiers en match qu'à l'entraînement (31). Cependant, il semblerait que le plus grand facteur de risque soit l'antécédent de lésion musculaire. Enfin, les sportifs plus âgés ont plus de risque de se blesser que les plus jeunes

(32). Ainsi, Edouard P. et al (18) ont résumé récemment l'ensemble des facteurs de risques en les séparant en deux catégories:

Les facteurs de risque intrinsèques peu modifiables :

- L'âge
- L'ethnie: les noirs d'Afrique et les aborigènes d'Australie seraient plus à risque de lésion musculaire des ischio-jambiers en raison d'une antéversion du bassin plus importante dans ces populations.
- L'antécédent de lésion musculaire des ischio-jambiers

Les facteurs de risque extrinsèque qui sont pour la plupart modifiables :

- L'échauffement insuffisant
- Le mauvais état du terrain de jeu
- L'hydratation insuffisante voire la déshydratation
- Le déséquilibre diététique
- Les troubles de la coordination et des chaînes stabilisatrices du bassin
- Le surentrainement et la fatigue musculaire
- La mauvaise gestion de la récupération
- Le déficit ou le déséquilibre musculaire agoniste/antagoniste
- Le manque de souplesse, la raideur musculaire, la diminution des amplitudes articulaires passives
- Le programme de rééducation post lésionnel inadapté ou incomplet (24).

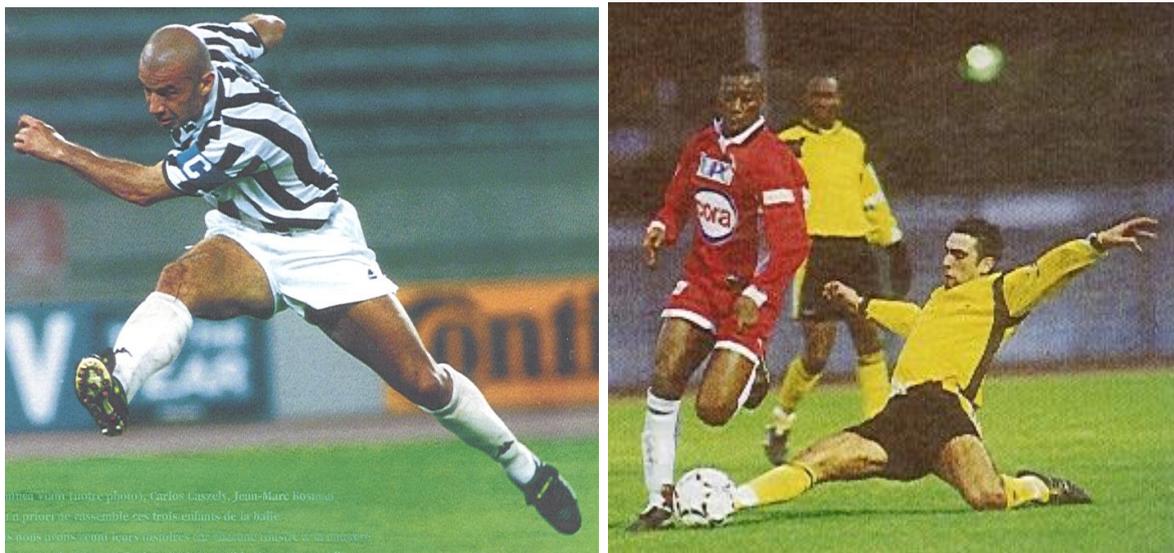
Orchard et al. ont mis en évidence le rôle du turn over des joueurs de football après analyse de 416 lésions des ischio-jambiers survenue durant 7 saisons. Une diminution du risque de lésions musculaires des ischio-jambiers est présente lors de l'augmentation des changements de joueurs. Cela permettrait de diminuer la fatigue musculaire. A l'inverse, une augmentation des lésions musculaires est montrée chez les joueurs mis au repos qui entrent de nouveau sur le terrain du fait de leur « fraîcheur » source de courses à vitesse plus élevée (33).

## 1.2. **DIAGNOSTIC**

### 1.2.1. **Mécanisme**

La lésion survient lors de la pratique du football à l'occasion :

- d'un étirement passif maximum sur un muscle biarticulaire au cours d'un tackle par flexion de hanche et extension du genou (grand écart).
- d'une contraction brutale (biceps, le muscle dépasse les capacités de résistance de ses propres fibres).
- d'une extension rapide du genou par contraction brutale du quadriceps (shoot). Les ischio-jambiers se contractent alors de façon excentrique pour empêcher l'extension du genou. Une lésion peut alors apparaître par dépassement des possibilités de freination du muscle qui se contracte en s'allongeant (24). Ce rôle freinateur des muscles ischio-jambiers permet également de protéger l'articulation du genou au niveau du ligament croisé antérieur.



**Figure 3:** Mécanismes lésionnels des ischio-jambiers

### 1.2.2. **Interrogatoire**

Outre le mécanisme lésionnel qui doit être retrouvé, l'interrogatoire doit s'attacher à faire préciser :

- La douleur selon son apparition brutale ou progressive, son type déchirure, craquement, son intensité et son évolution les jours suivants.

- L'impotence fonctionnelle selon son degré (impossibilité de marcher ou boiterie).
- L'existence d'un gonflement au niveau du muscle qui fait évoquer l'apparition d'un hématome.
- L'apparition d'une ecchymose qui correspond à la suffusion d'un saignement dans les parties molles.

### 1.2.3. Examen clinique

L'inspection doit rechercher :

- Une encoche musculaire bien que celle-ci puisse être absente en cas de lésion profonde. Celle-ci peut être masquée par l'hématome initial et n'apparaître que les jours suivants. Elle correspond à une rupture macroscopique du muscle.
- Une ecchymose qui apparaît souvent entre le deuxième et huitième jour en raison du temps nécessaire au sang pour suffuser dans les parties molles.
- Une voussure musculaire qui correspond soit à un hématome important ou soit à une partie distale d'un muscle rétracté du fait de sa rupture complète.

La palpation permet de confirmer une encoche ou une voussure musculaire. Elle recherche une contracture musculaire et précise la topographie de la douleur.

Les tests de sollicitation musculaire cherchent à déclencher la douleur à l'étirement musculaire, à la contraction musculaire et au ballotement musculaire. Du fait du déclenchement des douleurs, la fiabilité de ces tests peut être diminuée en raison de l'appréhension du blessé. Ils servent néanmoins de référence dans le suivi évolutif (34). Le test de déclenchement des douleurs à l'étirement est facilement quantifiable par l'amplitude articulaire atteinte. La limitation de l'extension du genou à 48 heures d'une lésion des ischio-jambiers est un facteur prédictif de la taille de la lésion évaluée par échographie ou imagerie par résonance magnétique (IRM). Une différence de 20° d'extension entre les deux genoux serait un facteur de mauvais pronostic (35).



**Figure 4-A et B:** Ecchymose sous cutanée dont la présence témoigne d'une lésion anatomique musculaire sous jacente des ischio-jambiers

#### 1.2.4. Examens paracliniques

Quand l'interrogatoire et l'examen clinique sont cohérents, il n'est pas nécessaire de réaliser d'examens paracliniques complémentaires. Cependant, chez le sportif de haut niveau, une échographie voire une imagerie par résonance magnétique (IRM) sont rarement évitées car ces imageries permettent de confirmer l'existence d'une lésion anatomique dans les cas douteux (34).

Une radiographie standard peut être demandée en première intention si l'on suspecte un arrachement osseux au niveau de la tubérosité ischiatique ou pour certaines évolutions pathologiques (calcification, ossification).

#### 1.2.4.1. L'échographie

Elle doit être réalisée par un opérateur entraîné après deux à trois jours d'évolution. Cet examen dynamique permet de localiser la lésion et de déterminer schématiquement le stade de gravité. Elle permet de différencier:

- les lésions bénignes qui se manifestent par une plage hyperéchogène, sans hématome collecté:
  - **grade 0** et **grade 1**: absence de désorganisation de l'architecture musculaire
  - **grade 2**: avec désorganisation de l'architecture musculaire et atteinte du tissu de soutien.
  
- des lésions graves:
  - **grade 3**: décollement focal avec hématome
  - **grade 4**: rupture partielle ou totale d'un muscle.

L'examen doppler couplé à l'échographie permet la visualisation de la vascularisation réactionnelle qui se produit au cours de la cicatrisation musculaire. A la phase initiale de la cicatrisation, le doppler visualise les vaisseaux plutôt au centre de la lésion alors qu'en fin de cicatrisation, les vaisseaux sont visibles surtout en péri-lésionnels. Cependant, l'échographie même couplée au doppler ne permet pas de présumer de la solidité mécanique de la cicatrice musculaire. Cet examen est donc limité pour orienter la reprise du sport. Un contrôle échographique est néanmoins utile en cas d'évolution douloureuse défavorable afin d'objectiver une cicatrisation « fibreuse », « hypertrophique », ou des calcifications voire un hématome persistant (34).

#### 1.2.4.2. L'imagerie par résonance magnétique (IRM)

L'IRM permet d'apprécier les mêmes éléments que l'échographie. La validation des images IRM s'est d'ailleurs faite à partir des données obtenues en échographie. Ainsi, il existe une correspondance entre les grades échographiques et l'aspect IRM (figure 5). L'inconvénient de l'IRM est de ne présenter qu'un aspect statique et surtout de montrer des faux positifs. En effet, le simple entraînement musculaire suffit à modifier les images IRM alors qu'aucune lésion musculaire susceptible d'interrompre la pratique sportive n'est

présente. En effet, l'œdème péri-lésionnel est mieux vu. Cependant, lorsqu'une lésion musculaire est suspectée, cet examen coûteux et peu accessible est réalisé uniquement chez le sportif professionnel. L'IRM n'apporte pas réellement de progrès par rapport à l'échographie car elle n'est pas plus pronostique et ne permet donc pas de prise de décisions thérapeutiques, à savoir donner des éléments permettant une reprise sportive sans risque de récurrence. Seul, la mise en évidence d'un hématome traduit la gravité d'une lésion musculaire qui nécessitera du temps pour cicatriser (34). L'IRM au même titre que l'échographie ne peut donc être considéré comme un outil de surveillance car il existe un décalage entre les images et la clinique du fait de la composante oedémateuse qui souvent ne disparaît que très tardivement alors que le joueur a repris une activité sportive en compétition.

<b>Grade 0</b>	Atteinte réversible du muscle	Hypertrophie du muscle (hyper T2 et hyperéchogène)
<b>Grade 1</b>	Atteinte irréversible du muscle	« nuage » hyperéchogène et hyper T2 intra musculaire sans désorganisation
<b>Grade 2</b>	1 + atteinte du tissu de soutien	Plage hyper T2 ou hyperéchogène à contours flous avec flammèches désorganisation fasciculaire
<b>Grade 3</b>	2 + hématome	Décollement focal avec hématome
<b>Grade 4</b>	Rupture partielle/totale d'un muscle	Désinsertion/rupture d'un faisceau avec rétraction

**Figure 5:** Classification des lésions musculaires intrinsèques en imagerie

### 1.2.5. **Diagnostics différentiels**

Les diagnostics différentiels doivent être recherchés avant tout à l'interrogatoire et l'examen clinique.

Il peut s'agir d'une lésion d'un groupe musculaire voisin (adducteurs), ou tissulaire voisin (vasculaire, osseuse) d'une douleur d'origine neurologique. Parfois, il est nécessaire d'éliminer des lésions telles les tumeurs osseuses ou musculaires : ostéome, ostéosarcome, myosarcome, ostéomyosarcome), les DOMS, la rhabdomyolyse, les cytopathies mitochondriales, ou les myopathies virales ou inflammatoires.

## 1.3. **TRAITEMENT**

### 1.3.1. **Objectif**

L'objectif de la prise en charge rééducative précoce des lésions musculaires est de limiter les déficiences retrouvées à l'examen clinique initial selon les principes de la classification internationale du fonctionnement et du handicap (CIF) et d'éviter l'apparition de séquelles (36).

Ces déficiences sont représentées par :

- La diminution des amplitudes articulaires
- Le déficit de force musculaire
- Le défaut de contrôle de l'articulation

Ces trois éléments sont au départ particulièrement parasité par le symptôme douleur.

#### 1.3.1.1. **Prise en charge de la douleur**

Les antalgiques par voie générale type paracétamol ou codéine, sont préférés aux anti-inflammatoires qui peuvent limiter la détersion de la lésion s'ils sont donnés dans les premiers jours. La mise en décharge est indiquée tant que la marche est douloureuse. La compression du muscle lésé est effectuée les premiers jours afin de limiter l'hématome et la douleur. La physiothérapie par le froid est également utilisée pour lutter contre la douleur même si son efficacité n'a pas été démontrée. Les masseurs-kinésithérapeutes l'utilisent également les

massages, les mobilisations douces et la physiothérapie pour préparer le muscle à la rééducation des amplitudes et du contrôle articulaire (28).

#### **1.3.1.2. Récupération des amplitudes articulaires**

Les étirements sont effectués de façon douce et progressive afin de ne pas aggraver la lésion musculaire, dans un premier temps de manière passive puis dans un second temps sur un mode actif. Ces étirements se font toujours selon la règle de la "non douleur" afin de favoriser une cicatrisation optimale sans aggraver la lésion (28).

#### **1.3.1.3. Restauration de la force musculaire**

Le travail de renforcement musculaire se fait dans un premier temps de façon analytique, c'est à dire en sollicitant uniquement le muscle lésé de façon statique puis concentrique et enfin excentrique. Cette phase de travail excentrique est indispensable à la récupération des qualités musculaires (28).

#### **1.3.1.4. Amélioration de la proprioception**

Il est indispensable d'effectuer un travail proprioceptif avec des exercices d'équilibre associés à une réathlétisation selon des gestuelles de plus en plus proches de celles effectuées lors de l'activité sportive.

Le traitement curatif reste cependant assez empirique malgré le développement des connaissances en la matière.

### **1.3.2. Chronologie du traitement curatif**

#### **1.3.2.1. Selon le stade lésionnel**

Il s'agit en réalité d'une approche liée à la gravité suspectée de la lésion musculaire (28).

- Un stade 0 ou 1 guérira sans traitement.
- Un stade 1 nécessitera une application de chaleur et massage et un arrêt du geste sportif, durant 3 à 5 jours.
- Un stade 2 imposera un repos sportif d'environ 10 à 21 jours. La cryothérapie et la mobilisation douce et précoce sont préconisées. La reprise sportive ne pourra s'envisager que lorsque les tests musculaires seront indolores et que l'examen clinique sera normalisé.
- Un stade 3, dépendra de l'évolution de l'hématome.

Le traitement suit les étapes de réparation du muscle décrites par Jarvinen (les durées sont indicatives):

- J0-J3 : cryothérapie, bandage compressif, traitement antalgique, mise en décharge en fonction de la douleur (= phase aigue inflammatoire).
  - J4-J10 : poursuite de la cryothérapie, débiter le travail statique doux en respectant la douleur +/- évacuation de l'hématome si nécessaire.
  - J10-J20 : rééducation plus active, débiter les étirements doux, poursuite du travail statique puis dynamique toujours en respectant le seuil de la douleur.
  - A partir de J21 : intensification de la rééducation avec début du travail excentrique : phase de maturation et de réorganisation musculaire +/- massages transversaux profonds. Le ré-entraînement est possible en inframaximale, à 60% de capacités maximales aérobies du sujet.
  - La reprise sportive est habituelle vers la 6<sup>ème</sup> semaine.
- Un stade 4 repose sur les mêmes principes thérapeutiques que pour un stade 3. Toutefois, une intervention chirurgicale peut-être nécessaire s'il existe une désinsertion haute des Ischio-Jambiers.

#### 1.3.2.2. Approche multifactorielle selon les différentes phases

Mendiguchia et Brughelli proposent une approche multifactorielle pour la prise en charge des lésions musculaires allant de la phase initiale à la phase fonctionnelle en passant par la phase de régénération sachant que ces trois phases sont souvent associées ou chevauchées (37).

#### 1.3.2.2.1. Phase initiale

Le but est de prévenir le risque de re rupture, d'éviter une inflammation excessive, de prévenir l'apparition d'un tissu cicatriciel, d'augmenter la résistance à la traction, la souplesse du nouveau tissu granuleux, réduire l'oedème interstitiel et enfin détecter et traiter les dysfonctionnements de la jonction sacro-iliaque. Pour cela, il est préconisé:

- Une mobilisation précoce permettant d'orienter la cicatrisation et le développement d'un nouveau tissu plus souple et de meilleure qualité. Cela permettrait d'éviter une cicatrisation excessive et anarchique. Jarvinen et al recommandaient depuis longtemps une mobilisation dès le 3, 4ème jours d'une lésion aigue (38).
- Le protocole RICE (Rest, ice, compression, élévation) est associé afin de limiter le saignement. Il a été montré que la glace réduisait la douleur et la taille de l'hématome (39).
- La manipulation de la jonction sacro-iliaque est préconisée afin d'éviter le dysfonctionnement de cette jonction qui pourrait être responsable d'une altération de l'activation des ischio-jambiers lors des stabilisations pelviennes nécessaire aux mouvements sportifs (40). Cela participerait à la prévention de la survenue d'une lésion musculaire des ischio-jambiers et ainsi diminuerait le risque de récurrence. Cependant, ce concept ne repose que sur une seule étude sérieuse. Cibulka et al. ont montré qu'une altération de la jonction sacro-iliaque pouvait altérer le comportement mécanique des ischio-jambiers et qu'un groupe de sujets manipulés présentaient une résistance/force des ischio-jambiers meilleure par rapport à un groupe de sujets non manipulés (41). Les exercices corrigeant les dysfonctionnements neuromusculaires réduiraient le temps de retour à l'activité normale et diminueraient le risque de récurrence (41)(42)(43).
- Les anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) pourront être prescrits en cure courte à distance relative de la lésion musculaire afin de ne pas empêcher l'inflammation nécessaire à formation de cellules satellites impliquées dans le processus de régénération tissulaire (44). Cependant, Warren et al. n'ont pas montré d'effets significatifs positifs de l'ajout d'anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) à

la physiothérapie versus physiothérapie/placebo chez des joueurs de football souffrant d'une lésion musculaire des ischio-jambiers pour améliorer le temps de rééducation ni le nombre de récurrence (45).

#### 1.3.2.2.2. **Phase de régénération**

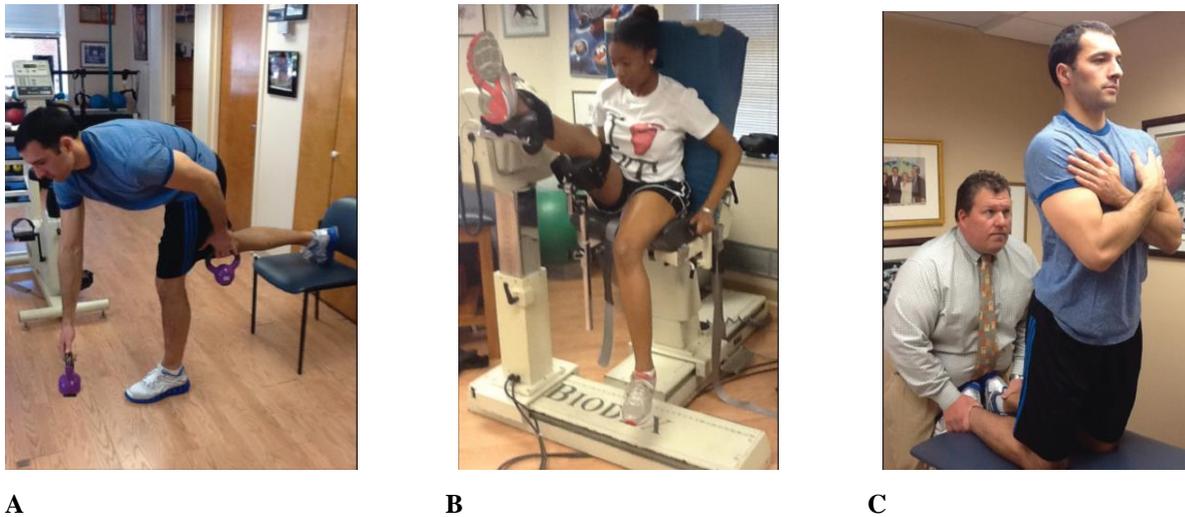
Après la phase initiale de quelques jours, l'athlète peut passer à la **phase de régénération** ou de réparation. Celle-ci a pour but d'améliorer la force et la souplesse des ischio-jambiers, la stabilité articulaire et le gainage de la ceinture lombo-pelvienne.

Il est préconisé de drainer l'éventuel hématome par des mobilisations douces, des massages doux et des techniques de drainage en plus d'associer des contractions musculaires isométriques. Si l'hématome est trop important, il peut être discuté la ponction afin d'éviter son enkystement. C'est l'échographie qui pourra définir alors le bon moment de cette ponction une fois la mise en évidence d'un hématome collecté et non plus coagulé.

Le travail de contraction musculaire est à débiter dès que la marche est indolore selon un principe isométrique afin de lever la sidération musculaire puis en contracter relâcher selon une méthode de gain d'amplitude articulaire si la souplesse musculaire est encore réduite. Ensuite, le travail selon les courses internes à externes sont associés selon des modes excentrique et concentrique. Le travail excentrique est particulièrement facile à réaliser en isocinétisme afin de permettre un meilleur contrôle de la vitesse du mouvement articulaire (figure 6-B) (46).

Les étirements des ischio-jambiers en infra-douloureux sont également préconisés alors que les footballeurs professionnels blessés présenteraient une souplesse significativement réduite par rapport aux sujets non blessés (47). Cependant, il faut rester prudent lors des étirements car certaines lésions localisées près du nerf sciatique peuvent occasionner un syndrome sciatique (48). Hunter et al, préconisent de réaliser les étirements hanche fléchie à 90 degrés afin de ne pas irriter le nerf sciatique. Ils proposent un ensemble d'exercices de mobilisations dynamiques physiologiques (figure 6-A) (49). Cette approche dynamique et fonctionnelle est utilisée pour améliorer la souplesse des ischio-jambiers tout en développant le contrôle neuromusculaire et la stabilité frontale (gainage) comme le " ball go and back" ( figure 7) ou le " Nordic Hamstring exercise" (figure 6-C) (50)(51). Les étirements du muscle

psoas sont préconisés par Chumanov et al. afin de lutter contre l'antéversion bassin qui majore l'étirement du muscle psoas de deux centimètres environ (52).

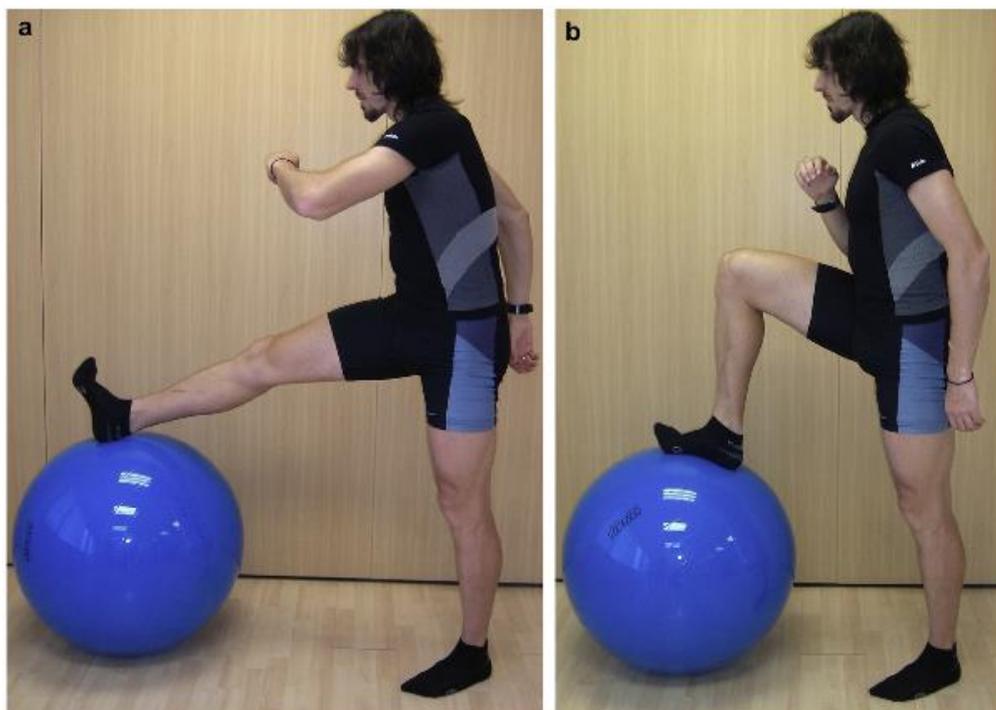


**Figure 6:** Exercices de rééducation pour assouplissement et renforcement musculaire des ischio-jambiers

**A:** Exercices de renforcement musculaire excentrique sur une seule jambe avec augmentation progressive de la charge des poids

**B:** Renforcement musculaire excentrique des ischio-jambiers sur Biodex

**C:** Nordic Hamstring exercise



**Figure 7:** " le ball go and back"

### 1.3.2.2.3. Phase fonctionnelle et retour sur le terrain de sport

La mobilisation musculaire permet d'orienter la cicatrisation des fibres musculaires selon des lignes de force créée par les sollicitations externes. A l'inverse l'immobilisation engendre la formation d'une cicatrice kystique et fibreuse, source de douleurs et de récurrences (38). Dès que la marche est indolore, les muscles des membres inférieurs se contractent tout en s'étirant selon un mode excentrique à des intensités très sous maximales.

La reprise sur le terrain est autorisée si l'étirement, la palpation et le testing sont indolores et que des tests simples comme le sautiller, la montée d'escalier sont réalisables et indolores et qu'il n'y a aucune gêne dans la vie quotidienne. Les exercices de course seront tout d'abord réalisés à 60% de leur maximum aérobie en termes de vitesse, de force et durée. Tous les 2-3 jours on pourra augmenter de 5 à 10% afin d'augmenter la vitesse mais également la durée (34).

Un programme de reprise sous conduite d'un entraîneur est préférable. En effet, une reprise progressive bien conduite en 10 étapes, les six premières sans ballon puis les quatre autres avec ballon, permet une diminution des lésions des membres inférieurs de 75% selon une étude randomisée suédoise (53).

**En résumé : la question du sportif à son médecin est toujours: « Quand vais –je pouvoir rejouer ? »**

La réponse n'est jamais simple et se fait en fonction des examens cliniques, paracliniques et de l'expérience de terrain du médecin du sport mais également du ressenti du sportif s'il possède une certaine expérience de son corps (34).

L'option de prolonger l'arrêt sportif est certes plus rassurante pour le médecin mais n'est en aucun cas adaptée au sportif de haut niveau. A l'opposé, écourter l'arrêt expose à des risques de récurrence. Le facteur temps est ainsi un facteur essentiel à toute prise en charge d'une lésion musculaire des ischio-jambiers.



### 1.3.3. Traitement chirurgical

Il doit rester exceptionnel au niveau des ischio-jambiers. Seules, les désinsertions complètes hautes doivent être à l'origine d'un avis médico-chirurgical.

## 2. L'ISOCINETISME

### 2.1. *HISTORIQUE*

C'est en 1967, aux Etats Unis, que Hislop et Perrine ont développé le concept d'isocinétisme en proposant de contrôler la vitesse du mouvement lors d'un effort musculaire. Cette méthode apparaîtra ensuite plus tardivement en Europe dans les années 1980 (8).

### 2.2. *PRINCIPE*

L'évaluation isocinétique diffère des autres méthodes. La vitesse du mouvement ( $60^\circ/s$ ,  $180^\circ/s..$ ) est imposée par le système à la convenance du médecin et reste constante au cours du mouvement. Cela permet de mesurer, grâce au dynamomètre, le moment de force développé par le sujet tout au long du mouvement selon une résistance auto-adaptée. Rochcongar a repris les grands principes de l'isocinétisme (54). Il existe un consensus concernant les modalités de réalisation des tests isocinétiques en ce qui concerne l'échauffement, la position d'évaluation, le rétro-contrôle visuel. De même, le dynamomètre isocinétique doit être régulièrement étalonné et la mesure de la gravité du segment de jambe réalisée. Les vitesses les plus utilisées pour l'évaluation s'étendent de  $30$  à  $240^\circ/s$ . Pour les vitesses rapides, il existe une corrélation entre le pic de force et le nombre de fibres rapides. Par contre, en dessous de  $30^\circ/s$ , les courbes sont ininterprétables.

L'isocinétisme permet donc de mesurer de façon précise et reproductible le moment de force des extenseurs et fléchisseurs du genou selon un mode concentrique et un mode excentrique. Cette méthode est utilisée dans des situations pathologiques variées telles que les traumatismes, la chirurgie de l'appareil locomoteur et les pathologies de surmenage où les capacités musculaires sont alors modifiées.



**Figure 8:** Machine CYBEX NORM utilisée pour la réalisation des tests isocinétiques

### **2.3. ANALYSE DES COURBES ET PARAMETRES MESURES OU CALCULES**

L'évaluation isocinétique permet une analyse qualitative et une analyse quantitative de la contraction musculaire.

D'un point de vue qualitatif, la forme de la courbe d'évaluation des fléchisseurs du genou selon un mode concentrique correspond à une hyperbole alors qu'elle correspond à un triangle à sommet inversé selon un mode excentrique.

D'un point de vue quantitatif, la méthode isocinétique permet de quantifier le moment de force maximum (MFM) des fléchisseurs du genou en Newton-mètre. Selon l'amplitude articulaire d'évaluation, le travail est également calculé en joule ainsi que la puissance en watt (55).

A partir de la mesure des moments de force isocinétiques, il est possible de calculer plusieurs rapports ou ratios isocinétiques (56).

Le ratio bilatéral correspond à la comparaison bilatérale des moments de force maximaux (MFM) des muscles homologues ischio-jambiers par exemple afin de rechercher une asymétrie bilatérale pourcentuelle.

Le ratio agoniste/antagoniste conventionnel est calculé en rapportant le moment de force maximum (MFM) concentrique des fléchisseurs au moment de force maximum (MFM) concentrique des extenseurs (IJ/Q con).

Le ratio agoniste/antagoniste mixte est calculé en rapportant le moment de force maximum (MFM) excentrique des fléchisseurs au moment de force maximum (MFM) concentrique des extenseurs (IJexc/Qcon). Ce ratio rendrait mieux compte de la réalité fonctionnelle de stabilisation du genou.

L'isocinétisme est également utilisé pour le renforcement musculaire dans différents contextes de rééducation : lésion musculaire ou ligamentaire, chirurgie pour lesquels les conditions de sécurité sont optimales.

#### **2.4. LIMITES DE L'EVALUATION ISOCINETIQUE**

Le coût du matériel est très élevé et explique le défaut de développement de cette méthode de mesure des déficiences musculaires. L'évaluation est réalisée en chaîne ouverte alors que les mouvements sportifs correspondent le plus souvent à des exercices en chaîne fermée c'est-à-dire en appui sur le sol. La vitesse de réalisation des tests est souvent trop basse pour mimer les exercices sportifs. L'évaluation isocinétique mesure la force externe des extenseurs et fléchisseurs du genou et non pas les forces internes des quadriceps et des ischio-jambiers. Il existe alors un abus de langage qui correspond à une simplification approximative. Les ratios sont calculés et non mesurés si bien que les valeurs cumulent les erreurs de mesure.

#### **2.5. EVALUATION DE LA PATHOLOGIE MUSCULAIRE**

Les lésions musculaires peuvent être favorisées par un déséquilibre agoniste/antagoniste ou une asymétrie bilatérale de la force. Il est donc intéressant de pouvoir mesurer cette qualité musculaire. Les tests d'évaluation cliniques sont très imprécis. La

mesure des périmètres de la cuisse par exemple ne reflète qu'approximativement la force en raison de la mesure imprécise de la masse musculaire qui tient compte des tissus cutanés, osseux et graisseux.

Lors du testing musculaire manuel avec une cotation allant de 0, aucune contraction visible ou palpable à 5, force musculaire normale, le caractère subjectif de l'évaluation rend approximatif le suivi, et l'imprécision d'autant plus importante si elle est effectuée par des examinateurs différents (8).

A partir de ce constat, la seule mesure fiable et reproductible de la force musculaire ne peut se faire qu'à l'aide d'un dynamomètre. Le dynamomètre isocinétique correspond à un dynamomètre extrêmement sophistiqué qui garantit la qualité des mesures. De plus, comme il l'a déjà été mentionné, il est possible de calculer des ratios qui comparent par exemple le côté considéré sain au côté pathologique ou encore de calculer un ratio agoniste/antagoniste.

Aagaard est le premier à avoir décrit le ratio mixte excentrique en 1995 (57). Depuis Croisier et al. en 1996, ont établi un ratio mixte utilisant des vitesses d'évaluation différentes pour les fléchisseurs et extenseurs (IJexc 30/Qcon 240). Ce ratio apparaît comme le plus discriminant pour l'évaluation des lésions intrinsèques des ischio-jambiers étant donné leur mécanisme lésionnel (freinage excentrique des ischio-jambiers lors d'une contraction concentrique du quadriceps). Selon Croisier et al., les limites inférieures des ratio IJ/Q con et IJ/Q exc sont respectivement 0,48 et 0,36-38. Pour le ratio mixte IJexc 30/Qcon 240, la limite inférieure est de 0,80 après étude de 20 sujets sédentaires sains, indemnes de toute pathologie des membres inférieurs (56) (58) .

Chez le footballeur professionnel, Croisier et al. ont identifié les sportifs qui étaient à risque de se blesser. Dans 70% des cas des anomalies bilatérales et agoniste/antagoniste étaient présentes. Les tests excentriques étaient plus discriminants que les tests concentriques au niveau des fléchisseurs de genou. Chez le même sujet, une différence de ratio bilatéral concentrique de 10% se traduit par une différence de ratio bilatéral excentrique de 20% d'où l'intérêt des tests excentriques. De plus, un ratio concentrique peut ne pas mettre en évidence de déficit alors que le ratio excentrique montrera un déficit significatif (7).

A partir de ce constat, Croisier et al. ont montré l'intérêt de la réalisation des tests isocinétiques avant la saison sportive dans le but de réduire les déficits de force mesurés et ainsi éviter des lésions musculaires des Ischio-jambiers.

## **3. L'ETUDE**

### **3.1. L'OBJECTIF**

L'objectif de notre étude a été de déterminer si les paramètres de force isocinétique réalisés en début de saison pouvaient prédire la survenue d'une lésion musculaire des ischio-jambiers chez des joueurs professionnels de football.

### **3.2. MATERIEL ET METHODE**

#### **3.2.1. Population**

##### **3.2.1.1. Généralités**

L'étude a porté sur des joueurs de football professionnels du FCNA qui ont pratiqué durant 10 saisons sportives entre 2001 et 2011. Dans un premier temps, la liste des joueurs professionnels ayant évolués au FCNA entre 2001 et 2011 a été récupérée à partir du site internet officiel du club.

##### **3.2.1.2. Critères d'inclusion**

Ils s'agissaient uniquement de joueurs de sexe masculin, capables de jouer en compétition. Seuls les joueurs ayant eu un test isocinétique en début de saison ou à leur embauche ont été analysés.

##### **3.2.1.3. Critères d'exclusion**

Les joueurs n'ayant pas eu de test isocinétique en début de saison ou à leur embauche ont été exclus, de même que les joueurs de centre de formation. Les joueurs qui ont présenté une lésion significative des membres inférieurs dans l'année précédent les tests isocinétiques ont également été exclus (chirurgie du genou, fracture, rupture musculaire).

#### 3.2.1.4. Paramètres d'étude de la population

Les lésions musculaires intrinsèques des ischio-jambiers ont été récupérées à partir du registre des accidents du travail du Football Club de Nantes (FCNA) sur la période de 2001 à 2011. Toutes ces lésions ont fait l'objet d'un diagnostic clinique et paraclinique par échographie. Le côté lésionnel a été précisé.

La durée d'accident de travail a été récupérée pour chacun d'entre eux et deux groupes ont été constitués en fonction de cette durée.

Le délai (en jours) entre la réalisation du test isocinétique et la survenue de la lésion musculaire a également été prise en compte et répartie en trois groupes.

L'étude a été approuvée par le Football Club de Nantes.

##### 3.2.1.4.1. Anthropométriques

- Poids
- Taille
- Age

##### 3.2.1.4.2. Poste sur le terrain:

- Attaquant
- milieu
- défenseur
- gardien

##### 3.2.1.4.3. Paramètres de lésion des IJ:

- Droit (D) et Gauche (G)
- Accident de travail (AT) :
  - < 30 jours
  - > ou = 30 jours
- Délai entre le test isocinétique et la lésion des IJ:
  - < 1 mois
  - > ou = 1 mois et < 3 mois
  - > ou = 3 mois

### **3.2.2. Matériel**

L'évaluation isocinétique s'est faite à l'aide d'un dynamomètre isocinétique Cybex Norm® (Lumex Inc. Ronkoma, NY, USA) en début de saison (juin, juillet, août) ou à l'arrivée au club.

### **3.2.3. Procédure des tests isocinétiques**

#### **3.2.3.1. Installation**

Les deux jambes ont été évaluées l'une après l'autre selon un ordre aléatoire. Un essai a été réalisé dans un premier temps avec trois répétitions sous maximales selon des mouvements concentriques et excentriques à 60°/sec.

#### **3.2.3.2. Essais**

Après un échauffement de dix minutes sur ergocycle (70 RPM), le joueur a été sanglé, en position assise, hanches à 90°, axe du dynamomètre en regard de l'axe du genou. L'amplitude possible a été limitée à 100° (de l'extension complète à 100° de flexion). La gravité a été prise en compte et corrigée avant de débiter les tests. Le dynamomètre a été régulièrement étalonné selon les normes du constructeur. Le sujet a été encouragé verbalement tout au long du test afin qu'il puisse réaliser un effort maximal.

#### **3.2.3.3. Les différents protocoles utilisés**

L'ensemble des valeurs des pics de force pour les différentes vitesses angulaires a été récupéré à partir des bases de données des cybex du Football Club de Nantes Atlantique (FCNA) et du service de médecine du sport. Trois protocoles différents ont été utilisés sur la période 2001-2011.

#### 3.2.3.3.1. **Protocole N°1**

- Con 60°/sec x 3
- Con 180°/sec x 5
- Exc 60°/sec x 5
- Exc 120°/sec x 5

Après dix minutes d'échauffement, trois mouvements maximaux sur un mode concentrique ont été réalisés à 60°/sec suivis de 5 mouvements maximaux à 180°/sec. Après 2 min de récupération, cinq mouvements maximaux ont ensuite été réalisés en excentrique à 60°/sec puis à 120°/s entrecoupés de 30 secondes de repos. Les pics de force des extenseurs et des fléchisseurs ont été mesurés et les différents ratios ont été calculés.

Les deux autres protocoles ont suivi la même procédure mais en utilisant des vitesses d'évaluation différentes.

#### 3.2.3.3.2. **Protocole N°2**

- Con 60°/sec x3
- Con 240°/sec x5
- Exc 30°/sec x5
- Exc 120°/sec x5

#### 3.2.3.3.3. **Protocole N°3**

- Con 120°/sec x 3
- Con 240°/sec x 5
- Exc 30°/sec x 5
- Exc 120°/sec x 5

### 3.2.4. **Paramètres isocinétiques**

A partir des valeurs de pic de Force, ont été calculés les ratio bilatéraux, les ratio unilatéraux droit et gauche agoniste/antagoniste conventionnels et mixtes :

#### 3.2.4.1. Ratios bilatéraux:

- IJ/IJ con 60
  - IJ/IJ con 120
  - IJ/IJ con 180
  - IJ/IJ exc 30
  - IJ/IJ exc 120
  - IJ/IJ exc 60
- Légende  
*con: concentrique*  
*exc: excentrique*  
*sec: seconde*  
*IJ: ischio-jambier*  
*Q:quadriceps*

#### 3.2.4.2. Ratios unilatéraux:

Conventionnels:

- IJ/Q con 60 D et G
- IJ/Q con 120 D et G
- IJ/Q con 180 D et G
- IJ/Q con 240 D et G

Mixtes:

- IJexc/Qcon 60 D et G
- IJexc/Qcon 120 D et G
- IJexc/Qcon 180 D et G
- IJexc 30/Qcon 240 D et G

#### 3.2.4.3. Cutoff utilisés pour prédire une lésion des IJ

Les seuils ont été fixés à 0.85 pour les ratios bilatéraux, à 0,47 pour les ratios unilatéraux conventionnels et à 0,80 pour les ratios unilatéraux mixtes en référence à l'étude de Croisier et al (10).

#### 3.2.5. Analyse statistique

Les joueurs ont été séparés en 2 populations :

- Les joueurs Non Blessés (NB).

- Les joueurs Blessés (B) durant la saison après le test isocinétique.

Les joueurs Blessés (B) ayant présenté une récurrence après une première lésion faisant suite à un test isocinétique ont de plus été étudiés séparément au cas par cas.

### 3.2.5.1. Comparaison des populations Blessées et Non Blessées

Dans un premier temps, nous avons utilisé le test de Student afin de comparer la moyenne des paramètres anthropométriques et des différents ratios isocinétiques entre les deux populations Blessées (B) et Non Blessées (NB).

En ce qui a concerné les ratios unilatéraux, les membres non lésés de la population blessée (B) ont été pris en compte avec les membres du groupe des non blessés (NB).

Pour les ratios bilatéraux de la population blessée (B), du fait que le membre blessé a dû être pris en compte à posteriori des tests isocinétiques, il aurait été incorrect de calculer le ratio IJ lésés/IJ sains. Nous avons donc comparé la moyenne des ratios bilatéraux entre les populations blessées (B) et non blessées (NB) en prenant le rapport IJ les plus faibles / IJ les plus forts afin d'obtenir des valeurs de ratio toujours inférieures à 1. Nous aurions pu choisir de comparer des ratios IJ G/IJ D ou IJ D/ IJ G, qui ne préjugent pas du côté lésionnel à posteriori. Mais ces ratios sont alors inférieurs ou supérieurs à 1, ce qui rend impossible le calcul des moyennes.

### 3.2.5.2. Tests de Prédiction de la survenue d'une lésion

#### 3.2.5.2.1. Test de vraisemblance diagnostique

##### 3.2.5.2.1.1. Prédiction de la survenue d'une lésion

Le risque de survenue d'une lésion musculaire dans la saison a été évalué à partir de la sensibilité (se), spécificité (sp), valeur prédictive positive (VPP), valeur prédictive négative (VPN) et les taux de vraisemblance diagnostique positif (TVD+) et négatif (TVD-) des différents ratios isocinétiques bilatéraux et unilatéraux conventionnels ou mixtes (59).

Les TVD+ et - ont été calculés à partir de la sensibilité et de la spécificité.

Le TVD+ a été calculé selon la formule:

$$\frac{\text{Sensibilité}}{100 - \text{spécificité}}$$

Plus le TVD+ est élevé et plus le paramètre isocinétique prédit la survenue d'une lésion des ischio-jambiers.

En dessous de 2, l'influence du paramètre isocinétique pour prédire une lésion des ischio-jambiers est très faible;

Entre 2 et 5 la prédiction est faible mais parfois utile;

Entre 5 et 10 la prédiction est modérée (souvent très utile);

Au delà de 10, la prédiction est majeure (souvent décisive).

Le TVD - a été calculé selon la formule:

$$\frac{(100 - \text{sensibilité})}{\text{spécificité}}$$

Ainsi, plus la valeur est faible, plus l'absence du paramètre isocinétique prédit l'absence de survenue d'une lésion des ischio-jambiers.

Entre 0.1 et 0.2, l'absence du paramètre est souvent utile

Entre 0.2 et 0.5, l'absence du paramètre est parfois utile

Entre 0.5 et 1, l'absence du paramètre est généralement inutile.

#### 3.2.5.2.1.2. **Prédiction en fonction de la gravité de la lésion**

Les TVD+ et – ont également été calculés en fonction de la gravité de la lésion selon la même méthode, après séparation de la population blessée en fonction de la durée d'accident de travail inférieure ou supérieure à 30 jours.

#### 3.2.5.2.1.3. **Prédiction en fonction du délai entre le test isocinétique et la survenue de la lésion**

Les TVD + et - ont été calculés en prenant en compte le temps écoulé entre la réalisation du test isocinétique en début de saison (< 1 mois, entre 1 et 3 mois ou > 3mois) et la survenue de la lésion des ischio-jambiers.

#### 3.2.5.2.2. **Calcul de probabilité**

La probabilité du paramètre isocinétique positif en début de saison chez les blessés a été calculée à partir de la prévalence de lésion des ischio-jambiers pour la population étudiée.

Cela a permis de déterminer une cote à priori (prévalence / 100 - prévalence) permettant le calcul de la cote à posteriori en la multipliant par le TVD + de chaque test. La probabilité en pourcentage a pu ensuite être estimée par le rapport cote à posteriori/ (cote à posteriori + 1). La probabilité du cumul de plusieurs signes à été calculée selon le même principe (59).

## **4. RESULTATS**

### **4.1. LA POPULATION**

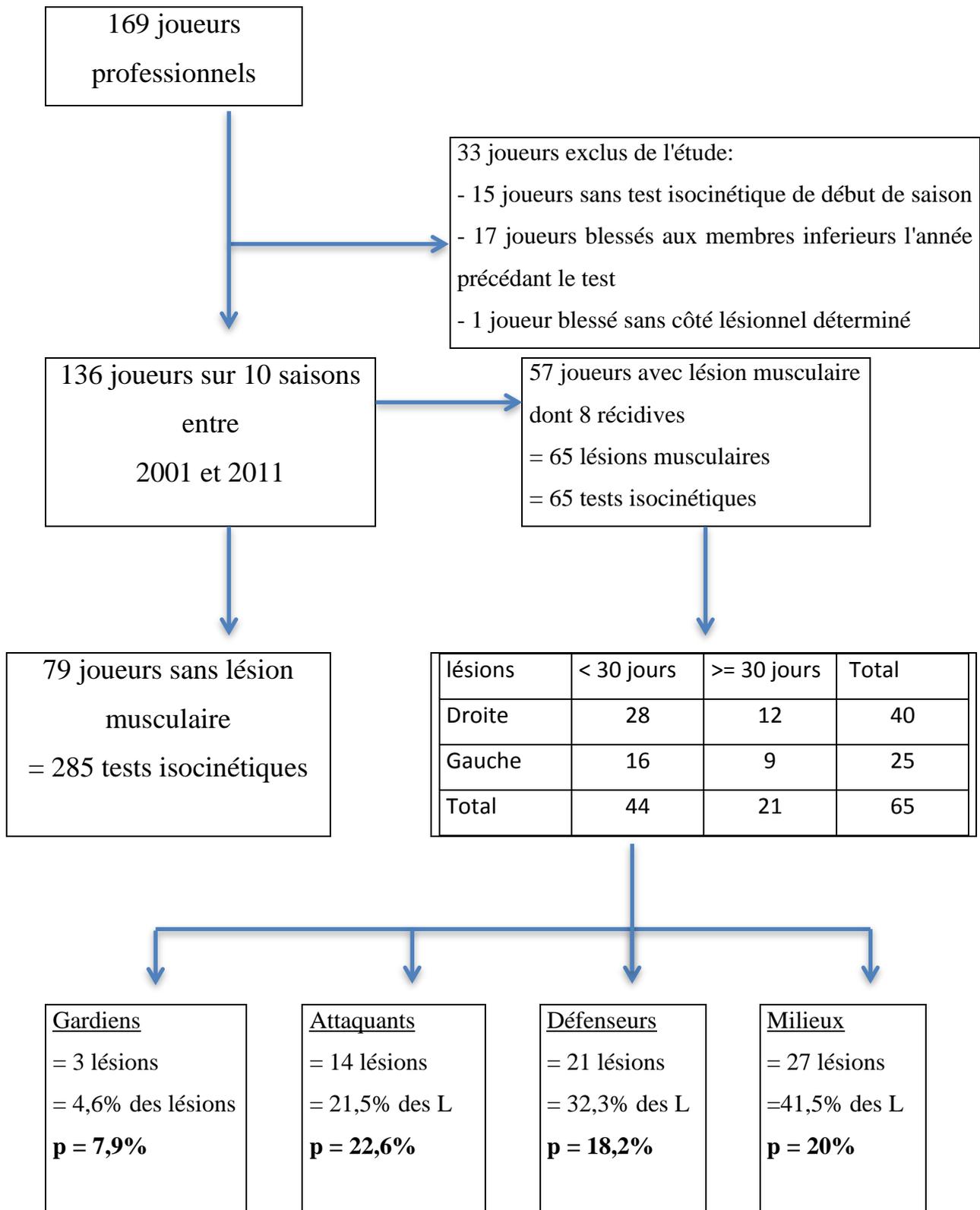
L'étude a concerné 169 joueurs. 16 joueurs ont été exclus car ils n'ont pas réalisé de tests isocinétiques de début de saison. 17 joueurs ont été exclus car ils ont présenté une lésion des membres inférieurs l'année précédant les tests isocinétiques (ligamentoplastie du LCA ou autre pathologie du genou (ligamentaire ou rotulienne), fracture ou lésion musculaire du quadriceps, des adducteurs ou des ischio-jambiers). 136 joueurs ont donc réalisé 350 tests isocinétiques sur 10 saisons consécutives entre 2001 et 2011 (cf tableau : schéma de l'étude).

285 tests isocinétiques ont été réalisés chez 79 joueurs (âge moyen : 22,5 ans +/- 4,8) qui n'ont pas présenté de blessure des IJ dans la saison suivante.

57 joueurs (âge moyen : 25,2 ans +/- 4,2) ont présenté 65 lésions musculaires des IJ durant la saison qui a suivi les tests isocinétiques. 40 lésions ont été diagnostiquées du côté droit contre 25 du côté gauche. Pour chacune d'entre elle, un test isocinétique a été réalisé en début de saison, soit 65 tests isocinétiques pour les 57 joueurs blessés au cours des dix saisons étudiées. Huit joueurs ont présenté une récurrence lésionnelle dans la saison.

## Tableau 1

### Schéma de l'étude



*p = prévalence L = lésion*

La prévalence des lésions des ischio-jambiers pour la population totale étudiée a été de 18,6% (65/350).

#### **4.1.1. Répartition des lésions en fonction de la durée de l'accident de travail**

Il y a eu 21 lésions majeures ( $\geq 30$  jours) contre 44 lésions d'une durée inférieure à 1 mois.

#### **4.1.2. Répartition des lésions en fonction du délai entre le test isocinétique et la survenue de la lésion musculaire**

La durée entre les tests isocinétiques et la lésion était inférieure à 1 mois pour 13 lésions, comprise entre 1 et 3 mois pour 21 lésions et supérieure à 3 mois pour 31 lésions.

#### **4.1.3. Répartition des 65 lésions musculaires en fonction du poste:**

Sur l'ensemble des dix saisons:

- 3 lésions ont été rapportées chez les gardiens après la réalisation de 38 tests isocinétiques en début de saison, soit une incidence des blessures de 7,9% (3/38) chez les gardiens et de 4,6% pour toute la population de joueurs blessés confondue (3/65);

- 14 lésions ont été rapportées chez les attaquants après la réalisation de 62 tests isocinétiques en début de saison, soit une incidence des blessures de 22,6% (14/62) chez les attaquants et de 21,5% pour toute la population de joueurs blessés confondue (14/65);

- 21 lésions ont été rapportées chez les défenseurs après la réalisation de 115 tests isocinétiques en début de saison, soit une incidence des blessures de 18,2% (21/115) chez les défenseurs et de 32,3% pour toute la population de joueurs blessés confondue (21/65).

- 27 lésions ont été rapportées chez les milieux après la réalisation de 135 tests isocinétiques en début de saison, soit une incidence des blessures de 20% (27/135) chez les milieux et de 41,5% pour toute la population de joueurs blessés confondue (27/65);

## 4.2. COMPARAISON DES PARAMETRES ANTHROPOMETRIQUES ET DES DIFFERENTS RATIO ISOCINETIQUES DES POPULATIONS BLESSEES ET NON BLESSEES

### 4.2.1. Comparaison des paramètres anthropométriques des populations Blessées et Non Blessées

Aucune différence significative n'a été retrouvée entre les deux populations blessées et non blessées pour l'ensemble des paramètres anthropométriques (Tableau 2).

**Tableau 2**

**Comparaison des paramètres anthropométriques des joueurs , qui ont présenté ou non une blessure des IJ durant la saison qui a suivi les tests isocinétiques**

	Absence de blessure ( n= 285)		Avec blessure ( n= 65)		P
	Moyenne	SD	Moyenne	SD	
Age ( année)	22.5	4.8	25.2	4.2	NS
Poids (kg)	75.2	6.9	76.1	6	NS
Taille ( cm)	180.4	5.8	180.8	4.6	NS
BMI	23.1	1.5	23.3	1.2	NS

SD: déviation standard, écart-type, NS: non significatif

## 4.2.2. Comparaison des ratios isocinétiques entre les populations Blessées et Non Blessées

### 4.2.2.1. Ratios unilatéraux

Aucune différence significative n'a été retrouvée entre la population qui ne s'est pas blessée et celle qui s'est blessée pour l'ensemble des ratios unilatéraux conventionnels et mixtes (Tableau 3, 1ère partie).

### 4.2.2.2. Ratios bilatéraux

Aucune différence significative n'a été retrouvée entre la population qui ne s'est pas blessée et celle qui s'est blessée pour les ratios bilatéraux. (Tableau 3, 2nde partie).

**Tableau 3**

**Comparaison des ratios unilatéraux et bilatéraux des joueurs qui ont présenté ou non une blessure des IJ durant la saison qui a suivi les tests isocinétiques**

Nombre de tests (n)	Ratios	Sans blessure	Avec blessure	p( test de student)
<b>Ratio Unilatéraux*: Ischio-jambier/ Quadriceps (IJ/Q) en %</b>				
<b>Conventionnels: IJconc/ Qconc</b>				
n= 684 (B= 64 NB=620)	Con 60°/s	66.5 +/-10.8	66 +/-11	0.688 (NS)
n= 402 (B= 38 NB= 364)	Con 120°/s	65.4 +/- 17.7	68.6 +/-16	0.281 (NS)
n= 322 (B= 26 NB= 296)	Con 180°/s	71.1 +/-21.2	70.8 +/-22.7	0.947 (NS)
n= 518 (B= 49 NB= 469)	Con 240°/s	84.5 +/-44.1	89.3 +/-61	0.504 (NS)
<b>Mixte: IJexc/Qconc</b>				
n= 136 (B= 10 NB= 126)	Exc/Con 60°/s	88.4 +/-20.9	83.9 +/-24.6	0.531 (NS)
n= 206 (B= 20 NB= 186)	Exc/Con 120°/s	151.6 +/-26.9	146.5 +/- 48.3	0.930 (NS)
n= 392 (B= 39 NB= 353)	Exc30°/Con 240°	132.6 +/-26.9	131 +/-24.7	0.727 (NS)
<b>Ratio bilatéraux**: Ischio-jambier/ Ischio-jambier ( IJ/IJ) en %</b>				
n= 343 (B= 64 NB= 279)	Con 60°/s	89.6 +/- 9.4	88.2 +/- 10	0.299 (NS)
n= 281 (B= 53 NB= 228)	Con 120°/s	74.2 +/- 20.1	74.4 +/- 16.7	0.955 (NS)
n= 160 (B= 26 NB= 134)	Con 180°/s	87.9 +/- 12.6	89.2 +/-12.7	0.645 (NS)
n= 198 (B= 41 NB= 157)	Exc 30°/s	89.3 +/-7.9	87.9 +/-10.1	0.656 (NS)
n= 188 (B= 35 NB= 153)	Exc 120°/s	87.1 +/- 11.7	86.3 +/-10.2	0.726 (NS)
n= 67 (B=10 NB= 57)	Exc 60°/s	85 +/- 11.5	81.9 +/-11.2	0.574 (NS)

\*Les jambes saines des joueurs blessés ont été prises en compte avec les jambes saines des non blessés pour le calcul de l'ensemble des ratios unilatéraux.

\*\*Les ratios bilatéraux ont été calculés en rapportant la jambe la plus faible/jambe la plus forte pour les blessés et les non blessés.

n= nombre total de tests isocinétiques    B= nombre de tests chez les blessés    NB= nombre de tests chez les non blessés

NS: non significatif

### 4.2.3. Présentation des patients récidivants

La moyenne des ratios mixtes (I<sub>exc</sub>/Q<sub>con</sub> 60) est inférieure au cutoff de Croisier et al. (< 0,80) aussi bien pour la jambe lésée que pour la non lésée. Ce paramètre n'est donc pas intéressant pour identifier un joueur susceptible de récidiver dans la saison. Aucun des autres paramètres unilatéraux mixtes n'est inférieur à 0,80. Les ratios conventionnels IJ/Q con 60°/sec et 180°/sec sont supérieurs à 0,47. Ils ne permettent donc pas d'identifier un joueur à risque de récurrence. Par contre, les ratios bilatéraux IJ/IJ con 60 met en évidence une asymétrie bilatérale en prenant un cutoff inférieur à 85% (Asymétrie de 15%) chez 5 sujets sur 8 récidivants.

**Tableau 4**  
**Paramètres lésionnels et isocinétiques des patients récidivants**

Joueurs	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	Moyenne
Délai test- lésion	12 jours	245 jours	9 jours	58 jours	28 jours	59 jours	130 jours	264 jours	100,5
Année de lésion	2002	2002	2003	2005	2009	2010	2010	2011	x
Côté lésion	Gauche	Gauche	Droit	Gauche	Droit	Droit	Gauche	Gauche	x
Nombre de récurrence	1	1	4	1	2	1	1	1	1,5
Durée totale d'AT	20	38	32	31	49	24	101	16	39
<b>1) Ratio Unilatéraux: Ischio-jambier/ Quadriceps (IJ/Q) en % ( Jambe blessée/ jambe non blessée)</b>									
<b>Conventionnels: I<sub>con</sub>/ Q<sub>con</sub> ( cutoff &lt; 0,47)</b>									
<b>Con 60°/s</b>	0,66/0,64	0,48/0,48	0,67 /0,87	0,57/0,53	<b>0,45/0,42</b>	0,70/0,68	<b>0,31/0,54</b>	0,81/0,70	0,58/0,61
<b>Con 180°/s</b>	0,79/ 0,77	0,53/0,62	Abs	Abs	<b>0,45/ 0,46</b>	0,76/ 0,70	<b>0,37/0,58</b>	0,75/0,82	0,61/0,66
<b>Mixte: I<sub>exc</sub>/Q<sub>con</sub> (cutoff &lt; 0,80)</b>									
<b>Exc 120/Con 240°</b>	Abs	1,01/0,92	Abs	1,38/1,23	Abs	Abs	Abs	Abs	1,20/1,08
<b>Exc30°/Con 240°</b>	Abs	1,03/0,91	1,21/1,47	1,32/ 1,18	Abs	Abs	Abs	Abs	1,19/1,19
<b>Exc/Con 60°</b>	Abs	Abs	Abs	Abs	<b>0,51/0,57</b>	1,15/ 1,03	<b>0,37/0,51</b>	1/ 0,75	<b>0,75/0,72</b>
<b>2) Ratio bilatéraux: Ischio-jambier/ Ischio-jambier ( IJ/IJ) en % (jambe blessée/non blessée) (cutoff &gt; 15%)</b>									
<b>Con 60°/s</b>	0,99	<b>0,78</b>	<b>0,58</b>	0,98	<b>0,79</b>	0,99	<b>0,47</b>	0,91	<b>0,81</b>
<b>Con 180°/s</b>	0,96	0,98	Abs	Abs	<b>0,84</b>	0,87	<b>0,56</b>	0,93	0,86
<b>Exc 30°/s</b>	Abs	<b>0,72</b>	<b>0,74</b>	0,97	Abs	Abs	Abs	0,92	<b>0,84</b>
<b>Exc 120°/s</b>	Abs	<b>0,79</b>	0,91	0,97	0,96	Abs	<b>0,69</b>	0,94	0,87
<b>Exc 60°/s</b>	Abs	Abs	Abs	Abs	0,95	0,91	<b>0,6</b>	Abs	<b>0,82</b>

Abs= absent

#### **4.2.4. Prédiction de la survenue d'une lésion musculaire des ischio-jambiers dans la saison après test isocinétique selon les différents ratios**

##### **4.2.4.1. Prédiction par les ratios unilatéraux conventionnels (IJ/Q con)**

Seul le ratio unilatéral conventionnel IJ/Q con 180 inférieur à 0,47 est un paramètre parfois utile mais il reste faible pour prédire la survenue d'une lésion dans la saison (TVD+ = 2.56) malgré une très bonne spécificité (sp= 97%). Sa probabilité de prédire une lésion dans la saison est de 36,9%. Il n'existe aucun paramètre utile selon le Taux de Vraisemblance Diagnostic négatif (Tableau 5, 1ère partie et Annexe 1-A)

##### **4.2.4.2. Prédiction par les ratios mixtes (IJexc/Qcon)**

Le ratio mixte IJexc 30/Qcon 240 inférieur à 0,80 est un paramètre parfois utile (TVD+ = 2,94 et probabilité = 40,1%) pour prédire la survenue d'une lésion dans la saison. Sa spécificité est excellente (sp=99%) pour identifier des joueurs qui vont présenter une lésion dans la saison (Tableau 5, partie 2 et Annexe 3-A).

##### **4.2.4.3. Prédiction par les ratios bilatéraux (IJ/IJ con)**

Le ratio bilatéral IJ/IJ con 60 inférieur à 85% (Asymétrie de 15%) est un paramètre parfois utile (TVD+ = 2,26 et probabilité = 34%) pour prédire la survenue d'une lésion dans la saison avec une bonne spécificité (sp= 85,5%) pour identifier des joueurs qui vont présenter une lésion dans la saison (Tableau 5, partie 3).

Tableau 5 Prédiction de la survenue d'une lésion musculaire des Ischio- Jambiers selon les ratios isocinétiques							
Ratio	Se (%)	Sp (%)	VPP (%)	VPN (%)	TVD+	TVD-	P Signe + (%)
<b>Unilatéraux: Ischio-jambier/Quadriceps IJ/Q</b>							
<b>Conventionnel: IJ Conc/Q conc ( cutt off= 0,47)</b>							
Con 60°/s	3,13%	98,20%	15,40%	91,00%	1,74	0,98	28,36%
Con 120°/s	5,26%	89,30%	4,88%	90,00%	0,49	1,06	10,06%
Con 180°/s	7,70%	97,00%	18,00%	92,30%	<b>2,56</b>	0,95	<b>36,87%</b>
Con 240°/s	0,00%	99,80%	0,00%	91,00%	0	1,002	0%
<b>Mixte: IJ exc/ Q conc ( cutt off= 0,80)</b>							
Exc/Con 60°/s	30,00%	65,00%	63,80%	92,00%	0,86	1,08	16,39%
Exc/Con 120°/s	5,00%	96,00%	12,50%	90,50%	1,25	0,99	22,18%
Exc30°/Con 240°	2,50%	99,15%	25,00%	90,20%	<b>2,94</b>	0,98	<b>40,14%</b>
<b>Bilatéraux: Ischio-jambiers/ischiojambiers ( cutt off= 15%)</b>							
Con 60°/s	32,81%	85,49%	22,58%	85,49%	<b>2,26</b>	0,78	<b>34,01%</b>
Con 120°/s	64,15%	33,77%	18,37%	80,20%	0,96	1,06	17,97%
Con 180°/s	23,07%	73,88%	14,63%	83,19%	0,88	1,04	16,72%
Exc 30°/s	29,26%	72,61%	21,81%	79,72%	1,068	0,97	19,60%
Exc 120°/s	42,85%	72,54%	26,31%	84,73%	1,56	0,78	26,25%
Exc 60°/s	60,00%	59,54%	20,69%	89,47%	1,48	0,98	25,24%

Les ratios bilatéraux ont été calculés en prenant le rapport jambe la plus faible/jambe la plus forte pour les blessés et les non blessés

Se=sensibilité
Sp=spécificité
VPP= valeur prédictive positive
VPN=valeur prédictive négative
TVD+= taux de vraisemblance diagnostic positif
TVD-= taux de vraisemblance diagnostic négatif

#### 4.2.5. Prédiction de la survenue d'une lésion des ischio-jambiers selon les ratios isocinétiques en fonction de la gravité de la lésion (selon la durée de l'accident de travail)

##### 4.2.5.1. Prédiction par les ratios unilatéraux conventionnels

##### 4.2.5.1.1. Le ratio IJ/Q con 60

Le ratio IJ/Q con 60 < 0,47 est un paramètre faible mais parfois utile (TVD + = 2,25 et probabilité = 24,4 %) pour identifier les joueurs qui vont présenter une lésion de moins de trente jours (AT < 30 jours) dans la saison avec une très bonne spécificité (sp= 98%). Ce paramètre est plus performant pour identifier les joueurs qui vont présenter une lésion grave dans la saison (AT > 30 jours) (TVD + = 5 et probabilité = 23%) avec une excellente spécificité (sp = 98%) (Tableau 6 et Annexe 2-A).

#### 4.2.5.1.2. **Le ratio IJ/Q con 180**

Le ratio IJ/Q con 180  $< 0,47$  est un paramètre très utile (TVD + = 7,33 et probabilité = 30,5%) pour identifier les joueurs qui vont présenter une lésion grave (AT  $\geq$  30 jours) avec une très bonne spécificité (sp= 97%). Par contre ce paramètre est inutile pour identifier des lésions de moins de 30 jours (TVD = 0, probabilité = 0%, sp = 97%) (Tableau 6 et Annexe 1-B)

#### 4.2.5.2. **Prédiction par les ratios unilatéraux mixtes**

##### 4.2.5.2.1. **IJexc 30/Qcon 240**

Le ratio IJexc 30/Q con 240  $< 0,80$  est un paramètre faible mais parfois utile (TVD+ = 4,36 et probabilité = 38,3%) pour identifier les joueurs qui vont présenter une lésion de moins de trente jours dans la saison avec une excellente spécificité (sp= 99,15%). Par contre, il est inutile (TVD + = 0) pour identifier les joueurs qui vont présenter une lésion grave (AT  $\geq$  30 jours) (Tableau 6 et Annexe 3-B).

##### 4.2.5.2.2. **IJexc 60/Q Con 60**

Le ratio IJexc 60/Qcon 60  $< 0,80$  est un paramètre faible mais parfois utile (TVD + = 2,14 et probabilité = 11,3%) pour identifier les joueurs qui vont présenter une lésion de plus de trente jours dans la saison (sp= 65%). L'absence de ce paramètre ou ratio  $> 0,80$  est aussi parfois utile (TVD - = 0,38) pour identifier des joueurs non blessés dans la saison. Par contre, ce paramètre est inutile pour les blessures de moins de 30 jours (TVD + = 0).

#### 4.2.5.3. **Prédiction par les ratios bilatéraux**

##### 4.2.5.3.1. **IJ/IJ con 120**

Le ratio IJ/IJ con 120  $< 85\%$  (Asymétrie de 15%) est inutile pour identifier les joueurs qui vont présenter une lésion dans la saison quelle que soit la durée d'accident de travail (AT). Par contre, l'absence de ce paramètre, c'est à dire l'absence d'asymétrie des ischio-jambiers de

plus de 15%, est très utile (TVD négatif = 0,17) et diminue la probabilité d'identifier les joueurs qui vont présenter une lésion de plus de 30 jours dans la saison.

#### 4.2.5.3.2. IJ/IJ exc 60

Le ratio IJ/IJ exc 60 < 85% (Asymétrie de 15%) est parfois utile (TVD - = 0,42) pour diminuer la probabilité d'identifier les joueurs qui vont présenter une lésion de plus de 30 jours dans la saison (sp= 59,6%).

**Conclusion:** le paramètre isocinétique le plus intéressant pour prédire la survenue d'une lésion des ischio-jambiers dans la saison quelle que soit sa gravité est donc représenté par le ratio unilatéral conventionnel IJ/ Q con 60 (Tableau 6).

**Tableau 6**  
Prédiction de la survenue d'une lésion musculaire des IJ selon les ratios isocinétiques en fonction de la gravité de la lésion (selon la durée de l'accident de travail)

Ratio	Se (%)		Sp (%)		VPP (%)		VPN (%)		TVD+		TVD-		P Signe + (%)	
Durée de la lésion	< 30j	>=30j	< 30j	>= 30j	< 30j	>= 30j	< 30j	>= 30j	< 30j	>= 30j	< 30j	>= 30j	< 30j	>= 30j
<b>Unilatéraux: ischio-jambier/ Quadriceps ( IJ/Q)</b>														
<b>Conventionnel: IJ conc/Q conc ( cutt off = 0.47)</b>														
Con 60°/s	4,50%	10,00%	98,00%	98,00%	15,00%	15,00%	93,50%	97,10%	2,25	5	0,56	0,92	24.35%	23.07%
Con 120°/s	3,50%	20,00%	89,30%	89,30%	2,50%	4,80%	92,30%	97,60%	0,3	1,71	0,72	0,89	4.12%	9.31%
Con 180°/s	0,00%	22,00%	97,00%	97,00%	0,00%	18,00%	94,40%	97,00%	0	7,33	1,03	0,8	0%	30.56%
Con 240°/s	0,00%	0,00%	99,80%	99,80%	0,00%	0,00%	94,00%	97,00%	0	0	1	1	0%	0%
<b>Mixte: IJ exc/Qconc ( cutt off = 0.80)</b>														
Exc/Con 60°/s	0,00%	75,00%	65,00%	65,00%	0,00%	6,30%	94,00%	98,80%	0	2,14	1,54	0,38	0%	11.38%
Exc/Con 120°/s	7,10%	0,00%	96,00%	96,00%	12,50%	0,00%	93,00%	96,70%	1,77	0	0,96	0,99	20.20%	0%
Exc30°/Con 240°	3,70%	0,00%	99,15%	99,15%	25,00%	0,00%	93,00%	96,70%	4,35	0	0,97	1	38.35%	0%
<b>Bilatéraux: Ischio-jambiers/ischiojambiers ( cutt off= 15%)</b>														
Con 60°/s	27.27%	50,00%	78.13%	78.13%	16.43%	14.08%	87.20%	95.61%	1.25	2.28	0.93	0.64	15.18%	12.04%
Con 120°/s	55.55%	94,11%	33.77%	33.77%	11.69%	9.58%	82.79%	98.72%	0.85	1.42	1.31	0.17	10.85%	7.85%
Con 180°/s	17.64%	27.27%	73.80%	73.80%	7.89%	7.89%	87.61%	92.59%	0.65	1.01	1.12	1.13	8.51%	3.75%
Exc 30°/s	31,00%	33,33%	72,61%	72,61%	17,30%	9,30%	85,07%	93,44%	1,13	0,95	1,13	0,92	13,92%	5,39%
Exc 120°/s	50,00%	30,76%	72,54%	72,54%	20,75%	8,69%	90,35%	91,96%	1,82	1,12	0,69	0,95	20,65%	6,29%
Exc 60°/s	50,00%	75,00%	59,64%	59,64%	11,53%	11,53%	91,89%	97,14%	1,24	1,86	0,83	0,42	15,10%	10,05%

Les ratio bilatéraux ont été calculé en prenant le rapport de la jambe la plus faible/ la plus forte pour les blessés et les non blessés

#### 4.2.6. Prédiction de la survenue d'une lésion musculaire des ischio-jambiers selon les ratios isocinétiques en fonction du délai entre les tests isocinétiques et la survenue de la lésion

#### 4.2.6.1. Prédiction par ratio conventionnel IJ/Q

##### 4.2.6.1.1. IJ/Q con 60

Le ratio unilatéral IJ/Q Con 60  $< 0,47$  est un paramètre faible mais parfois utile (TVD+ = 4,2 et probabilité= 49,3%) pour identifier un joueur qui va présenter une lésion dans le mois suivant le test isocinétique avec une très bonne spécificité (sp= 98,2%). Ce paramètre est encore meilleur pour prédire la survenue de la blessure dans un délai compris entre 1 et 3 mois (TVD+ = 5,2 et probabilité= 54,6%). Par contre, l'intérêt est moindre pour prédire une lésion à plus de trois mois du test isocinétique (TVD + = 1,84 et probabilité= 29,5%) (Tableau 7 et Annexe 2-B et C).

##### 4.2.6.1.2. IJ/Q con 180

Le ratio unilatéral IJ/Q Con 180  $< 0,47$  est un paramètre très utile (TVD + = 16, 1 et probabilité = 78,7%) pour identifier un joueur qui va présenter une lésion dans le mois suivant le test isocinétique (sp= 99,1%). Par contre ce ratio est faible pour la prédiction à plus de 3 mois (TVD += 2,9 et probabilité= 39,8%) et est inutile pour la prédiction entre 1 et 3 mois (TVD + = 0) (Tableau 7 et Annexe 1-C).

#### 4.2.6.2. Par ratio mixte IJexc/Qcon

##### 4.2.6.2.1. IJexc/Qcon 120

Le ratio mixte IJexc/Qcon 120  $< 0,80$  est faible mais parfois utile (TVD+ = 2, 9 et probabilité = 39,5%) pour identifier un joueur qui va se blesser dans le mois suivant le test isocinétique (sp= 65%). Parallèlement, si ce même ratio est  $> 0,80$  (= test négatif), la probabilité est très faible que le joueur se blesse dans le mois suivant le test (TVD - = 0,01). Par contre il est inutile pour la prédiction entre 1 et 3 mois (TVD + = 0,7 et probabilité = 14%) et après 3 mois (TVD + = 0,57 et probabilité = 11%).

##### 4.2.6.2.2. IJexc/con 60

Le ratio unilatéral mixte IJexc/Qcon 60 est faible mais parfois utile (TVD + = 3,7 et probabilité = 46%, sp= 96,2%) pour identifier un joueur qui va se blesser entre 1 et 3 mois après le test isocinétique.

#### 4.2.6.3. Prédiction par les ratios bilatéraux (Tableau 7, 2de partie)

##### 4.2.6.3.1. IJ/IJ exc 60

Le ratio bilatéral IJ/IJ exc 60 > à 0,85 (test -), est faiblement utile pour identifier le joueur qui ne va pas se blesser dans un délai de un à trois mois.

**Conclusion: le paramètre le plus utile pour prédire une lésion est toujours représenté par le ratio unilatéral conventionnel IJ/Q con 60° quelque soit le délai entre la réalisation du test isocinétique et la survenue de la lésion.**

**Tableau 7**  
Prédiction de la survenue d'une lésion musculaire des IJ selon les ratios isocinétiques en fonction du délai de survenue par rapport à la réalisation du test isocinétique

Ratio	se (%)			sp (%)			VPP (%)			VPN (%)			TVD+			TVD-			P Signe + (%)		
	< 1 M	1-3 M	> 3 M	< 1 M	1-3 M	> 3 M	< 1 M	1-3 M	> 3 M	< 1 M	1-3 M	> 3 M	< 1 M	1-3 M	> 3 M	< 1 M	1-3 M	> 3 M	< 1 M	1-3 M	> 3 M
<b>Unilatéraux: ischio-jambier/ Quadriceps ( IJ/Q)</b>																					
<b>Conventionnel: IJ conc/Q conc ( cutt off = 0,47)</b>																					
Con 60°/s	7,70%	9,50%	3,30%	98,20%	98,20%	98,20%	8,30%	15,30%	8,30%	98,00%	96,90%	95,40%	4,27	5,27	1,84	0,94	0,92	0,68	49,34%	54,61%	29,56%
Con 120°/s	9,00%	0,00%	10,50%	89,30%	89,30%	89,30%	2,50%	0,00%	4,80%	97,00%	97,60%	95,00%	0,84	0,00	0,98	1,02	1,12	1	16,00%	0%	18,26%
Con 180°/s	50,00%	0,00%	9,00%	96,90%	96,90%	96,90%	10,00%	0,00%	10,00%	99,60%	95,60%	95,60%	16,13	0,00	2,9	0,51	1,03	0,93	78,75%	0%	39,80%
Con 240°/s	0,00%	0,00%	0,00%	99,80%	99,80%	99,80%	0,00%	0,00%	0,00%	97,90%	96,70%	99,80%	0,00	0,00	0	1,00	1,00	1	0%	0%	0%
<b>Mixte: IJ exc/Qconc ( cutt off = 0,80)</b>																					
Exc/Con 60°/s	0,00%	14,30%	0,00%	96,20%	96,20%	96,20%	0,00%	12,50%	0,00%	98,30%	96,75%	94,70%	0,00	3,76	0,00	1,04	0,89	1,04	0%	46,09%	0%
Exc/Con 120°/s	99,90%	25,00%	20,00%	65,00%	65,00%	65,00%	2,20%	2,20%	2,20%	99,90%	96,40%	95,00%	2,86	0,71	0,57	0,01	1,15	1,23	39,47%	13,94%	11,15%
Exc30°/Con 240°	0,00%	0,00%	0,00%	99,15%	99,15%	99,15%	0,00%	0,00%	0,00%	97,40%	97,40%	97,40%	0,00	0,00	0,00	1,10	1,10	1,10	0%	0%	0%
<b>Bilatéraux: ischio-jambiers/ischiojambiers ( cutt off= 15%)</b>																					
Con 60°/s	38,46%	38,09%	30,00%	78,13%	78,13%	78,13%	7,58%	11,60%	12,85%	96,46%	94,37%	91,21%	1,76	1,74	1,37	0,79	0,79	0,89	28,65%	28,50%	23,80%
Con 120°/s	58,33%	73,33%	76,92%	33,77%	33,77%	33,77%	4,43%	6,79%	11,69%	93,90%	95,00%	92,77%	0,88	1,01	1,16	1,23	0,79	0,68	16,72%	18,72%	20,92%
Con 180°/s	50,00%	7,70%	36,40%	73,90%	73,90%	73,90%	2,77%	2,77%	10,25%	99,00%	98,01%	93,39%	1,91	0,29	1,39	0,68	1,25	0,86	30,35%	6,20%	24,08%
Exc 30°/s	40,00%	36,40%	35,00%	72,60%	72,60%	72,60%	8,51%	8,51%	14,00%	95,00%	92,68%	89,76%	1,46	1,32	1,27	0,82	0,87	0,89	15,75%	23,15%	22,46%
Exc 120°/s	0,00%	28,57%	52,94%	72,55%	72,55%	72,55%	0,00%	8,70%	17,64%	96,52%	91,73%	93,27%	0,00	1,04	1,93	1,38	0,98	0,65	0%	19,17%	30,56%
Exc 60°/s	0,00%	75,00%	60,00%	59,65%	59,65%	59,65%	0,00%	11,54%	11,54%	97,15%	97,15%	94,45%	0,00	1,85	1,49	1,67	0,42	0,67	0%	29,68%	25,37%

Les ratio bilatéraux ont été calculés en prenant la jambe la plus faible/ jambe la plus forte pour les blessés et les non blessés

#### 4.2.7. Prédiction de la survenue d'une lésion musculaire par le cumul de plusieurs ratios isocinétiques

Les ratios les plus utiles individuellement pour prédire la survenue d'une lésion musculaire dans la saison ont été associés afin de permettre une prédiction des blessures à posteriori encore meilleure.

4.2.7.1. **Association du ratio conventionnel IJ/Q con 60 et du ratio bilatéral IJ/IJ con 60 pour la prédiction d'une lésion musculaire des ischio-jambiers dans la saison**

Le ratio unilatéral IJ/Q con 60  $< 0,47$  à une probabilité à posteriori de 28,4% de prédire la survenue d'une lésion musculaire dans la saison. Pour le ratio bilatéral IJ/IJ con 60  $< 0,85$ , la probabilité à posteriori est de 34%. Afin de s'affranchir de l'évaluation excentrique, si l'on associe ces deux ratios, la probabilité cumulée à posteriori de prédire la survenue d'une lésion musculaire est de 47,4% (Tableau 8-A).

**Tableau 8-A**

Probabilité à posteriori de la prédiction d'une lésion musculaire avec deux paramètres isocinétiques: IJ/Q con 60  $< 0,47$  et IJ/IJ con 60  $< 0,85$

Probabilité à priori de la survenue d'une lésion musculaire	<b>18,6% ( 65/350)</b>
Côte à priori	18,6/ 81,4= 0,228
Combinaison de signes	ratios con IJ/Q 60 et IJ/IJ con 60
Taux de vraisemblance cumulés	1,74 x 2,26 = 3,94
Côte à posteriori	0,228 x 3,94= 0,90
Probabilité à posteriori	0,90/1,90= <b>47,4 %</b>

4.2.7.2. **Association du ratio conventionnel IJ/Q con 180 et du ratio bilatéral IJ/IJ con 60/sec pour la prédiction d'une lésion musculaire des ischio-jambiers**

Si l'on associe les deux ratios IJ/Q con 180 et IJ/IJ con 60 pour prédire une lésion musculaire des ischio-jambiers dans la saison, la probabilité cumulée est de 56,9%. Là encore, nous avons choisi l'association de ces deux ratios afin de s'affranchir de l'évaluation excentrique (Tableau 8-B).

**Tableau 8-B**

Probabilité a posteriori de la prédiction d'une lésion musculaire avec deux paramètres isocinétiques: IJ/Q con 180°/s  $< 0,47$  et IJ/IJ con 60  $< 0,85$

Probabilité à priori de la survenue d'une lésion musculaire	<b>18,6%( 65/350)</b>
Côte à priori	18,6/81,4= 0,228
Combinaison de signes	ratios con IJ/Q 180 et IJ/IJ con 60
Taux de vraisemblance cumulés	2,56 x 2,26 = 5,79
Côte à posteriori	0,228 x 5,79= 1,32
Probabilité à posteriori	1,32/2,32= <b>56,9%</b>

4.2.7.3. **Association du ratio conventionnel IJ/Q con 180 et du ratio mixte IJexc 30/Qcon 240 pour prédire la survenue d'une lésion musculaire dans la saison**

Si l'on associe le ratio conventionnel IJ/Q 180 au ratio mixte IJexc 30/Qcon 240 pour prédire une lésion des ischio-jambiers, la probabilité cumulée est de 63,4% (Tableau 8-C).

**Tableau 8-C**

Probabilité à posteriori de la prédiction d'une lésion musculaire avec deux paramètres isocinétiques:  
IJ/Q concentrique 180°/s < 0,47 et IJexc30/Qcon240 < 0,80

Probabilité à priori de la survenue d'une lésion musculaire	18,6% ( 65/350)
Côte à priori	18,6/ 81,4= 0,228
Combinaison de signes	ratios IJ/Q con 180 et IJexc30/Qcon240
Taux de vraisemblance cumulés	2,58 x 2,94 = 7,58
Côte à posteriori	0,228 x 7,58= 1,73
Probabilité à posteriori	1,73/2,73= 63,4 %

4.2.7.4. **Association du ratio conventionnel IJ/Q con 60 et du ratio mixte IJexc 30/Qcon 240 pour prédire la survenue d'une lésion musculaire dans la saison**

Si l'on associe le ratio conventionnel IJ/Q 60 au ratio mixte IJexc 30/Qcon 240 pour prédire une lésion des ischio-jambiers, la probabilité cumulée est de 53,9% (Tableau 8-D).

**Tableau 8-D**

Probabilité a posteriori de la prédiction d'une lésion musculaire avec deux paramètres isocinétiques:  
IJ/Q concentrique 60°/s < 0,47 et IJexc30/Qcon240 < 0,80

Probabilité à priori de la survenue d'une lésion musculaire	18,6% ( 65/350)
Côte à priori	18,6/ 81,4= 0,228
Combinaison de signes	ratios IJ/Q con 60 et IJexc30/Qcon240
Taux de vraisemblance cumulés	1,74 x 2,94 = 5,12
Côte à posteriori	0,228 x 5,12 = 1,17
Probabilité à posteriori	1,17/2,17= 53,9%

#### 4.2.7.5. Association des ratios: IJ/IJ con 60, IJ/Q con 60 et IJexc30/Qcon 240 pour prédire la survenue d'une lésion musculaire dans la saison

L'association des ratios IJ/IJ con 60, IJ/Q con 60 et le ratio mixte IJexc 30/Q con 240 est très utile (TVD+ cumulé= 11,56) pour identifier un joueur qui va présenter une lésion des ischio-jambiers dans la saison suivant les tests isocinétiques. La probabilité de prédiction à posteriori atteint 72,5%. Nous avons choisi cette association de ratios car le ratio IJ/Q con 60 est plus utile que le ratio IJ/Q con 180 pour identifier un joueur qui va se blesser dans la saison quelle que soit la gravité de la lésion et pour tous tests isocinétiques réalisés dans les trois mois précédents. Le ratio bilatéral IJ/IJ con 60 est le plus utile des ratios bilatéraux pour prédire la survenue d'une lésion musculaire dans la saison. Ces deux ratios peuvent être calculés à partir d'une même valeur de pic de force à 60°/seconde. Enfin, il est rappelé que le ratio mixte est le plus utile individuellement pour prédire la survenue d'une lésion musculaire dans la saison.

**Tableau 8-E**

Probabilité a posteriori de la prédiction d'une lésion musculaire avec trois paramètres isocinétiques: IJ/Q concentrique 60°/s < 0,47 et IJexc30/Qcon240 < 0,80 et IJ/IJ con 60 < 0,85 (asymétrie > 15%)

Probabilité à priori de la survenue d'une lésion musculaire	18,6% ( 65/350)
Côte à priori	18,6/ 81,4= 0,228
Combinaison de signes	les 3 ratios
Taux de vraisemblance cumulés	2,26 x 1,74 x 2,94 = 11,56
Côte à posteriori	0,228 x 11,56=2,64
Probabilité à posteriori	2,64/3,64= 72,5 %

#### 4.2.7.6. Association des trois ratio: IJ/IJ con 60, IJ/Q con 180 et IJ exc30/Q con 240 pour prédire la survenue d'une lésion musculaire dans la saison

Les trois ratios les plus utiles pour prédire la survenue d'une lésion dans la saison sont:

- Le ratio bilatéral IJ/IJ con 60
- Le ratio unilatéral mixte IJexc 30/ Qcon 240
- Le ratio unilatéral conventionnel IJ/Q con 180

L'association de ces trois ratio est très utile (TVD + cumulé = 17,14) pour identifier un joueur qui va présenter une lésion musculaire des ischio-jambiers dans la saison suivant le test isocinétique. La probabilité de prédiction à posteriori atteint alors 79,6%.

**Tableau 8-F**

Probabilité a posteriori de la prédiction d'une lésion musculaire avec trois paramètres isocinétiques:  
 IJ/Q concentrique 180°/s < 0,47 et IJexc30/Qcon240 < 0,80 et IJ/IJ con 60< 0,85 ( asymétrie> 15%)

Probabilité à priori de la survenue d'une lésion musculaire	18,6% ( 65/350)
Côte à priori	18,6/ 81,4= 0,228
Combinaison de signes	les 3 ratios
Taux de vraisemblance cumulés	2,26 x 2,58 x 2,94 = 17,14
Côte à posteriori	0,228 x 17,14= 3,90
Probabilité à posteriori	3,90/4,90= 79,6 %

## 5. DISCUSSION

### 5.1. LIMITES DE LA METHODE

#### 5.1.1. La population

Notre étude rétrospective a porté sur des joueurs de football vulnérables aux lésions musculaires des ischio-jambiers. La prévalence de ces lésions pour la population étudiée, calculée sur dix saisons, tout en prenant en compte les sujets qui ont présenté des récives, a été de 18,6%. Cela a donc confirmé l'importance de ce type de lésion chez le footballeur professionnel. Cela implique également de savoir si cette prévalence est particulière à notre étude ou si elle est comparable à celle montrée dans d'autres études, étant donné que sa valeur est intervenue dans le mode de calcul de la probabilité diagnostique à postérieure. Benell et al., ainsi que Orchard et al., ont décrit une incidence des lésions des IJ de 11,6 et 16,6% respectivement chez des footballeurs australiens même si ce sport n'est pas exactement comparable au football (1)(2). Plus récemment, Dauty et al., ont montré une prévalence de 26,7% (14). La prévalence est donc variable entre les différentes études. Cela a pu s'expliquer par la sélection des joueurs. Cependant, cette prévalence n'a pas influencé le calcul des taux de vraisemblance diagnostique positif et négatif (59). De plus, le fait que l'étude a été rétrospective a pu induire un biais d'analyse avec des oublis et reports insuffisants. Ainsi, seize joueurs blessés n'ont pas pu être inclus dans l'étude faute de tests isocinétiques réalisés en début de saison.

Sur le plan descriptif, notre étude a retrouvé un taux plus important de lésions musculaires des ischio-jambiers chez les milieux et défenseurs (respectivement à 41,5% et

32,3% de l'ensemble des lésions), devant les attaquants et gardiens (respectivement 21,5% et 4,6%). Cela pourrait être en lien avec un profil de force musculaire différent. Rochcongar et al., ont montré des résultats similaires aux nôtres avec la mise en évidence d'une augmentation importante des lésions musculaires des ischio-jambiers chez les défenseurs et milieux de terrain à partir d'une étude épidémiologique prospective réalisée en 2004 (60). Cependant, ces résultats sont à nuancer en fonction du nombre de joueurs par poste. En effet, rapporté au nombre de joueurs, la prévalence des lésions des ischio-jambiers chez les gardiens a été de 7,9%, chez les défenseurs de 18,2%, chez les milieux de 20% et chez les attaquants de 22,6%. Les attaquants seraient alors plus exposés en terme de prévalence de survenue de telles lésions. Par ailleurs, Rochcongar et al., ont souligné que la plupart des lésions musculaires chez le footballeur surviennent plus en compétition qu'à l'entraînement. Nous n'avons pas pu étudier ce paramètre car il n'était pas toujours précisé dans les dossiers médicaux.

### 5.1.2. Limites du calcul des ratios

La force musculaire des fléchisseurs et extenseurs du genou est évaluée de façon objective et avec une grande fiabilité des mesures à l'aide d'un dynamomètre isocinétique à condition que l'étalonnage soit réalisé de façon régulière. Par contre, les ratios dépendent de calculs qui cumulent les erreurs de mesure de la force. Les ratios bilatéraux posent en plus le problème du côté qui est rapporté à l'autre. Par exemple, lors de la comparaison de deux populations l'une présentant une blessure des ischio-jambiers et l'autre non, le ratio bilatéral habituellement calculé est celui du côté lésé rapporté au côté considéré sain (14). Notre étude n'a pas retenu ce paramètre car il a fallu considérer que le côté lésé n'était pas connu au moment des tests isocinétiques. Croisier et al. avaient calculé le rapport côté dominant sur côté non dominant en considérant que le côté qui frappe la balle correspondait au côté dominant (58). Chez le footballeur professionnel, ce calcul peut entraîner un biais car de nombreux footballeurs de haut niveau frappent la balle des deux pieds de façon quasi indifférente. A l'inverse, certains gauchers notamment, restent très latéralisés même lorsqu'ils pratiquent à un niveau professionnel. Aussi, il aurait été possible de calculer le ratio côté droit par rapport au côté gauche mais dans ce cas, les valeurs auraient été soit supérieures ou inférieures à 1 en espérant une moyenne au niveau de 1. L'inverse aurait également été possible en rapportant le côté gauche sur le côté droit. Afin de s'affranchir de ces difficultés, le choix de rapporter le côté le plus faible sur le côté le plus fort a donc été fait.

### 5.1.3. Limites des résultats

#### 5.1.3.1. Antécédents lésionnels

Les antécédents de lésions des ischio-jambiers et du quadriceps ainsi que les antécédents de traumatisme du genou sont important à prendre en considération car ils peuvent être la cause d'un déficit de force. Ainsi, le calcul des différents ratios peut être affecté par de tels antécédents lésionnels. Croisier et al, avaient mis en évidence un déficit de force musculaire en excentrique chez des joueurs de football professionnels ayant présenté une lésion musculaire des ischio-jambiers avec une baisse du rapport  $IJ_{exc}/Q_{con}$  (16). Notre étude a montré que ce ratio était également utile pour prédire la survenue d'une lésion musculaire des ischio-jambiers dans la saison. A partir de ce constat, il a été judicieux d'exclure les joueurs ayant présenté une lésion musculaire des ischio-jambiers, quadriceps ou autre pathologie traumatique du genou (ligamentaire, rotulienne) remontant à moins d'un an avant les tests isocinétiques. Cependant, étant donné la population étudiée, il est possible qu'un biais de mémoire ait été présent ou que certaines séquelles puissent expliquer pourquoi les ratios bilatéraux concentriques et excentriques soient différents de 1. Mais, le fait que les deux populations étudiées n'ont pas été différentes pour les ratios bilatéraux a sans doute été en faveur d'une neutralisation de ce biais s'il a existé.

#### 5.1.3.2. Discussion de l'utilisation de différents protocoles isocinétiques`

Au cours des 10 saisons d'étude, trois protocoles isocinétiques ont été utilisés. Cela s'explique historiquement par le fait qu'en 2001, les évaluations isocinétiques excentriques étaient rares du fait de l'appréhension des médecins pour ce mode d'évaluation qui pouvait induire des blessures musculaires ou du moins des douleurs post-efforts. Le FC Nantes a été le premier club professionnel de football français a accepté la réalisation des évaluations isocinétiques excentriques (Protocole N°1). A l'époque, les évaluations excentriques étaient réalisées selon les vitesses angulaires de 60 et 120°/sec (61). Puis Croisier et al. ont publié à propos du ratio mixte  $IJ_{exc} 30/ Q_{con} 240$ , si bien que ce nouveau mode d'évaluation s'est développé (Protocole N°2)(16). Le protocole N°3 a représenté une alternative en évitant la vitesse de 60°/sec jugée par certains joueurs trop « difficile ». Toujours est il que ces trois protocoles différents ont pu être à l'origine d'état de fatigue musculaire locale différent entre les séries demandées et donc de la production de moments de force maximaux variables.

Cependant, les différents protocoles ont toujours associés deux séries concentriques suivies de deux séries excentriques selon uniquement des vitesses angulaires différentes et un nombre de répétitions comparable. Ce biais lié à l'utilisation de protocole différent semble donc assez faible. Cela a permis d'évaluer l'intérêt de ratios plus nombreux par l'utilisation de nombreuses vitesses angulaires.

#### 5.1.3.3. **Discussion concernant les cutoff**

Les cutoff permettent de diagnostiquer des déséquilibres musculaires. Mais ces déséquilibres musculaires ne sont pas forcément la source d'une lésion musculaire de novo. Le fait de prendre un cutoff à 0,6 ou 0,47 pour le ratio unilatéral conventionnel ou un seuil à 10% ou 15% pour les ratios bilatéraux induit des variations pour le diagnostic des déséquilibres musculaires. Nous avons utilisé les cutoff proposés par Croisier et al. établis à partir d'une estimation théorique des quantiles normaux d'une population de seulement 20 sujets sains, 10% de la population étant considérée comme extrême (58). Ce choix reste discutable puisque de nombreuses études ont utilisé un cutoff différent sans réelle justification scientifique (1)(2)(14)(62). Pour le ratio conventionnel agoniste/antagoniste calculé à la vitesse angulaire de 60°/sec par exemple, Croisier et al. ont établi des cutoff très bas de 0,47 contre 0,60. Il a alors été plus facile de définir un déséquilibre en augmentant la sensibilité mais sans doute en perdant en spécificité. Le choix du cutoff est donc très important pour la prédiction des lésions musculaires et est de plus dépendant du dynamomètre utilisé. Il existe en effet un cutoff différent en fonction de l'utilisation de la marque Cybex ou Biodex (10). D'autres études devront établir si ces cutoff sont réellement valables ou non.

#### 5.1.4. **Limites statistiques**

Le fait que les deux populations n'ont pas présenté de différence pour les paramètres isocinétiques a fait poser la question de l'utilisation des taux de vraisemblance diagnostique. En raison d'une analyse de la survenue des lésions musculaires à postériori des tests isocinétiques, ce calcul statistique a cependant été autorisé. Par contre, cela explique pourquoi les valeurs ont été assez faibles dans l'ensemble pour la prédiction du diagnostic de lésion des ischio-jambiers.

Une analyse discriminante aurait pu être préférée si l'étude s'était intéressée aux paramètres prédictifs de survenue d'une lésion musculaire des ischio-jambiers. Ainsi, le rôle des paramètres anthropométriques ou du poste occupé sur le terrain aurait pu être recherché. Ce choix n'a pas été réalisé du fait que les paramètres rapportés n'ont pas été exhaustifs pour expliquer la survenue des lésions des ischio-jambiers et qu'une modélisation statistique est toujours la source de controverse. En effet, l'intérêt s'est avant tout porté sur les paramètres isocinétiques au travers des ratios calculés.

La prédiction en fonction de la gravité de la lésion et en fonction du délai entre les tests isocinétiques de début de saison et la survenue de la lésion musculaire a semblé suffisante. Ces deux derniers paramètres semblant indépendants, il aurait été possible de les associer. Mais, le nombre de blessures des ischio-jambiers survenues auraient alors été insuffisant pour apporter un résultat statistique robuste.

## 5.2. **DISCUSSION DES RESULTATS**

Notre étude n'a pas mis en évidence de différence anthropométrique entre les sujets qui ont présenté une lésion des ischio-jambiers et ceux qui n'en ont pas présenté dans la saison après les tests isocinétiques. Les ratios unilatéraux n'ont pas été différents entre la population qui ne s'est pas blessée et celle qui s'est blessée. De même, les ratios bilatéraux calculés en prenant la jambe la plus faible par rapport à la jambe la plus forte n'ont pas présenté de différence significative entre les deux populations. Ces résultats sont comparables à ceux de Dauty et al.(14), de Bennel et al.(2) et de Worrel et al.(63) à propos de joueurs de soccer, de footballeurs australiens ou de sportifs étudiés prospectivement.

En ce qui concerne le caractère prédictif de la survenue d'une lésion musculaire dans la saison sportive, nous rapportons que le ratio unilatéral mixte IJexc 30/Qcon 240 était le plus prédictif (TVD + = 2,9, sp = 99,1%) suivi du ratio unilatéral conventionnel IJ/Q con 180 (TVD + = 2,5; sp = 97%) et du ratio bilatéral IJ/IJ con 60 (TVD+ = 2,2; sp = 85%). De plus, l'association des 3 ratios IJexc 30/Qcon 240, IJ/Q con 60 et IJ/IJ con 60 est également très utile (TVD+ cumulé= 11,56) pour identifier un joueur qui va présenter une lésion des IJ dans la saison suivant les tests isocinétiques (p+ = 72%). En gardant l'association de trois ratios mais en remplaçant le ratio IJ/Q con 60 par le ratio IJ/Q con 180, la probabilité d'identifier un joueur qui va se blesser aux ischio-jambiers est encore meilleure et atteint 79,6%.

Dauty et al. ainsi que Bennel et al. n'avaient pas mis en évidence de possibilité de prédiction à partir des ratios isocinétiques (14)(2). En prospectif, cinq joueurs de football avaient présenté une blessure des ischio-jambiers et un seul de ces joueurs présentait un ratio conventionnel IJ/Q évalué à 60°/seconde inférieur à 0,6. Le cutoff était cependant différent de 0,47 comme utilisé dans cette nouvelle étude. Le côté qui présentait les valeurs isocinétiques les plus fortes était d'ailleurs plus fréquemment blessé. Cependant, cette étude rapportait un nombre très limité de cas de blessures si bien que ces cas étaient montrés séparément sous la forme de cas cliniques (14). Chez le footballeur australien, Bennel et al. n'avaient pas non plus montré de caractère prédictif des ratios isocinétiques en utilisant un cutoff à 0,6 pour le ratio conventionnel IJ/Q et 0,9 pour les ratios unilatéraux IJ/IJ en concentrique et excentrique (2). Cependant, une asymétrie entre les deux côtés était montrée dans 47 à 63% des cas sans possibilité d'identification des 12 joueurs blessés sur les 102 cas étudiés.

A l'inverse, Orchard et al. ont montré une prédiction possible en utilisant le coefficient de corrélation canonique pour le ratio conventionnel IJ/Q inférieur à 0,6. Celui-ci était de 0,735 avec une sensibilité de 83% et une spécificité de 73%. La probabilité diagnostique était de 27% avec une spécificité de 77%. Cependant, la méthode a été réalisée à postériori, c'est-à-dire que les ratios ont été calculés en connaissant les joueurs blessés des joueurs non blessés. Il existait d'emblée une différence de moyenne entre les deux populations contrairement au résultats rapportés dans notre étude. Seulement 6 joueurs présentaient une lésion musculaire sur les 37 sportifs étudiés. Un manque de puissance lié au faible effectif a pu être présent (1).

Pour Yeung et al., une prédiction est possible chez les athlètes sprinters en utilisant un test de régression linéaire pour le ratio conventionnel IJ/Q évalué à la vitesse angulaire de 180°/seconde (62). Si celui-ci est inférieur à 0,6, le risque de survenue d'une lésion des ischio-jambiers serait multiplié par dix sept. Dans cette étude, l'aspect à priori est néanmoins absent du fait que la comparaison des ratios a été réalisé en comparant le côté lésé au côté sain connu par avance.

Dans les faits, seuls Croisier et al. ont montré un caractère prédictif des ratios mais en utilisant des cutoff plus bas . C'est pourquoi notre étude a utilisé les mêmes cutoff. Tout d'abord, cette équipe de recherche avait montré que les sujets qui présentaient des blessures des ischio-jambiers présentaient plus fréquemment des déséquilibres musculaires. Cependant, les footballeurs professionnels même non blessés étaient déséquilibrés dans 47% des cas pour

au moins deux ratios différents calculés. Le ratio  $IJ_{exc} 30/Q_{con} 240$  représentait le ratio qui identifiait le plus de joueurs déséquilibrés à hauteur de 87% (187 cas sur 216 étudiés). Ainsi en colligeant les joueurs qui se sont blessés dans la saison suivante, il a pu être déterminé que les joueurs déséquilibrés musculairement s'étaient blessés dans 16,5% des cas contre 4,1% en cas de non déséquilibre. Le risque de survenue d'une lésion des ischio-jambiers était donc multiplié par quatre en cas de déséquilibre objectivé par le ratio mixte  $IJ_{exc} 30/ Q_{con} 240$  inférieur à 0,80. Cependant en reprenant les résultats de cette étude, le mode de calcul du risque de survenue d'une lésion musculaire est particulier car les 16,5% rapporté n'incluent que les footballeurs qui ensuite n'ont pas suivi de programme de renforcement après diagnostic du déséquilibre musculaire. S'il est ajouté tous les joueurs qui se sont blessés et qui présentaient un déséquilibre musculaire préexistant, ce chiffre diminue à 11,5% (25 rapporté à 213). Le risque de blessure est alors inférieur à trois. Si on y ajoute un nombre de perdu de vue qui avoisine le tiers de la population incluse et le fait de ne rapporter que 35 blessures sur 462 joueurs inclus soit une fréquence très faible de 7,5%, il est fort possible que cette prédiction soit un peu différente (10). Seules les blessures responsables d'un arrêt sportifs d'au moins quatre semaines comme rapporté par Lehance et al.(64), avaient été prises en considération.

Selon une seconde étude, Croisier et al ont montré à partir de 77 joueurs professionnels recrutés dans quatre équipes différentes (Brésil, Belgique et France), un risque lésionnel des ischio-jambiers de 15% en cas de déséquilibre musculaire isocinétique. En effet, 6 des 41 joueurs qui présentaient un déséquilibre musculaire ont été victimes d'une lésion musculaire dans les neuf mois qui ont suivi les tests isocinétiques. En l'absence d'anomalie isocinétique, le risque lésionnel n'était que de 3% (1 lésion chez les 39 joueurs ne présentant pas de déséquilibre musculaire). Ainsi, les joueurs avec un déséquilibre musculaire ont présenté cinq fois plus de lésions que les joueurs qui n'avaient pas de déséquilibre musculaire en début de saison (11).

Les cutoff isocinétiques avait été fixé à 0,47 pour les ratios concentriques à 60°/seconde et à 240°/seconde et inférieur à 0,80 pour le ratio mixte  $IJ_{exc} 30/ Q_{con} 240$ .

Nous rapportons également que le ratio mixte  $IJ_{exc} 30/ Q_{con} 240$  décrit par Croisier et al. est intéressant pour la prédiction de la survenue d'une lésion musculaire des ischio-jambiers si un cutoff de 0,8 est choisi. Ce ratio mixte a été le plus prédictif avec une probabilité de 40% étant admis que l'origine d'une lésion musculaire des ischio-jambiers est

multifactorielle (18)(24)(32)(65)(66)(4). L'hypothèse explicative de l'intérêt de ce ratio serait de prendre en considération la composante excentrique de la force développée par les fléchisseurs du genou qui mime le mécanisme lésionnel musculaire. Le fait de rapporter en plus cette force excentrique à la composante concentrique des extenseurs du genou selon une vitesse rapide de 240 degrés par seconde, rendrait compte du freinage des ischio-jambiers lorsque le quadriceps se contracte rapidement (24). Mais, il existe encore des questions par rapport à ce ratio. En effet, le cutoff de 0,8 pris est très bas au regard des valeurs moyennes obtenues par les populations de footballeurs professionnels. Notre étude a montré des moyennes de 1,31 et 1,32 respectivement pour la population qui ne s'est pas blessée et pour celle qui s'est blessée. Ceci s'explique par le fait que seulement deux sujets blessés ont été évalués afin de calculer ce ratio mixte. Par comparaison avec l'étude de Croisier et al. il est possible d'avoir le même questionnement. En effet, les moyennes rapportées par l'un des membres de son équipe sont encore plus élevées puisqu'elles dépassent 1,40 chez le footballeur professionnel (64). Il est donc facile d'identifier un déséquilibre par ce ratio mixte quand le cutoff est aussi bas.

Nos résultats ont également montré que ce ratio mixte était prédictif pour les lésions peu graves responsable de moins de 30 jours d'arrêt avec une probabilité de 38%. A l'inverse, ce ratio n'a pas été prédictif pour les lésions graves en raison de l'absence de joueur blessé pour lequel ce ratio mixte avait pu être calculé. Croisier et al. n'avaient pris en considération que des blessures graves si bien que cela a sans doute expliquer la faible fréquence de lésion rapportée mais par contre cela laisse à penser que ce ratio est capable de prédire les lésions musculaires peu grave selon notre étude et grave selon l'étude de Croisier et al.

Cependant, ce ratio mixte n'est pas intéressant pour prédire les lésions qui peuvent survenir selon un délai variable qui suit les tests isocinétiques. Croisier et al. n'avaient pas rapporté le délai entre les tests isocinétiques et le diagnostique de la lésion musculaire.

D'autres ratios ont présenté également un intérêt pour la prédiction des lésions musculaires des ischio-jambiers.

Le ratio conventionnel IJ/Q évalué à la vitesse angulaire de 180°/sec a montré une prédiction avec une probabilité de 36% très proche du ratio mixte précédemment décrit. Le cutoff était également bas et fixé à 0,47. Bennel et al. n'avaient pas considéré ce ratio comme directement prédictif après comparaison de deux populations blessées et non blessées. La méthode avait cependant été réalisée à postériori (2). Ce ratio conventionnel est également

intéressant pour prédire les lésions graves avec une probabilité de 30% et surtout pour prédire une lésion qui va survenir dans le mois suivant les tests isocinétiques (probabilité de 78%). A notre connaissance, il n'a pas été possible de comparer ces derniers résultats avec la littérature.

Quant aux ratios bilatéraux, c'est le ratio IJ/IJ évalué en concentrique à la vitesse angulaire de 60°/sec qui présente le plus d'intérêt (Probabilité de 34%). Croisier et al. avaient montré que 39% des joueurs de football professionnels présentaient une asymétrie si le cutoff de 15% était pris (10). Dauty et al. avaient montré que 2 des 5 sujets blessés de novo présentaient une asymétrie de plus de 15% mais en faveur du côté qui s'était lésé (14). Ce ratio ne présente par contre aucun intérêt pour prédire une lésion grave ou un délai de survenue de lésion des ischio-jambiers.

C'est en fait le ratio conventionnel IJ/Q calculé à la vitesse angulaire de 60°/sec qui a présenté le plus d'intérêt pour prédire la survenue d'une lésion puisqu'il est utile quel que soit la gravité de la lésion (probabilité proche de 25%). Ce ratio est utile quel que soit le délai entre la survenue de la lésion et les tests isocinétiques. La probabilité a atteint presque 50% jusqu'à 3 mois après les tests et a diminué à 30% après 3 mois. C'est pourquoi il nous a semblé intéressant de rechercher la prédiction en associant les 3 ratios les plus utiles. Ainsi, si un footballeur professionnel présente un ratio mixte IJexc 30/Qcon 240 inférieur à 0,80, un ratio conventionnel IJ/Q 60 inférieur à 0,47 et un ratio bilatéral IJ/IJ con 60 inférieur à 0,85 (déficit de 15%), la probabilité de survenue d'une lésion musculaire des ischio-jambiers atteint 72%. Si l'on remplace le ratio IJ/Q 60 par le ratio IJ/Q 180 < 0,47, la probabilité de survenue d'une lésion musculaire des IJ est encore meilleure avec une probabilité de 79,6%. Cette association nous a semblée pertinente car elle a associé un ratio mixte, un ratio conventionnel et un ratio bilatéral avec des cutoff différents. Ces trois paramètres sont à priori indépendants les uns des autres du fait de leur calcul.

### **5.3. PROPOSITION D'UN PROTOCOLE ISOCINETIQUE A REALISER EN DEBUT DE SAISON**

A partir des résultats de notre étude, nous arrivons aux mêmes conclusions que Croisier et al. pour ce qui est de l'intérêt de la réalisation de tests isocinétiques en début de saison pour les joueurs de football professionnels.

Bien que le ratio IJ/ Q con 180 soit un des trois ratio les plus prédictifs de la survenue d'une lésion musculaire dans la saison, nous avons choisi de proposer le ratio IJ/Q con 60 comme ratio unilatéral conventionnel pour deux raisons:

- C'est le paramètre le plus intéressant pour prédire la survenue d'une lésion musculaire dans la saison quel que soit la gravité de la lésion et le délai entre la survenue de la lésion et les tests isocinétiques.
- Il permet de faciliter la réalisation du test isocinétique. En effet, seulement deux séries en concentrique à 60°/sec et 240°/sec sont nécessaires pour le calcul des trois ratios conventionnel, mixte et bilatéral. Tandis que trois séries en concentrique seraient nécessaires (à 60, 180 et 240°/sec) pour permettre le calcul des trois ratio IJ/Q con 180, IJ/IJ con 60 et IJexc 30/Qcon 240.

A partir de ce constat, nous proposons une batterie de tests isocinétiques afin de calculer les ratios les plus pertinents pour prédire la survenue d'une lésion musculaire des ischio-jambiers :

- 3x 60°/sec en concentrique pour les extenseurs et fléchisseurs du genou
- 5x 240°/sec en concentrique pour les extenseurs et fléchisseurs du genou
- 5x 30°/sec en excentrique pour les fléchisseurs du genou uniquement

Ainsi, les trois ratios que sont le ratio mixte IJexc 30/Qcon 240, le ratio conventionnel IJ/Q 60 et le ratio bilatéral IJ/IJ 60 pourront être exploités selon des cutoff respectivement de 0,80 ; 0,47 et 0,85 s'il est utilisé un dynamomètre de marque Cybex. En cas d'utilisation d'un dynamomètre de marque Biodex, il faudra se référer à l'étude de Croisier et al (10). Si une marque différente est utilisée, des études supplémentaires seront à réaliser afin de définir de nouveaux cutoff.

## 6. CONCLUSION

Notre étude n'a retrouvé aucune différence significative entre la population qui ne s'est pas blessée et celle qui s'est blessée après tests isocinétiques pour l'ensemble des ratios bilatéraux et unilatéraux qu'ils soient conventionnels ou mixtes. Les ratios bilatéraux ont été calculés en utilisant la jambe la plus faible par rapport à la jambe la plus forte afin d'obtenir des valeurs à priori et non à postériori de la survenue d'une lésion musculaire des ischio-jambiers. Selon les cutoff déterminés par Croisier et al. et les limites méthodologiques de notre étude, le ratio IJexc 30/Q con 240 < 0,80 est utile pour prédire une lésion des ischio-jambiers de novo avec un Taux Vraisemblance Diagnostique positif de 2,9 et une excellente spécificité de 99%. Le ratio bilatéral IJ/IJ con 60 < 0,85 est également utile pour prédire une lésion musculaire des ischio-jambiers avec un Taux Vraisemblance Diagnostique positif de 2,2 et une spécificité de 85%. Le ratio conventionnel IJ/Q con 180 est le troisième ratio le plus utile pour prédire la survenue d'une lésion musculaire dans la saison avec un taux de vraisemblance diagnostique positif de 2,56 et une spécificité de 97%. Ainsi, lorsque ces trois ratios sont associés, la probabilité que ces ratios soient anormaux en cas de survenue d'une lésion musculaire des ischio-jambiers atteint 79,6%. Le ratio conventionnel IJ/Q con 60 < 0,47 est de plus utile pour identifier la survenue d'une lésion grave ou non. Ce ratio prédit la survenue d'une lésion musculaire quelque soit le délai après la réalisation des tests isocinétiques. Ainsi, lorsque ce ratio est associé au ratio bilatéral IJ/IJ con 60 et au ratio mixte IJexc 30/Q con 240, la probabilité que ces ratios soient anormaux en cas de survenue d'une lésion musculaire des ischio-jambiers atteint 72%. En prenant la vitesse 60°/sec, cela permet de faciliter la réalisation des tests isocinétiques en ne réalisant que deux séries concentriques à 60°/sec et 240°/sec au lieu des trois (60, 180 et 240°/sec) nécessaires au calcul du ratio conventionnel IJ/Q con 180. A partir de ce constat, il est proposé de réaliser en début de saison chez les footballeurs professionnels des tests isocinétiques selon le protocole suivant: 3 séries concentriques à 60°/sec et à 240 °/sec des fléchisseurs et extenseurs du genou suivies de 5 séries excentriques à 30°/sec au niveau des fléchisseurs du genou uniquement. Les ratios bilatéral IJ/IJ et conventionnel IJ/Q pourront uniquement être calculés pour la vitesse angulaire de 60°/sec si l'évaluation excentrique n'est pas possible. En cumulant ces deux derniers ratios, la prédiction sera moindre mais atteindra quand même 47%.

## 7. REFERENCES

1. Orchard J, Marsden J, Lord S, Garlick D. Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *Am J Sports Med.* 1997;(25):81- 5.
2. Bennell K, Wajswelner H, Lew P, Schall-Riaucour A, Leslie S, Plant D, et al. Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *Br J Sports Med.* 1998;32(4):309- 14.
3. Balsom PD, Wook K, Olsson P, Ekblom B. Carbohydrate intake and multiple sprint sports: with special reference to football (soccer). *J Sports Med.* 1999;(20):48- 52.
4. Orchard J. Is there a relationship between ground and climatic conditions and injuries in football? *Sports Med.* 2002;32(7):419- 32.
5. Dadebo B, White J, George KP. A survey of flexibility training protocols and hamstring strains in professional football clubs in England. *Br J Sports Med.* 2004;38(4):388- 94.
6. Schmitt B, Tim T, McHugh M. Hamstring injury rehabilitation and prevention of reinjury using lengthened state eccentric training: a new concept. *Int J Sports Phys Ther.* 2012;7(3):333.
7. Croisier J-L, Crielaard J-M. Expérience de l'isocinétisme dans l'encadrement sportif. *J Traumatol Sport.* 2004;21(4):238- 43.
8. Croisier J-L, Crielaard J-M. Méthodes d'exploration de la force musculaire: une analyse critique. *Annales de réadaptation et de médecine physique [Internet].* 1999 [cité 21 sept 2013]. p. 311- 22. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168605499800695>
9. Arabi H, Bendeddouche I, Khalfaoui S, Ismaili Alaoui S, Abassi E, Jammouj A, et al. Évaluation isocinétique des muscles fléchisseurs et extenseurs du genou chez de jeunes footballeurs. *J Traumatol Sport.* 2012;29(1):25- 33.
10. Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret JM. Strength Imbalances and Prevention of Hamstring Injury in Professional Soccer Players. *Am J Sports Med.* 2008;36(8):1469- 75.
11. Croisier J-L, Reveillon V, Ferret JM, Cotte T, Genty M, Popovich N, et al. Isokinetic assessment of knee flexors and extensors in professional soccer players. *Isokinet Exerc Sci.* 2003;11(1):61- 2.
12. Houweling TA, Head A, Hamzeh MA. Validity of isokinetic testing for previous hamstring injury detection in soccer players. *Isokinet Exerc Sci.* 2009;17(4):213- 20.
13. Croisier J-L, Crielaard J-M. Hamstring muscle tear with recurrent complaints: an isokinetic profile. *Isokinet Exerc Sci.* 2000;8(3):175- 80.
14. Dauty M, Potiron-Josse M, Rochcongar P. Conséquences et prédiction des lésions

- musculaires des ischiojambiers à partir des paramètres isocinétiques concentriques et excentriques du joueur de football professionnel. *Ann Réadapt Médecine Phys.* 2003;46(9):601- 606.
15. Askling C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sports.* 2003;13(4):244- 50.
  16. Croisier J-L, Forthomme B, Namurois M-H, Vanderthommen M, Crielaard J-M. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *Am J Sports Med.* 2002;30(2):199- 203.
  17. Proske U, Morgan DL, Brockett CL, Percival P. Identifying athletes at risk of hamstring strains and how to protect them. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2004;31(8):546- 50.
  18. Edouard P, Serra J-M, Pruvost J, Depiesse F. Les lésions musculaires des ischio-jambiers. *J Traumatol Sport.* 2013;(30):176- 184.
  19. Dauty M, Collon S. Incidence of injuries in French Professional Soccer Players. *Int J Sports Med.* 2011;(32):965- 69.
  20. Hagglund M, Walden M, Ekstrand J. Previous Injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over over two consecutive seasons. *Br J Sports Med.* 2006;(40):767- 772.
  21. Carling C, Orhant E, Le Gall F. Match injuries in professional soccer: inter-seasonal variation and effects of competition type, match congestion and positional role. *Int J Sports Med.* 2010;31:271- 76.
  22. Paus V, Del Compare P, Torrenco F. Incidence des lésions traumatiques chez les joueurs de football professionnels. *J Traumatol Sport.* 2004;21(1):5- 13.
  23. Guillodo Y., Jousse-Joulin S., Madouas G, Devauchelle-Pensec, Saraux A. Pathologie musculaire et sport. 2007;(74):553- 562.
  24. Christel P, de Labareyre H, Thelen P, de Lecluse J. Pathologie traumatique du muscle strié squelettique. *EMC - Rhumatol-Orthopédie.* 2005;2(2):173- 195.
  25. Puig P-L, Trouve P, Savalli L, Laboute E. Les accidents des muscles ischiojambiers. Un comportement très excentrique. *J Traumatol Sport.* mars 2009;26(1):18- 23.
  26. Opar DA, Williams MD, Shield AJ, and al. Hamstring strain injuries: factors that lead to injury and reinjury. *Sports Med.* 2012;(42):209- 26.
  27. Dvorak J, Junge A. Football injuries and physical symptoms. A review of the literature. *Am J Sports Med.* (11):66- 72.
  28. Coudreuse J-M, Bryand F. Conduite à tenir devant une lésion musculaire du sportif. *Sci Sports.* 2010;25(3):168- 172.
  29. Rodineau J. Evaluation des lésions musculaires récentes et essai de classification.

- Sports Med. 1997;(90):28- 30.
30. Hagglund M, Walden M, Bahr R, Ekstrand J. Methods for epidemiological study of injuries to professional football players: developing the UEFA model. *Br J Sports Med.* 2005;39(6):340- 346.
  31. Woods C, Hawkins R., Maltby S, and al. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football-analysis of hamstring injuries. *J Sports Med.* 2004;(38):36- 41.
  32. Gabbe BJ, Bennell K., Finch CF, Wajswelner H, Orchard JW. Predictors of hamstring injury at the elite level of Australian football. 2006;(16):7- 13.
  33. Orchard JW, Driscoll T, Seward H, Orchard JJ. Relationship between interchange usage and risk of hamstring injuries in the Australian Football League. *J Sci Med Sport.* 2012;15(3):201- 206.
  34. Rodineau J, Brasseur JL, Roger B, Bouvat E. Critères de reprise après un accident musculaire. *J Traumatol Sport.* 2005;22(4):232- 5.
  35. Malliaropoulos N, Papacostas E, Kiristi O, et al. Posterior thigh muscle injuries in elite track and field athletes. *Am J Sports Med.* 2010;(38):1813- 19.
  36. CIF: classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé. Genève: OMS; 2001.
  37. Mendiguchia J, Brughelli M. A return-to-sport algorithm for acute hamstring injuries. *Phys Ther Sport.* 2011;12:2- 14.
  38. Järvinen TA, Järninen TL, Kaariainen M, and al. Muscles injuries. Biology and treatment. *Am J Sports Med.* 2005;(33):745- 64.
  39. Jarvinen TA, Kaariainen M, et al. Muscle injuries: optimising recovery. *Best Pract Reserch Clin Rheumatol.* 2007;(21):317- 331.
  40. Mason DL, Dickens V, Vail A. Rehabilitation of hamstring injuries. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007.
  41. Cibulka MT, Rose SJ, Delitto A, Sinacore DR. Hamstring muscle strain treated by mobilizing the sacro-iliaque joint. *Phys Ther.* 1986;(66):1220- 1223.
  42. Hoskins W, Pollard HP. Successful management of hamstring injuries in Australian rules footballers: two case reports. *Chiropratic Osteopat.* 2005;(13):4.
  43. Mason DL, Dickens VA, Vail A. Rehabilitation for hamstring injuries. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;(12).
  44. Mikkelsen UR, Helmark IC, Kjaer M, Langberg H. Prostaglandin synthesis can be inhibited locally by infusion of NSAIDS through microdialysis catheters in human skeletal muscle. *J Appl Physiol.* 2008;(104):534- 37.
  45. Warren P, Gabbe BJ, Schneider-Kolsky M, Bennell KL. Clinical predictors of time to

- return to competition and of recurrence following hamstring strain in elite Australian footballers. *Br J Sports Med.* 2008;44:415- 19.
46. Dauty M, Menu P. De la blessure à la reprise totale du sport : actualités thérapeutiques de la lésion musculaire du sportif. *J Traumatol Sport.* 2013;30(1):52- 56.
  47. Bradley PS, Portas MD. The relationship between preseason range of motion and muscle strain injury in elite soccer players. *J Strength Cond Research.* 2007;(21):1155- 59.
  48. Kujala UM, Orava S, Jarvinen M. Hamstring injuries. Current trends in treatment and prevention. *Sports Med.* 1997;(23):397- 404.
  49. Hunter DG, Speed CA. The assessment and management of chronic hamstring/posterior thigh pain. *Best Pract Research Clin Rheumatol.* 2007;(21):261 - 77.
  50. Cameron M, Adams R, Maher C. Motor control and strength as predictors of hamstring injury in elite players of Australian football. *Phys Ther Sport.* 2003;(4):159- 66.
  51. Clark R, Bryant A, Culgan J-P, Hartley B. The effects of eccentric hamstring strength training on dynamic jumping performance and isokinetic strength parameters: a pilot study on the implications for the prevention of hamstring injuries. *Phys Ther Sport.* 2005;6(2):67- 73.
  52. Chumanov ES, Heiderscheit BC, Thelen DG. The effect of speed and influence of individual muscles on hamstring mechanics during the swing phase of sprinting. *J Biomech.* 2007;(40):3555- 62.
  53. Hagglund M, Walden M, Ekstrand J. Lower reinjury rate with a coach-controlled rehabilitation program in amateur male soccer- a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2007;(35):1433- 42.
  54. Rochcongar P. Évaluation isocinétique des extenseurs et fléchisseurs du genou en médecine du sport : revue de la littérature. *Ann Réadapt Médecine Phys.* 2004;47(6):274- 281.
  55. Croisier J-L, Crielaard J-M. Exploration isocinétique: analyse des courbes. *Annales de réadaptation et de médecine physique* [Internet]. 1999 [cité 21 sept 2013]. p. 497- 502. Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168605400877041>
  56. Croisier JL, Crielaard JM. Exploration isocinétique: analyse des paramètres chiffrés. *Ann Réadapt Médecine Phys.* 1999;(42):538- 45.
  57. Aagaard P, Simosen EB, Trolle M, Bangsbo J, Klausen K. Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: influence from angular velocity, gravity correction and contraction mode. *Acta Physiol Scand.* 1995;(154):421- 7.
  58. Croisier JL. Contribution fondamentale et clinique à l'exploration musculaire isocinétique (Thèse de doctorat en kinésithérapie). Liège Fac Médecine. 1996;167.
  59. Capron L. Taux de vraisemblance diagnostique. *Rev Prat.* 2000;(50):1865- 69.

60. Rochcongar P, Bryand F, Bucher D, Ferret J., Eberhard D, Gerard A, et al. Étude épidémiologique du risque traumatique des footballeurs français de haut niveau. *Sci Sports*. 2004;19(2):63- 68.
61. Dauty M, Bryand F, Potiron-Josse M. Relation entre la force isocinétique, le saut et le sprint chez le footballeur de haut niveau. *Sci Sports*. 2002;(17):122- 7.
62. Yeung SS, Suen AMY, Yeung EW. A prospective cohort study of hamstring injuries in competitive sprinters: preseason muscle imbalance as a possible risk factor. *Br J Sports Med*. 2009;43(8):589- 594.
63. Worrel TW, Perrin DH, Gansneder BM, Gieck JH. Comparison of isokinetic strength and flexibility measures between hamstring injuries and noninjuries athletes. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1991;13(3):118- 25.
64. C. Lehance, Binet J, Bury T, Croisier JL. Muscular strenght, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scand J Med Sci Sports*. 2009;(19):243- 51.
65. J.L. Croisier. Factors associated with recurrent hamstring injuries. *Sports Med*. 2004;34(10):681- 95.
66. Small K, McNaughton L, Greig M, Lovell R. The effects of multidirectional soccer-specific fatigue on markers of hamstring injury risk. *J Sci Med Sport*. 2010;13(1):120- 125.

## 8. ANNEXES

## Annexe 1

Variation de la sensibilité ( se), spécificité ( sp), valeur prédictive positive (VPP), valeur prédictive négative ( VPN) et des valeurs diagnostiques positives (TVD +) et négative ( TVD -) en fonction de la présence ( lésion +) ou absence de blessure (lésion -), de la durée de la lésion inférieure ou supérieure à 30 jours ( < ou > 30j) et du délai entre le test isocinétique et la blessure inférieur à un mois (< 1 mois) pour le ratios conventionnels IJ/ Q concentrique 180

A

	lésion +	Lésion -	Total
Ratio +	2	9	11
Ratio -	24	287	311
total	26	296	322

Prévalence = 18,6%  
 Se= 7,7%      VPP = 18%      TVD + = 2,56  
 Sp= 97%      VPN = 92,3%      TVD - = 0,95

Tableau de contingence du ratio conventionnel IJ/Q concentrique à 180°/s < 0,47 ( ratio +) pour le diagnostic de lésion musculaire dont l'incidence est de 18,6 % dans le groupe de footballeurs professionnels étudié

B

	> 30 j	lésion -	Total
Ratio +	2	9	11
Ratio -	7	287	294
total	9	296	305

Prévalence = 6 %  
 Se= 22%      VPP + = 18%      **TVD + = 7,33**  
 Sp= 97%      VPN = 97%      TVD - = 0,80

Tableau de contingence du ratio conventionnel IJ/Q concentrique à 180°/s < 0,47 ( ratio +) pour le diagnostic de lésion musculaire de plus de 30 jours dont l'incidence est de 6 % dans le groupe de footballeurs professionnels étudié

C

	< 1 mois	lésion -	Total
Ratio +	1	9	10
Ratio -	1	287	288
total	<b>2</b>	296	398

Prévalence = 18,6 %  
 Se= 50%      VPP = 10%      **TVD + =16,13**  
 Sp= 96,9%      VPN = 99,6%      TVD - = 0, 51

Tableau de contingence du ratio conventionnel IJ/Q concentrique à 180°/s < 0,47 ( ratio +) réalisé moins d'un mois avant la blessure pour le diagnostic de lésion musculaire dont l'incidence est de 18,6 % dans le groupe de footballeurs professionnels étudié

## Annexe 2

Variation de la sensibilité ( se), spécificité ( sp), valeur prédictive positive (VPP), valeur prédictive négative ( VPN) et des valeurs diagnostiques positive (TVD +) et valeurs diagnostique négative ( TVD-) en fonction de la présence ( lésion +) ou absence de blessure (lésion -), de la durée de la lésion inférieure ou supérieure à 30 jours ( < ou > 30j) et du délai entre le test isocinétique et la blessure pour le ratios conventionnels IJ/ Q concentrique 60°/s

A

	> 30 j	Lésion -	Total
Ratio +	2	11	13
Ratio -	18	609	627
total	20	620	640

**Prévalence = 6 %**  
 Se= 10%%      VPP = 15%      **TVD + = 5**  
 Sp=98%%      VPN = 97,1 %      TVD - = 0,92

Tableau de contingence du ratio conventionnel IJ/Q concentrique à 60°/s < 0,47 ( ratio +) pour le diagnostic de lésion musculaire dont l'incidence est de 6 % dans le groupe de footballeurs professionnels étudié

B

	< 1 mois	lésion -	Total
Ratio +	1	11	12
Ratio -	12	609	621
total	13	620	633

**Prévalence = 18,6 %**  
 Se = 7,7%      VPP = 8,3%      **TVD + = 4,27**  
 Sp= 98,2%      VPN = 98%      TVD - = 0,94

Tableau de contingence du ratio conventionnel IJ/Q concentrique à 60°/s < 0,47 ( ratio +) réalisé moins d'un mois avant la blessure pour le diagnostic de lésion musculaire dont l'incidence est de 18,6 % dans le groupe de footballeurs professionnels étudié

C

	1- 3 mois	lésion -	Total
Ratio +	2	11	13
Ratio -	19	609	628
total	21	620	641

**Prévalence = 18,6 %**  
 Se= 9,5%      VPP = 15,3%      **TVD + = 5,27**  
 Sp= 98,2%      VPN = 96,9%      TVD - = 0,92

Tableau de contingence du ratio conventionnel IJ/Q concentrique à 60°/s < 0,47 ( ratio +) réalisé entre un et trois mois avant la blessure pour le diagnostic de lésion musculaire dont l'incidence est de 18,6 % dans le groupe de footballeurs professionnels étudié

### Annexe 3

Variation de la sensibilité ( se), spécificité ( sp), valeur prédictive positive (VPP), valeur prédictive négative ( VPN) et des valeurs diagnostiques positive (TVD +) et valeurs diagnostique négative ( TVD-) en fonction de la présence ( lésion +) ou absence de blessure (lésion -), de la durée de la lésion inférieure ou supérieure à 30 jours ( < ou > 30j) pour le ratio mixte IJ exc 30/ Q con 240°/s

A

	Lésion +	Lésion -	Total
Ratio +	1	3	4
Ratio -	38	350	388
total	39	353	492

Prévalence = 18,6 %  
 Se= 2,5%                      VPP = 25%                      **TVD + = 2,94**  
 Sp= 99,15%                      VPN = 90,2 %                      TVD - = 0,80

Tableau de contingence du ratio mixte IJexc 30/Q con 240°/s < 0,80 ( ratio +) pour le diagnostic de lésion musculaire dont l'incidence est de 18,6 % dans le groupe de footballeurs professionnels étudié

B

	< 30 jours	lésion -	Total
Ratio +	1	3	4
Ratio -	26	350	376
total	27	353	380

Prévalence = 12,6 %  
 Se = 3,7%                      VPP = 825%                      **TVD + = 4,35**  
 Sp= 99,15%                      VPN = 93%                      TVD - = 0,97

Tableau de contingence du ratio mixte IJexc 30/Q con 240°/s < 0, 80 ( ratio +) pour le diagnostic de lésion musculaire de moins de 30 jours dont l'incidence est de 12,6 % dans le groupe de footballeurs professionnels étudié

NOM: BARREAU

PRENOM: Xavière

**Titre de Thèse: Prédiction des lésions musculaires des ischio-jambiers par évaluation isocinétique chez le footballeur professionnel: évaluation sur dix saisons sportives**

## RESUME

**Objectif:** L'objectif de notre étude a été d'évaluer la capacité des tests isocinétiques à prédire la survenue d'une lésion musculaire des ischio-jambiers dans la saison.

**Méthode:** 350 tests isocinétiques, ont été réalisés en début de saison chez 136 joueurs de football professionnel entre 2001 et 2011, soit l'équivalent de 10 saisons. Deux populations ont été identifiées selon la survenue d'une lésion musculaire des ischio-jambiers dans la saison qui a suivi les tests (n= 65; âge 25; 2+/- 4,2 ans; taille 180, 8 +/- 4,6 cm ; poids 76,1 +/- 6 kg ) ou son absence ( n= 285; âge 22,5 +/- 4,8; taille 180,4 +/- 5,8; poids 75,2+/- 6,9).

**Résultats:** Aucune différence significative n'a été mise en évidence entre les deux populations pour les différents ratios bilatéraux et unilatéraux conventionnels et mixtes.

Le ratio mixte IJexc 30/Qcon 240<0,80, le ratio conventionnel IJ/Q con 180<0,47 et le ratio bilatéral IJ/IJ con 60 <0,85 représentent les paramètres les plus prédictifs pour prédire la survenue d'une lésion musculaire des Ischio-jambiers. Le ratio conventionnel IJ/Q con 60<0,47 permet de prédire la survenue d'une lésion en fonction de sa gravité et ceci quelque soit le délai depuis la réalisation des tests isocinétiques. En cas d'anomalie de ces trois ratios, la probabilité de survenue d'une lésion musculaire des ischio-jambiers peut atteindre 72%.

**Conclusion:** Afin de prédire la survenue d'une lésion musculaire dans la saison, nous proposons de réaliser un test isocinétique en début de saison à tous les joueurs de football professionnels selon le protocole suivant: 3 à 5 répétitions concentriques des fléchisseurs et extenseurs à 60°/sec et 240 °/sec puis 5 répétitions excentriques des fléchisseurs afin de calculer les différents ratios prédictifs.

**Mots clés:** test isocinétique, lésion musculaire, ischio-jambiers, football.