#### MINISTERE DE LA SANTE REGION LORRAINE INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE DE NANCY

# LE NORDIC HAMSTRING EXERCISE AUPRES DES HANDBALLEUSES. PEUT-IL ETRE UTILISE EN PREVENTION DES LESIONS DU LIGAMENT CROISE ANTERIEUR ?

Mémoire présenté par Francesca AZZOLINA étudiante en 3ème année de masso-kinésithérapie en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute.

2012 - 2013

# **SOMMAIRE**

#### **RESUME**

1.INTRODUCTION:	1
1.1. METHODE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE :	2
2. RAPPEL ANATOMIQUE ET BIOMECANIQUE DU GENOU :	
2.1. ELEMENTS EN PRESENCE :	
2.2. BIOMECANIQUE DU GENOU :	4
3. LES ISCHIO JAMBIERS :	5
3.1. ANATOMIE :	5
3.2. PHYSIOLOGIE :	6
3.3. BIOMECANIQUE :	6
4. LE LIGAMENT CROISE ANTERIEUR :	8
5. LE TRAVAIL EXCENTRIQUE :	9
5.1. PHYSIOLOGIE :	9
5.2. LES DELAYED ONSET MUSCULAR SORENESS (D.O.M.S. ) :	10
6. METHODE :	11
6.1. DESIGN DE L'ETUDE :	11
6 .2.POPULATION ETUDIEE :	11
6.3 : LE NORDIC HAMSTRING :	12
6.3.1 : DESCRIPTION DE L'EXERCICE :	12
6.3.2 : PROTOCOLE DE RENFORCEMENT MIS EN PLACE :	13
6.4 · DECLIEU DE DONNEES ·	1./

6.4.1. DONNEES SOCIODEMOGRAPHIQUES:	14
6.4.2.DONNEES PHYSIQUES :	14
6.4.3. DEROULEMENT DE CHAQUE VISITE :	15
6.4.4. CRITERES DE JUGEMENT :	15
6.4.5. ANALYSE DES DONNEES :	16
7. RESULTATS:	16
7.1. DESCRIPTION GENERALE DE LA POPULATION ETUDI	EE:16
7.2. DESCRIPTION SPECIFIQUE DE LA POPULATION AVAN	
7.3. DESCRIPTION SPECIFIQUE DE LA POPULATION APRE	
7.4. COMPARAISON DE LA POPULATION AVANT ET APRES	PROTOCOLE :20
8. DISCUSSION :	23
8.1. ANALYSE DE LA POPULATION :	23
8.1.1. LES ISCHIO JAMBIERS ET LES QUADRICEPS :	24
8.1.2. RATIO FLECHISSEURS/EXTENSEURS :	25
8.2.PREVENTION:	26
8.3. LIMITES ET CRITIQUES :	28
8.3.1. PAR RAPPORT AUX SUJETS :	
8.3.2. PAR RAPPORT A LA METHODE :	29
9 CONCLUSION:	30

#### **BIBLIOGRAPHIE**

**ANNEXES** 

### **RESUME**

Les filles pratiquant le handball présentent un nombre important de blessures au niveau du genou notamment la rupture du Ligament Croisé Antérieur. Au-delà des facteurs anatomiques et hormonaux, un déséquilibre en faveur du quadriceps peut influer sur les risques de blessures. Les programmes de renforcement au niveau du handball amateur sollicitent très souvent les quadriceps au détriment des Ischio Jambiers. Ceci concourt à créer ou à entretenir un déséquilibre musculaire, engendrant un risque élevé de traumatismes.

L'objet de notre étude a été de mettre en place un protocole de renforcement des Ischio Jambiers, le Nordic Hamstring Exercise, auprès d'une équipe de 20 handballeuses. Nous avons ainsi pu vérifier l'efficacité de ce protocole sur l'amélioration de la force musculaire des Ischio Jambiers. En conséquence, il pourrait prendre place dans un programme de prévention des lésions du Ligament Croisé Antérieur. Toutes les handballeuses ont améliorer la force musculaire des Ischio Jambiers. Avant le protocole, 11 joueuses avaient un ratio Ischio Jambiers/Quadriceps en concentrique à 60°/s équilibré; 7 avaient un ratio déséquilibré en faveur des Ischio Jambiers. A l'issue du protocole, 4 joueuses ont un ratio équilibré et 13 présentent un ratio déséquilibré en faveur des fléchisseurs du genou. Nous constatons que le protocole mis en place a effectivement permis d'améliorer la force musculaire des Ischio Jambiers.

Le masseur kinésithérapeute se doit d'agir sur ces facteurs neuromusculaires. Il a un rôle de prévention et de sensibilisation auprès des joueuses et des entraineurs afin de diminuer le nombre de ruptures. Il est de son devoir de détecter les sportives dites à « risques ».

Mots clés: Exercice Nordic Hamstring, Ligament Croisé Antérieur, blessures, prévention, handball, isocinétisme.

Key Words: Nordic Hamstring Exercise, Anterior Cruciate Ligament, injuries, prevention, handball, isokinetic

#### 1. INTRODUCTION: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 48, 49, 50, 51, 54]

Le handball est un sport très largement pratiqué. La fédération Française de Handball recense 500651 licenciés en France dont 178057 sont des filles [48]. En 2009, le handball comptait 392761 licenciés dont 36% des membres étaient féminines [49]. Aujourd'hui, la Lorraine compte 8648 licenciés et arrive, selon l'INSEE en 5ème position parmi les sports les plus pratiqués en 2009 dans la Région. La volonté de promouvoir le handball dans ce territoire est indéniable

Comme toute discipline sportive, le handball engendre des traumatismes. En effet, même s'il est un sport ludique et pourvoyeur d'un grand nombre de valeurs, il reste un sport de contacts. La majorité des blessures concerne le genou (17%), la cheville (18%), le poignet et les mains (16%) et enfin les pathologies d'épaules (13%) [50]. Bien que les entorses de chevilles arrivent en première ligne, celles du genou sont également fréquentes et peuvent aller jusqu'à la rupture du Ligament Croisé Antérieur (LCA).

Les traumatismes font partie intégrante de la vie du sportif et peuvent avoir de lourdes conséquences sur le plan physique mais également sur le plan psychologique. L'une des pathologies récurrentes au handball est la rupture du LCA. Les conséquences à court terme (arrêt de travail, de la pratique) ne sont pas négligeables. A long terme, cette lésion du LCA favorise les risques de développer des gonarthroses, des problèmes d'instabilité articulaires ou des douleurs chroniques. [1, 51, 2, 3]. Ces éléments illustrent la complexité de la rééducation du LCA.

Des études montrent que les filles ont 4 à 7 fois plus de risques que les hommes de se rompre le L.C.A [51, 2, 4, 5, 6], avec une incidence de 0.82 blessures pour 1000 heures de pratique chez les femmes, contre 0.31 chez les hommes. Ce risque augmente avec la compétition et passe à 2.29 ruptures pour 1000 heures de match [4]. Les raisons sont multifactorielles et peuvent être limitées dans certains cas.

Le rôle du Masseur Kinésithérapeute est indispensable. Grâce à un travail pluridisciplinaire entre les médecins, entraineurs, masseurs kinésithérapeutes et sportives, il

serait possible de proposer des exercices adaptés au sport concerné, de s'assurer du suivi tout au long de l'année, de corriger la technique des sportives ; et ceci dans un but de prévenir les entorses graves du genou. Christophe Geoffroy, masseur kinésithérapeute de l'équipe de France de Football dit : « nous sommes des coaches du corps : notre rôle est aussi de prévenir, éduquer, expliquer, apprendre au joueur à ce qu'il ne fasse pas n'importe quoi avec son corps » [7].

Beaucoup de stratégies ont été mises en place afin de prévenir les lésions du LCA. Le 11+ et le PEP (Prevent Injury and Enhance Performance Program) permettraient de diminuer les blessures graves du genou des footballeurs grâce à des exercices variés [3, 54]. Myklebust montre également qu'un échauffement neuromusculaire atténuerait les blessures graves du genou chez les handballeuses [5]. Hewett le montre auprès des athlètes féminines [6]. Parmi tous les exercices proposés dans ces différents programmes de prévention, le Nordic Hamstring apparait systématiquement. D'abord utilisé pour limiter les lésions des Ischio Jambiers (I.J.), il est aussi utilisé en prévention des lésions du L.C.A. Ce type de renforcement excentrique, très peu inscrit dans les pratiques sportives, améliorerait le contrôle dynamique du genou en permettant aux I.J. de jouer le rôle protecteur du LCA.

Si la prévention des traumatismes du genou auprès des handballeuses professionnelles est largement développée, elle est aujourd'hui très limitée chez les amatrices. Ainsi, beaucoup de joueuses ont été confrontées durant leur « carrière » sportive à ce type de blessure. L'objet de notre étude est donc d'évaluer l'efficacité d'un protocole de renforcement musculaire excentrique des I.J., mis en place auprès de handballeuses issues du HBC Nancy Sluc, sur la force musculaire des I.J. ceci dans une perspective de prévention des risques de blessures du LCA. Nous élaborerons un protocole de renforcement adapté, pouvant être utilisé régulièrement au cours des entrainements.

#### 1.1. METHODE DE RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE :

Les recherches documentaires ont été réalisées de manière manuelle et à partir de différents moteurs de recherche à savoir EM Consult, Pub Med, Reedoc, Google, Kiné scientifique, Kiné La Revue. Les mots clés utilisés sont « Nordic Hamstring exercise »

(Exercice Nordic Hamstring), « Anterior Cruciate Ligament » (Ligament croisé Antérieur), « injuries » (blessures), « prevention » (prévention), « handball », (handball), « isokinetic » (isocinétisme). Ils ont été utilisés seuls ou associés.

Ces recherches nous ont permis de répertorier de nombreux ouvrages, articles, livres. Après une sélection en fonction du contenu et de la date de publication, nous avons sélectionné les plus pertinents.

Ainsi, la bibliographie de notre étude se compose de 47 publications, 6 sites internet et 1 DVD.

#### 2. RAPPEL ANATOMIQUE ET BIOMECANIQUE DU GENOU:

#### 2.1. ELEMENTS EN PRESENCE : [8, 9, 10, ANNEXE I]

Le genou est l'articulation intermédiaire du membre inférieur caractérisée par des surfaces articulaires non congruentes et non concordantes. Pourtant, c'est une articulation très sollicitée en charge. Il est composé de 2 os longs : le tibia et le fémur et d'un os sésamoïde : la patella (permet d'avoir un meilleur bras de levier pour le quadriceps). Ces 3 os forment 2 articulations :

- L'articulation fémoro-patellaire : articulation mettant en jeu les condyles fémoraux et la patella de type ginglyme,
- l'articulation fémoro-tibiale : articulation mettant en jeu les condyles fémoraux et les plateaux tibiaux, de type bicondylienne.

#### Plusieurs éléments constituent le genou

- Deux condyles fémoraux : un médial et un latéral, grossièrement symétriques, le médial descendant plus bas que le latéral, convexes vers le bas,
- deux plateaux tibiaux : un médial concave vers le haut, frontalement et sagittalement, un latéral concave vers le haut, frontalement et plane sagittalement,
- une capsule qui unit les 3 os entre eux. Elle est formée en avant d'un cul de sac sous quadricipital et elle est renforcée dans sa partie postérieure pour former les coques condyliennes véritables freins à l'hyper extension,
  - une synovie permettant la lubrification de l'articulation,

- deux ménisques : un interne en forme de « C » et un externe en forme de « O ». Ce sont des fibro cartilages qui permettent d'amortir les chocs et donc de soulager les cartilages, de répartir les contraintes et d'améliorer la concordance des surfaces articulaires en augmentant les surfaces de contact,
- des éléments ligamentaires : les ligaments collatéraux fibulaire et tibial tendus en rotation latérale et en extension de genou et un pivot central formé du ligament croisé antéro-externe (LCAE) et du ligament croisé postéro-interne (LCPI) tendus en rotation médiale, flexion et extension de genou, le ligament patellaire, le ligament poplité oblique et poplité arqué,
- des éléments musculaires : en avant le quadriceps (droit fémoral, vastes latéral, médial et intermédiaire), en arrière les ischio jambiers (semimembraneux, semitendineux, biceps fémoral), le poplité et les gastrocnémiens, médialement la patte d'oie (gracile, sartorius) et latéralement le Tenseur du Fascia Lata.

#### 2.2. BIOMECANIQUE DU GENOU: [11]

Le genou doit répondre à deux impératifs contradictoires :

- il doit être stable en Extension, position dans laquelle il subit le plus de contraintes.
  - il doit être stable dès les premiers degrés de Flexion.

Le manque de congruence des surfaces articulaires expose le genou à de nombreux traumatismes. L'articulation fémoro-tibiale a deux degrés de liberté: Flexion / Extension et Rotation Latérale/Rotation Médiale. Du fait des asymétries des condyles fémoraux avec les plateaux tibiaux, le compartiment médial est qualifié de secteur stable alors que le latéral est plutôt celui de la mobilité en raison du faible emboitement articulaire. Lors de la Flexion, les condyles fémoraux effectuent un mouvement de roulement vers l'arrière puis un glissement vers l'avant pour garder le contact avec les plateaux tibiaux. Elle s'accompagne d'une Rotation Médiale de l'ordre de 20°. Pour l'Extension, les condyles fémoraux glissent vers l'avant puis roulent vers l'arrière. Le mouvement s'accompagne d'une Rotation Latérale.

#### 3. LES ISCHIO JAMBIERS:

#### 3.1. ANATOMIE: [9, ANNEXE II]

#### Ils sont au nombre de 3:

- <u>Le biceps fémoral</u>: Il présente 2 chefs, une courte portion et une longue. La courte portion s'insère au niveau de la tubérosité ischiatique de l'os coxal, entre le semi tendineux et le semi membraneux. Sa longue portion a pour origine la lèvre latérale de la ligne âpre, dans sa partie 2/3 inférieur, entre le vaste latéral et le grand adducteur. La longue portion est plutôt superficielle alors que la courte est profonde, ils ont un trajet vertical et se terminent en un tendon commun sur l'extrémité supérieure de la fibula, le versant postéro latéral et connaissent des expansions au niveau de la capsule tibio fibulaire, l'extrémité supéro-latérale du tibia et le fascia jambier.

- <u>Le semi tendineux</u>: Il a pour origine la tubérosité ischiatique, en dedans du long biceps. Il est orienté vers le bas et le dedans et se termine au niveau du ¼ supérieur de la face médiale du tibia (en arrière du sartorius et en dessous du gracile). Il a des expansions sur le fascia jambier.

- <u>Le semi membraneux</u>: Il s'insère au niveau de la tubérosité ischiatique. Il est orienté vers le bas et le dedans et se termine par 3 faisceaux. Un tendon direct sur la face postérieure de l'épiphyse supérieure du tibia avec une expansion au muscle poplité. Un tendon réfléchi qui se termine sur la partie antéro-médiale de l'épiphyse supérieure du tibia. Enfin, un tendon récurrent se terminant sur la partie supérieure de la coque condylienne latérale avec une expansion sur la fabella.

Ces trois muscles forment les I.J. Ils ont tous pour action la Flexion de genou et l'Extension légère de hanche. En chaîne fermée, ils sont rétroverseurs de bassin. Pour les semi membraneux et semi tendineux, ils sont Rotateurs Médiaux de genou, le biceps fémoral est Rotateur Latéral.

En statique, ils assurent le maintien lors de l'inclinaison antérieure du tronc. Ils permettent le maintien de la position debout grâce à un tonus de base. Pour les semi membraneux et semi tendineux, ils permettent la stabilité postéro-médiale, pour le biceps

fémoral, ils assurent la stabilité postéro-latérale, le renfort de la capsule tibio-fibulaire ainsi qu'une tension du fascia jambier grâce aux expansions. Ils sont innervés par le nerf sciatique de racine L5, S1, S2, sauf la longue portion du biceps qui n'a pas l'innervation L5.

#### 3.2. PHYSIOLOGIE: [8, 12, 13]

Les I.J. sont des muscles striés squelettiques c'est-à-dire qu'ils sont formés par un ensemble de cellules musculaires striées squelettiques liées par du tissu conjonctif formé de fibres de collagènes (principale protéine du tissu conjonctif). Il a la particularité d'être à la fois souple et résistant ce qui permet de transmettre les forces produites par les cellules musculaires. De plus, le tissu conjonctif permet le glissement des fibres musculaires entre elles et donc le mouvement [12].

Les I.J. sont des muscles très fibreux, leur résistance à l'étirement est faible. Ils possèdent une forte proportion de fibres conjonctives, ce qui provoque leur raideur constitutionnelle [8].

Ils sont formés des fibres lentes (I) et rapides (II). Les fibres lentes ont un potentiel oxydatif élevé, elles travaillent en aérobie avec une capillarité très développée. Elles ont une grande résistance à la fatigue et une force de contraction limitée. Les fibres de type II sont, quant à elles, moins résistantes à la fatigue mais permettent de développer en peu de temps une force musculaire importance. Beaucoup d'auteurs s'accordent à dire que la répartition de fibres lentes et rapides est quasi identique. Toutefois, la part de l'entrainement et les qualités morphogénétiques des individus jouent un rôle indéniable dans cette répartition [13].

#### 3.3. BIOMECANIQUE : [2, 5, 6, 8, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]

Les I.J. sont les muscles postérieurs de la cuisse, ils sont bi articulaires. Leur contraction permet de fléchir le genou et ils participent à l'Extension de la hanche. Ils ont, comme tous les muscles du membre inférieur, un rôle essentiellement freinateur [8]: Un Rotateur Médial est surtout un anti Rotateur Latéral. Le semi tendineux et le semi membraneux protègent alors la Rotation Latérale par contraction excentrique.

Ils sont qualifiés d'agonistes au L.C.A. [5, 6, 2]. En effet, une des raisons des lésions du L.C.A. est la tension provoquée par le quadriceps. Lors d'une réception à un saut, le quadriceps freine la Flexion du genou provoquant ainsi un tiroir antérieur. Le genou est alors en quasi Extension ou légère Flexion (20° à 30° de Flexion). Il a été montré que, dans cette position, la force de translation antérieure était, de manière isolée, la force la plus contraignante et la plus à risque pour le L.C.A.. Bien sur, il ne faut pas oublier que le mécanisme lésionnel du L.C.A. est d'origine tri dimensionnelle [14]. Le rôle des I.J. est la protection de celui-ci en contrôlant le glissement antérieur du tibia [15]. De plus, avec ses 3 chefs, ils s'insèrent sur le versant médial et latéral. Cela permet un meilleur contrôle de toute la région postérieure du genou. Ils stabilisent l'articulation dans la direction opposée à celle induite par le quadriceps [2].

Il existerait une innervation commune entre les I.J. et le L.C.A.; ce qui renforcerait la protection de ce dernier par les I.J. en s'opposant au glissement antérieur réalisé par le quadriceps [16].

Pendant la décélération d'une course ou une réception à un saut, les I.J. travaillent en excentrique pour freiner la Flexion de hanche. Ils freinent l'énergie cinétique verticale [16]. Cette contraction permet également de s'opposer à la translation antérieure du tibia provoquée par le quadriceps agissant ainsi en protection du L.C.A. Ils assurent en partie la stabilité active du genou [2].

Grâce à leur action, ils permettent d'augmenter la Flexion de genou. Il a été montré que la lésion du L.C.A. se faisait généralement avec un genou en rectitude (max 30° de flexion). En augmentant la Flexion de genou, les forces de cisaillement sur le tibia seront diminuées. Cela participe à protéger davantage le L.C.A. [17, 18, 19, 4].

Middleton explique que lors d'un geste sportif, il existe une contraction réflexe du muscle antagoniste au mouvement. Cette contraction permet de protéger l'articulation d'une éventuelle lésion en freinant le mouvement [20]. Ainsi, lors d'un changement de direction au handball, le joueur effectue une Extension du genou permettant la course en sens opposée. Le

genou est ainsi protégé par une contraction réflexe des I.J. Il en est de même pour la frappe de balle au football.

#### 4. LE LIGAMENT CROISE ANTERIEUR: [8, 9, 11, 21, 22, 23]

Il constitue avec le ligament croisé postérieur (L.C.P.), le pivot central du genou. Il est qualifié d'extra articulaire car il présente un revêtement synovial qui lui est propre même s'il se situe dans la cavité articulaire (Bousquet et coll.1982). De plus, ces fibres sont enroulées, torsadées permettant ainsi de garder la même tension quelque soit le mouvement du genou. On parle alors d'isométrie, notion que le chirurgien tient à respecter lors de ligamentoplastie. Il présente 2 faisceaux: un antéro-médial et un faisceau postéro-latéral. Du fait de son isométrie, il est tendu tout au long de la Flexion. Le faisceau postéro-latéral a une insertion plus postérieure au niveau du tibia et plus basse au niveau du condyle latéral. Il est mis en tension en Extension complète, se détend pendant la Flexion puis se retend dès 45° de Flexion.. Leur tension varie pendant les mouvements de Flexion/Extension et de Rotations. Le L.C.A. est un ligament très puissant, il peut résister à des forces pouvant aller jusqu'à 1070 N. Il est composé de fibres de collagènes et présente une résistance élastique de 50 daN (Beauchamps et coll. 1979).

Ce ligament est tendu lors de la Flexion et de l'Extension. Il s'enroule avec le L.C.P. pour limiter la Rotation Médiale. Il joue un rôle de guidage passif dans les déplacements de l'articulation. Nous avons vu plus haut que lors de la Flexion, les condyles fémoraux roulent vers l'arrière puis glissent vers l'avant. Kapandji montre que le L.C.A. est responsable du glissement du condyle vers l'avant associé au roulement en sens inverse. En effet, le roulement est facilement concevable, le glissement est assuré par des facteurs actifs : les muscles et par des structures passives : les ligaments croisés. Ils font glisser les condyles dans le sens opposé au roulement.

Enfin, le L.C.A. a un rôle important au niveau de la proprioception, démontré par le fait qu'une lésion du L.C.A. provoque une diminution de proprioception (Chambat 1985, Kerbour 2003).

Ce ligament joue le rôle de frein primaire et secondaire :

- Frein primaire à la translation antérieure du tibia : il absorbe 85% des contraintes de tiroir antérieur. La stabilité passive du genou dans le plan sagittal est assurée par les ligaments croisés.

- Frein secondaire à la Rotation Médiale. Le frein primaire étant les formations périphériques latérales.

#### 5. LE TRAVAIL EXCENTRIQUE:

#### 5.1. PHYSIOLOGIE: [20, 24, 25, 26]

Le travail excentrique se définit comme une contraction musculaire associée à un allongement du complexe ostéo-tendineux. On lui associe souvent le nom de travail négatif en opposition au travail concentrique qui permet de déplacer une charge et est considéré comme positif. Il agit préférentiellement sur les fibres de types IIb, donc rapides.

Le travail excentrique présente quelques caractéristiques :

- La force développée suite à un entrainement excentrique est supérieure à celle développée après un entrainement concentrique ou isométrique.
- Il n'a pas besoin de consommer beaucoup d'oxygène pour se contracter. De plus, les phosphagènes : ATP (Adénosine Tri Phosphate) et CK (Créatine Kinase) très utilisés pour permettre une contraction concentrique le sont que très peu dans une contraction excentrique. Elle coute donc peu d'énergie métabolique [24]..
- Il a été montré que lors du travail excentrique, le système nerveux central est incapable de recruter toutes les unités motrices. Couplé à une faible consommation d'A.T.P. et d'Oxygène, la contraction excentrique produit une force supérieure à la contraction concentrique tout en économisant l'énergie nerveuse [25].
- Le renforcement agit sur l'hypertrophie : il permettrait une amélioration de la surface de section transversale des fibres musculaires agissant alors sur la masse musculaire
- Il augmente la raideur musculo- articulaire passive liée à une augmentation de ponts d'actine myosine ou par un œdème musculaire comprimant les tissus. Avec la

répétition, cette raideur diminue permettant le transfert des contraintes du tendon vers le muscle ; par conséquent, évite les blessures tendineuses.

- Le travail excentrique augmente le nombre de sarcomères en série, les fibres musculaires seront plus grandes et l'angle de pennation plus fermé (angle entre l'orientation des fibres musculaires et l'axe selon lequel le muscle exerce une force, plus il est fermé, plus la force développée est grande) [26, 25].
- La répétition du travail excentrique permet un recrutement plus important du nombre d'unités motrices lentes, améliorant la répartition des contraintes mécaniques qui agissent sur les fibres musculaires. Le travail excentrique protège donc d'éventuels problèmes musculaires.

Lors de l'analyse des courbes pendant une évaluation isocinétique chez un sujet sain, la force du muscle est en course externe maximale puis elle chute brutalement à cause d'une sidération réflexe. C'est un mécanisme de défense : le « Claps Knife Reflex » décrit par Patton. On peut dire que l'évaluation excentrique évalue la résistance à l'étirement du complexe musculotendineux [20].

Le renforcement excentrique est aussi utilisé dans le traitement des tendinopathies. Le protocole mis en place par le Docteur Stanish permet une cicatrisation tendineuse optimale par l'apport vasculaire, l'innervation et la traction mécanique. Il se base sur 3 paramètres : l'étirement, la charge et la vitesse de contraction [27, Annexe III].

Ainsi, le travail musculaire excentrique, en provoquant des adaptations structurales (au niveau du couple muscle tendon) et nerveuses, peut largement trouver sa place au sein des programmes de renforcement musculaire notamment auprès des muscles dont la fonction principale est freinatrice (I.J.). Cependant, quelques précautions doivent être prises lors de la réalisation d'un protocole de renforcement si l'on ne veut pas être délétère.

# 5.2. LES DELAYED ONSET MUSCULAR SORENESS (D.O.M.S.) : [25, 26, 28, 29]

On parle de Douleurs Musculaire d'apparition Retardées ou Delayed Onset Muscular Soreness. Elles apparaissent entre 12h à 48h après un exercice excentrique intense ou

inhabituel. Les douleurs sont maximales entre 24h et 48h et disparaissent au bout de 5 à 7 jours [29].

Elles sont dues à des micro lésions au niveau des sarcomères provoquant dans un second temps une réaction inflammatoire. Il y a alors une stimulation des nocicepteurs situées sur les terminaisons nerveuses libres au niveau des tissus lésés provoquant une libération de la substance P. Cela entretient donc l'hyper algie globale.

Le muscle est douloureux à la palpation, à l'étirement passif et à la contraction. Il y a une diminution de la force musculaire pouvant aller jusqu'à 40% ainsi qu'une limitation de l'amplitude articulaire.

Pour limiter l'apparition des D.O.M.S., le travail excentrique sous maximal apparait le plus indiqué. Il a été montré que la répétition du travail excentrique limiterait l'apparition de D.O.M.S. On parle de « repeat bout effect » (effet de répétition). Ainsi, les conséquences du travail excentrique seraient diminuées lors de la 2<sup>ème</sup> séance [25, 26, 28]. L'effet protecteur serait optimal après 2 semaines et persisterait plusieurs semaines.

#### 6. METHODE:

#### 6.1. DESIGN DE L'ETUDE:

Cette étude comparative avant/ après a été réalisée entre le 21/11/2013 et le 07/04/2014 auprès de 20 joueuses licenciées au club du SLUC Nancy Handball durant la saison 2013/2014 et évoluant au niveau prénationale et honneur départemental. Elle intègre 2 temps de mesures : lors de la 1ère visite à J+0 et 10 semaines après J+0 (J+ 10 semaines).

#### 6.2.POPULATION ETUDIEE:

#### Critères d'inclusion dans l'étude :

- joueuses licenciées au Sluc Nancy Handball durant la saison 2013/2014,
- évoluant au niveau prénationale et honneur départemental.

#### Critère d'exclusion:

- toutes joueuses présentant toutes douleurs au niveau du genou.

Un accord a été pris avec les entraineurs concernés et les joueuses quant à la mise en place du protocole de renforcement musculaire excentrique des I.J. Il a été convenu que les exercices de renforcement seraient placés en fin d'échauffement. Un tableau avec le nom des joueuses participant à l'étude ainsi que les modalités du protocole a été donné à chaque entraineur afin d'avoir un meilleur suivi.

#### 6.3: LE NORDIC HAMSTRING: [30]

Nous avons choisi de mettre en place l'exercice du Nordic Hamstring car il présente l'avantage de n'utiliser aucun matériel. Il peut donc être pratiqué facilement sur les terrains de sports. L'objectif final est son utilisation durant les entrainements, pas seulement au cours de la préparation physique de pré saison mais plutôt durant toute la saison sportive afin d'être le plus efficace possible. Il est donc primordial que les joueuses deviennent autonomes.

Nous nous sommes inspirés du protocole mis en place par Mjølnes [30] qui est progressif et sans danger pour les sportifs. Cependant, nous l'avons adapté car les joueuses évoluant au niveau amateur, n'ont pas la possibilité d'être présente 3 fois dans la semaine comme le voudrait Mjølnes.

#### **6.3.1: DESCRIPTION DE L'EXERCICE:**



Figure 1 : Exercice Nordic Hamstring (1)

Les joueuses sont par binômes. La joueuse a les genoux fléchis, écartés largeur des épaules. Un tapis ou un coussin peut être placé sous les genoux afin de limiter les douleurs. Les chevilles sont maintenues par le binôme afin d'éviter les chutes vers l'avant. La joueuse se laisse tomber vers le sol, en freinant la descente du tronc jusqu'au contact des mains au sol. Il est important de ne pas effectuer de flexion de tronc, modifiant le travail excentrique des I.J. Le retour à la position de départ se fait par une propulsion des mains.

#### Quelques points importants sont à signaler :

- le binôme maintient les chevilles de la joueuse pendant l'exercice.
- La joueuse doit garder l'alignement tête, épaule, bassin, cuisses rectiligne pour ne pas modifier l'action des I.J. (muscles bi articulaires).
- L'exercice est réalisé lentement, avec comme seule résistance le poids de corps.

#### **6.3.2: PROTOCOLE DE RENFORCEMENT MIS EN PLACE: [30]**

Le protocole a été adapté aux joueuses. En effet, Mjølnes [30] avait réalisé une étude sur 10 semaines avec une progression sur le nombre de répétitions, séries et séances dans la semaine. Pour les 5 dernières semaines, il préconisait 3 séances par semaine. Dans notre étude, les joueuses n'étant qu'amatrices, le handball ne constitue pas leur priorité et leur demander de venir s'entrainer 3 fois dans la semaine était impossible. Nous avons donc modifié le protocole de Mjølnes.

Tableau I : protocole de renforcement du Nordic Hamstring

Semaine	Nombre de séances	Séries et répétitions
S1	1	2 séries de 5 répétitions
S2	2	2 séries de 6 répétitions
S3	2	3 séries de 6, 7 et 8 répétitions
S4	2	3 séries de 8, 9 et 10 répétitions
S5 à S 10	2	3 séries de 12, 10 et 8 répétitions

#### 6.4. : RECUEIL DE DONNEES :

#### 6.4.1. DONNEES SOCIODEMOGRAPHIQUES: [ANNEXE IV]

A J0, la joueuse renseigne une fiche indiquant l'âge, le poids, la taille, antécédents médicaux, poste joué, genou dominant [ANNEXE IV].

#### **6.4.2.DONNEES PHYSIQUES: [31]**

Nous avons utilisé une machine isocinétique type Biodex pour effectuer les mesures à J0 et J+10semaines. Nous avons testé les quadriceps et I.J. des 2 jambes (dominante et non dominante) en concentrique et à  $60^{\circ}$ /s.

Ce test permet une évaluation et une mesure isométrique, concentrique et excentrique du groupe musculaire. Il est nécessaire de régler la profondeur du siège, inclinaison du siège, position du siège par rapport à l'axe du dynanomètre afin d'être le plus rigoureux possible. Le sujet est assis, incliné vers l'arrière entre 15° à 20° par rapport à la verticale [31] (c'est dans cette position que les I.J. ont une position de pré tension optimale), sanglé au niveau du tronc pour éviter les compensations ainsi que sur le segment fémoral homolatéral (fig 2 et 3).



Figure 2 : Biodex



Figure 3 : Installation du sujet

#### 6.4.3. DEROULEMENT DE CHAQUE VISITE: [32, 33, 34]

La joueuse réalise un échauffement de 10 min sur ergocycle avec une puissance de 70 Watt permettant de préparer au mieux les muscles à l'effort [32]. Nous en profitons pour lui expliquer le principe de l'isocinétisme et le déroulement du test : elle devra enchaîner les mouvements de Flexion/Extension du genou le plus vite et le plus fort possible, sans s'arrêter et dans toute l'amplitude. L'encouragement verbal est autorisé.

Après avoir été installée, une correction de l'effet de gravité est effectuée par une pesée de la jambe et de l'accessoire. La joueuse réalise 4 essais sub maximaux avant de commencer les mesures afin de se familiariser avec la machine [33, 34]. Puis elle effectue le test dans les conditions expliquées plus haut, 5 répétitions à une vitesse lente de 60°/s. Les deux jambes sont testées dans les mêmes conditions avec un repos de 2 min.

Une fois le test réalisé, les paramètres mesurés sont sauvegardés et imprimés en vue de les analyser.

#### 6.4.4. CRITERES DE JUGEMENT : [31, 33, 34, 35, 36, 52]

Nous avons choisi de retenir les paramètres chiffrés suivants

- le moment de Force exprimé en Newton mètre (ou couple de force, pic de force) : il s'agit de la force maximale développée au cours du mouvement.
- La puissance exprimée en Watt : il s'agit du travail par unité de temps. Elle se calcule en multipliant le moment de force par la vitesse angulaire.
- Le travail exprimé en Joule : il correspond à la surface hachurée sous la courbe, dans le début du mouvement, il correspond à la force explosive du muscle.
- Le ratio fléchisseurs concentriques/extenseurs concentriques. Il correspond au rapport des moments de force maximaux des fléchisseurs sur les extenseurs, pour un même mode de contraction et pour une même vitesse. Dans notre étude, ce rapport est calculé en concentrique et à 60°/s, il est de 60% [35].

#### 6.4.5. ANALYSE DES DONNEES:

L'analyse statistique des données a consisté en :

- une analyse descriptive de l'échantillon. Les variables quantitatives ont été

exprimées en moyenne et écart type, les variables qualitatives en pourcentage. La répartition

de la population se fera en fonction de plusieurs critères : âge, poids, taille, genou dominant.

- Une analyse comparative des données en fonction du genou dominant par un

test de Kruskall Wallis pour les variables quantitatives et par un test exact de Fischer pour les

variables qualitatives.

- Une analyse comparative des données avant et après la mise en place du

protocole grâce à un test des rangs signés de Wilcoxon.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel S.A.S. 9.3. Le seuil de

significativité retenu était de 5%.

#### 7. RESULTATS:

#### 7.1. DESCRIPTION GENERALE DE LA POPULATION ETUDIEE :

Nous avons étudié une population de 20 sujets, handballeuses évoluant au niveau pré national et honneur et présentant les caractéristiques suivantes :

-âge : 21.3 +/- 3.3 années

-poids: 62.5 + /- 7.4 kg

-taille: 165.8 +/- 6.1 cm

-genou dominant : 45% membre inférieur droit et 55% membre inférieur

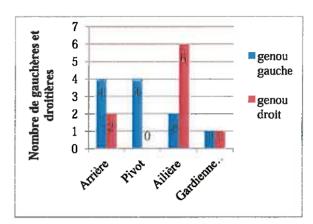
gauche

Sur 20 sujets, 7 évoluent en honneur (35%) et 13 en pré nationale (65%). La population

n'évolue pas au même poste (fig. 4): le poste d'ailière étant le plus représenté (40%). Le

nombre de droitières est prédominant dans cette catégorie (fig. 5).





<u>Figure 4 :</u> Répartition de la population par poste.

<u>Figure 5 :</u> Répartition du genou dominant en fonction du poste.

#### 7.2. DESCRIPTION SPECIFIQUE DE LA POPULATION AVANT PROTOCOLE:

• <u>Les Ischio Jambiers</u>: Les moyennes des Moment de Force, Travail et Puissance des 2 côtés apparaissent figure 6: les moments de force des I.J. sont quasi identiques des 2 côtés (76.2 Nm côté dominant et 76.6 Nm côté non dominant).

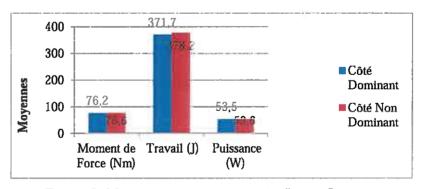


Figure 6: Moyenne des paramètres des Ischio Jambiers

La différence entre le côté dominant et non dominant est de 0.52% pour le Moment de Force, 1.75% pour le travail et 0.19% pour la Puissance, en faveur du côté dominant [ANNEXES V, tab I].

• <u>Les Quadriceps</u>: Les moyennes des Moments de Force; Travail et Puissance sont présentées dans le graphique ci-dessous (fig. 7):

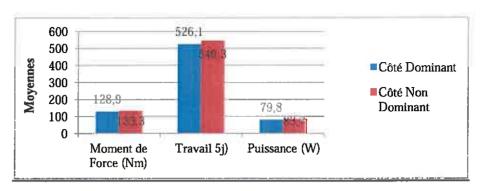
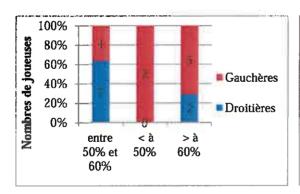


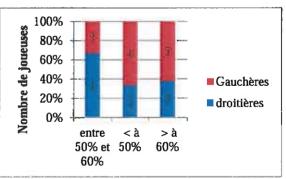
Figure 7: Moyennes des paramètres des quadriceps

• <u>Le ratio Fléchisseurs/ Extenseurs en concentrique à 60°/s</u>: Les ratio sont sensiblement identiques pour les 2 côtés (59,1% pour le côté dominant et 58,4% pour le non dominant) [ANNEXE V, fig. 1].

11 joueuses dont 4 gauchères ont un ratio Côté Dominant compris entre 50% et 60% (fig. 8); 6 joueuses dont 2 gauchères appartiennent à cette tranche quand il s'agit de leur Côté Non Dominant (fig. 9).



<u>Figure 8:</u> Répartition des joueuses en fonction des catégories de ratio Côté Dominant



<u>Figure 9:</u> Répartition des joueuses en fonction des catégories de ratio côté non Dominant

#### 7.3. DESCRIPTION SPECIFIQUE DE LA POPULATION APRES PROTOCOLE :

• <u>Les Ischio Jambiers</u>: Voici les Moments de Force, Travail et Puissance des I.J. après le protocole (fig. 10):

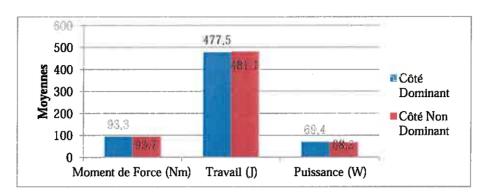


Figure 10: Moyennes des paramètres des Ischio Jambiers

La différence entre le côté dominant et non dominant est de 0.43% pour le Moment de Force, 0.75% pour le travail et -1.73% pour la Puissance, en faveur du côté dominant [ANNEXE V, tab. II].

• <u>Les quadriceps</u>: Les moyennes des Moment de Force, Travail et Puissance sont présentées dans le graphique suivant (fig. 11):

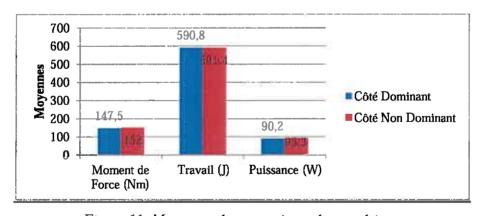


Figure 11: Moyennes des paramètres des quadriceps

• <u>Le ratio Fléchisseurs/ Extenseurs en concentrique à 60°/s</u>: après protocole, les ratios sont de 64.2% pour le côté dominant et de 62.7% pour le côté non dominant [ANNEXE V. fig. 2].

Après protocole, 4 joueuses dont 2 gauchères ont un ratio compris entre 50% et 60% côté dominant ; 6 joueuses dont 4 gauchères pour le côté non dominant.

Avant protocole

■Après

Protocole

#### Côté Dominant :

• compris entre 50% et 60% : 4 dont 2 gauchères

• à 60% : 13 dont 7 gauchères

< à 50% : 3 dont 2 gauchères</li>

#### Côté Non Dominant:

• Compris entre 50% et 60% : 6 dont 4 gauchères

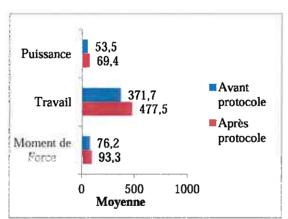
à 60 % : 12 dont 5 gauchères

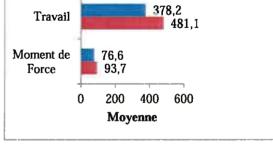
< à 50 % : 2 dont 2 gauchères</li>

#### 7.4. COMPARAISON DE LA POPULATION AVANT ET APRES PROTOCOLE:

• <u>Les Ischio Jambiers</u>: Il existe une différence significative des mesures faites sur les I.J. avant et après protocole pour les 2 côtés. En effet, la probabilité « p » est inférieure à 0.001 (p<0.05) (fig. 12, 13).

Puissance





53,6

68.2

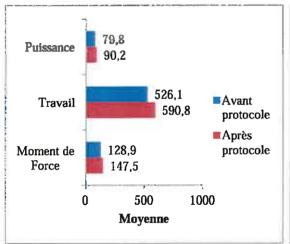
<u>Figure 12:</u> Comparaison avant et après protocole des mesures des Ischio Jambiers Côté Dominant

<u>Figure 13:</u> Comparaison avant et après protocole des mesures des Ischio Jambiers, Côté Non Dominant

Le gain des Moments de Force est de 22.44% Côté Dominant et 22.32 % pour le Côté Non Dominant. Le travail et la puissance ont connu une évolution positive allant de 27% à moins de 30% [ANNEXE V, tab. III].

Il existe une différence significative entre droitières et gauchères concernant le Moment de Force du Côté Dominant (+21.9 % pour les droitières pour le Moment de Force) [ANNEXE V, fig. 5]. En effet, la probabilité est inférieure à 0.025. Pour les autres données, il n'existe pas de différence significative (p> 0.05). Cependant, nous remarquons une évolution de ces données d'un point de vue clinique [ANNEXE V, fig. 6].

• <u>Les quadriceps</u>: Il existe une différence significative concernant les mesures faites sur les quadriceps, avant et après protocole (fig. 14, 15). En effet, la probabilité « p » est inférieure à 0.001. (p< 0.05)



83.7 Puissance 93,3 546.3 Travail Avant 591.4 protocole Moment de 133,3 ■Après Force 152 protocole 500 0 1000 Moyenne

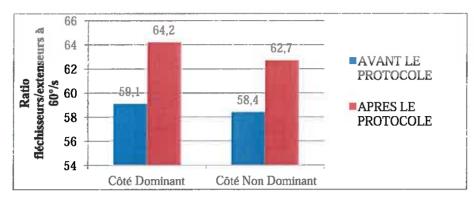
<u>Figure 14:</u> Comparaison avant et après protocole des mesures des Quadriceps Côté Dominant

<u>Figure 15:</u> Comparaison avant et après protocole des mesures des Quadriceps Côté Non Dominant

Il n'existe pas de différence significative entre les droitières et les gauchères concernant les Moments de Force, le Travail et la Puissance des Quadriceps (p>0.05). Cependant, une différence clinique est visible [ANNEXE V, fig. 7, 8].

Les gains des différentes données varient de 8% à moins de 15% [ANNEXE V, tab. IV].

• <u>Le ratio fléchisseurs/ Extenseurs en concentrique à 60°/s</u>: Il existe une différence significative du ratio Fléchisseurs/ Extenseurs à 60°/s entre avant et après le protocole (fig. 16). En effet, « p » est égal à 0.0181 côté dominant et égal à 0.0124 côté non dominant.

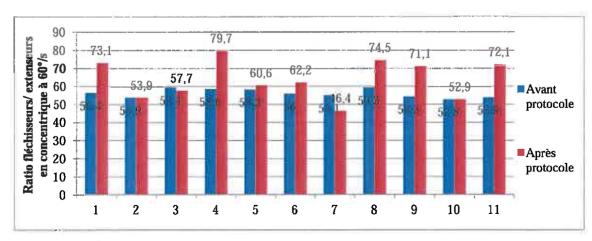


<u>Figure 16</u>: Comparaison du ratio Fléchisseurs/Extenseurs à 60°/s avant et après protocole, Côtés Dominant et Non Dominant.

16 joueuses ont connu un gain de 0% à 10% Côté Dominant, 4 ont connu une régression. Pour le Côté Non Dominant, 15 joueuses ont eu un gain de 0% à 10%, 5 ont régressé [ANNEXE V, tab. V].

Sur les 11 joueuses qui avaient un ratio Fléchisseurs/ Extenseurs à 60°/s Côté Dominant avant le protocole compris entre 50% et 60% (fig. 17) :

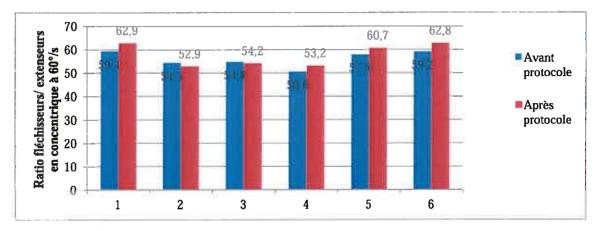
- 3 restent dans cette catégorie,
- 7 ont un ratio supérieur à 60°/s,
- 1 a un ratio inférieur à 60°/s.



<u>Figure 17:</u> Comparaison avant et après protocole des joueuses avec un ratio compris entre 50 et 60 avant protocole, Côté Dominant en %

Côté Non Dominant : 6 joueuses avaient un ratio compris entre 50% et 60%. Après le protocole (fig. 18) : ·

- 3 restent dans cette catégorie,
- 3 ont un ratio > à 60



<u>Figure 18</u>: Comparaison avant et après protocole des joueuses avec un ratio compris entre 50 et 60 avant protocole, Côté Non Dominant

#### 8. DISCUSSION:

Notre travail permet d'affirmer que l'exercice Nordic Hamtring améliore la force musculaire des I.J. chez les handballeuses. Ainsi, nous estimons qu'en augmentant leur force musculaire, nous équilibrons le ratio I.J./Q. La stabilité dynamique du genou est alors retrouvée, mais quelques facteurs développés ci-après, nuancent la fiabilité de notre étude.

#### 8.1. ANALYSE DE LA POPULATION:

Notre étude est basée sur 20 joueuses de handball évoluant en pré-nationale (13) et en honneur régionale (7). La population étudiée reste homogène sur le plan de l'âge, du poids et de la taille. De plus, le nombre de gauchères et de droitières est sensiblement le même (45% de droitières, 55% de gauchères). Afin de ne pas biaiser les résultats, les comparaisons en fonction des postes n'ont pas pu être réalisées en raison d'une trop grande disparité : il n'y avait que 2 gardiennes pour 6 arrières, 8 ailières et 4 pivots.

#### 8.1.1. LES ISCHIO JAMBIERS ET LES QUADRICEPS: [2, 5, 30, 32, 37, 38, 53]

La comparaison des Moments de Force des I.J. montre une légère différence (< 3%) en faveur du Côté Dominant, avant protocole (0.5%) et après protocole (0.4%). Ces données nous signifient que les joueuses ne présentent pas de déséquilibre Genou Dominant/ Genou Non Dominant. Ces résultats sont confirmés par l'étude de Monsieur Roland Lehmann [37], il n'existerait pas de différence significative entre le Côté Dominant et Non Dominant. De plus, selon Zouita Ben Moussa [32] et Prou [38], une différence de force entre les deux côtés reste physiologique lorsqu'elle est de l'ordre de 10%. Nous considérons que les joueuses étudiées ne présentent pas d'asymétries droite, gauche.

Mjosles [30] montre une amélioration de la force maximale I.J. en excentrique de 11% après 10 semaines de renforcement avec le Nordic Hamstring. Pour notre part, notre étude montre une amélioration du Moment de Force de 22% pour les deux côtés. Le protocole mis en place améliore donc la force des fléchisseurs chez les handballeuses. Aucune douleur n'a été recensée après les 10 semaines de renforcement grâce à un protocole progressif.

Les I.J. assurent la stabilité du genou et protègent le L.C.A. Grâce à leur action frénatrice, ils évitent un glissement antérieur trop important provoqué par une forte contraction du quadriceps. Travaillant en excentrique, il apparait judicieux de les renforcer dans ce mode de contraction. Le Nordic Hamstring est utilisé dans plusieurs programmes d'échauffement en vue de prévenir les lésions du L.C.A. chez les handballeuses, les footballeurs ou encore les volleyeuses [53, 5, 2]. Cependant, ils ne montrent pas de manière significative que le Nordic Hamstring est capable, à lui seul, de limiter les lésions du L.C.A. En effet, ils proposent des exercices tenant compte de tous les facteurs de risques de blessure. Ainsi, il est difficile de savoir quelle partie du programme est efficace dans la prévention des blessures. Nous ne pouvons donc pas affirmer que cet exercice permet de limiter les lésions du L.C.A.

Myklebust [5] émet l'idée de généraliser son programme d'échauffement pour prévenir les lésions du L.C.A. dont le Nordic Hamstring fait partie. En effet, le mécanisme

lésionnel est identique quelque soit le sport, cet exercice pourrait tout à fait trouver sa place auprès de tous les sportifs, et ce dès le plus jeune âge.

Les quadriceps ont eux aussi connu une amélioration des différents paramètres étudiés (+ 14% pour les 2 côtés). Il semblerait donc que le protocole mis en place agisse aussi sur les antagonistes aux muscles renforcés.

#### 8.1.2. RATIO FLECHISSEURS/EXTENSEURS: [2, 4, 39, 51, 52]

Le ratio Fléchisseurs/ Extenseurs est une donnée importante à prendre en compte dans la prévention des lésions ligamentaires. En effet, plusieurs auteurs s'accordent à dire qu'un déséquilibre musculaire favorise le risque de blessures. Le ratio Fléchisseurs/ Extenseurs en concentrique à vitesse lente (60°/s) est le plus souvent étudié. Le sujet est considéré comme « équilibré » lorsque ce ratio est compris entre 0.5 et 0.6 à 60°/s. Pour Croisier, ce ratio doit être de 0.57 [39]. Aujourd'hui, l'utilisation de ratios « mixtes » Fléchisseurs excentrique 30°/s/ Extenseurs concentrique 240°/s semble davantage pertinent car plus proche de la réalité fonctionnelle. Croisier explique que des sujets peuvent présenter des déséquilibres non significatifs après calcul du ratio en concentrique alors qu'avec le ratio mixte, ces déséquilibres apparaissent de manière significative [52].

Notre étude montre une modification du ratio Fléchisseurs/ Extenseurs en concentrique à 60°/s notant une amélioration de la force des I.J. Il passe de 59.1% à 64.2% du Côté Dominant et de 58.4% à 62.7% du Côté Non Dominant. Plus de la moitié des joueuses, tout ratio confondu (équilibré, déséquilibré), ont modifié ce ratio en augmentant la force des I.J. des deux côtés (16 joueuses ont connu une évolution de 0% à 10% pour le Côté Dominant, 15 pour le Côté Non Dominant). Le Nordic Hamstring semble améliorer la force des I.J. Il faudra donc être rigoureux dans la proposition de cet exercice aux sportives et réaliser un bilan isocinétique en amont.

Dans notre étude, 11 joueuses avaient un ratio équilibré (Côté Dominant) avant le protocole de renforcement. 7 joueuses ont eu, après protocole, un ratio supérieur à 60% (I.J.

trop forts). Il faudra donc être vigilent à ne pas créer de déséquilibre en proposant ce type d'exercice.

De plus, les sportives ont tendance à utiliser d'avantage leur quadriceps au détriment des I.J. créant ainsi un déséquilibre en faveur du quadriceps [51]. Hewett et Dharamshi parlent de quadriceps dominant [2, 51, 4]. La co-contraction des muscles du genou n'est, alors, pas efficace pour protéger les structures passives. Les fléchisseurs du genou sont trop faibles pour contrecarrer la translation antérieure du tibia créée par la contraction du quadriceps. Elles sont donc plus à même de se blesser. La population étudiée n'est pas en accord avec ces dires puisque seulement 2 joueuses présentent un ratio inférieur à 50% (en faveur des quadriceps) et 6 pour le Côté Non Dominant. Néanmoins, le Nordic Hamstring devrait leur être proposé afin de rétablir la balance musculaire

#### 8.2.PREVENTION: [4, 17, 19, 41, 42, 43, 51]

Les lésions du L.C.A. ne restent pas sans conséquences : seuls 53% à 65% des patients referont du sport au même niveau et le risque d'évolution vers l'arthrose est de 0% à 48% [41]. De plus, la reconstruction du L.C.A. engendre des coûts financiers considérables : une étude belge menée par *Cumps et al* montre que les frais s'élèvent en moyenne à 2063 euros. C'est pourquoi, la prévention des lésions du L.C.A. devient un enjeu de santé publique.

Le masseur kinésithérapeute tient une place importante dans la prévention. Il peut agir sur les facteurs neuromusculaires en corrigeant les mauvaises positions, en conseillant les préparateurs physiques afin de diminuer le nombre de blessures du L.C.A. Qu'il soit en libéral ou qu'il s'occupe d'une équipe de sportifs, son rôle dans l'éducation thérapeutique est indispensable. Il doit prévenir les sportifs des risques d'une entorse grave du genou mais également repérer les joueurs les plus à risques de se blesser. Le thérapeute se doit d'informer les différents acteurs sportifs : les athlètes eux-mêmes mais aussi les entraîneurs. Pairot de Fontenay [42] propose au Masseur Kinésithérapeute un exercice simple de détection des athlètes à risques. Il s'agit du Drop Jump : après un saut de 40 cm en contrebas, le thérapeute évalue l'importance du valgus « dynamique » (résultant d'une Flexion et Rotation Médiale de hanche, Flexion, Valgus et Rotation Externe de genou et Eversion du pied) lors de la

réception. Dharamshi [51] reprend cette idée de valgus « dynamique ». L'implication du thérapeute dans la prévention des blessures du genou est incontestable [4].

Olsen décrit le mécanisme lésionnel du L.C.A. chez les handballeuses : les blessures se font sans contact [17] direct sur le membre inférieur, en compétition et à la réception d'un saut, pendant un changement de direction ou pendant une décélération. Le genou est en Extension ou légère Flexion (7° à 8° de Flexion), valgus (5° à 6°) combinée à une Rotation Externe ou Interne du Tibia (8° à 10°). L'augmentation de Flexion de genou pourrait diminuer l'action de translation tibiale antérieure du quadriceps [42]. Les joueuses ont tendance à s'effondrer en valgus [17, 2].

Il est également intéressant de connaître les différents facteurs de risque. Tout d'abord, les facteurs extrinsèques regroupent le revêtement de sol, l'adhérence avec les chaussures, la compétition : Myklebust montre que le risque de blessure au handball est plus important lors d'un match sur sols artificiels [19, 43].

En ce qui concerne les facteurs intrinsèques, l'âge et le sexe sont importants : les femmes avec une moyenne d'âge de 22 ans (+/- 4 ans) présentent un risque accru de blessures et ont 5 à 8 fois plus de risques de se rompre le LCA que les hommes [44, 17, 2, 43]. Les facteurs anatomiques (la pente tibiale, la taille du ligament), biomécaniques (la combinaison de plusieurs mouvements : Flexion, Rotation Latérale ou Médiale et valgus, l'hyper Extension), musculaires (déséquilibres musculaires en faveur des quadriceps, déficit de contrôle neuromusculaire, hyper laxité, raideurs musculaires) et hormonaux (en période d'ovulation , le risque de blessure est augmenté en raison d'une diminution de production de l'hormone HSF nécessaire dans le contrôle proprioceptif) [44], la présence de blessures antérieures, l'hygiène de vie ( repos, alimentation, hydratation) peuvent influencer les blessures. Les handballeuses apparaissent comme un public cible dans la lutte contre les lésions du LCA. Ainsi, en connaissant les mécanismes lésionnels et les facteurs de risque, les professionnels de santé seront plus à même de proposer un programme de prévention adapté.

En raison des causes multifactorielles des blessures, les auteurs ont mis en place des programmes de prévention alliant plusieurs exercices :

- éducation thérapeutique avec contrôle vidéo : prise de conscience de la position à risque (valgus dynamique), nécessité d'une bonne hygiène de vie, information auprès des entraineurs,
- renforcement musculaire des muscles faibles : fessiers, muscles du tronc, ischio jambiers et quadriceps. Les modes de contraction varient : concentrique, excentrique, pliométrique,
- proprioception: travail dans la position à risque (flexion, rotation latérale ou médiale et valgus),
  - étirements de la chaine postérieure

#### **8.3. LIMITES ET CRITIQUES:**

#### 8.3.1. PAR RAPPORT AUX SUJETS: [18, 42, 45, 46]

Les conclusions avancées sont à relativiser pour plusieurs raisons :

- Le nombre restreint de sujets (20) ne nous permet pas de généraliser nos résultats. Il faudrait réaliser cette étude sur un effectif plus important afin d'améliorer la puissance statistique es tests utilisés.
- Le manque d'assiduité aux entrainements de certaines joueuses entrainant le non respect du protocole de renforcement constitue un biais. En effet, les joueuses n'étant qu'amatrices, les présences aux entrainements n'étaient pas régulières. Sugimoto et la FIFA (Fédération Internationale de Football Association) montrent qu'un programme de prévention est efficace s'il existe une adhésion de la part des joueurs mais aussi des entraineurs [18, 45, 46]. Ainsi, la motivation des différents acteurs à respecter le protocole de prévention accentuerait les effets du programme dans la diminution des lésions du LCA. Pour être efficace, le programme doit s'intéresser aux facteurs de risque mais il doit être adopté par les entraineurs et sportifs. Ils doivent être convaincus des effets bénéfiques du programme [18]. Une prise de conscience est primordiale pour obtenir des effets positifs du protocole [42].
- De plus, il aurait été préférable de mettre en place un essai contrôlé randomisé pour établir une inférence causale entre le protocole de renforcement et les

résultats obtenus. Ainsi, nous ne pouvons pas conclure de manière formelle que l'amélioration de la force des I.J.est due au protocole de renforcement mis en place mais nous pouvons émettre l'hypothèse que les entrainements et les matches effectués ont permis l'amélioration de la force musculaire.

#### 8.3.2. PAR RAPPORT A LA METHODE : [17, 24, 25, 38]

Le gain concernant la force musculaire peut être du à des facteurs extérieurs. La littérature préconise plusieurs séances de tests isocinétiques afin de limiter les biais liés à l'apprentissage. Cependant, pour des raisons de disponibilités, nous n'avons pas pu respecter ces critères de reproductibilité. Mais si certaines conditions sont remplies (explications données sur la machine et l'exercice, la réalisation de 4 essais sub maximaux, test réalisé à la même heure, par le même évaluateur et sur la même machine), il est possible d'obtenir des résultats significatifs dès la 1<sup>ère</sup> séance [38].

De plus, nous avons choisi de réaliser les tests en concentrique même si le protocole de renforcement a été fait en excentrique. En effet, les tests isocinétiques réalisés en excentrique peuvent être délétères pour le sujet et générer des lésions musculaires. Afin d'éviter tout risque de blessures, nous avons choisi d'effectuer les tests en concentrique. Des études ont montré que le renforcement de muscles en excentrique améliorait la force dans ce mode de contraction mais également en concentrique [17, 24, 25]. Nous avons donc préféré utiliser la machine isocinétique en concentrique dans un souci de sécurité.

Les mesures sur la machine n'ont été réalisées qu'à vitesse lente (60°/s) afin d'évaluer la force pure. L'exercice de renforcement est effectué à vitesse lente, nous avons donc décidé de réaliser les mesures à la même vitesse.

Cependant, le mécanisme lésionnel est effectué à vitesse rapide, en chaine cinétique fermée. Afin d'être le plus proche de la réalité fonctionnelle, il serait intéressant de réaliser cette même étude à vitesse rapide, en chaine cinétique fermée et d'étudier les ratio I.J. Excentrique à 30°/s /Quadriceps concentrique à 240°/s.

#### 9. CONCLUSION:

Le rôle du Masseur Kinésithérapeute est majeur. Il se doit de détecter les publics à risque en s'appuyant sur les paramètres neuro musculaires qu'il peut faire évoluer. L'exercice Nordic Hamstring pourrait prendre place de ce type de programme, en complément à des étirements, exercices de proprioception, renforcement musculaire. Nous avons montré qu'il améliore la force musculaire des I.J. et qu'il est adapté à des sportives amatrices présentant un ratio inférieur à 50% (I.J. faibles). Dans les autres cas, nous pourrons avoir un effet néfaste en accentuant les déséquilibres (si les I.J. sont déjà forts) ou en les créant. L'avantage de cet exercice est l'absence de matériel lui permettant d'être mis en place n'importe où. En raison de causes multifactorielles, il apparait primordial de réaliser un programme de prévention utilisant des exercices variés. Cependant, il serait préférable de réaliser des bilans complets de chaque athlète afin de proposer des exercices adaptés. La statique, les déséquilibres et les rétractions musculaires, l'équilibre postural sont à évaluer si nous voulons être efficaces dans notre objectif de prévention.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- 1. MYKLEBUST G., ENGEBRETSEN L., BRAEKKEN I., SKJØLBERG A., OLSEN O.E., BAHR R., Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Team Handball Players: A Prospective Intervention Study Over Three Seasons. Clinical Journal of Sport Medicine, 2003, 13, p. 71-78
- 2. HEWETT T., FORD K., HOOGENBOOM B., MYER G., Understanding and preventing ACL injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations. North American Journal Of Sports Physical Therapy, 2010, Volume 5 Number 4, p. 234-251
- 3. SOLIGARD T., MYKLEBUST G., STEFFEN K., SILVERS H., BIZZINI M., JUNGE A., DVORAK J., BAHR R., ANDERSEN T. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomized controlled trial. BMJ, 2008, p.1-9
- 4. LEFEVRE N., BOHU Y., CASCUA S., HERMAN S. Revue de la littérature : la rupture du croisé antérieur : particularités féminines. Journal de Traumatologie du sport 28, 2011, p.24-30
- 5. OLSEN O.E., MYKLEBUST G., ENGEBRETSEN L., HOLME I., BAHR R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomized controlled trial. BMJ, 2005, p.1-7
- 6. HEWETT T., LINDENFELD N., RICCOBENE J., NOYES F. The Effect of Neuromuscular Training on the Incidence of Knee Injury on Female Athletes. The American Journal of Sports Medicine, 1999, Vol. 7, No 6, p. 699-706
- 7. GEDDA M. Christophe Geoffroy, kiné de l'équipe de France de football et toujours motivé. Kinésithérapie La Revue, 2014, numéro 151, p. 11-14

- 8. DUFOUR M., PILLU M. Biomécanie Fonctionnelle : membres, tête, tronc. Masson, 2006, p. 149 206, ISBN : 2-294-08877-8.
- 9. DUFOUR M. Anatomie de l'appareil locomoteur, membre inférieur, 2ème édition Masson, 2007, p. 137 147 et p. 245 257, ISBN : 978-2-294-08055-5
- 10. NETTER F. H. Atlas d'anatomie humaine. Troisième édition. Masson, 2004, planches 489 à 493, ISBN : 2-294-01509-6.
- 11. KAPANDJI A.I. Physiologie articulaire, membre inférieur, quatrième édition, Librairie Maloine, 1977, p. 112 132, ISBN :
- 12. DOUTRELOUX J.P. Physiologie et biologie du sport, Vigot, 1998, p. 185 193, ISBN : 2-7114-1370-5
- 13. TRILLES F. Les techniques et méthodes de l'entrainement sportif, CNFPT, 2002, p. 16-21. ISBN : 2-84143-212-2
- 14. JULIA M., CROISIER J.L., PERREY S., DUPEYRON A., HERISSON C. Prévention des troubles musculo-squelettiques chez le sportif. Sauramps Medical, 2013, p.166 176, ISBN: 978-2-84023-873-7
- 15. FROSSARD P., PHILIPPOSSAIN R. Comparaison des ratios de force maximale Ischio Jambiers/Quadriceps entre volleyeuses et non volleyeuses. 2007. 62 p Mémoire HES : Canton du Vaud, SUISSE
- 16. CAZENAVE M., DUBOS J.L.- Quelques aspects du renforcement musculaire en traumatologie. Kinésithérapie, Les Cahiers n° 26-27, 2004, p. 74-80

- 17. OLSEN O.E., MYKLEBUST G., ENGEBRETSEN L., BAHR R. Injury mechanisms for Anterior Cruciate Ligament Injuries in team Handball. The American Journal of Sport Medicine, 2004, 32, n°4, p.1002-1011
- 18. CAMPBELL C., CARSON J., DIACONESCU E., CELEBRINI R., RIZZARDO M., GODBOUT V., FLETCHER J., McCORMACK R., OUTERBRIDGE R., TAYLOR T., CONSTANTINI N., COTE M. Canadian Academy of Sports and Exercise Medicine Position Statement: Neuromuscular Training Programs can decrease Anterior Cruciate Ligament Injuries uin youth soccer players. Clin J sport Med, 2014, 24, n°3, p. 263-267
- 19. LAUGHLIN W., WEINHANDL J., KERNOZEK T., O'CONNOR K. The effects of single-leg landing technique on ACL loading, Journal of Biomechanics, 2011, 44, p. 1845-1847
- 20. MIDDLETON P., MONTERO C. Le travail musculaire excentrique : intérêts dans la prise en charge thérapeutique du sportif, Annales de réadaptation et de médecine physique, 2004, 47, p. 282 289
- 21. QUELARD B., RACHET O., SONNERY-COTTET B., CHAMBAT P. Rééducation postopératoire des greffes du ligament croisé antérieur. Kinésithérapie-Médecine Physique-Réadaptation, 2010, p. 1-16
- 22. HEULEU J.N., CHRISTEL P. LCA/LCP: Nouvelles approches thérapeutiques des ligamentoplasties du genou, Sauramps Medical, 2003, p 7- 12 et p 87-88. ISBN: 2-84023-057-7
- 23. RODINEAU J., BESCH S. Le ligament croisé antérieur : de la rupture à l'arthrose. Masson, 2012, p. 21-22. ISBN : 978-2-294-72966-9
- 24. DESLANDES R., GAIN H., HERVE J.M., HIGNET R. Principes du renforcement musculaire : applications chez le sportif, Kinésithérapie-Medecine physique-Réadaptation, 2003, 26, p. 1-10

- 25. GHUILHEM G., CORNU C., GUEVEL A. Neuromuscular and muscle-tendon system adaptations to isotonic and isokinetic eccentric exercise. Annals of physical and rehabilitation Medicine, 2010, 53, p. 319-341
- 26. JULIA M., CROISIER J.L., PERREY S., DUPEYRON A., HERISSON C. Prévention des troubles musculo-squelettiques chez le sportif. Sauramps Medical, 2013, p.60 69, ISBN: 978-2-84023-873-7
- 27. STANISH W., RUBINOVICH M., CURWIN S. –Eccentric exercise in chronic tenidinitis. Clinical Orthopedics and related research, 1986, 208, p. 65-68
- 28. COHEN J., CANTECORP K. Les DOMS : compréhension d'un mécanisme en vue d'un traitement masso-kinésithérapique préventif. Kinésithérapie le Revue, 2011, 113, p. 15-20
- 29. COUDREUSE J.M. Pathologies musculaires du sportif. Traité de Médecine Akos, 2013, 8, p.1-5
- 30. MJØLSNES R., ARNASON A., RAASTAD T., BAHR R. A 10- week randomizer trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 2004, 14, p. 311-317
- 31. POCHOLLE M. L'isocinétisme aujourd'hui :les tests. Ann. Kinénisithér., 2001, 28, p. 208-221
- 32. ZOUITA BEN MOUSSA A., LAYOUNI R., DZIRI C., BEN SALAH F.Z., HAMMAMI N. Exploration isocinétique de la force musculaire au niveau du genou chez des handballeurs tunisiens. J. Traumatol. Sports, 2005, 22, p. 226-231
- 33. CHOMIKI R., BOISSEAU P., PAYSANT J. Dynamométrie isocinétique (1) : principes, caractéristiques et indications en médecine physique et de réadaptation. Annales médicales de Nancy & de Lorraine, 1998, 37, p.99-102

- 34. CHOMIKI R., BOISSEAU P., DESSEIN E., PARENT A., SOUCHON G., XENARD J.
   Dynamométrie isocinétique (2): applications à l'évaluation et à la rééducation. Annales médicales de Nancy & de Lorraine, 1998, 37, p.103-118
- 35. DELEMME Y., POCHOLLE M., LASSAU V. Isocinétisme et football professionnel, profil musculaire du genou chez 34 joueurs de D1. Ann Kinésithér., 1999, 26, p.251-264
- 36. SAINT PIERRE F. Mesure de la Force, du Travail et de la Puissance musculaire, par dynamomètre informatisé et motorisé, HAS, 2006, 33 p.
- 37. LEHMANN Roland, Comparaison isocinétique des genoux dominant et non dominant chez le handballeur, 30p. Mémoire pour l'obtention du DE de Masseur Kinésithérapeute Nancy 2006/2007
- 38. PROU E., SZCZOT A., BENEZET P. Evaluation isocinétique des effecteurs du genou : effets de l'apprentissage, de la latéralisation et de la stabilisation du membre controlatéral. J. Traumatol. Sport, 2004, 21, p. 197-203
- 39. JULIA M., CROISIER J.L., PERREY S., DUPEYRON A., HERISSON C. Prévention des troubles musculo-squelettiques chez le sportif. Sauramps Medical, 2013, p. 70-78, ISBN : 978-2-84023-873-7
- 40. CROISIER J.L., CRIELAARD J.M. Expérience de l'isocinétisme dans l'encadrement sportif. J. Traumatol. Sport, 2004, 21, p. 238-243
- 41. DUBRANA F., GUILLODO Y. Genou du sportif, EMC, traité de médecine Akos 2012; 7 (3), p. 1-5
- 42. PAIROT DE FONTENAY B., ARGAUD S., MONTEIL K. Rupture du L.C.A. chez l'athlète féminine: facteurs neuromusculaires et prévention, KS n° 500, juin 2009, p. 25 28.

- 43. OLSEN O.E., MYKLEBUST G., HENGEBRETSEN L., HOLME I., BAHR R. Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. Scand J Med Sci Sports, 2003, 13, p. 299-304
- 44. PALLOT A., MORICHON A; Les lesions en milieu sportif. Kinésithérapie la Revue, 2011, 119, p.32-34
- 45. SUGIMOTO D., MYER G., BUSH H., KLUGMAN M., McKEON J., HEWETT T. Compliance with neuromuscular training and anterior cruciate ligament injury risk reduction in female athletes: a meta-analysis. Journal of Athletic Training, 2012, 47, p. 714-723
- 46. SOLIGARD T., NILSTAD A., STEFFEN K., MYKLEBUST G., HOLME I., DVORAK J., BAHR R., ANDERSEN T. Compliance with a comprehensive warm-up programme to prevent injuries in youth football. Br J Sports Med, 2010, 44, p.787-794
- 47. CONSTANTINIDES A., FABRI S., LACAZE F. Particularités de la rééducation propératoire d'une PTG, Kiné Scientifique, 2014, n° 550, p. 27-33

#### **Sources Internet:**

- 48. <a href="http://www.ff-handball.org/ffhb/presentation/histoire/historique-clubs-et-licencies.html">http://www.ff-handball.org/ffhb/presentation/histoire/historique-clubs-et-licencies.html</a> (page consultée le 08/12/2013)
- 49. < http://cde11.com/docs/3eme-sport-national> (page consultée le 08/12/2013)
- 50. < http://www.msport.net/newSite/IMG/doc-1134.pdf> (page consultée le 08/12/2013)
- 51. DHARAMSHI A., LABELLA **C.** Prevention of ACL Injuries in Adolescent Female Athletes. In Contemparary Pediatrics. [En ligne] <a href="http://contemporarypediatrics.modernmedicine.com/contemporary-pediatrics/news/prevention-acl-injuries-adolescent-female-athletes">http://contemporarypediatrics.modernmedicine.com/contemporary-pediatrics/news/prevention-acl-injuries-adolescent-female-athletes</a> (page consultée le 07/10/2013)

52. CROISIER J.L. – Evalutation musculaire isocinétique. <a href="http://orbi.ulg.ac.be/browse?type=authorulg&rpp=20&value=Croisier%2C+Jean-Louis+p001608">http://orbi.ulg.ac.be/browse?type=authorulg&rpp=20&value=Croisier%2C+Jean-Louis+p001608</a> (page consultée le 07/10/2013)

53. http://smsmf.org/files/PEP\_Program\_04122011.pdf (page consultée le 21/11/2013)

## **DVD**:

54. FIFA. - Fifa 11+, Zurich

# ANNEXES

## **ANNEXE I:**

Les coupes anatomiques du genou

## **ANNEXE II:**

Coupes anatomiques des Ischio Jambiers

## **ANNEXE III:**

Le protocole de Stanish

## **ANNEXE IV:**

Formulaires de mesure et de consentement

## **ANNEXE V:**

Analyse des Résultats

# ANNEXE I :

## Les coupes anatomiques du genou

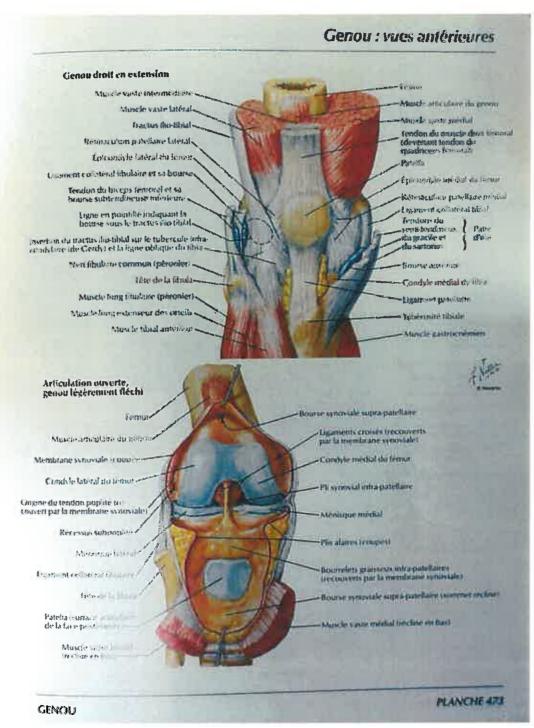


Figure 1 : Vue antérieure (NETTER)

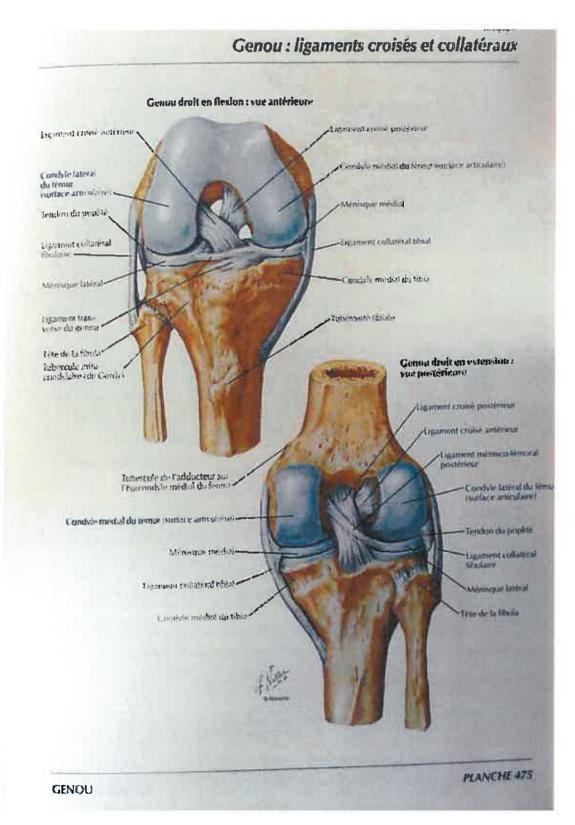


Figure 2: Coupe anatomique du genou (NETTER)

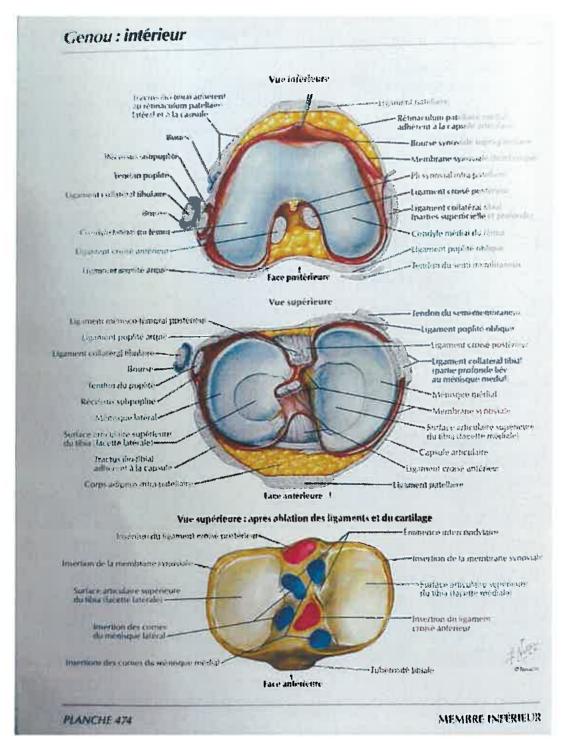


Figure 3: vue interne (NETTER)

## **ANNEXE II:**

## Coupes anatomiques des Ischio Jambiers

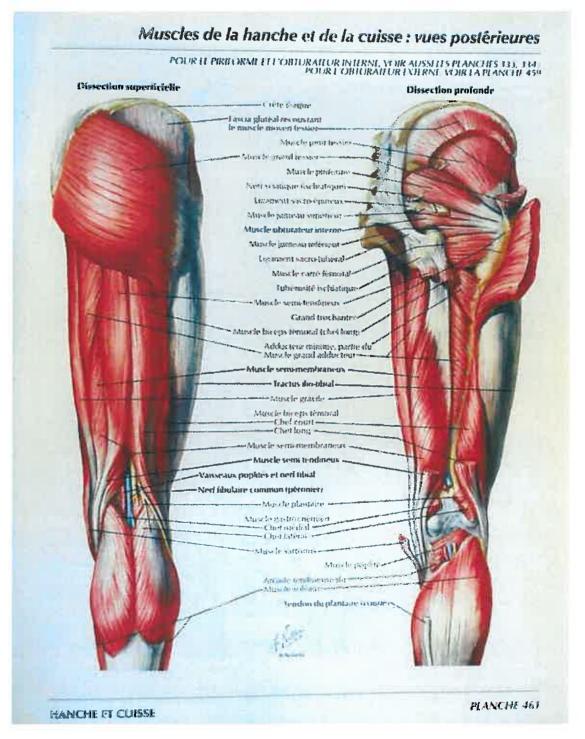


Figure 1 : Vue postérieure de la jambe (Netter)

### **ANNEXE III**

## Le Protocole du Docteur Stanish

- Etirement:
  - → Etirement statique
  - → Tenir pendant 15s à 30s
  - → Répéter 3 à 5 fois
- Exercice Excentrique:
  - $\rightarrow$  3 séries de 10 répétitions
  - $\rightarrow$  Progression:

Jour 1 à J2 : vitesse lente Jour 3 à 5 : vitesse modérée Jour 6 à 7 : vitesse rapide

- → Augmenter la résistance externe, après le jour 7 et répéter le cycle
- Etirement comme avant l'exercice excentrique
- Glace : appliquée pendant 5 à 10 min sur la zone douloureuse

La douleur doit apparaître dans la dernière série de l'exercice excentrique.

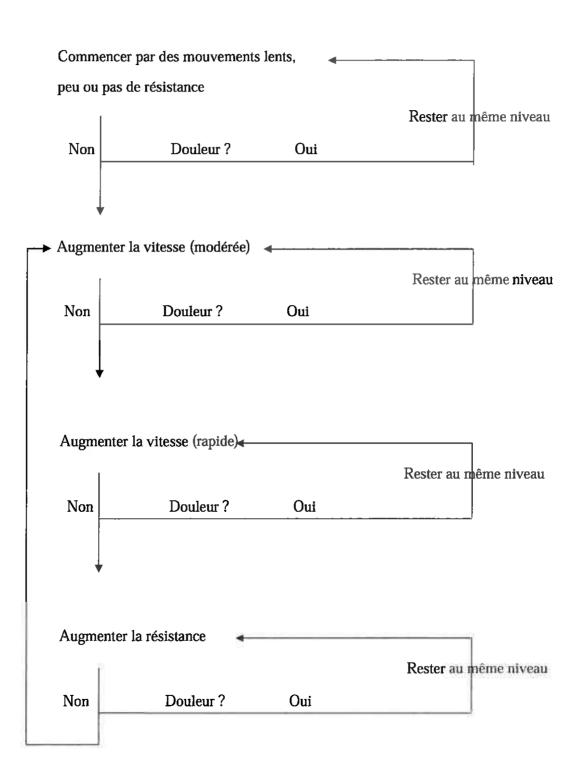


Figure 1 : Règles générales du renforcement excentrique (Stanish)

## **ANNEXE IV:**

## FORMULAIRE DE MESURE ET CONSENTEMENT

#### FORMULAIRE DE MESURE

Nom:	
Prénom :	
Numéro de téléphone :	
Date de naissance :	
Sexe:	
Poids :	
Taille :	
Problèmes médicaux :	
Antécédents :	
Poste joué :	
Genou Dominant : Droite	Gauche
Douleur : <u>AVANT PROTOCOLE</u> :	APRES PROTOCOLE :
OUI NON	OUI NON
- Si oui, combien ? (entre 0 et 1	0): - Si oui, combien ? (entre 0 et 10)
- Quand ? :	- Quand ? :
- Où ?:	- Où ?:
- Comment ? :	- Comment ? :

#### FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

Je réalise une étude sur l'efficacité de la mise en place d'un protocole appelé Nordic Hamstring Exercice qui consiste en un renforcement excentrique des Ischio Jambiers. Pour cela, je dois réaliser des mesures de la force musculaire des Ischio Jambiers avant et après la mise en place du protocole Nordic Hamstring Exercice, sur une machine isocinétique.

Les tests se dérouleront de la manière suivante :

- -10 min d'échauffement sur vélo
- -15 min de tests

Francesca Azzolina

Je, soussignée Melle, Mme......née le ......née le ......

-J'ai été informée oralement et par écrit du fonctionnement de l'étude à laquelle je participe,

-j'ai le droit de refuser d'y participer ou d'arrêter quand je le souhaite,

-j'ai eu la possibilité de poser toutes les questions qui me semblent pertinentes pour la compréhension de l'étude,

Donne mon accord pour participer à la réalisation de l'étude menée par Melle AZZOLINA Francesca.

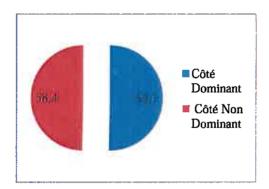
Signature:

## **ANNEXE V:**

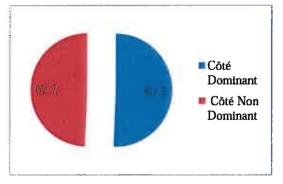
#### **ANALYSE DES RESULTATS**

<u>Tableau I :</u> récapitulatif des différents paramètres des Ischio Jambiers avant protocole

	Moyenne côté dominant	Moyenne côté non dominant	Différence en faveur du côté non dominant (%)
Moment de Force (Nm)	76.2	76.6	0.52
Travail (J)	371.7	378.2	1.75
Puissance (W)	53.5	53.6	0.19



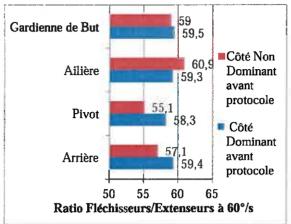
<u>Figure 1</u>: Ratio Fléchisseurs/ Extenseurs en concentrique à 60°/ avant protocole

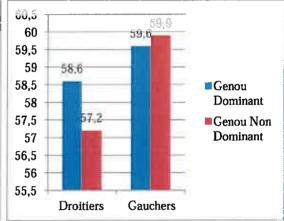


<u>Figure 2 :</u> Ratio Fléchisseurs/ Extenseurs en concentrique à 60°/ après protocole

<u>Tableau II :</u> récapitulatif des différents paramètres des Ischio Jambiers après protocole

	Moyenne côté dominant	Moyenne côté non dominant	Différence en faveur du côté non dominant (%)
Moment de Force (Nm)	93.3	93.7	0.43
Travail (J)	477.5	481.1	0.75
Puissance (W)	69.4	68.2	-1.73



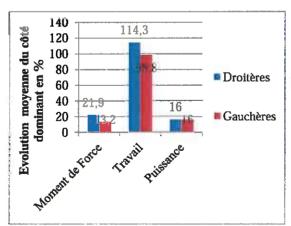


<u>Figure 3 :</u> Répartition du ratio en fonction du poste

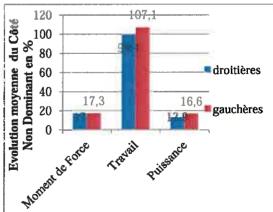
<u>Figure 4:</u> Répartition du ratio en fonction de la latéralité

<u>Tableau III:</u> Comparaison des gains des mesures des Ischio Jambiers entre les deux côtés en %

	Côté Dominant	Côté Non Dominant
Moment de Force	22.44	22.32
Travail	28.46	27.21
Puissance	29.72	27.24



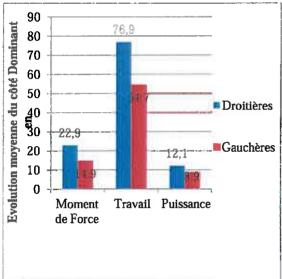
<u>Figure 5:</u> Comparaison des évolutions des mesures des Ischio Jambiers des droitières et gauchères côté dominant

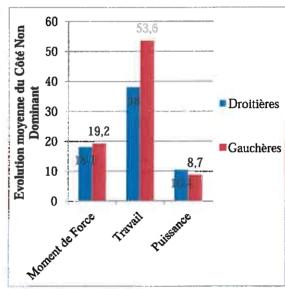


<u>Figure 6:</u> Comparaison des évolutions des mesures des Ischio Jambiers des droitières et gauchères côté non dominant

Tableau IV Comparaison des gains des mesures des quadriceps entre les deux côtés en %

	Côté Dominant	Côté Non Dominant
Moment de Force	14.43	14.03
Travail	12.30	8.26
Puissance	13.03	11.47





<u>Figure 7 :</u> Comparaison des évolutions des mesures du quadriceps droitières et gauchères côté dominant

<u>Figure 8:</u> Comparaison des évolutions des mesures du quadriceps des droitières et gauchères côté dominant

<u>Tableau V:</u> Comparaison des évolutions du ratio fléchisseurs/ extenseurs en concentrique à  $60^{\circ}$ /s entre le côté dominant et non dominant

	Côté Dominant	Côté Non Dominant
Evolution entre 0% et 5%	5	4
Evolution entre 5% et 10%	5	5
Evolution supérieure à 10%	6	6
Régression	4	5

# **RESUME**

Les filles pratiquant le handball présentent un nombre important de blessures au niveau du genou notamment la rupture du Ligament Croisé Antérieur. Au-delà des facteurs anatomiques et hormonaux, un déséquilibre en faveur du quadriceps peut influer sur les risques de blessures. Les programmes de renforcement au niveau du handball amateur sollicitent très souvent les quadriceps au détriment des Ischio Jambiers. Ceci concourt à créer ou à entretenir un déséquilibre musculaire, engendrant un risque élevé de traumatismes.

L'objet de notre étude a été de mettre en place un protocole de renforcement des Ischio Jambiers, le Nordic Hamstring Exercise, auprès d'une équipe de 20 handballeuses. Nous avons ainsi pu vérifier l'efficacité de ce protocole sur l'amélioration de la force musculaire des Ischio Jambiers. En conséquence, il pourrait prendre place dans un programme de prévention des lésions du Ligament Croisé Antérieur. Toutes les handballeuses ont amélioré la force musculaire des Ischio Jambiers. Avant le protocole, 11 joueuses avaient un ratio Ischio Jambiers/Quadriceps en concentrique à 60°/s équilibré; 7 avaient un ratio déséquilibré en faveur des Ischio Jambiers. A l'issue du protocole, 4 joueuses ont un ratio équilibré et 13 présentent un ratio déséquilibré en faveur des fléchisseurs du genou. Nous constatons que le protocole mis en place a effectivement permis d'améliorer la force musculaire des Ischio Jambiers.

Le masseur kinésithérapeute se doit d'agir sur ces facteurs neuromusculaires. Il a un rôle de prévention et de sensibilisation auprès des joueuses et des entraineurs afin de diminuer le nombre de ruptures. Il est de son devoir de détecter les sportives dites à « risques ».

<u>Mots clés</u>: Exercice Nordic Hamstring, Ligament Croisé Antérieur, blessures, prévention, handball, isocinétisme.

Key Words: Nordic Hamstring Exercise, Anterior Cruciate Ligament, injuries, prevention, handball, isokinetic