



**HAL**  
open science

# L'efficacité de l'exercice nordic hamstring dans la prévention du risque de blessure sur les ischio-jambiers chez le footballeur

Romain Grisoli

► **To cite this version:**

Romain Grisoli. L'efficacité de l'exercice nordic hamstring dans la prévention du risque de blessure sur les ischio-jambiers chez le footballeur. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03963452

**HAL Id: dumas-03963452**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03963452>**

Submitted on 30 Jan 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**L'EFFICACITE DE L'EXERCICE NORDIC  
HAMSTRING DANS LA PREVENTION DU  
RISQUE DE BLESSURE SUR LES ISCHIO-  
JAMBIERS CHEZ LE FOOTBALLEUR**

**GRISOLI Romain**

**Directeur de mémoire : M. Franck PAVONE**

## Remerciements

Tout d'abord, je souhaite remercier Monsieur Franck PAVONE, mon maître de mémoire, pour son investissement dans mon projet. Il a su m'aider et me prodiguer des conseils pertinents tout au long de la réalisation de cette revue. Il a su me sortir de situations de doute et me guider. Merci à lui.

Je remercie l'IFMK de Marseille et son équipe pédagogique. Ils m'ont toujours soutenu et poussé au travail. Ils m'ont fait découvrir un métier qui me passionne.

Je remercie tous mes tuteurs de stage qui ont vraiment été incroyables avec moi. Ils m'ont tous fait aimer mon futur métier. Mention spéciale à Monsieur Carol CAPARROS, qui est vraiment un patron de la kinésithérapie.

Je remercie ma mère et mon père qui m'ont toujours soutenu. Qui m'ont accompagné dans tous les moments.

Merci à la BDO de m'avoir intégré si facilement dans cette école. Merci au CCO qui m'a apporté tout le plaisir qu'un étudiant espère dans ces études. Ces 4 années n'auraient pas eu le même goût sans ces personnes. Il en est de même pour tous mes amis du rugby.

## Table des matières

<b>I. Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>1. Généralités</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Les Ischio-jambiers</b> .....	<b>2</b>
2.1. Rappels Anatomo-physiologique .....	2
2.2. Les lésions myo-aponévrotiques .....	3
2.3. Physiologie du mouvement dans le football et les différents gestes lésionnels .....	4
<b>3. La blessure aux ischio-jambiers</b> .....	<b>7</b>
3.1. Épidémiologie .....	7
3.2. Diagnostic de la lésion musculaire .....	8
3.3. Examens paracliniques .....	9
3.4. Facteurs de risque .....	11
3.5. Prise en charge : prévention .....	13
3.6. Le kinésithérapeute dans la prévention .....	15
3.7. Traitement thérapeutique général .....	16
3.8. Les délais de reprise du sport .....	17
<b>4. L'exercice Nordic Hamstring</b> .....	<b>18</b>
4.1. Travail de la chaîne cinétique fermée, et de la force excentrique : .....	18
4.2. Réalisation du Nordic Hamstring : .....	18
4.3. Limites à l'exercice Nordic Hamstring : .....	20
<b>5. Hypothèse théorique et problématisation</b> .....	<b>20</b>
<b>6. L'objectif de la revue de littérature</b> .....	<b>20</b>
<b>II. Méthode</b> .....	<b>22</b>
<b>1. Critères d'éligibilité des études pour cette revue</b> .....	<b>22</b>
1.1. Schéma d'étude .....	22
1.2. Population/pathologie .....	24
1.3. Intervention .....	24
1.4. Comparateur .....	24
1.5. Objectifs/Outcome (critères de jugements) .....	24
<b>2. Méthodologie de recherche des études</b> .....	<b>25</b>
2.1. Sources documentaires investigués .....	25
2.2. Équation de recherche utilisés .....	25
<b>3. Extraction et analyse des données</b> .....	<b>27</b>
3.1. Sélection des études .....	27
3.2. Évaluation méthodologique .....	27
3.3. Recueil des données .....	28
<b>4. Méthode de synthèse des résultats</b> .....	<b>28</b>
<b>III. Résultats</b> .....	<b>29</b>
<b>1. Description des études</b> .....	<b>29</b>
1.1. Résultats de la recherche .....	29
1.2. Etudes exclues .....	30
1.3. Études incluses .....	32
<b>1. Risques des biais et études incluses</b> .....	<b>33</b>
2.1. Grille d'analyse utilisée .....	33
2.2. Synthèse des biais retrouvés .....	34

<b>2</b>	<b>Effet de l'intervention sur les critères de jugement de cette revue.....</b>	<b>36</b>
3.1.	Synthèse des résultats en fonction du critère de jugement principal .....	37
3.2.	Synthèse des résultats en fonction du critère de jugement second .....	41
<b>IV.</b>	<b>Discussion .....</b>	<b>44</b>
<b>1.</b>	<b>Analyse des principaux résultats .....</b>	<b>44</b>
1.1.	Le taux de blessures aux ischios jambiers .....	45
1.2.	La faiblesse musculaire des ischios jambiers.....	49
1.3.	La population.....	51
1.4.	Intervention et exécution du Nordic hamstring .....	52
1.5.	Comparateurs utilisés.....	53
1.6.	Critères de jugement et outils.....	53
<b>2.</b>	<b>Applicabilité des résultats en pratique clinique .....</b>	<b>54</b>
<b>3.</b>	<b>Qualité de preuve.....</b>	<b>55</b>
<b>4.</b>	<b>Synthèses et limites.....</b>	<b>56</b>
<b>5.</b>	<b>Conflits d'intérêts.....</b>	<b>57</b>
<b>6.</b>	<b>Biais potentiels.....</b>	<b>57</b>
<b>V.</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>59</b>
<b>VI.</b>	<b>Bibliographies .....</b>	<b>60</b>
<b>VII.</b>	<b>Annexes .....</b>	<b>1</b>

# I. Introduction

## 1. Généralités

Le football est un sport dit « collectif », qui est apparu en ce terme dans le milieu du XIXème siècle. Il est devenu durant le siècle suivant, l'activité sportive mondiale la plus populaire. Sa pratique a énormément évolué au fil du temps. Cette dernière est passée du simple jeu de balle dans la rue, à un statut professionnel avec des enjeux financiers et économiques notoires. De ce fait, le suivi médical des joueurs devient un paramètre incontournable de la discipline car une blessure engendrerait une perte financière pour le club.

Dans ce contexte, les footballeurs doivent sortir de leur zone de confort et performer leurs capacités physiques et mentales de plus en plus intenses impactant sur leurs corps. De ce fait, la préparation physique est un élément prépondérant dans la carrière des joueurs. Cette dernière est par moment excessive et peut provoquer des traumatismes répétitifs.

La lésion musculaire des ischio-jambiers est pour les épidémiologistes et les médecins, la principale pathologie rencontrées dans les sports dit de « sprint » comme le football. On y retrouve de multiples enchainements de pointes de vitesses, des courses rapides avec changements d'appuis ainsi que des distances variables. [1]

L'image d'un athlète ne finissant pas un sprint, en se tenant la cuisse, est malheureusement omniprésente lors des compétitions de football.

Ce constat ne reflète en rien l'investissement et la recherche proposés par le monde médical. En effet, malgré cela, les chiffres se stabilisent toujours à des taux non satisfaisants. Cette blessure représente près de 40% de la totalité des lésions musculaires. Ce pourcentage élevé persiste malgré les nombreux protocoles mis en place pour palier à ces accidents. [2]

Cette thématique m'interpelle particulièrement. Pratiquant le rugby, sport similaire dans ses phases de sprint et d'accélération, j'ai pu constater à de nombreuses reprises des blessures identiques. Les douleurs aux ischio-jambiers restent les plus rapportées par les staffs médicaux des équipes professionnelles ou amateurs.

Mon expérience rugbystique m'a amené au constat suivant : Sur un effectif de quarante joueurs, quatorze se sont plaints, au moins une fois, d'avoir eu « une pointe derrière la cuisse », depuis le début de la saison 2020. Douze ont eu un arrêt de la pratique sportive (constat fait sur 2 saisons). Après m'être entretenu, à ce sujet, avec des médecins du sport, j'ai pu comprendre que cette blessure était présente de façon régulière et répétitive dans la pratique du football.

Ce sujet m'a interpellé et donné envie de faire cette revue de littérature. En effet, je pourrais rencontrer cette problématique aussi bien dans ma vie de sportif qu'en tant que praticien.

Ce mémoire m'apportera des connaissances et un savoir sur la gestion de la prévention de la blessure des ischio-jambiers. En effet, le Nordic Hamstring est un exercice excentrique très pratiqué pour palier à ces blessures. On le retrouve dans des protocoles comme FIFA 11 +.

L'objectif de ce mémoire sera d'analyser les effets du Nordic Hamstring dans la prévention de ces blessures. Dans ce cadre une analyse comparative sera mise en place avec une extraction de réponses pour obtenir un contenu fiable.

Ce sujet pertinent, à mon sens, permettra d'évaluer l'efficacité de cette technique.

## 2. Les Ischio-jambiers

### 2.1. Rappels Anatomo-physiologique

Les ischio-jambiers sont localisés dans la région postérieure de la cuisse et en sont les muscles principaux de cette loge.[3]. Ils se divisent 3 muscles :

- Le biceps fémoral composé de deux portions, une longue qui est bi-articulaire et une courte qui est mono articulaire.
- Le semi-tendineux qui est bi-articulaire
- Le semi-membraneux qui est quant à lui également bi-articulaire

Les ischio-jambiers sont les muscles antagonistes des quadriceps et réalisent la flexion de genoux. Tous les muscles en présence de ce groupe musculaire sont des muscles squelettiques pennés. La seule exception est celle du semi tendineux, qui lui est un muscle fusiforme.

Ce groupe musculaire a donc une grande importance dans les gestes sportifs au football. Il est responsable en de l'explosivité des sprinters, de l'armement d'une frappe. Il joue un rôle dans le contrôle du segment jambier.

Les ischio-jambiers sont en majorité des muscles poly-articulaire qui couvrent donc les articulations de la hanche et du bassin. Nous retrouvons donc des éléments osseux, où naissent les insertions de ces muscles. Ces deux éléments osseux sont [3] :

- Le fémur : c'est l'os qui forme l'anatomie de la cuisse. Il est classé dans la catégorie des os long du corps, avec notamment beaucoup d'éléments musculaire en présence et volumineux. Il est pair et n'est pas symétrique. Il s'articule avec l'os coxal, la patella ainsi que le tibia.
- L'os coxal est le socle de la colonne vertébrale ainsi que la base des membre inférieurs. A la différence du fémur c'est un os plat qui forme donc la ceinture pelvienne. Il est pair et mais non symétrique. Il s'articule quant à lui avec le sacrum, l'autre os coxal ainsi que le fémur.

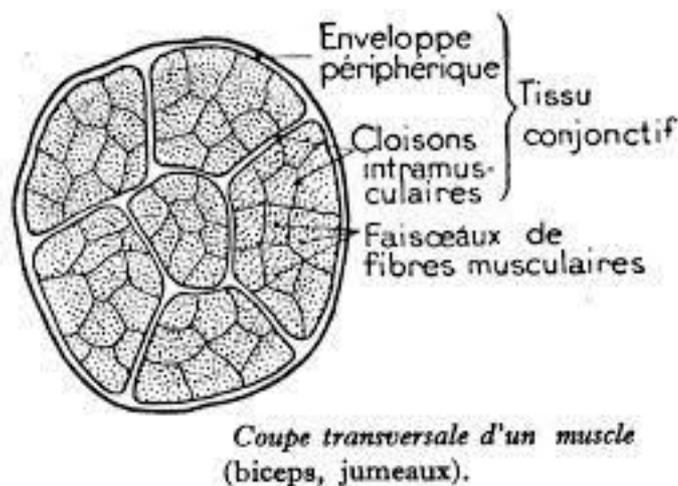
Le tableau ci-dessous nous présentera les origines musculaires.[3]

<u>Origines musculaires</u>	Biceps fémoral	Semi-tendineux	Semi-membraneux
Os coxal	Longue portion : au niveau de la tubérosité ischiatique. Sur la face postérieure.	En dedans du long biceps, sur la tubérosité ischiatique.	En dehors et en avant de la longue portion du biceps, au niveau de la tubérosité ischiatique.
Fémur	Courte portion : au niveau des 2/3 inférieurs de la ligne âpre.	X	X

Nous retrouvons dans le tableau ci-dessous les terminaisons musculaires.[4]

<u>Terminaisons musculaires</u>	Biceps fémoral	Semi-tendineux	Semi-membraneux
Fibula	Extrémité supérieure sur le versant postérolatéral de la tête.	X	X
Tibia	X	Dans le ¼ supérieur de la face médiale du corps du tibia.	3 faisceaux terminaux : -directe sur la face postérieure de l'épiphyse supérieur -réfléchie sur la partie antéro-médiale de l'épiphyse supérieur.
Coque condylienne	X	X	-récurrente sur la partie supérieure de la coque condylienne latéral.

## 2.2 Les lésions myo-aponévrotiques



Coupe transversale d'un muscle, avec ses différentes composantes

Le corps musculaire est composé de plusieurs entités, qui sont les composantes contractiles et non contractiles. Ces éléments permettront des adaptations structurelles, rapides et efficaces au cours d'un effort, grâce à leur propriété.

- Les composantes contractiles sont la partie composée de myofibrilles (composés principalement de filaments d'actines et de myosines).
- Les éléments non contractiles sont la composante élastique série, parallèle et la jonction myo-aponévrotique.

Pour s'intéresser à ce travail, nous nous pencherons sur les lésions intrinsèques. Ce sont l'ensemble des lésions qui touchent les fibres musculaires, la structure conjonctive de soutien et également les ramifications des paquets vasculo-nerveux (qui constitue l'alimentation du muscle). Ces lésions myo-aponévrotiques seront plus détaillées et visibles lors des examens, que nous verrons ultérieurement. Au cours de ces analyses d'imageries nous remarquerons que les lésions apparaissent essentiellement au niveau de trois structures :

- La jonction myo-tendineuse.
- L'interface entre l'aponévrose périmusculaire et le muscle en lui-même.
- La jonction entre les fibres musculaires et la cloison aponévrotique centro-musculaire.

Au football ces lésions sont retrouvées lors de gestes sportifs typiques. Certains de hautes intensités peuvent provoquer des lésions ces structures. Ils ne sont pas pathologiques à l'origine, mais peuvent donc le devenir.

### 2.3 Physiologie du mouvement dans le football et les différents gestes lésionnels

La pratique du football est composée de plusieurs phases sollicitant toutes les structures des muscles comme le sprint, le tir ou encore le tackle. Ici le tackle ne sera pas vraiment détaillé car les analyses ne prouvent pas que c'est un mécanisme lésionnel fréquent.

Le sprint est une course de niveau élevé en intensité avec différentes phases.[5]. Les douleurs surviennent le plus souvent lors de contractions rapides et intenses comme le sprint ou la frappe de balle. Ce sont des mouvements d'accélération de tout le segment jambier. Il faut garder à l'esprit que les ischio-jambiers sont en majorité poly-articulaire et que par conséquent lors des gestes footballistiques, la hanche aura un impact et pas seulement le genou. Le sprint quant à lui se compose de deux phases, la première étant l'appui et l'autre étant la suspension. Dans l'analyse de la phase d'appui nous pouvons la décomposer en 3 moments : l'amortissement, le soutien et la poussée. Lors d'un sprint, au moment de cette phase les ischio-jambiers vont fournir un travail pliométrique. On observe une grande force développée par le muscle. [6]

Les rapports de forces sont différents lors de la phase d'oscillation. Elle se décompose en 3 parties. Mais à la différence des moments de phases d'appui, elle utilise différents types de travail musculaire.

### La phase d'oscillation

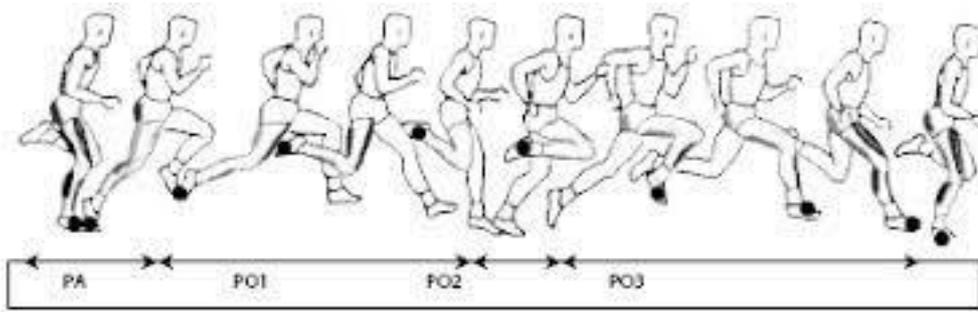
Elle commence donc au moment où les orteils du pied, en phase d'appui, quitte le sol et ce jusqu'à la pose du talon du pied controlatérale. Durant de cette phase, le travail musculaire sera de type concentrique. Il amènera donc une flexion de genoux. Il réalisera le passage d'une course externe à une course interne du muscle. Rappelons également que c'est un travail violent pour le complexe musculaire.

La deuxième phase de l'oscillation : commence donc au moment où le talon controlatéral touche le sol et ce jusqu'à les orteils du même pied quitte le sol. C'est une phase de relâchement au cours de laquelle les ischio-jambiers sont en course interne. Durant cette phase la jambe avance par rapport à la jambe d'appui qui fournit elle un travail pliométrique des ischio-jambiers.

La troisième phase d'oscillation débute donc au moment où les orteils controlatéraux quittent le sol, et se termine à la pose du talon du pied (pour le début de la phase d'appui). A ce moment du travail musculaire, on va avoir la stimulation musculaire la plus importante de son effort : il s'agit de la phase excentrique. Lors de cette phase on observe donc un passage d'une course interne jusqu'à la course externe maximale. La loge postérieure va donc lutter contre la force concentrique du quadriceps, qui cherche à faire une extension de genoux. Chez certains sujets pathologiques le rapport Q/IJ est bien trop supérieur pour les quadriceps par rapport aux ischio-jambiers. Ce qui est un des facteurs de risque de cette pathologie récurrente. [6]. Il s'agit de la phase la plus lésionnelle, le muscle n'est pas préparé suffisamment pour soutenir une telle intensité de réaction. La phase excentrique vers sa course maximale est donc la plus critique.

Toutes les analyses informatisées (tests fait sur tapis et tests sous surveillance en salle) ne sont pas réelles en termes de pertinence clinique. Elles peuvent cependant renseigner sur les statistiques à approfondir.[7]. Le problème rencontré réside dans le fait que les mécanismes lésionnels sont difficilement identifiables avec précisions. Tous les tests et études menés ne peuvent être réalisés que sur des tapis de courses pour des questions fonctionnelles d'études. Elles ont donc une applicabilité au terrain lésionnel très limitée. Le sprint lésionnel de l'athlète est opposé sur certains point, comme la cinématique ou encore la cinétique du mouvement. Donc la modélisation musculo squelettique n'est que très floue. Le contexte, les enjeux et tous les facteurs extérieurs sont difficilement reproductibles pour optimiser ces résultats.[5]

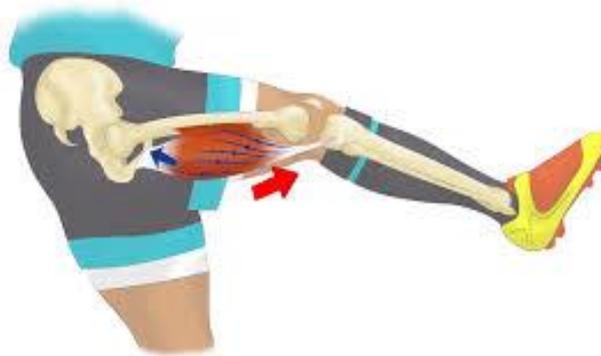
Le problème est d'autant plus important que le besoin de ces résultats pour comprendre la mécanique lésionnelle. Les chiffres sont donc sujet dépendant et situation dépendante. Une des dernières méta-analyses rassemblant 18 études à prouver qu'il reste très complexe de démontrer la corrélation entre la biomécanique du sprint et la lésion à l'ischio-jambiers. Au cours de cette dernière, il a été révélé qu'il existe des variables mécaniques. Les différentes variables peuvent donc être les forces de réaction au sol, l'étirement des ischio-jambiers et des tendons, les angles des articulations du tronc et des membres inférieurs, les moments et les puissances des articulations des hanches et des genoux, et pour finir de l'activité électromyographique de surface de divers muscles du tronc et de la cuisse. Cet article montre bien qu'à ce stade et sans situations réelles, il reste très difficile de prouver la corrélation entre les deux.[8]



*Schéma des phases de la courses*

L'autre partie du mouvement caractéristique du football est la frappe, elle est aussi un mécanisme lésionnel important.[9]. Il existe environ 6 étapes au cours de la frappe de football. Ici au moment de ce geste nous avons une accélération brutale du segment jambier dans le but de propulser le ballon le plus rapidement possible. La relation agoniste-antagoniste sera primordiale, pour une bonne cinétique et une puissance maximale. Ici encore la phase excentrique en course maximale, dans le but de freiner le segment jambier, sera pathologique.

Puisque dans un premier temps, les ischio-jambiers vont travailler en concentrique. Avec pour objectif de faire une extension de hanche et une flexion de genou, pour armer la frappe et prendre le maximum d'amplitude. Puis lorsque la frappe se déclenche, les ischio-jambiers vont travailler en excentrique pour contrôler l'extension de genoux réalisé par les quads.



*Mécanisme lésionnel lors de la frappe*

Tous ces mouvements amènent donc des lésions. Bien évidemment le geste en lui-même n'est pas lésionnel, mais associé à des facteurs de risque il peut devenir un problème pour le sportif. Les ischio-jambier jouent un rôle majeur dans la mécanique du segment jambier, qui est l'outil de travail de footballeur. Une mauvaise condition physique couplée à une force excentrique maximale en course externe peuvent provoquer ces lésions.

### 3. La blessure aux ischio-jambiers

Afin de définir un cadre de travail, nous allons parler du cadre lésionnel de cette structure musculaire. Elle nous permettra de mieux comprendre, et de mettre en avant, tous les points clés d'une bonne prévention des risques pour les ischio-jambiers. Ici nous analyserons ce processus lors des phases de sprint. Les lésions sont dues à des contractions violentes, courtes et intenses.[10].

La déchirure des ischio-jambiers est la plupart du temps reconnue comme partielle. Elle peut également être beaucoup plus grave. Cela varie en fonction de l'importance du traumatisme et de tous les facteurs de risques externes. N'oublions pas qu'il existe des variations des mécanismes lésionnels.[5]

#### 3.1 Épidémiologie

Cette pathologie est une des plus importantes dans le cadre de sport et de sa prévention. Dans un cadre d'analyses scientifique, une étude a été menée sur 8 ans et sur 24 clubs professionnels de l'Union Européenne, appartenant au meilleur niveau possible. Étant défini strictement pour inclure la blessure comme valable dans le protocole.

Nous constatons des résultats très parlant puisque de l'on recense plus de 2900 blessés musculaires. Un joueur a donc plus d'une chance sur 2 d'être touché par une blessure musculaire. Les blessures musculaires quant à elles représentent un peu plus de 30% de toutes les blessures causées.

Sur l'ensemble des blessures musculaires perçu dans cette analyse, presque 40% touchent les ischio-jambiers. Juste en se basant sur ces chiffres nous comprenons que c'est un problème de santé publique majeure dans le football. 1/5 des blessures sont des récidives.[11]

Toutes les études concordent vers les mêmes chiffres d'épidémiologie. Une comparaison avec une étude récente, qui analyse des données sur des joueurs professionnels et espoirs, les chiffres sont presque identiques. La seule donnée qui peut être interprétée différemment est le taux d'antécédents dans la loge postérieure de la cuisse. Il est dans cette analyse de 30% de récurrence contre 20% dans l'analyse précédente. Cette nouvelle analyse ne regroupe qu'une plus petite population. Il y est détaillé davantage de points clés des risques de blessures, tels que les facteurs de risques.[12]

Les chiffres nous permettent donc de montrer tout l'intérêt qu'il faudrait porter à la prévention d'une blessure qui possède un tel taux d'apparition. Ainsi analyser l'exercice le plus utilisés pour sa prévention et son traitement me semblait être tout à fait pertinent. Il représenterait un bénéfice important si ce dernier était efficace. Aussi bien pour les patients, que pour les thérapeutes ou même pour les coûts de traitement.

### 3.2 Diagnostic de la lésion musculaire

Les lésions musculaires sont dues, lors des lésions anatomiques, à des sollicitations du tissu dans ses domaines de contractilité et d'étirement. Elles sont généralement au-delà de ses capacités normales physiologiques. Cette sur sollicitation emmène donc le mécanisme lésionnel. Le but ici est de montrer également l'importance dans la prise en charge et relever les éléments permettant les meilleurs diagnostics possibles, pour adapter la rééducation.

Elles serviront en grande partie à tirer des conclusions, pour pouvoir mettre en place une prévention efficace.[13].

Le procédé d'un diagnostic lésionnel ne va pas beaucoup différer d'autres diagnostics. Son premier objectif va être d'éliminer les diagnostics différentiels à cette lésion. Il faudra donc par la suite évaluer la gravité. Ce qui nous permettra d'avoir les premiers avis sur les délais de rééducations, ainsi que sur la reprise sportive. Pour sa réalisation et son optimisation, le diagnostic sera basé sur un interrogatoire complet autour de la lésion en elle-même, les facteurs externes ainsi que l'anamnèse du patient.

Le diagnostic se déroulera donc en deux phases :

- La première est la partie d'interrogatoire, au cours duquel nous essayerons de faire ressortir, le contexte, le mécanisme, le mode de survenue, l'intensité de la douleur, l'œdème s'il y a le retentissement fonctionnel et les signes accompagnateurs.
- La deuxième partie est axée sur l'examen physique, et comprends, l'inspection de l'œdème, la recherche de limitation d'amplitudes articulaires, la mise en évidence de la douleur (à la palpation, à l'étirement, la contraction contre résistance), les déficits ou faiblesses musculaires, manque d'équilibre ou difficultés à la marche.

Le diagnostic doit donc être cohérent pour le suivi et la prise en charge du patient. On ne fera pas les mêmes intensités ou les mêmes protocoles selon les lésions. Pour la prévention et la récurrence, il est très important de comprendre les processus lésionnels et leurs impacts sur les sportifs. C'est pour cela que le domaine médical s'appuie sur des systèmes de classification.

Ces évaluations efficaces permettent d'assurer l'efficacité de prise en charge, dans un processus de rééducation, de travail, et de cicatrisation. Une des classifications les plus efficaces et connue, avec des critères simples, est la classification de JACKSON (apparu en 1973- tableau 1\*annexe). Cette échelle repose sur 3 grades de la sévérité. Ils sont évalués en fonction des degrés d'atteinte lésionnels des fibres musculaires et de l'aspect clinique. [14]

Grade	Atteinte musculaire	Clinique
Grade I (légère)	Faible quantité de fibres musculaires atteintes	Peu de douleurs et/ou de gonflement, pas de perte de force
Grade II (modérée)	Rupture musculaire étendue	Perte de contraction/force musculaire
Grade III (sévère)	Rupture musculaire complète	Perte complète de la force/ fonction musculaire

*Tableau de synthèse du diagnostic*

Lors du diagnostic, les échelles sont aussi importantes pour situer le footballeur dans son stade de progression ou d'évolution. Le diagnostic ne sera jamais à négliger. Vérifier si le patient est récidiviste nous permettra de voir s'il y a eu des antécédents (si oui : de quels types), et s'il reste donc des séquelles ou gênes. Ces diagnostics pourront être accompagné d'examen complémentaires.

Ce sont ces examens paracliniques qui nous donneront plus d'indications sur les grades des blessures.

### 3.3 Examens paracliniques

Les examens paracliniques permettent des diagnostics beaucoup plus complets. Tous les traitements et soins administrés sont influencés par l'atteinte et donc le nombre de fibres touchées lors de la lésion. A la tête des examens paracliniques nous retrouvons l'échographie. Elle possède deux particularités : elle est établie de façon dynamique et ne représente qu'un faible coût dans la prise en charge.

Le problème évident de l'échographie est sa résolution limitée dans les cliniques où la lésion musculaire est assez profonde. Dans certains cas l'examen pourra être complété par une IRM. Le but de cette manœuvre sera donc de trouver des éléments de gravité autour de la pathologie et en conclure un traitement adapté.

Une IRM pourra elle appuyer la vision et l'analyse de visons plus profondes des ischio-jambiers.

Nous retrouvons pour l'analyse complète des classifications, reprenant les analyses échographiques et histologiques. La classification des lésions selon DUREY et RODINEAU et les adaptations échographiques selon BRASSEUR, se fait en 5 grades de 0 à 4. (Tableau 2\*annexe)

GRADE	TERMES CLINIQUES	Apparence et signe
Grade 0	Courbature	Apparence histologique : atteinte réversible de la fibre musculaire, pas d'atteinte du tissu conjonctif.  Apparence échographique : aspects hyperéchogènes sans désorganisation des fascicules musculaires.
Grade 1	Contracture	Apparence histologique : atteinte irréversible de la fibre musculaire, pas d'atteinte du tissu conjonctif de soutien.  Apparence échographique : zones floues hyperéchogènes sans désorganisation des fascicules musculaires.
Grade 2	Élongation	Apparence histologique : atteinte irréversible du nombre réduit de fibres musculaires, atteinte du tissu de soutien.  Apparence échographique : zone hyperéchogène avec flammèches de désorganisation des fascicules musculaires.
Grade 3	Claquage	Apparence histologique : atteinte irréversible d'un nombre important de fibres musculaires, atteinte du tissu de soutien et présence d'un hématome.  Apparence échographique : collections liquidiennes au niveau des jonctions myotendineuses ou myoaponévrotique.
Grade 4	Rupture	Apparence histologique : rupture partielle ou totale d'un muscle.  Apparence échographique : lésion myotendineuse ou myoaponévrotique complète avec rétraction.

Tableau de classification des lésions

Il ne faut pas négliger que selon des analyses précises, nous nous retrouvons dans des cas où les lésions peuvent chevaucher deux grades.[15]. Au cours de certaines études et analyses, on a pu également observer qu'il était parfois difficile de classer précisément une blessure. Ce n'est pas une science exacte.

Les classifications sont là pour faciliter la prise en charge et les adaptations aux traitements. Mais elles peuvent toutefois se montrer inadaptées ou insuffisantes dans leur précision. Cependant au cours de ces analyses paramédicales, il ne faut jamais négliger les imageries observer. Il reste donc très important de considérer l'extension de la lésion cranio-caudale comme un indicateur pronostic. La localisation quant à elle reste plus ou moins douteuse dans le diagnostic.

Si des caractéristiques de grades supérieur sont notées comme présentes, alors nous nous reporterons directement à ce grade supérieur pour la prise en charge. Lors des analyses, il est également possible de parler des classifications comme celles de Peetrans et Muller.

Comme expliquer dans l'article suivant, une association de ces deux tableaux et le site de localisation nous permet de faire des analyses précises bien que complexe.[16].

Tous ces diagnostics dépendent des conséquences des lésions. Pour s'intéresser au diagnostic dans le domaine de la prévention, il faut s'attarder sur les facteurs de risques de blessures. Ces facteurs de risques auront un impact sur la fréquence de blessure et sa gravité. Malheureusement ils ne sont généralement révélés qu'au moment du diagnostic lésionnel. Cependant dans un objectif commun de prévention, il faudra analyser ces facteurs de risques.

### 3.4 Facteurs de risque

Cette partie traitera donc quant à elle des facteurs de risques prédominants dans cette pathologie. Beaucoup d'auteurs se sont intéressés aux facteurs de risques, car ils font partie d'un problème majeur de santé publique. Leurs analyses auront un impact sur le traitement, mais surtout sur la prévention de récives.

Il est donc impossible de parler de prévention sans parler de ces derniers. Une méta-analyse récente qui regroupe près de 78 études, et comprenant 78324 athlètes. Elles détaillent et définissent un grand nombre de facteurs de risques.[17]

Tous les facteurs de risques ci-dessous seront retrouvés dans cette analyse, et confirmées de façon récente. Ces analyses ont poussé à une meilleure connaissance. Elle rassemble tous les facteurs les plus importants selon de nombreuses études.

Certains de ces futurs facteurs ont déjà étaient contestés. Ils apparaissent dans cette revue de littérature car aucune étude ne montre qu'ils sont bénéfiques pour autant. Ils ressortent le plus souvent comme délétère. Les facteurs de risque sont des variables dans l'analyse de cette revue de littérature.

Nature	Facteurs de risques
Extrinsèque (modalités de l'activité sportive)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un échauffement inadéquat, une structure et un contenu d'entraînement invalide. Les démarrages ou les frappes dites « à froid » sont très souvent rapportés au cours de l'anamnèse. Il paraît donc judicieux de réduire ce facteur de risques qui est facilement modifiables.[18] C'est une préparation à une tension maximale, une élévation du tonus de façon intense et forte. Il permettrait une meilleure anticipation des contraintes imposées par les efforts aux jonctions myo-tendineuses.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>La fatigue musculaire : lors des analyses nous remarquons un indice conséquent sur les blessures de fin d'activité. Le professionnalisme pousse à un entraînement strict, quotidien et intense. Le sport qui se pratique plus de 12h par semaine, correspond à un sport de bon niveau. Ce facteur de risque peut être géré par le staff médical et le manager, afin d'alléger les charges de travaux. [19]</li> </ul>
Intrinsèque (individuels à chaque personnes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'âge est le facteur de risque le plus évident. Il porte atteinte à la biologie du sportif. Ce facteur ne peut être soigné mais il peut être ralenti de façon très importante [20]. Il a été défini que la tranche d'âge des footballeurs la moins touchée reste celle des 17 à 22ans. Si l'hygiène de vie est de rigueur elle favorise le processus de ralentissement de vieillissement de l'organisme.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le second facteur intrinsèque à ce sport est le déficit de force musculaire des ischio-jambiers par rapport aux muscles du quadriceps. On remarque dans les analyses qu'il est souvent prédictif de l'apparition des lésions musculaires aux ischio-jambiers. [21] Les joueurs analysés au cours de cette étude, ont fait ressortir que ceux ayant une force isocinétique significativement inférieure aux ischio-jambiers sont beaucoup plus propices aux blessures.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'hypoextensibilité des ischio-jambiers. [22]. L'hypoextensibilité est définie comme l'insuffisance des amplitudes d'un mouvement. Ici les ischio-jambiers ne pourront pas balayer tous les secteurs articulaires à cause de la rétractation de leurs fibres. Elle aura un impact sur la cinétique du mouvement. Elle se présente dans les études comme un facteur évitable. Lors d'augmentations violentes d'amplitudes comme les frappes ou les sprints, ce déficit est présenté comme pathologique.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les derniers facteurs intrinsèques présents sur la plupart des articles sont les antécédents et comorbidités.[23]. Les comorbidités représentent tous les facteurs antécédents sur la zone lésée. Ces sont des événements indésirables avec un vrai impact statistique. Ils augmentent presque de moitié la probabilité d’avoir une lésion à la suite de cela. Il est important de souligner que dans cette catégorie, des délais non respecter comme des délais trop précoces sont délétères. Si des gènes sont persistantes sur le foyer lésionnel, il a été déterminé qu’ils peuvent, avec une mauvaise gestion des efforts, créer des risques de rechutes. [24]</li> </ul>
--	---

*Tableau de synthèse des principaux facteurs de risques.*

Les facteurs rentrent tous dans nos modèles pico ou vont être abordés dans un moment de notre revue de littérature. Il est important de connaître leurs présences.

C’est pour cela que comme vu précédemment l’évaluation des diagnostics cliniques et paracliniques sont la base des traitements et préventions. Ils constituent la trame des soins et des protocoles. Certains exercices seront contre indiqués et d’autres mis en avant selon l’évolution de la lésion. En fonction des diagnostics ressortira également des facteurs de risques. Ces derniers pourront être traités à des moments comme la prévention. Qui est un point clef pour éviter les blessures.

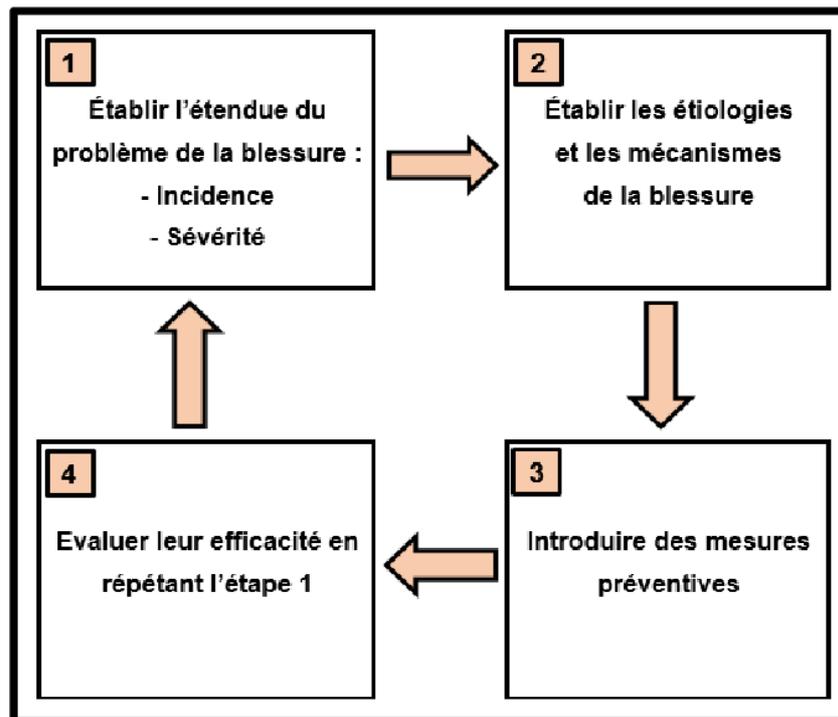
### 3.5 Prise en charge : prévention

La prévention est le domaine le plus important de la santé publique actuelle. Elle touche même l’Organisation Mondiale de la Santé. L’intérêt est d’augmenter la prévention pour diminuer les coûts de traitements.

Selon l’OMS la définition de prévention est « les mesures qui visent non seulement à empêcher l’apparition de la maladie, telle que la lutte contre les facteurs de risque, mais également à en arrêter les progrès et à en réduire les conséquences » (OMS,1984). La prévention possède donc une place importante pour cette organisation. Elle a donc défini 3 catégories de prévention :

- Prévention primaire : permet d’empêcher les apparitions de maladies,
- Prévention secondaire et tertiaire : ont pour but de retarder l’évolution d’une maladie et ses effets ou à la stopper, parle dépistage précoce et le traitement approprié. Ils participent également dans un but de réduction des risques de rechutes et de chronicités.

Pour répondre à ces critères de prévention, des modèles d’études ont été mis en place. Ce sont donc des programmes basés sur des modèles théoriques. [26][27][28]. Pour améliorer ces programmes et exploiter toute leur efficacité nous constatons que la plupart des systèmes sont traités lors des études avec le modèle VAN Mechelen. Il se déroule en 4 étapes.



*Schéma du modèle de Van Mechelen*

L'étape 4 servira elle de mini évaluation de programme, le but étant d'en conclure l'efficacité du protocole réalisé par rapport aux lésions musculaires encore présentes.[29]. Presque toutes les analyses ont rapporté que ce modèle proposé par Van Mechelen, ne faisait jamais mention du contexte d'intervention.

Ce procédé a donc été réadapté il y a moins longtemps par le modèle TRIPP (Translating Research into Injury Prevention Practice). Il possède quant à lui 6 étapes qui nous permettent donc de mieux détailler le protocole et surtout d'évoquer le contexte d'intervention. Le modèle TRIPP possède les deux premières étapes identiques au modèle de Van Mechelen. Cependant on retrouve une différence sur les étapes suivantes [18]:

- La 3eme étape consiste au développement des mesures préventives.
- La 4eme étape se base sur l'évaluation de l'efficacité des mesures dans des conditions idéales.
- La 5eme étape a pour but de décrire le contexte réel d'intervention pour favoriser sa mise en place.
- La dernière étape, la 6<sup>ème</sup> sert à évaluer des mesures dans le contexte réel.

Cette nouvelle adaptation paraît intéressante car c'est sûrement la question 5 qui ressort le plus pour les protocoles sportifs. Elle prend en compte la compréhension de l'individu, c'est-à-dire son comportement et son milieu sportif. Ce milieu est celui dans lequel les protocoles et mesures vont être mises en œuvre. Cette question permet de faire rentrer les possibles moments d'adaptations ; tant sur les éléments conceptuels que le son développement, qui permet d'adapter les stratégies pour la mise en œuvre de protocole fiable et applicable sur les terrains lésionnels.[30]

Nous savons donc que dans notre revue de littérature, qui se penche sur le football, ce n'est pas une simple course sur tapis roulant que nous pourrions analyser pour faire de la prévention ou du traitement. Comme tous les modèles, TRIPP a ses limites également, mais son concept plus précis nous permet de les analyser. Elles permettront de trouver un accord dans le protocole de prévention entre, les joueurs et le staff. Le staff étant le point clef de ce respect de prévention et de prise en charge des footballeurs. Une des citations les plus connues dans la santé publique est « mieux vaut prévenir que guérir ». Ici, il possède un sens très explicite car les facteurs de risques sont très importants. Mais c'est une prévention également pour éviter les récives. [31]

### 3.6 Le kinésithérapeute dans la prévention

La prévention sportive fait partie intégrante du domaine et de l'activité du kinésithérapeute. Pour ce faire des études ont été menées dans 90 clubs de diverses ligues. L'enquête menée a donc rapporté un taux de 47% des protocoles qui ont été renvoyés avec succès. Cette enquête prenait en compte plusieurs parties pour argumenter l'incidence des protocoles.[32]

Dans cette étude le poste de kinésithérapeute était le plus représenté. La moyenne ressortit étant que la prévention est gérée par deux masso-kinésithérapeute ou plus. Selon l'études près de 80% des praticiens sont compris dans ce système de prévention et de prises en charge dans les clubs de foot.

Il s'en est suivi d'une course à la modernisation des nouveaux protocoles. Cette forme d'adaptation a été notamment utilisée chez les étudiants collégiaux américain. Pour exemple lors de cette étude sur les sprinters d'un collège.[33]. Il y avait dans cette étude près de 613 sprinters. Pour perfectionner l'analyse dans ses paramètres, il a été relevé que lors des 24 saisons analysées, l'entraîneur est resté le même. C'est lui qui s'est adapté aux nouveaux protocoles. C'est grâce à ces deux paramètres que l'on a pu constater que la prévention du risque de blessures aux ischio-jambiers a pu évoluer dans le bon sens.

- Lors de la première phase de 1998 à 1991, la prévention n'était faite que de force. Les chiffres étaient plutôt accablants puisque sur cette période près de 138 sprinters ont été touchés de lésions musculaires aux ischio-jambier.
- De 1992 à 1999, il a été innové et mis en place, dans les protocoles, des phases de combinaison d'entraînement de force et d'agilité. Dans cette période on observe une diminution de moitié, puisque qu'il n'y a eu que 61 blessés.
- Et pour terminer, la troisième phase de 2000 à 2011. Le programme utilisé par l'entraîneur à intégrer de la force, de l'agilité et de flexibilités. Ce qui a réduit par dix l'incidence des blessures puisque nous constaterons que 7 blessés.

Cette étude n'est parlante ici que pour voir les progrès fait par tous les protocoles et les systèmes mis en place pour les analyser. Cet ensemble fait donc évoluer la prévention dans le bon sens et a un réel impact sur le nombre de blessure. Ce domaine prend aussi bien en compte les nouvelles blessures que les récurrentes.

Comme vu précédemment, la tendance et l'efficacité des protocoles se sont dirigées vers l'utilisation d'exercice de renforcement excentrique (Nordic Hamstring).

L'autre partie souvent observée sont les étirements dynamiques. Selon la plupart des études, ce sont ces méthodes qui sont les plus utilisées et qui ont de bons résultats.

### 3.7 Traitement thérapeutique général

Lors d'une lésion musculaire des ischio-jambiers, la première partie du traitement va être une stabilisation puis la récupération par le protocole POLICE. La prévention du thérapeute sera elle basée sur les contre-indications pour ne pas aggraver l'atteinte. Pour cela l'adoption du protocole POLICE a été reconnu par de nombreuses études. Il sera effectué dès que possible.[34]

P	Protection (limitation des douleurs et mise au repos du membre lésé)
OL	Optimal loading (adaptation de la charge et des contraintes)
I	Ice (glace ou cryothérapie précoce)
C	Compression (bas/bandes de contentions ou strapping circonférentiel)
E	Élévation (seule partie qui reste flou et qui manque d'études spécifiques).

Il est à réaliser dans les premiers jours de prise en charge. Il faudra l'accompagner de restrictions et d'avertissements.

Nous devons restreindre le patient en fonction de critères comme la non-crédation de douleur, d'œdème ou juste la non-aggravation de la lésion. En fonction de ces critères, certaines activités ou exercices seront à proscrire.

Le protocole de rééducation quant à lui doit commencer le plus tôt possible, c'est le but d'une prise en charge précoce. Des études ont déterminé l'incidence d'une prise en charge trop tardive, par rapport à une prise en charge rééducative active précoce.

Ne jamais oublier que les prises en charges doivent respecter ici les principes de non-douleur, quel que soit les démarches proposées. Cela permettra de réduire les délais de retour au sport.

Le traitement en général se déroulera la plupart du temps en 3 phases.[35][36][37]. Comme expliqué lors de nombreuses études, ces trois phases seront bien progressives. Elles sont accompagnées de critères cliniques pour éviter des retours au sport trop précoce. Nous détaillons donc de façon brève ces 3 phases :

Phase 1	Protection/ gestion de la douleur et de l'œdème/ exercices thérapeutiques. Les critères d'évolution seront donc de retrouver un ressenti indolore lors : de la marche, la course lente et la contraction isométrique sous maximale avec le genou à 90°.
Phase 2	Protection/ gestion de la douleur et de l'œdème/ techniques de thérapie manuelle/ exercices thérapeutiques. Les critères d'évolution seront toujours basés sur un critère indolore dans la contraction isométrique maximale à 30°, et lors des courses en avant et en arrière à 50% de la vitesse maximale.
Phase 3	Protection/ techniques de thérapies manuelles/ exercices thérapeutiques. Ici intégration de exercices excentriques maximal (le Nordic Hamstring)

*Tableau de synthétisation des phases de reprises*

Nous relèverons que dans tous ces articles la peur de récurrence est présente et donc le maintien d'une étape de protection au cours de toutes les phases est important.

### 3.8 Les délais de reprise du sport

Le délai de reprise du sport dépendra donc du stade de la blessure et donc de la classification de Jackson vu précédemment. Or il faudra prendre en compte tous les facteurs pouvant aggraver la blessure ou augmenter les chances de récurrences.[38]

Les délais observés dans les articles varient énormément, ils peuvent durer quelques jours à plusieurs mois. Ils sont donc dépendants des gravités d'atteintes classées par Jackson. Ils varient également selon l'efficacité de la prise en charge.

	Grade I	Grade II	Grade III	Traitement Chirurgical
<b>Délais de reprises</b>	15j variation de 3j	22j variant de 11j	73j variant de 60j	De 6 à 9 mois

On constate donc dans ces articles, différents facteurs de variations des délais de reprise du sport, comme : les facteurs personnels (la motivation, la douleur, la faculté de récupération), les facteurs externes (les moyens mis à disposition, l'implication des thérapeutes ou même les protocoles utilisés). Il existe différents tests comme le « single leg hamstring bridge » ou encore le « H-test » qui sont utilisés par beaucoup d'auteurs. Ils servent eux aussi à prévenir du risque de rechute et testent le muscle avant les reprises totales de sport. Ils peuvent repousser les délais de reprise du sport. Certains comme les auteurs Erikson et Sherry ont même réalisé un algorithme avec les critères les plus cités dans les articles. Il est appelé « arbre décisionnel de retour au sport ».[39][40] [41]

Dans cette revue de littérature on s'intéresse donc en partie à l'efficacité de ce traitement (incluant le Nordic Hamstring). Car l'objectif restera toujours identique, même si les protocoles mis en place varient. Le but sera donc la prise en charge précoce pour arriver à la reprise du football la plus rapide possible.

Il faut retenir que de la blessure à la réathlétisation, tous les soins possèdent un coût important pour la sécurité sociale ou les clubs de foot. C'est donc dans cet intérêt que nous allons également chercher à faire de la prévention sur ces blessures.

#### **4. L'exercice Nordic Hamstring**

Cet exercice est basé sur chaîne cinétique fermée des ischio-jambiers combiné à un travail excentrique.

##### **4.1 Travail de la chaîne cinétique fermée, et de la force excentrique :**

*La chaîne cinétique fermée* possède des avantages de réalisation. Sur le plan musculaire elle favorise le travail de synergie des muscles. Cet exercice basé sur ce mode de travail nous permet de développer des informations sensorielles. Ces informations sont primordiales car elles permettent un meilleur développement fonctionnel dans les activités de lourdes contraintes. Ceci fournit donc un équilibrage des tensions musculaires négatives en produisant des tensions protectrices. Le Nordic hamstring devient donc protecteur pour les schémas moteurs de sprint. Sur le plan articulaire, il permet un travail axial bien orienté et guidé. Ceci nous permet donc d'éviter les contraintes de cisaillement.

*Le travail excentrique* permet de développer la partie non contractile du tissu musculaire. Nous viendrons donc améliorer la résistance de cette partie atteinte. Cet exercice vient donc cibler les zones à risque. Le Nordic Hamstring va venir nous aider à supporter ces contraintes qui apparaissent lors des mécanismes lésionnels. Il possède donc un rôle de « cicatrisation ». Ceci grâce à la stimulation de la prolifération des fibroblastes (synthèse du collagène). Ce travail dirigé présente également des bienfaits sur l'alignement des fibres de collagènes. Ce qui nous permet de comprendre que ce type de travail joue un rôle dans la résistance tendineuse lors des contraintes d'étirements. Ce qui nous permet de conclure que ce type de travail est intéressant dans une course externe de type excentrique.

##### **4.2 Réalisation du Nordic Hamstring :**

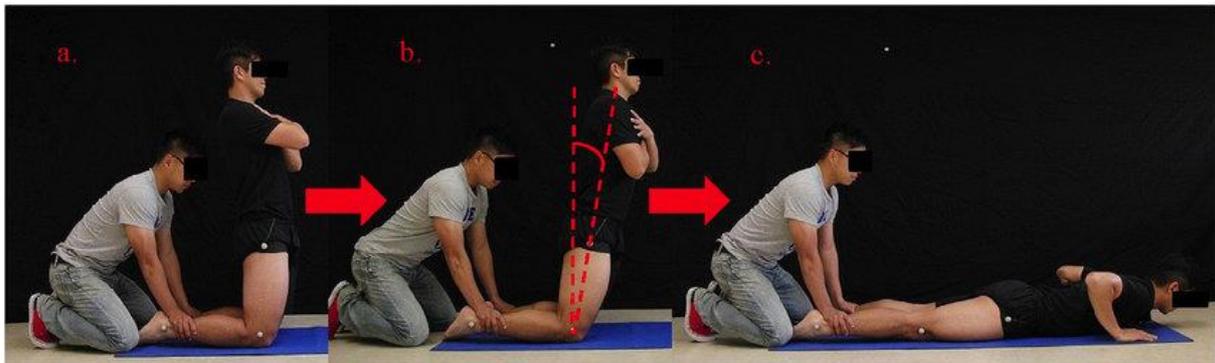
Tout d'abord le kinésithérapeute va se placer derrière le patient afin de bloquer ses jambes. Lors de la position A, le patient est donc en flexion de genoux et extension de hanche, dans la position genoux dressés. Pendant ce temps le thérapeute commence à mettre du poids sur les segments jambiers pour les bloquer. Pour effectuer un travail excentrique il faudra faire une extension de genoux et donc une chute vers l'avant.

La position B du schéma consiste donc à freiner le tronc et les cuisses dans leur chute. Rappelons que les ischio-jambiers sont poly articulaire, en englobant les genoux et la hanche, et que par conséquent il sera admissible de fléchir le tronc.

Cela ne refléterai pas la vraie angulation du Nordic Hamstring puisqu'il raccourcirait la course musculaire et le travail serait statique et non excentrique.

L'axe de rotation sera donc localisé dans l'articulation des genoux et dans le plan frontal. Quand le footballeur ne supportera plus la force et l'étirement exercé sur ses ischio-jambiers, il se laissera tomber en avant, comme dans la position C.

Ça sera donc lorsque le poids de la gravité exercé sur le tronc sera trop important qu'il se laisser tomber au sol. Il n'y a pas de phase concentrique pour se redresser, le patient se relève grâce à ses membres supérieurs.[42][43]



*Réalisation du Nordic Hamstring avec aide d'un membre du staff médical*

Ces articles nous font remarquer plusieurs choses. Tout d'abord que le contrôle du Nordic Hamstring ne dépend quasiment que du patient. Il se fait selon son ressenti et ses sensations. Il peut très bien avoir un facteur mental. Le patient peut manquer de motivation et lâcher aux premières sensations de résistance. Dans certains cas, si le patient est sujet à des récurrences de blessures, il peut avoir une appréhension sur sa force musculaire. Ce mécanisme peut rappeler même la sensation du mécanisme lésionnel, ce qui constitue un frein à cet exercice (se bloquer ou compenser avec le tronc).

Il existe beaucoup de variables et d'adaptations de cet exercice complexe. Ils se sont développés, car cet exercice est aussi très dur à réaliser dans son intégralité. Le Nordic Hamstring demande également des triceps valables, car eux aussi travaillent pour stabiliser le segment jambier lors de cette extension de genoux.

**Assimilation dans les protocoles (ANNEXE 8) :**

Le Nordic Hamstring est utilisé dans des protocoles populaire. Comme celui du FIFA 11+ [55] (ANNEXE 9). Des niveaux de séries ont été mis en place afin de pouvoir pratiquer ce protocole de façon adapté. Les niveaux sont : débutant, intermédiaire, avancé. Il y a des items pour la validation et les explications d'exercices.

Bonne réalisation	Les chevilles sont fermement maintenues au sol par le partenaire
	La tête, les hanches, les cuisses et le haut du corps doivent former une ligne droite
	Le mouvement est réalisé uniquement au niveau des articulations des genoux
	Réalisez l'exercice lentement pour commencer, accélérez un peu une fois le contrôle amélioré
Points à ne pas faire	Ne pas relever la tête
	Ne pas plier les hanches
	Ne pas courber le dos



**9 HAMSTRINGS BEGINNER**

**Starting position:** Kneel on a soft surface. Ask your partner to hold your ankles down firmly. **Exercise:** Your body should be completely straight from the shoulder to the knee throughout the exercise. Lean forward as far as you can, controlling the movement with your hamstrings and your gluteal muscles. When you can no longer hold the position, gently take your weight on your hands, falling into a push-up position. Complete a minimum of **3 - 5** repetitions and/or 60 sec. **1 set**

#### 4.3 Limites à l'exercice Nordic Hamstring :

Cet exercice possède certaines limites sur son efficacité. Ici il travaille sur des courses infra lésionnelles. C'est-à-dire qu'il balaye des secteurs de courses interne et moyen. Or notre lésion apparaît sur une course externe. Même si on ne veut pas être traumatisant, il semble intéressant de pouvoir balayer toutes les courses du muscle concerné. Elle permettrait une meilleure adaptation aux sprints.

De plus, la maîtrise du poids de corps est assez complexe. Même si ce n'est qu'un travail de poids de corps, il n'en reste pas moins traumatisant pour les débutants. Elle peut être brutale au début et donc un travail peu efficace. Puis pour des niveaux avancés, la gestion du lestage semble complexe. Il est facile en réalisation et peu chère en coût d'investissement de traitement. S'il présente des bénéfices prouvés, il serait un atout de rééducation et de prévention. C'est également le cas pour son accessibilité.

**Volonté d'étudier cet exercice :** Le Nordic Hamstring présente donc tous les avantages pour agir sur la prévention de lésion chez les footballeurs. Ce début de revue de littérature balaye donc tous les points rencontrés lors de l'étude d'articles retenus.

### 5. Hypothèse théorique et problématisation

Comme nous avons pu le constater, la lésion musculaire des ischio-jambiers est un problème de santé publique majeure. Les récents protocoles ont fait baisser l'indice de ces lésions. Le problème étant que malgré tout, il reste bien trop important. Le second problème étant sur l'exercice du Nordic Hamstring lui-même n'a jamais fait de preuve ou de différence importantes sur ces taux.

Au vu des connaissances relatées précédemment, il y a un vrai lien entre cet exercice excentrique et l'évolution de la prévention. Nous supposons donc qu'un bon contrôle de cet exercice et de ses variables diminueraient les chances de lésions et de récurrence de lésions musculaire des ischio-jambiers.

### 6. L'objectif de la revue de littérature

L'objectif de cette revue de littérature est d'analyser l'efficacité de l'exercice Nordic Hamstring dans la prévention du risque de blessure sur les ischio-jambiers chez le footballeur. Cette revue de littérature a donc un but thérapeutique.

L'objectif sera d'affirmer ou d'infirmer le lien entre la bonne prévention des blessures aux ischio-jambiers et la validité et l'efficacité du Nordic Hamstring. Pour cela nous analyserons des variables a cette thématique. Les différents points abordés précédemment seront utiles dans notre utilisation des résultats.

L'objectif étant défini, nous allons donc essayer d'y parvenir grâce à l'analyse de multiples facteurs. Les données sur l'anatomie et son influence sur la mécanique sportive et sur l'effet que peut avoir l'exercice.

Dans l'intérêt de cette revue de littérature : Les lésions aux ischio-jambiers sont une des pathologies les plus fréquentes dans le football. Il existe de nombreux facteurs de risques et les chances de voir cette blessure apparaître au cours de sa carrière est encore trop élevé pour parler de prévention efficace.[11]

En termes de population, les footballeurs représentent près de 270.000.000 de personnes. Il est donc intéressant de se pencher sur une telle question de santé publique internationale.

Pour le thérapeute le coût de ce traitement est faible et les bénéfices importants. Pour le patient c'est un exercice qui peut être imposé comme une routine et réalisé assez facilement dans les environnements d'entraînement.

## II. Méthode

Cette seconde partie explique la méthode d'analyse de cette revue de littérature. Elle comprend donc plusieurs étapes qui sont nécessaires à la réalisation de la revue de littérature. Il est donc important de montrer la sélection des études jusqu'à la méthode de synthèse des résultats.

### 1. Critères d'éligibilité des études pour cette revue

#### 1.1. Schéma d'étude

Cette revue de littérature est de type thérapeutique. L'objectif de ce genre de revue de littérature est de prouver ou non l'efficacité d'un traitement. En effet, elle cherche ici l'efficacité de l'exercice Nordic Hamstring sur la prévention du risque de blessure aux ischio-jambier chez le footballeur. Elle pour but de le comparer l'effet d'entraînement ordinaire et donc détecter les faiblesses des footballeurs.

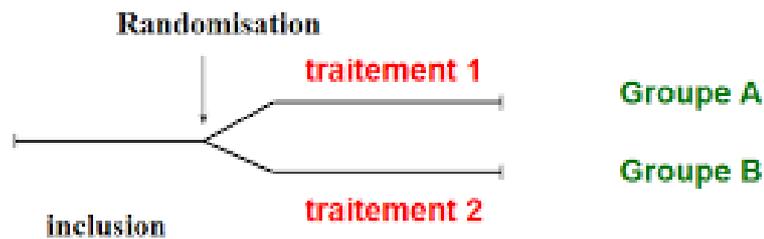
Pour réaliser cela, des essais cliniques randomisés vont être sélectionnés et analysés. Ils sont le plus haut niveau de preuve possible et donc les plus intéressants à utiliser.

#### Les essais cliniques randomisés (randomized controlled trial) :

Ces essais sont composés d'au moins deux groupes, dans lesquels les sujets sont repartis de façon aléatoire. La composition de ces deux groupes met donc en parallèle les protocoles évalués. Par la suite ce sont les populations qui sont étudiées pour qu'elles soient similaires.

Pour limiter les biais de sélection et permettre une meilleure répartition homogène entre les groupes, la randomisation est utilisée pour permettre cela. Il existe deux façons de mener des essais cliniques randomisés. [44][45]

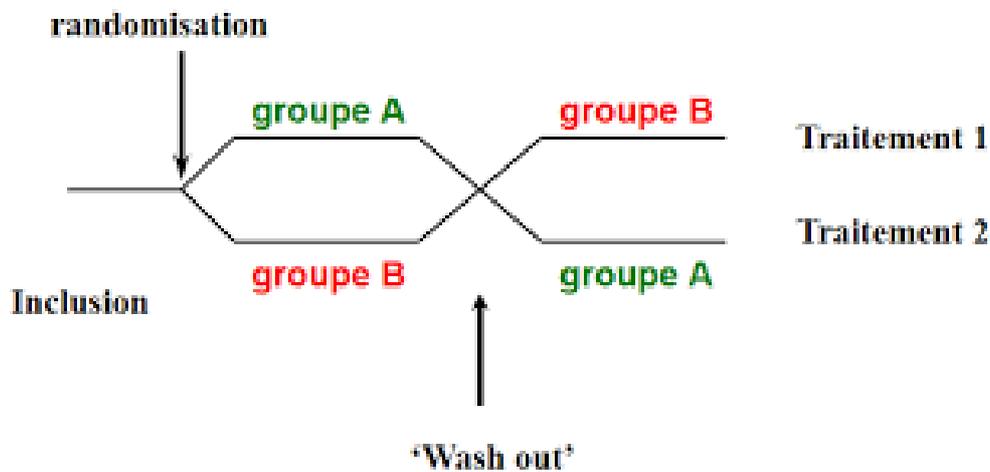
- Lorsque les essais cliniques randomisés sont menés en parallèle, chaque groupe va recevoir un traitement 1 ou 2 dans un groupe différent A ou B. Ceci mène donc l'examineur a comparé des résultats obtenus sur chaque groupe en fin d'essai. (Tableau 4\*annexe)



*Schéma d'un essai clinique mené en parallèle*

- Si les essais cliniques sont menés dans un plan clinique croisé (cross-over) alors il sera réalisé en 2 étapes. Après l'inclusion, nous retrouvons donc le groupe A qui prendra le traitement 1 et le groupe B recevra le traitement 2. Se produit ensuite après une partie de l'essai, le « watch out » fera en sorte d'échanger les traitements des deux groupes. Et pour terminer l'examinateur fera en sorte de comparer les résultats inter groupe et intra groupe, et ce pour chaque phase de traitement. (Tableau 5\*annexe)

*Schéma explicatif de l'essai clinique « croisé »*



Ces essais cliniques randomisés peuvent avoir plusieurs origines, elles peuvent être ouvertes (sans aveugle, lors de ces essais les patients savent dans quel groupe ils se trouvent) , ils peuvent être en simple aveugle (le patient ne connaît pas la nature du traitement administré), en double aveugle (lors de ces essais, ni les praticiens, ni les patients, ne connaissent la nature du traitement administré) et la dernière option est celle du triple aveugle (dans ce cas ni les évaluateurs, ni les patients, ni les praticiens ne connaissent la nature du traitement administré). [45]

Si l'on veut diminuer le plus possible les biais de ces essais, il faudra augmenter au maximum le nombre de personnes en aveugle. Ces biais sont présents à plusieurs moments, au cours des parties de conception, de réalisation ou d'interprétation des résultats de ces études. Pour cette revue, le traitement proposé aux patients est donc un exercice musculaire de prévention. Ici le thérapeute ne pourra pas être en aveugle car il est indispensable à la réalisation de l'exercice.

Lors de l'analyse des articles nous nous sommes également intéressés au niveau de preuve de chaque étude. C'est comme cela que nous pouvons également intégrer une étude. « Le niveau de preuve se caractérise par la capacité d'une étude à répondre à une question donnée, elle dépend de sa qualité méthodologique, de sa réalisation ainsi que des résultats. »[45]. Ce dernier varie selon les types d'études, le niveau de preuve sera donc différent selon les études. Les meilleurs essais cliniques randomisés ont un niveau de preuve 1 ce qui correspond à un grade de recommandation A (preuve scientifique établie)[46]

## 1.2. Population/pathologie

La population étudiée dans cette revue de littérature est « le footballeur ». Ce choix semblait pertinent pour cette analyse d'exercice car le football est un des sports les plus pratiqués dans le monde. Cette population est très étudiée et est soumise à beaucoup de pathologies et leurs protocoles de rééducation. Ce sont tous des footballeurs mais pas seulement professionnels. Ils ne seront pas sélectionnés en fonction de l'âge car la pratique du football est sélective.

## 1.3. Intervention

L'intervention est basée sur un exercice excentrique nommé le Nordic Hamstring. Cet exercice est un renforcement musculaire en chaîne cinétique fermée. Nous traiterons de son efficacité et de sa réalisation pour voir s'il est efficace dans la prévention des blessures aux ischio-jambiers.

## 1.4. Comparateur

Selon les études les comparateurs varient, ce point met en avant ou non l'efficacité d'un traitement et non pas seulement face à un seul comparateur. Nous verrons donc à la fois différents protocoles de comparaison comme ceux comparant le Nordic Hamstring ou autres exercices excentriques par rapport aux protocoles standards d'entraînements. Le but étant de comparer le taux de blessure chez un joueur lambda et un joueur pratiquant le protocole Nordic Hamstring.

## 1.5. Objectifs/Outcome (critères de jugements)

*L'objectif:* cette revue de littérature a pour but d'étudier l'intérêt de l'exercice Nordic Hamstring dans la prévention des lésions musculaires aux ischio-jambiers chez le footballeur. Elle nous permettra de débattre de son efficacité par rapport à d'autres protocoles mais elle nous permettra également d'évaluer sa validité, reproductibilité, et son contrôle.

C'est donc à l'issue de ces analyses qu'il nous sera possible de mettre en avant ou non cet exercice dans sa globalité et par rapport à d'autres protocoles ou exercices. Tout cela dans le cadre d'une des pathologies majeures, d'un des sports les plus pratiqués au monde.

*Critère de jugement principal* : le critère de jugement principal sera donc l'incidence des blessures sur les ischio-jambiers. Ce critère de jugement sera donc évalué de façon statistique. Il pourra donc appartenir à une apparition nouvelle des risques, mais ces chiffres seront analysés également au cours des récurrences de blessures. Il sera donc représentatif des taux de blessures des d'intervention ou témoin.

*Critère de jugement secondaire* : le critère de jugement secondaire, relate de la faiblesse musculaire. Il nous permettra de comparer les résultats des groupes sur les structures anatomiques. Il nous permettra également d'interpréter une relation entre le Nordic Hamstring et les taux de lésions.

## 2. Méthodologie de recherche des études

### 2.1. Sources documentaires investigués

L'outil majeur de recherche d'articles sera la base de données électronique la plus connue : PubMed. Mais nous pourrions nous appuyer sur d'autres bases de données comme Pedro ou encore des moteurs de recherche plus larges comme Google Scholar.

Les articles publiés seront concentrés sur ces bases et permettront de les comparer rapidement. Certains livres pourront nous enrichir sur beaucoup de points et donc amener des connaissances importantes dans ce domaine du sport.

Pour réaliser la revue de littérature il faut donc analyser et répertorier tous les essais cliniques randomisés correspondant aux critères sélectionnés. Tous les articles compris entre juillet et décembre de l'année 2021 pourront être inclus à la revue de littérature. Comme retrouvé dans la bibliographie toute la littérature comprenant le sujet et étant fiable et valide pourra être utilisée.

### 2.2. Équation de recherche utilisés

Pour la revue de littérature, il faudra donc trouver une équation de recherche impliquant tous les termes nécessaires. Ces mots clefs composants l'équation devront être rédigés en anglais. Pour cela nous utiliserons le site HeTOP (CISMEF) :

- « *Nordic Hamstring* » étant le nom de l'exercice il n'existe de vraie traduction, de plus il est déjà sous sa forme anglaise. Le Mesh Terms sera donc « *Nordic Hamstring* »
- « *Ischio-jambiers* » le Mesh Terms sera « *Hamstring* » et sera employé comme telle dans l'équation.
- « *Prévention* » est un mot transparent donc le Mesh Terms est « *prévention* »
- « *Footballeur* » sera trouvé en deux termes possibles mais le plus pertinent est le Mesh Terms « *soccer player* » car le terme « *football player* » peut être également interprété comme les joueurs de football américain ou australien.

Toutes les bases de données ont une façon de fonctionner différente et possèdent des algorithmes de marche eux aussi différents. Le comparateur n'apparaît pas dans mon équation de recherche car il me semblait judicieux d'utiliser des articles se basant aussi sur l'utilité du Nordic Hamstring seul et ses effets.

Cela me permet de réaliser aux mieux mes objectifs fixés. Bien sûr, le comparateur apparaîtra nécessairement et jouera dans le choix de mes articles. Le but profond est donc de connaître l'intérêt du Nordic Hamstring.

- *Pubmed* : cette base de données est l'élément clef pour trouver des articles. Il regroupe de nombreuses données scientifiques et articles permettant des débats de plus en plus poussés sur les sujets. Ce sont des opérateurs booléens qui sont utilisés pour répondre aux équations de recherche : AND (association de termes), OR (association d'un terme à synonymes ou recherche plus ouvertes), et NOT (qui permet d'exclure un terme de la recherche). Nous pouvons réaliser avec ces opérateurs des recherches simples et efficaces.

Pubmed permet donc d'effectuer une recherche basée sur un élément principal et ses thématiques parallèles. Il élimine donc les données qui ne correspondent pas à l'équation voulue.

Voici un exemple d'équation de recherche utilisée: (football player) OR (soccer player) AND (Nordic Hamstring) OR (eccentric hamstring) AND (prevention) OR (recidive) OR (traitements) OR (protocol) AND (injury hamstring) OR (pain) OR ((injury recidive)

*Filters* : Randomized Controlled Trial.

Nous relevons seulement que le comparateur ne sera donc pas systématiquement présent dans les équations de recherches effectuées.

- *Pedro* : cette base de données propose des recommandations sur différents points. Elle argumente sur les pratiques cliniques, les essais cliniques contrôlés randomisés et sur les revues systématiques. Elle met une note sur la fiabilité des articles, elle est notée sur l'échelle Pedro qui est évaluée sur dix. Sur cette base de données pour exemple d'équation de recherche nous avons : « Nordic Hamstring soccer player ».
- *Google Scholar* : cette base de données laisse un accès à toute la littérature scientifique, universitaire et académique. Ce moteur de recherche est beaucoup plus vaste avec un moteur de recherche avancée, un exemple d'équation de recherche « effects of Nordic Hamstring in prevention for soccer player ». Cependant dans ce moteur il apparaîtra même des thèses, des mémoires, des revues de littératures et bien évidemment des articles scientifiques.

### 3. Extraction et analyse des données

#### 3.1. Sélection des études

Lors de la réalisation de la sélection des études, nous nous baserons sur les mots clefs présentés si dessous. Ils seront utilisés dans les équations de recherches sur toutes les bases de données, éliminant les articles ne répondant pas à ces critères.

Les différentes étapes suivantes sont :

- L'utilisation d'un filtre pour le choix du type d'articles, ici : « randomized control trial ». Qui correspondent à une sélection de tous les articles répondant au critère d'essai cliniques randomisés.
- Puis un premier balayage sera réalisé avec seulement le titre, il devra répondre dans son intégralité aux objectifs fixés de la revue de littérature.
- Par la suite il faudra analyser les abstracts des différents articles retenus. Il faudra tenir compte des facteurs d'exclusion et inclusion retenus.
- Le modèle pico interviendra quant à lui au moment de la lecture intégrale des articles. Et il aura répondu au préalable au critères d'inclusion et d'exclusion prédéfinis.

#### 3.2. Évaluation méthodologique

Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
<ul style="list-style-type: none"><li>○ Essais cliniques randomisés</li><li>○ Groupes parallèles et groupe croisé</li><li>○ Antécédents de blessures aux ischio-jambier ou prévention</li><li>○ Population : footballeur</li><li>○ Intervention : utilisation du Nordic Hamstring</li><li>○ Comparateur : protocoles ou exercices utilisés dans le même domaine</li><li>○ Présence du critère de jugement principal ou au moins un deux critères de jugement secondaires</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Études ni en français ni en anglais</li><li>○ Types d'études différents des essais cliniques randomisés</li><li>○ Les essais cliniques randomisés avec un score Pedro inférieur à 3</li><li>○ Les études ou le texte intégral n'est pas disponible</li><li>○ Les études comprenant des footballeurs possédant des facteurs de risques trop importants, ce qui fausserait les données</li><li>○ Des protocoles d'exercices trop vague</li></ul>

Pour l'évaluation méthodologique, les études seront évaluées avec une grille Pedro bien détaillée. Elle permet de définir un score sur 11 items. (Tableau 6\*annexe). Les critères définissant ces items sont : soit présent auquel cas il prendra le score de 1 point, soit absent et il obtiendra le score de 0 à l'item concerné.

Pour une explication rapide, le critère 1 représente la validité externe de l'article et est donc une simple étape et n'intervient pas dans le score. Les critères 2 à 9 sont les points significatifs de la validité externe de l'article. Et pour finir les deux derniers critères reflètent eux la pertinence clinique. Ce score nous permettra donc de faire une dernière sélection dans les articles restants. De plus, il sera important de rappeler que cet outil permet bien de déterminer la qualité de la méthodologie de l'étude, il n'est en aucun cas là pour mesurer une conclusion ou l'applicabilité a certains mots clefs.

### 3.3. Recueil des données

Un recueil de données pointilleux est important pour la constitution de la revue de littérature. Elle permet une bonne analyse des études.

- Objets de l'étude
- Recueil et analyse de résultats
- Auteur, date et durée d'étude
- Population
- Randomisation des différents groupes
- Intervention
- Critères d'inclusion et d'exclusion
- Critères de jugements
- Compareurs

---

Tous ces éléments permettent un aboutissement pour une conclusion. Ces points seront abordés dans les parties « résultats » et « discussion ». Ils utiliseront les statistiques relevés et la pertinence clinique.

## 4. Méthode de synthèse des résultats

La synthèse proposée par cette revue de littérature sera qualitative. Elle consiste à « *rassembler les études, les superposer puis les analyser à nouveau afin d'obtenir de nouvelles idées conceptuelles, de nouvelles explications théoriques ou une nouvelle interprétation d'un phénomène* »[47]. Cette méthode de synthèse est donc opposée à celle d'une synthèse quantitative ou méta-analyse. La revue aura une part narrative, c'est-à-dire qu'elle sera détaillée à l'aide de paragraphes explicatifs, synthétisée et détaillée articles par articles puis condensée en un point de vu.

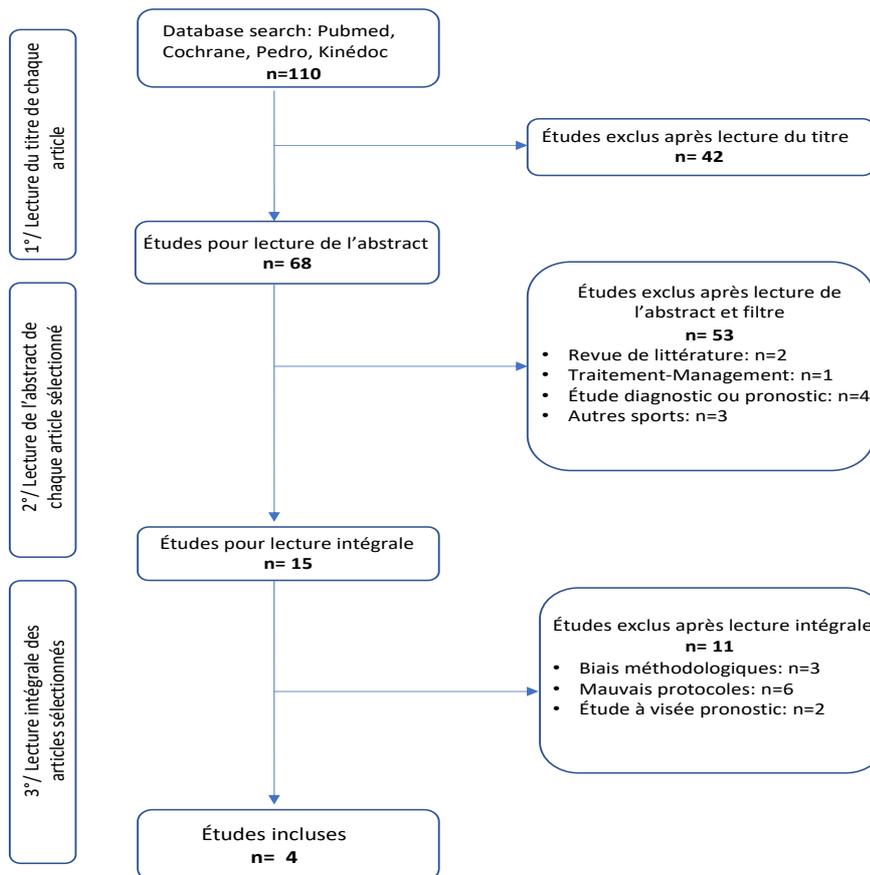
Les articles me permettront d'ouvrir sur des hypothèses ou le développement de protocole. En relatant le fonctionnement ou non de cette intervention nous nous pencherons sur des protocoles ou exercice à exécuter. Le premier nous amenera sur le terrain de la nouvelle blessure et de la récurrence. Ceci nous permettra de nous pencher sur ce premier effet de l'exercice. La seconde étude sera orienté sur l'interprétation des données. Elle nous présentera une évaluation sur son effet préventif général et sur la gravité des blessures. Le troisième article se présente comme un appui sur le temps perdu à cause de la blessure. Et le dernier article nous permettra de parler de la faiblesse musculaire qui est diminuée ou non par le protocole de l'étude.

### III. Résultats

#### 1. Description des études

##### 1.1. Résultats de la recherche

La recherche d'études va nous être présentée sous la forme d'un diagramme de flux. Ce dernier déterminera les étapes ainsi que le procédé de sélection. (Figure ci-dessous)



## 1.2. Etudes exclues

Lors de la réalisation de mon équation de recherche sur les différents moteurs, il est ressorti 230 articles dans un premier temps. L'ensemble des bases de données m'apportant des résultats. Pubmed (n = 110), cochrane library (n =57), PEDro (n = 63).

Lorsque nous avons effectué des recherches, nous avons pu écarter un très grand nombre d'études par plusieurs facteurs. Pour commencer nous avons retiré 106 doublons. Ces doublons sont expliqués par la présence d'un même article sur plusieurs bases de données mais également dans une même base. Les articles se sont retrouvés parfois en triple pour certains.

Il nous reste donc à ce moment les 124 articles. Une sélection sur les dates des articles a donc été effectuée, entre 2000 et 2021. Ce qui nous retire 14 articles supplémentaires.

Dans ce cadre, nous nous retrouvons avec les 110 articles présentés dans le diagramme de flux. Ils seront la base des recherches d'articles plus approfondies.

La lecture des titres nous a permis de retirer 42 articles. Cette nouvelle sélection se fait plutôt rapidement, car les titres montrent de grosses incohérences avec le thème recherché dans cette revue de littérature.

En venant additionner les filtres et approfondir la recherche sur les types d'études nous nous retrouvons avec une sélection d'articles plus fine. Puis une sélection sur les langues des articles qui sont soit français soit anglais. Pour terminer les recherches de cette revue de littérature, nous nous appuyons sur les essais cliniques randomisés.

Tout cela additionné à une lecture de l'abstract, 53 articles vont être balayé de notre recherche.

Il nous reste donc l'analyse complète de 15 articles.

Les motifs justifiant la sélection de ces 15 derniers articles vont être justifiés dans le tableau ci-dessous

*Tableau de synthèses des principales études exclues*

ETUDES	CAUSES D'EXCLUSION
van de Hoef PA, Brink MS, Huisstede BMA, van Smeden M, de Vries N, Goedhart EA, Gouttebauge V, Backx FJG. Does a bounding exercise program prevent hamstring injuries in adult male soccer players? - A cluster-RCT. Scand J Med Sci Sports. 2019 Apr	Cet essai clinique randomisé veut prouver que le Nordic Hamstring ne fait pas une activation complète des ischios-jambiers. Il veut donc prouver ou démontrer que des exercices pliométriques permettraient une meilleure activation du complexe musculaire. Cependant l'étude pourrait très bien être intéressante en ouverture car l'on retrouve des données, et résultats intéressants et fiable.

<p>Ishøi L, Hölmich P, Aagaard P, Thorborg K, Bandholm T, Serner A. Effects of the Nordic Hamstring exercise on sprint capacity in male football players: a randomized controlled trial. J Sports Sci. 2018 Ju</p>	<p>Le outcome de cette étude ne se révèle pas être le bon. En effet le critère de jugement se tourne autour des bénéfices sur le sprint des joueurs de football. Tout semble être en accord avec cette revue de littérature, seulement il est impossible d'évaluer cet article avec ceux inclus dans la revue de littérature. De plus cet article possède un bon score sur l'échelle pedro.</p>
<p>Mendez-Villanueva A, Suarez-Arrones L, Rodas G, Fernandez-Gonzalo R, Tesch P, Linnehan R, Kreider R, Di Salvo V. MRI-Based Regional Muscle Use during Hamstring Strengthening Exercises in Elite Soccer Players. PLoS One. 2016 Sep</p>	<p>Dans cette étude nous retrouvons un mauvais axe de recherche pour la revue de littérature, nous retrouvons une population très faible. Les résultats avec les recherches très large sont vite biaisé. Le outcome de cette étude n'est pas celui voulu ici. De plus le score PEDro est également très faible dans l'analyse des données et résultats.</p>
<p>Timmins RG, Filopoulos D, Nguyen V, Giannakis J, Ruddy JD, Hickey JT, Maniar N, Opar DA. Sprinting, Strength, and Architectural Adaptations Following Hamstring Training in Australian Footballers. Scand J Med Sci Sports. 2021 Jun</p>	<p>Cet article analyse les effets du Nordic Hasmtring au niveau structural. Il est très intéressant mais ne possède pas les critères de jugements voulus. Sa population est faible mais les résultats assez fiables et intéressants.</p>
<p>Harøy J, Thorborg K, Serner A, Bjørkheim A, Rolstad LE, Hölmich P, Bahr R, Andersen TE. Including the Copenhagen Adduction Exercise in the FIFA 11+ Provides Missing Eccentric Hip Adduction Strength Effect in Male Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. Am J Sports Med. 2017 Nov</p>	<p>Cet article remplace notre intervention qui est le Nordic Hamstring, par un autre exercice qui est le Copenhagen exercice. Dans les discussions il nous permettra également d'ouvrir les protocoles a d'autres exercices. Il utilise les même comparateurs et population. Il nous permet de montrer et comparer l'efficacité ou l'inefficacité des protocoles suivent en parallèle à notre étude.</p>

Les autres études non détaillées n'avaient aucune importance dans cette revue de littérature. Ces articles ont été lu en intégralité mais jugées inintéressantes. Certains des articles vus ci-dessus feront l'objet d'ouverture ou pourront compléter des idées lors de nos discussions.

### 1.3. Études incluses

Grace aux sélection menées lors des étapes précédentes, nous nous retrouvons donc avec 4 articles sélectionnés.

Etudes sélectionnées
<p>Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Budtz-Jørgensen E, Hölmich P.</p> <p><b>Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial.</b></p> <p><i>Am J Sports Med.</i> 2011 Novembre</p>
<p>van der Horst N, Smits DW, Petersen J, Goedhart EA, Backx FJ.</p> <p><b>The preventive effect of the Nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: study protocol for a randomised controlled trial.</b></p> <p><i>Inj Prev.</i> 2014 August</p>
<p>Hasebe Y, Akasaka K, Otsudo T, Tachibana Y, Hall T, Yamamoto M.</p> <p><b>Effects of Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in High School Soccer Players: A Randomized Controlled Trial.</b></p> <p><i>Int J Sports Med.</i> 2020 March</p>
<p>Lovell R, Knox M, Weston M, Siegler JC, Brennan S, Marshall PWM.</p> <p><b>Hamstring injury prevention in soccer: Before or after training?</b></p> <p><i>Scand J Med Sci Sports.</i> 2018 February</p>

Après cette dernière, nous allons donc présenter ici tout les éléments des différents articles. Il sera convenu d'utiliser les critères de jugement de chaque auteur. Il existe également les critères d'inclusion et d'exclusion des auteurs dans chaque article. Ces données vont être exposées sous le modèle PICO pour chaque articles.

<i>Nom d'études</i>	<i>Méthode</i>	<i>Population</i>	<i>Intervention</i>	<i>Comprarteur</i>	<i>Outcome</i>
Petersen J. 2011	Essai clinique randomisé	Intervention : 461 Control : 481	Effet préventif du Nordic Hamstring sur les blessures aux ischio jambiers	Groupe témoin : 481 personnes	Critère de jugement principal : taux de blessures aux ischio jambiers
Van Der Horst N. 2014	Essai clinique randomisé	Intervention : 329 Control : 319	Effet préventif du Nordic Hamstring sur les blessures aux ischio jambiers	Groupe témoin : 287	Critère de jugement principal : taux de blessures aux ischio jambiers
Hasebe Y. 2020	Essai clinique randomisé	Intervention : 156 Control : 103	Effet du Nordic Hamstring sur les blessures aux ischio jambiers	Groupe témoin : 103 personnes réalisant les meme tests sans faire le protocole de l'étude.	Critère de jugement principal : apparition d'une blessure aux isschios jambiers.
Lovell R. 2018	Essai clinique randomisé	Intervention : 30 Control : 12	Efficacité du Nordic Hamstring avant ou après l'entraînement	Groupe before : 14 Groupe after : 16 Groupe témoin : 12	Analyse de la force des ischios jambiers

## 1. Risques des biais et études incluses

### 2.1. Grille d'analyse utilisée

Explication de la grille PEDro :

La grille PEDro (annexe tableau 6), est une évaluation d'articles qui nous permet de déterminé et analyser certains points d'études. Elle permet donc une évaluation sur la note de 10 de ces derniers. Les items correspondant aux points attribués permettent de démontrer la qualité méthodologique des études sélectionnés.

Critère 1	Attention ce critère n'est pas compris dans la notation sur 10 points. Le rôle de ce critère est de prouver la <i>validité externe</i> de l'étude. Il précise les critères d'éligibilité. Il a également pour but de montrer si une étude est cohérente ou non avec les autres études menées sur le sujet.
Critères 2 à 9	Ces critères de sélection sont basés sur la validité interne de l'étude. Ils sont donc les critères qui nous permettent de d'objectiver les biais présents. Les biais sont ce qui fait la différence entre la réalité des chiffres et le hasard de ces derniers. Comment savoir si des chiffres sont dit parlant et concrets si ils comportent trop de facteurs de risque de biaiser les résultats. Ils sont donc dépendant de la qualité de méthodologie des auteurs
Critères 10 et 11	Ils sont l'objet de traitement de la pertinence clinique. Ils se soucient de savoir si les résultats sont suffisamment détaillés ou non. Il existe plusieurs items permettant de déterminer cela. (taille cliniquement pertinente, pertinence clinique du critère de jugement principal, résultats homogènes dans les différents sous-groupes, intervalle de confiance, rapport bénéfice/risques)

*Synthèse globale des critères de l'échelle PEDro*

## 2.2. Synthèse des biais retrouvés

Pour tous les articles sélectionné pour cette revue de littérature, nous appliquons donc les critères PEDro. Déjà présélectionné par nos critères d'exclusion et d'inclusion, la grille PEDro nous permet donc d'évaluer les méthodologies appliquées sur ces articles. Rappelons que la case du première items n'est pas prit en compte dans la note finale.

Étude	Items											Score total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<u>Critères</u>												
<b>Petersen et al, 2011</b>	✓	✓	✓	✓				✓		✓	✓	6/10
<b>Van Der Horst et al, 2014</b>	✓	✓		✓					✓	✓	✓	5/10
<b>Hasebe et al, 2020</b>	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	7/10
<b>Lovell et al, 2018</b>	✓	✓								✓	✓	3/10

Tableau des résultats de l'échelle PEDro pour les études incluses

Comme observé sur le tableau ci-dessus, la plupart des réponses négatives (sans la case validée) se situent entre les items 3 à 9. L'échelle PEDro permet donc d'évaluer ce biais.

- 1- Nous commençons donc par les biais de sélection, qui comme expliqué dans le tableau sont les items 3 et 4. Item 3 : assignation secrète / item 4 : similarité des groupes au début de l'étude. Nous constatons donc que dans nos essais cliniques randomisés, les biais liés à ces items sont présents dans la moitié des articles. C'est donc un biais de sélection.
- 2- Ici nous retrouvons le biais le plus présent de notre revue de littérature, il s'agit du biais d'évaluation. Il se sépare en deux biais et trois items. Il correspond aux items 5 et 6 qui sont les biais de performances. Il prend en compte le simple, le double et le triple aveugle. Dans une revue de littérature avec ce sujet il est très difficile de mettre en place un simple aveugle. Ici le patient footballeur, va automatiquement s'apercevoir de la différence de préparation physique mis en place. Il est donc impossible ou quasiment impossible de faire des programmes ciblés en étant en simple aveugle dans ces études. Le double aveugle qui est du ressort du thérapeute, est lui strictement impossible. C'est le thérapeute qui réalise le programme ou le protocole avec le Nordic Hamstring. Pour le triple aveugle, cela concerne donc les examinateurs qui évaluent en aveugle. Ce triple aveugle est souvent demandé pour limiter les biais mais peu possible. La totalité des articles possèdent donc ici des biais de performances. C'est donc naturel car des le changement de programme dans ce milieu sportif, le patient, ici le footballeur, connaîtra le but du protocole. Et dans un deuxième temps ce biais d'évaluation sera complété par le biais de détection de l'item 7. Dans les ¾ des études, cet item n'est pas non plus considéré comme acquis. L'examineur n'est ici qu'une seule fois en aveugle.
- 3- Le critère 8 mesure quant à lui, le biais de suivi ou de réalisation. Il est respecté par la moitié des études et possède une partie importante sur les résultats observés.
- 4- Le biais d'attrition est quant à lui dû à l'absence d'analyse « en intention de traiter » qui est couvert par le critère numéro 9. Ici retrouvé également dans la moitié des essais cliniques randomisés.
- 5- Les derniers items 10 et 11 représentent les biais d'interprétabilité des résultats. La totalité de mes essais cliniques randomisés répondent à ces critères. Il y a donc pour notre revue de littérature une facilité d'interprétation des résultats.

Etudes	Biais présents
<b>Petersen et al, 2011</b>	Performance / Détection
<b>Van Der Horst et al, 2014</b>	Performance / Détection / Suivi
<b>Hasebe et al, 2020</b>	Sélection / Détection
<b>Lovell et al, 2018</b>	Performance / Détection / Suivi / Sélection

Tableau de synthèse des biais

## 2 Effet de l'intervention sur les critères de jugement de cette revue

Dans cette partie nous exposerons la lecture des résultats dans la revue de littérature. Ces résultats doivent être fiables et valides. [48][49]

- Fiabilité : « la fiabilité d'un test se définit comme la capacité de ce dernier, de rapporter systématiquement les mêmes résultats de mesures »
- Validité : « la validité est définie comme le degré de précision de la mesure effectuée par le test »

Tous les résultats vont donc être fiables et valides afin de pouvoir les exploiter pleinement. Ici les résultats sont principalement basés sur les indices d'apparition des blessures, suivant les protocoles ou non des études. Le 4eme article quant à lui sera basé sur l'imagerie et des tests isocinétiques.

Nous pourrons plus tard ouvrir les résultats de l'intervention sur d'autres articles complétant les données.

### **Signification statistique : le « p »**

Le « p » nous permet de montrer et comparer la différence entre deux valeurs. Cette valeur va donc en être sa représentation. Le facteur sera le traitement étudié. Si p est inférieur à 0,05 alors la valeur est statistiquement significative. A contrario, le résultat sera « non statistiquement significatif » si la valeur p est supérieur à 0,05. Le p-value est donc une donnée importante pour considérer les résultats exposés par les essais cliniques randomisés. Si P est inférieur à 5% alors la différence ne sera pas due au hasard.

**Signification clinique : la taille de l'effet, le risque relatif, le rapport de cote et l'intervalle de confiance**

### La taille de l'effet

C'est donc la taille de l'effet qui va permettre une estimation de différences. Cette différence peut être due donc au hasard ou à des facteurs de l'étude. Elle permet de représenter la moyenne des différences entre les avants et après d'un traitement pour les variables continues. Et elle correspond également au risque relatif pour les variables binaires.

### L'IC à 95%

L'intervalle de confiance permet de présenter un intervalle dans laquelle nous avons une forte probabilité de retrouver notre valeur (à 95%). C'est donc une estimation de la taille de l'effet. Dans l'analyse de l'intervalle de confiance, il faut retenir deux éléments clés à l'analyse qui signifierait que les résultats ne seraient pas statistiquement significatifs. Le premier étant la taille de ce dernier, au plus l'intervalle est grand, au moins son interprétation sera significative. Puis le second critère est le fait que cet intervalle ne doit pas croiser 0.

### Le RR

Le risque relatif va être notre valeur la plus intéressante à étudier. Il nous permet d'avoir une représentation du risque de survenue du taux de blessure sur le groupe par rapport à l'autre. Comme pour la taille d'effet, c'est une variable binaire et donc qualitative.

Pour son analyse, il existe trois cas de figure. Si le RR est supérieur à 1 alors la survenue du risque a augmenté. Si le RR est égal à 1 cela signifie qu'il n'y a pas de changements de la survenue du risque. Et pour finir si le RR est inférieur à 1 alors cela signifie que la survenue du risque sera diminuée.

### Le OR

C'est le rapport de cote, qui nous donne une idée de l'exploitation des résultats. Il est interprété exactement de la même façon que le risque relatif.

## **3.1. Synthèse des résultats en fonction du critère de jugement principal**

« Il a également été rapporté que le football amateur masculin a un taux de blessures aux ischio-jambiers de 20,4 à 36,9 pour 1000 heures de match et de 2,4 à 3,9 pour 1000 heures d'entraînement ». [50][51].

- *Définition du critère de jugement principal selon les articles.*

Dans cette revue de littérature, le thème ressort donc facilement. La revue étant de type thérapeutique, nos essais cliniques randomisés possèdent les 3/4 le critère de jugement : l'évaluation de l'incidence des lésions au ischio-jambier au cours des essais. Ce critère va être défini comme « la définition d'une blessure aux ischio-jambiers était un état dans lequel une douleur était ressentie dans l'arrière de la cuisse indépendamment de la perte de temps ou du besoin de traitement pendant les activités sportives ». [52]

Il n'y a donc pas d'échelle précises mais une corrélation entre le thérapeute et le patient. Il n'est pas compliqué pour des sportifs de savoir si ils ressentent une douleur ou même une gêne qui contrarie l'activité sportive, ou nécessite l'intervention d'un thérapeute. Dans ces études les participants reprenaient les protocoles d'études lorsqu'ils n'étaient plus blessés. Tous les éléments, dans cette revue de littérature, seront pris sous forme de temps, que ce soit en heure ou en jour.

De plus les articles de mentionnent que l'examen échographique ne sera pas utilisé ici pour vérifier les diagnostics cliniques.

### 1. Petersen et AL, 2011

Cette étude, est donc basée sur l'effet préventif de l'exercice excentrique (incluant ici le Nordic Hamstring), sur les blessures aux ischios jambiers. Pour évaluer cela elle utilise dans ses protocoles de préparation, l'inclusion du Nordic Hamstring. Cet exercice est une des références de l'exercice excentrique des ischios-jambiers. L'article a essayé de s'appuyer sur le critère de jugement secondaires. Cependant aucun effet bénéfique n'a été retenu tout au long de l'étude. Ils n'ont donc pas documenté ce critère de jugement.

Tableau de relevé des résultats

		Nombre de blessures	Taux de blessure pour 100 joueurs saisons	Rapport de taux ajusté (IC95)	Significativité Statistique (p)
<b>TOTAL</b>	<i>Intervention</i> 461	15	3,8	0,293[0,150-0,572]	0.001
	<i>Témoin</i> 481	52	13,1		
<b>Nouveaux blessés</b>	<i>Intervention</i> 461	12	3,1	0,410[0,180-0,933]	0.034
	<i>Témoin</i> 481	32	8,1		
<b>Récurrence de blessure</b>	<i>Intervention</i> 49	3	7,1	0,137[0,037-0,509]	0.003
	<i>Témoin</i> 54	20	45,8		

NNT° = nombre nécessaire à traiter

L'intervalle de confiance choisit a été ajusté en fonction de l'âge des joueurs, du niveau de compétition et des blessures antérieures. On constate que selon les résultats de l'article, le nombre de blessure au cours de l'intervention est significativement en baisse pour le groupe d'intervention. Le risque relatif calculé est bien moins important grâce au protocole du Nordic Hamstring.

Le rapport de taux est ici de 0,293( IC à 95% ; 0,150-0,572), nous pouvons donc en conclure d'après ce résultat que c'est un facteur protecteur.

Le protocole a donc fait ressortir un effet de prévention de blessure que les résultats du groupe témoin n'ont pu faire ressortir.

De plus, la P-value est statistiquement significative elle est de 0,001. Dans cet article le seuil de signification a été fixé à 0,05. Nous pouvons donc déterminer que toutes les données sont dans cet article statistiquement significatives.

Cette différence était à la fois basée sur des taux de blessures significativement plus faibles concernant les nouvelles blessures (rapport de taux 0,410 ; IC à 95%, 0,180-0,933) avec  $p=0,034$  et les blessures récurrentes (rapport de taux 0,137 ; IC à 95%, 0,037-0,509) avec  $p=0,003$ .

## **2. Van Der Horst et al, 2014**

Dans ce deuxième article de la revue de littérature, on obtient ici des résultats pendant l'intervention de 13 semaines, et des résultats à la fin de la période d'intervention, suivi jusqu'à 52 semaines. L'étude explique dans un premier temps que l'apparition des blessures aux ischio-jambiers est plus importante lors des matchs que pendant les entraînements. Le taux global des deux groupes était de 0,7 (IC à 95%, 0,6-0,8) pour 1000 heures de jeu.

Ce taux est divisé par deux entités, le risque en match et celui à l'entraînement. Lors des entraînements les résultats ont montré que l'exposition était de 0,33 (IC à 95%, 0,25-0,46) et lors des matchs cette dernière était de 1,2 (IC à 95%, 0,82-1,94). Dans les analyses plus précises de chaque type de joueurs, ici aucune différence n'a été reconnue entre le poste du joueur et l'augmentation ou une diminution de l'exposition aux blessures des ischio-jambiers.

Il a été reconnu ici que c'est les types d'actions des joueurs qui font varier ces statistiques. Le plus important étant les pointes d'accélération (53%)

Il n'y avait aucune différence statistiquement significative lors des résultats pendant l'intervention. Nous pouvons donc constater que  $P=0,427$  lors de l'intervention. En ce qui concerne l'incidence des blessures aux ischio-jambiers entre les groupes intervention et contrôle, le rapport de cote est de 0,628 ; IC à 95%, 0,197-1,999.

Après l'intervention le taux de blessure a augmenté. Le résultat est statistiquement significatif puisque la P-value est égale à 0,005. Grâce à ce résultat significatif nous pouvons donc évaluer le risque de blessure. Ce dernier a été réduit dans le groupe d'intervention après l'exécution du protocole Nordic Hamstring ; le risque relatif était de 3,384 ; IC à 95% 1,362-8,409. Le rapport de cote étant quant à lui passé 0,628 à 0,282.

La valeur P-value est pour ça part statistiquement significative puisque  $P\text{-value}=0,005$ . Ce qui est intéressant et crée une différence entre les données relevées pendant l'intervention et celles relevées après la période d'intervention.

		Nombre de blessures	Incidence blessure	Risque relatif (IC95)	Significativité Statistique (p)
<b>TOTAL au cours des 13 semaines d'intervention</b>	<i>Intervention</i> 292	5	1,71%	0,628 [0,197-1,999]	0.427
	<i>Témoin</i> 287	7	2,43%		
<b>TOTAL après la période d'intervention</b>	<i>Intervention</i> 292	6	2,05%	0,282 [0,110-0,721]	0,005
	<i>Témoin</i> 287	18	6,27%		

Tableau des résultats relevés

Dans cette étude on calcule également le risque de blessure après l'intervention dans la population. Le protocole du Nordic Hamstring va donc varier les données de bases ou non, ce qui nous permettra d'imputer les résultats. Le risque relatif = 3,384 ; IC à 95%, 1,362-8,409.

L'article a également essayé de s'appuyer sur le critère de jugement secondaire. Celui de l'effet de l'intervention sur la gravité des blessures. Or la différence entre les temps d'écartement des terrains pour cause de blessure aux ischios-jambiers était significativement incertain (p-value = 0,342).

### 3. Hasebe et al, 2020

Le groupe d'intervention a effectué le Nordic Hamstring, le protocole a été réalisé conformément à l'exercice et à la définition de blessure et le tout sur une période de 27 semaines. Dans cette étude. Le critère de jugement toujours l'incidence des blessures sur les ischios-jambier, seulement il va être reflété par plusieurs tests. Celui du rapport Q/I, le test du 50m course, la distance doigt-sol, l'extension isométrique du genou et la force de flexion. Ces données sont complétées au début de l'étude par une enquête complète de chaque patient de l'étude.

Cette enquête comprend :

- Les heures d'entraînements par jour
- Les heures de match par jour
- Le détails des blessures
- Heures de repos dues aux blessures
- Et la présence ou absence du Nordic Hamstring

Le taux de blessure est ici calculé sur la base de 10000 heures (combinant matchs et entraînements). Le risque relatif est dans cette étude calculé sur la base du nombre de blessure et des heures de sport perdues.

On constate les résultats suivant pour les analyses des rapports ischios jambiers/quadriceps :

- Le rapport IJ/Q jambe droite groupe témoin : 0,73 +/- 0,21
- Le rapport IJ/Q jambe gauche groupe témoin : 0,73 +/- 0,25
- Le rapport IJ/Q jambe droite groupe d'intervention : 0,64 +/- 0,17
- Le rapport IJ/Q jambe gauche groupe d'intervention : 0,60 +/- 0,15

Ensuite nous relevons les données qui sont celles de la course sur 50m :

- 6,92 +/- 0,35 pour le groupe de course témoin
- 6,73 +/- 0,28 dans le groupe d'intervention pour la course

Les valeurs sont statistiquement significatives puisque la P-value est ici inférieur à 0,01. Ces valeurs exploitées au dessus étaient donc valides et surtout divergées de l'effet de l'intervention selon les groupes. Ils sont significativement différents. A la différence avec la distance doigt-sol qui n'apporte aucune information sur ces derniers.

Cependant une chose importante est différente dans l'analyse des données. Lors de la comparaison des variables de la fonction physique chez les personnes avec et sans blessures aux ischios-jambiers, il n'y avait pas de différences significative dans le rapport IJ/Q ou distance doigt sol. Pourtant il y en avait une dans le temps de course (p-value = 0,03).

*tableau reflétant les resultats des blessures aux ischios jambiers.*

		Nombre de blessures	Taux de blessure pour 10000 heure de sport	Risque relatif (IC95)	Significativité Statistique (p)
Taux de blessure aux ischios-jambiers pendant l'enquête	<i>Intervention</i> <i>n</i> 156	4	0,88	1,14[0,26-4,97]	0.83
	<i>Témoin</i> 103	3	1,04		
Taux de blessure aux ij avec arrêt du sport	<i>Intervention</i> <i>n</i> 156	2	0,44	1,52[0,22-10,58]	0.51
	<i>Témoin</i> 103	2	0,69		

### 3.2. Synthèse des résultats en fonction du critère de jugement second

- ***Lovell et al, 2018***

Le critère de jugement utilisé par notre dernier article est la force excentrique développée par les muscles grace au Nordi Hamstring. La faiblesse musculaire étant ici la cause de blessure. L'article évalue donc le moment ou le renforcement est le plus efficace pour réaliser le Nordic hamstring.

Le critère de jugement secondaire n'est présent que dans un article de la sélection. Cet article met donc en évidence le fait qu'une relation entre la force et l'extensibilité des ischios-jambiers avec les blessures aux ischios jambiers existent réellement. Tout ces valeurs seront mesurées sur une machine d'isoscintéisme qui donne des résultats complet. Les valeurs test semblent pour le thérapeute les plus pertinentes.

Il a tout d'abord été mesuré l'épaisseur du muscle, puis l'angle de pennation et en suit la longueur du fascicule. Ces données sont les variation inter-jours et intra-sujet (%).

- Pour l'épaisseur musculaire nous obtenons 3,3(IC à 90% ; 2,5-5,2%)
- Pour l'angle de pennation nous obtenons 4,2(IC à 90% ; 3,1-6,6%)
- Pour la longueur du fascicule nous obtenons 8,7(IC à 90% ; 6,4-13,8%)

Il a également été mesuré le coefficient de variation intra-sujet entre nos laboratoires pour le couple maximal excentrique des ischios-jambiers : 7,1% ( IC à 90% ; 5,2-11,2%).

Ici, les intervalles de confiance à 90% nous permettent de voir que l'article exprime bel et bien des incertitudes sur les résultats qu'il va venir avancer. Ce qui nous permet de prendre des distances avec les valeurs données à évaluer.

Concernant le couple max observé il n'y a pas eu de différence significatives, entre les deux groupes d'intervention. On note donc pour le Nordic Hamstring Before (+11,9% ; 3,6% à 20,9%) et pour le Nordic Hamstring After (+11,6% ; 2,6% à 21,5%).

Cependant, il y en a une différence lorsque l'analyse est versus le groupe contrôle. Il reste tout de même à noter qu'il n'y a pas eu de changement ou de différences entre les groupes dans l'angle auquel le couple maximal a été observé. ( 10,2° +/- 10,8°).

Il en découle donc logiquement une augmentation du profil couple-angle moyen. Elle n'est observée ici qu'entre les groupes d'intervention et témoins. Nous nous retrouvons donc pour le Nordic Hamstring Before (13,3% ; 8,2% à 18,6%) et After (20,9% ; 14,7% à 27,5%). Ces résultats sont comparés au groupe témoin : (-0,7% ; -6,4 à 5,3%). On peut donc voir que l'intervention en elle-même a un impact sur les groupes d'intervention. Cependant, le moment de la réalisation ne fait pas d'effet plus spécifique dans un cas ou l'autre.

Cette analyse est également retrouvée dans les résultats pour l'électromyographie de surface. La seule différence est constatée au moment de l'analyse de l'architecture musculaire du biceps fémoral. L'épaisseur musculaire et l'angle fasciculaire de la pennation ont augmenté dans le Nordic Hamstring After. Néanmoins, la variation estimée de la longueur du fascicule du biceps fémoral est plus élevée avec le Nordic Hamstring Before.

Tableau d'exposition des données étudiées et des résultats trouvés

Caractéristique	Groupes	Changements de Moyenne	Intervalle de confiance à 90%
Epaisseur musculaire en cm	NHE After	0,17	0,05 à 0,29
	NHE Before	-0,07	-0,17 à 0,03
	Témoin	-0,19	-0,34 à -0,03
Angle de pennation en °	NHE After	1,03	-0,08 à 2,14
	NHE Before	-1,47	-2,37 à 0,58
	Témoin	-1,01	-2,43 à 0,42
Longueur du fascicule en cm	NHE After	-0,29	-1,70 à 1,11
	NHE Before	1,58	0,48 à 2,68
	Témoin	-0,67	-2,45 à 1,11

On peut donc constater que la plupart des intervalles de confiance croisent la valeur 0. Ce qui ne nous permet pas d'interpréter ces résultats. En revanche nous pouvons très clairement constater que les seules valeurs analysables sont celles exposées pour les conclusions données au-dessus.

On peut retrouver dans le tableau une conséquence de la longueur du fascicule en cm pour le groupe de Nordic Hamstring Before. Cela confirme les conclusions déduites ci-dessus et également un effet du Nordic Hamstring after sur l'épaisseur musculaire.

Malheureusement aucune donnée n'est interprétable pour l'angle de pennation, même si l'on voit que sur les 3 valeurs, le Nordic Hamstring after a eu plus d'effet

Nous allons récupérer tout les résultats cités précédemment afin de pouvoir se donner un avis sur notre problématique.

## IV. Discussion

### 1. Analyse des principaux résultats

L'objectif de cette revue de littérature systématique était d'évaluer et d'analyser la littérature actuelle sur l'efficacité de l'exercice NORDIC HAMSTRING dans la prévention du risque de blessure sur les ischio-jambiers chez le footballeur. Cet exercice est très populaire dans le monde du football. Malgré la volonté de prévention autour de ces lésions, il en ressortait que le taux de blessé aux ischio-jambiers ne diminuait pas de façon significative. Les articles de cette revue de littérature abordent donc des protocoles de Nordic Hamstring. Les études ont pu évaluer cela grâce aux paramètres de taux de blessures et de faiblesse musculaire.

Nous avons donc pu exposer l'ensemble de nos résultats issus des articles retenus. Ceci qui nous a permis de nous renseigner sur l'intérêt du Nordic Hamstring. Il nous faut donc maintenant nous intéresser à d'autres points clef d'analyse. Il s'agit de la validité interne des documents, la pertinence clinique et la validité externe. Ces trois critères sont donc à prendre en compte pour l'analyse et l'exploitation des articles.[53]

La validité externe d'un article. Elle ne représente pas un critère dans l'article lui-même, elle correspond à : l'adéquation des résultats d'une étude avec les autres résultats d'articles scientifiques en question. Le résultat de ce dernier doit donc être cohérent avec les connaissances scientifiques actuelles. C'est un critère qui évalue l'applicabilité.

La validité interne d'un article. C'est le critère évalué par l'échelle PEDro, les dix derniers critères de cette échelle évalue donc cette validité interne à l'article. Elle est donc une garantie de validité de l'article. Et ainsi que le modèle de l'expérience d'un chercheur suit le principe de cause à effet. C'est donc une assurance sur le fait que la variable indépendante est la seule responsable des variations de la variable indépendante.

La pertinence clinique d'un article. C'est la valeur médicale du résultat de ce dernier. La pertinence clinique d'un résultat assure donc que le bénéfice du traitement a un réel sens thérapeutique. Il nous permet de montrer dans ces études que les protocoles ont des réels bénéfices pratiques pour les patients. Or les résultats interprétés dans la partie précédente sont significativement statistiques, cependant il ne faut laisser de côté la dimension scientifique. Ceci est démontré par la taille d'effet, elle appréhende l'importance concrète des effets.

La pertinence clinique est composée de deux éléments associés :

- La taille de l'effet représente « l'écart entre l'hypothèse nulle et l'hypothèse de recherche ». « la taille d'effet désigne à quel degré un phénomène donné est présent dans la population.[56]
- L'applicabilité, impactant directement la taille de l'effet, sera étudiée dans le paragraphe 4.2.

Nous allons donc analyser les résultats exploités dans la partie précédente. Il nous est démontré que les résultats présentent une différence intergroupe statistiquement significative et qu'ils nécessitent une étude de la validité interne et la pertinence clinique. Le but étant de savoir si ils sont utilisables pour une population plus grande afin de limiter les blessures.

Les résultats trouvés sur la taille de l'effet sont présentés sous forme de tableaux. Le but de cette présentation et de comparer les résultats intergroupe avec des estimations de variabilité. Cependant pour le calculer il faut que chaque critères de jugement présentent des valeurs statistiquement significatives. De plus, 3 des articles possèdent un intervalle de confiance à 95% et seulement notre dernier article ne possède qu'un intervalle de confiance à 90%. Les écarts types seront calculés avec un tableur excel et les intervalles de confiances.

Les risques relatif calculés montrent l'incidence des taux de blessures aux ischios-jambiers sur les groupes. Seul le dernier groupe ne compare que des moyennes d'évaluation face aux faiblesses musculaires.

### 1.1. Le taux de blessures aux ischios jambiers

Le critère de jugement principal est le taux de blessures aux ischios-jambiers. Ce critère est évoqué dans les 3 premiers articles retenus de cette revue de littérature. Les résultats varient selon les protocoles d'études et la charge de travail des footballeurs. Les risques relatifs, les intervalles de confiances et les rapports de cote sont donc utilisés pour démontrer cela. Ils ne sont pas tout le temps statistiquement significatifs car il existe de nombreux biais pour la réalisation de cet exercice et de ses protocoles.

#### L'étude Petersen et al. 2011 :

Elle cherche donc à évaluer l'efficacité du Nordic Hamstring en l'intégrant dans des programmes physiques de préparation à l'effort. Les mesures sont ici prélevées tout au long des interventions, il s'agit de relever les blessés en permanence. Le programme d'intervention du protocole, a lui été introduit sur 10 semaines. Les périodes d'enregistrement possédait également des pauses comme la mi-saison ou autre. D'après les résultats le protocole d'intervention a eu un effet important sur le groupe d'intervention par rapport au groupe témoin.

Cette étude possède un score de 6/10 sur l'échelle PEDro. Ce score nous permet de vérifier la validité interne de l'article. Cependant, ce score nous montre également que l'article peut être sujet de nombreux biais. Notamment ceux de performances et de détection :

- Il y a donc un problème au niveau des critères 5 et 6 car ils ne sont pas respectés. Ils sont donc dus à des biais de performance. Ils ne concernent que les caractères aveugle du thérapeute et du sujet de l'étude. C'est ici un essai clinique ouvert. Il était impossible de cacher à ces sportifs les nouveaux protocoles utilisés. Il en est de même pour les protocoles qui doivent être établis par les thérapeutes.
- Il y a également un biais de détection. Il correspond au critère 7. Dans cette étude il était impossible de mettre les évaluateurs en aveugle avec les systèmes de protocoles mis en place et les données relevées du taux de blessés dans les patients.

- Le biais d'attrition est aussi présent ici, il est dû à l'absence d'analyse « en intention de traiter ». Ce qui correspond au critère numéro 9. L'essai clinique randomisé n'est pas réalisé dans un cet objectif. Dans cet article rien de mentionne cette intention de traiter.

Cette étude nous permet de constater que les taux de blessure pour 100 joueurs par saison sont bien plus faibles pour le groupe d'intervention que pour le groupe témoin. De façon générale, les deux groupes possédaient presque le même nombre de patient sur de grands échantillon. Une différence de 20 patients pour un total de 942 patients. Ce qui est assez faible ici. On peut voir que le groupe d'intervention possédait 15 blessés soit un taux de **3,8% pour 461 patients (pvalue = 0,001)**. En parallèle le nombre de blessés dans le groupe témoin était de **52 blessés soit un taux de 13,1% pour 481 patients**. Ce qui nous fait conclure que le programme est capable de réduire le taux de blessure d'un peu **plus de 60%, pvalue = 0,001** les résultats sont statistiquement significatifs. Ce n'est pas la seule interpellation qui nous est parvenue. En effet, le plus marquant a été dans les taux de récurrences de blessures. On remarque que dans le groupe d'intervention que 12 des 15 blessés sont des nouveaux cas et 3 sont des récides de blessures. Le taux de blessures est donc de 3,1% pour 461 patients. Or, le groupe témoin lui ne possède que 32 nouveaux blessés de ses 52 blessés. Ce qui nous ramène à un taux de 8,1%. Le programme reste donc protecteur face aux blessures, pvalue = 0,034 les résultats sont statistiquement significatifs. Le plus interpellant est l'effet observés sur les récides de blessures.

Nous pouvons constater que les taux et les écarts sont les plus marquants. Pour le groupe témoin sur les 461 personnes, 49 étaient sujets de récide, sur ces derniers seulement 3 ont eu une réapparition de blessure. Cela nous ramène donc à un **taux de 7,1%**. En comparaison le groupe témoin, normalement composé de 481 personnes, et possède 54 patients avec les antécédents de cette même blessure. Dans ce groupe, le nombre de récides a été 20 patients ce qui donne un **taux de 45,8%**. Sur cette effet de récide, le Nordic Hamstring possède donc un énorme effet conservateur. Le taux de blessures récurrentes apparait comme un sujet pour le Nordic Hamstring, puisque dans cette étude, **la réduction est presque de 80%, pvalue = 0,003** donc les résultats sont statistiquement significatifs.

Nous pouvons préciser qu'aucun effet bénéfique sur la gravité des blessures aux ischios jambiers n'a été documenté lors de la réalisation du programme d'entraînement. Cette étude, vient pour la première fois, utiliser un essai clinique randomisé avec un grand nombre de participants. Elle nous apport des réponses sur le rapport de prévention de l'exercice.

Cette première étude nous fait donc ressortir principalement l'effet de cet exercice sur les récides.

#### **L'étude Van Der Horst et al, 2014 :**

Cette étude traite également de l'effet préventif du Nordic Hamstring sur les blessures aux ischios jambier chez les footballeurs amateurs. Toute les données ont été collectés sur une année civile complète. Avec la définition de la blessure de façon claire, pour convenir à un relevé précis. D'après les résultats observés, le Nordic hamstring devrait lui aussi être efficace dans cet effet préventif de blessure. Le groupe témoin est là aussi sujet à plus de blessures.

L'échelle PEDro nous donne le score de 5/10 :

- Biais de sélection est présent dans cette étude. Il est défini par le critère numéro 3. C'est le critère qui est représenté dans une étude par l'attribution secrète dans les groupes.
- Le biais de performance est encore présent ici (critères 5 et 6)
- Le biais de détection est lui aussi encore présent (critère 7)
- Le dernier biais de cet article est celui de suivi. Il est évalué par le critère numéro 8. Les deux groupes n'ont donc pas été suivi de la même manière pendant les études.

Le but étant de montrer la pertinence de nos résultats, nous évaluons et ressortons les points clés de l'étude. Les analyses de résultats ont d'abord analysés les heures d'exposition face aux blessures sur 1000heures. De façon générale on retrouve une exposition moyenne de 92,9h (77,2-108,6)heures. L'exposition moyenne lors des entraînements et du match pour le groupe témoin, elle est de 58,4h (41-75,8)heures et de pour le groupe d'intervention de 34,5h (20,5-48,5)heures. Le temps d'exposition à ces blessures n'est donc pas d'une grande importance.

L'étude analyse les caractéristiques des blessures aux ischios jambiers. Sur les expositions aux blessures le taux était de 6,2% sur 579 joueurs, ce qui correspond à 36 blessures enregistrées. Nous avons donc relevé un taux global de 0,7 (IC à 95% ; 0,6-0,8) pour 1000 heures de jeu. En analysant, on voit que lors de l'entraînement le taux était à 0,33 (IC à 95% ; 0,25-0,46). En parallèle on note que pour les matchs le taux est de 1,2 (IC à 95% ; 0,82-1,94). La plupart des blessures sont donc survenues pendant les matchs par rapport aux entraînements. 23 blessures contre 11 blessures en comparaison.

En plus de cela, l'étude a analysé les blessures en fonction des postes des joueurs. Malheureusement aucune différence statistiquement significative n'a été relevée sur ces informations. Les membres du personnel médical ont signalé que le principal mécanisme lésionnel était celui de l'**accélération**. Elle est **responsable de 53%** des blessures observées. On peut donc penser que les lésions apparaissent de façon globale et non ciblées à un geste spécifique d'un sportif.

De plus l'étude a essayé de mesurer un critère de jugement secondaire qui est la **gravité des blessures** par le temps d'absence d'activité sportive. Les moyennes étaient donc comparables. La différence n'était pas **statistiquement significative : Pvalue = 0,342**. Donc, le protocole du Nordic Hamstring n'a pas eu d'impact majeur sur la gravité des blessures, bien qu'il n'y ait pas d'effet négatif.

Sur les 36 blessures relevés sur l'ensemble des groupes, 11 sont du groupe d'intervention (31% du nombre total de blessure) et 25 du groupe témoin ( 69% du nombre total de blessure).

Relevé au cours de l'intervention : 5 des 11 blessures du groupe d'intervention ont été relevés sont survenues au moment des 13 semaines d'intervention. Et 7 des 25 blessures du groupe témoin sont apparues durant ce temps d'intervention. Donc, à la fin de la période d'intervention des 13 semaines on ne retrouve **pas de différence statistiquement significative (Pvalue = 0,427)** dans l'incidence des blessures aux ischios jambiers entre le groupe d'intervention et le groupe témoin ( rapport de cote 0,628 ; IC à 95% ; 0,197-1,999).

Relevé après la période d'intervention : le nombre de blessures est plus important après l'intervention. Pour le groupe témoin 18 blessures des 25 sont identifiées (soit 72% des blessures de ce groupe) ; pour le groupe d'intervention, c'est 6 des 11 blessures qui sont retrouvées (soit 55% des blessures de ce groupe). On note donc une différence significative entre les deux groupes en fonction des blessures,  $D^2 (n=579) = 7,865$  avec  $Pvalue = 0,005$ . Cette différence est donc statistiquement significative. Ce qui nous montre que le protocole du Nordic Hamstring possède un effet important sur le taux de blessure. Car le risque de blessure a notamment diminué du groupe d'intervention par rapport au groupe témoin. Avec le Nordic Hamstring le **risque relatif** est de **3,384 (IC à 95%, 1,362-8,409)**, le rapport de cote est de 0,282 (IC à 95% ; 0,110-0,721) et il est **statistiquement significatif car Pvalue = 0,005**.

On peut donc penser que le Nordic Hamstring posséderait un gros effet préventif sur le long terme d'une saison. On peut donc constater que les résultats font ressortir le côté bénéfique du Nordic Hamstring. Même pour les niveaux amateur. Nous rappelons que cet exercice ne nécessite aucun matériel, il suffit d'être 2 ou de pouvoir se caler les pieds pour le faire seul. Il est donc très facile de pouvoir le pratiquer même à un niveau amateur, sans installations particulières. Il serait intéressant de voir dans un modèle de prévention de blessure, une étude ne s'appuyant que sur cette intervention.

Cette seconde étude nous mène donc nous pencher sur l'effet qu'il peut avoir sur la physiologie des accélérations. Car c'est le geste le plus provocateur de lésions. Et il nous laisse supposer qu'il possède un gros effet préventif sur le long terme.

#### **L'étude Hasebe et al, 2020 :**

Cette dernière étude exploitant ce critère de jugement est aussi favorable. Les protocoles ont là aussi eu des bénéfices. Les résultats sont plus parlants sur la gravité des blessures. Ces résultats restent dur à exploiter. Les résultats sont biaisés par certains facteurs de risques de blessures. Il n'inspire pas à un résultat très concordant avec les autres articles possédant le même critère de jugement. Le nombre de blessés n'a pas été assez conséquent pour une évaluation réellement fiable.

L'échelle PEDro nous donne le score 7/10 :

- Biais de sélection ( critère 4) est présent ici. Ce qui signifie que les deux groupes ne sont pas similaires au regard des indicateurs pronostiques les plus importantes.
- Biais de performance (critère 5 et 6). La problématique reste la même sur tout les articles, en vu de ces protocoles.

Nous allons donc maintenant vérifier la pertinence des résultats de l'article évalué. Tout d'abord l'étude a voulu évalué la corrélation avec des critères de jugements, ceux vus dans la partie résultat. C'est-à-dire que nous retrouvons une différence statistiquement significative (P value inférieur à 0,01) pour les valeurs obtenues de ratio IJ/Q et le temps de course sur 50m. Il n'y a aucune différence significative pour les distances doigt sol. En parallèle, lors de la comparaison des variables attachées au physique des individus avec ou sans blessures, on se rend compte qu'il n'y a pas de différence significative dans le rapport IJ/Q droite et gauche. Il en est de même pour la différence doigt sol. Mais il existait une **différence statistiquement significative dans le sprint de 50m (p=0,03)**. Nous verrons donc certaines hypothèses pour prolonger sur ce thème.

Les sujets blessés aux ischios-jambiers sont donc au nombre de 7 joueurs, pour 259 participants. La prudence va donc être requise ici car le taux d'incidence de blessures aux ischios jambiers est très faible. En comparaison à nos études précédentes, les taux de blessures sont très faibles. Ici 4 patients des 7 blessés estiment avoir perdu du temps pour faire du sport. Cependant les 2 patients du groupe d'intervention estiment avoir perdu du temps : soit 6j=12h. et les 2 patients du groupe témoin estiment avoir perdu : soit 50j= 95h. Les résultats sont à prendre avec du recul, car nous nous retrouvons avec un échantillon très faible .Ces derniers suggéreraient que le Nordic Hamstring diminue significativement les risques de blessures graves et éviterait de trop long arrêt de l'activité sportive.

Les résultats ont montré que le taux de blessure aux ischiosjambiers était de 1,04 dans le groupe témoin et ce taux était de 0,88 dans le groupe d'intervention. Ce qui nous amène à un **risque relatif de 1,14(IC à 95% ; 0,26-4,97) (et p= 0,83)**. Le résultat n'est pas statistiquement significatif mais il est cliniquement interprétable. L'interprétation sera faite avec prudence, car il faudra continuer a penser aux biais. Il en est de même pour le taux de blessure avec un arrêt du sport. Dans le groupe témoin ce taux est de 0,69 et 0,44 dans le groupe d'intervention. Le **risque relatif est ici de 1,52(IC à 95% ; 0,22-10,58) et (p = 0,51) il n'est donc pas statistiquement significatif.**

Le taux d'arrêt de travail lié au sport pour les blessures aux ischios-jambiers sur 10000h de compétition étaient de 1116,3 dans le groupe témoin et 113,7 dans le groupe d'intervention. Ce qui nous donne là un **risque relatif 9,81(IC à 95% ; 5,42-17,8)**( p est inférieur à 0,001) mais le résultat même si il est statistiquement significatif, n'est pas cliniquement interprétable. Ici, on ne parle plus en taux de blessure mais en temps perdu sur 10000heures de compétitions. Les données exploitées des 4 patients ayant perdu du temps.

Ici, le taux de blessures aux ischios jambiers est 1,14 fois inférieur pour le groupe d'intervention par rapport au groupe témoin. Et le groupe d'intervention aurait perdu 1,52fois moins de temps que les patients du groupe témoin. Ces données suggèrent un effet positif du Nordic Hamstring sur le taux et la gravité des blessures. Mais la prudence est requise pour cette étude dans l'analyse et l'interprétation des résultats. Elle possède un taux d'incidence trop faible pour pouvoir conclure des éléments définitifs ou cliniquement corrects.

Ce dernier article pourrait nous apporter des hypothèses sur les gravités de blessures, ainsi que sur l'impact du Nordic Hamstring et l'amélioration de la course.

## 1.2. La faiblesse musculaire des ischios jambiers

La faiblesse musculaire est notre critère de jugement secondaire. Ce critère nous renseigne donc sur la force du muscle concerné, qui a été abordé comme un facteur de risque très important. On retrouve donc pour ce critère de jugement des résultats difficiles à interpréter, avec des écarts qui ne sont pas forcément très significatifs. L'impact et le rapport entre le Nordic Hamstring et le développement musculaire simple, est que le traitement fonctionne par rapport au groupe contrôle. Mais le moment de la réalisation du protocole est difficilement analysable.

### **L'étude Lovell et al, 2018 :**

L'objectif de cette étude était de comparer l'effet d'un protocole de Nordic Hamstring dans la prévention des blessures et de savoir si il était plus favorable en efficacité de le faire avant ou après l'entraînement de football. Le problème de cet article restant une conformité modeste au protocole dans les deux groupes.

L'échelle PEDro nous montre un score de 3/10 très faible pour une analyse et un jugement fiable) :

- Biais de sélection (critères 3 et 4)
- Biais de performance (critères 5 et 6)
- Biais de détection (critère 7)
- Biais de d'attarition ( critère 9)

Cette étude est donc reconnue comme très modeste en terme de signification. Cependant, elle nous permet de nous faire une ouverture d'idée sur les résultats. Tout ce qu'il en découlera sera à vérifier avec des futures études qui pourrait se joindre ou non à ses résultats.

Pour sa pertinence clinique nous venons donc analyser et expliquer les résultats qui en découlent. Pour l'épaisseur musculaire le changement de moyenne le plus significatif est celui du Nordic Hamstring After. Puisque qu'on se retrouve avec une valeur de 0,17cm. Il en est de même pour l'angle de pennation qui n'est significative que pour le Nordic Hamstring After, avec une valeur de 1,03°. Les valeurs sont supérieures à l'autre groupe d'intervention et au groupe témoin, mais possèdent de faibles tailles d'effets. En parallèle, la valeur observée pour la longueur du fascicule est plus importante pour le Nordic Hamstring Before, que l'autre groupe d'intervention ou le groupe témoin. Sa valeur est de 1,58cm.

Via les autres résultats clinique nous pouvons en déduire 4 notions. Nous rappelons que le niveau de preuve reste faible. Même si les résultats sont interprétables, la pertinence de ces derniers restent faibles. Ils devront être analysés avec des études plus précises et strictes dans leurs interventions. Dans un premier temps, on constate que le couple maximal de force excentrique a été amélioré par le programme Nordic hamstring de façon générale. Ce qui signifie que les deux groupes témoins ont montré des améliorations. (diagramme en annexe)

Grace à la manière de récolter les résultats, nous avons pu également constater que la pratique du Nordic Hamstring augmente la force excentrique des ischio-jambiers. Ceci dans une position dites lésionnelle, qui est la position articulaire étendue qui est celle de la blessure la plus courante. Cette phase est la plus importante en information, elle traduit le bon fonctionnement et l'effet positif du Nordic Hamstring de façon générale sur les ischio-jambiers.

Elle est relevé comme une **amélioration de 21% à 31%**. Par la suite, nous avons pu constater que le recrutement des cellules du biceps fémoral a pu être augmenter sur toute l'amplitude du mouvement. Cela a encore été montré au niveau des deux groupes d'intervention par rapport au groupe témoin. Mais sur ces critères, on ne peut voir de différences significatives entre les deux groupes d'intervention. (diagramme en annexe)

Les deux sels résultat explicite ici et dont l'intervalle de confiance de ne croise pas 0 sont :

- La longueur du fascicule (cm) dont le **changement de moyenne est de 1,58 (IC à 90% ; 0,48-2,68)** cela pour le Nordic Hamstring before.
- L'épaisseur de musculaire (cm) dont le **changement de moyenne est de 0,17 (IC à 90% ; 0,05-0,29)** cela pour le Nordic hamstring after.

Ce sont les deux chiffres significatif qui nous ont permis de posséder des ouvertures de conclusions.

Cette étude utilise donc un critère de jugement différent des autres. Elle essaye d'étudier à la fois l'efficacité globale du Nordic Hamstring, mais également le moment le plus propice à l'exécution de ce protocole. Nous remarquons donc que le Nordic hamstring en général est intéressant contre la faiblesse musculaire. Il est encore difficile à évaluer si il est préférable de le pratiquer avant ou après la séance.

Dans la modeste interprétation des résultats, nous pourrions penser que le Nordic Hamstring before, ayant la faculté d'allonger la longueur du fascicule, serait plus intéressant. Au vu de notre pathologie en course externe maximale, le muscle serait donc peut être mieux préparé à cette contrainte.

### 1.3. La population

Dans cette revue de littérature, la population étudiée reste très ciblée. Puisqu'il s'agit des joueurs de football mais pas américain ni australien. Bien que des études survolées montrent que le travail effectué par cette revue de littérature pourrait être fait sur le football australien.

Tout les patients sélectionnés faisait donc du foot, que ce soit à un niveau amateur ou professionnel. La population totale était de 1822 patients. Dans toutes ces données nous n'aurons qu'un très faible nombre de perdus de vue par rapport aux participants. L'idéal pour cette étude serait un suivi gardant ces groupes mais une durée plus longue. Ce qui nous permettrait de voir l'impact des routines de Nordic Hamstring sur ces le long terme d'une carrière.

Comme expliqué dans les articles les populations sont tous des footballeurs. Certains ont déjà eu des antécédents de blessures, ou d'autres facteurs de risques vu en amont.

Ce sont des gros groupes d'évaluation, avec une visibilité globale de cet exercice. Les pertes de vue sont très faibles comme expliqués dans les diagrammes des articles. Ils sont principalement dus aux mutations et autres blessures au cours des protocoles d'analyse.

Les échantillons des deux premières études sont grands et significatifs, cependant le nombre de blessés du troisième article et le faible échantillon du 4ème article, sont insuffisants. Cette insuffisance peut nous amener à des résultats donnant des indications, mais pas des conclusions fiables.

Tout les participants ont entre 15 ans et 40 ans, rappelons que l'âge rentre également dans nos facteurs de risques. C'est donc évident que des groupes importants de population permettent ici des meilleures analyses et des résultats plus concrets.

#### 1.4. Intervention et exécution du Nordic hamstring

Tout les essais cliniques randoisés retenus, possèdent deux groupes d'intervention. Sauf le dernier article qui en possède un troisième pour détailler les effets et le moment de la réalisation du protocole Nordic Hamstring. Le but étant de réaliser cet exercice par rapport à un protocole standard, pour se faire une idée statistique de la prévention de blessure de cet exercice.

La fréquence et la répétition sont des incertitudes sur la cohérence des résultats inter études. Certains pouvant plus le réaliser que d'autres, les résultats peuvent diverger également pour cela. Néanmoins nous pouvons considérer que les thérapeutes ont utilisé des protocoles cohérents.

Ce qui nous amènerait à penser que le travail excentrique et les recrutements musculaires peuvent différer en fonction des protocoles.

Cette intervention est vu comme un nouveau protocole. Cependant il serait intéressant d'analyser ce protocole comme une routine d'entraînement. Ceci avec une analyse sur plusieurs saisons.

Sur les variations de l'exercice en lui-même, chaque article considère le Nordic Hamstring uniquement sur sa phase excentrique et avec les cuisses, le bassin et le tronc alignés. Il faut vérifier que le patient ne compense pas le poids de la pesanteur par une flexion de tronc pour se laisser tomber. Puis laisser les bras en éveil pour se rattraper au sol.

Cette phase est très importante puisqu'il s'agit du moment où le torse va toucher le sol et que la course du muscle va être la plus maximale. Il sera important que les pieds gardent un contact avec le sol tout au long de l'exercice. C'est pour cela que le partenaire ou le thérapeute peut venir lui exercer une pression sur cette partie des jambes.

L'exercice en lui-même comporte donc des variables d'exécution. Dans ce contexte, le thérapeute doit prendre le temps d'expliquer aux patients les fondamentaux de l'exercice. C'est ainsi que les études ne peuvent être menées en aveugles. Les sportifs peuvent connaître l'exercice en amont, mais ils leur ai surtout expliqué avant la séance pour la bonne réalisation de ce dernier.

La variante se fera surtout au niveau des répétitions et des séries. Les joueurs ont rattrapés le protocole lorsqu'ils avaient une blessure. Ceci permettant de faire une étude complète de prévention après la période d'intervention. Les périodes allant de 10 à 27 semaines d'entraînement pour Hasebe et al.

Nous rappelons que cette étude est menée dans un cadre sportif. Ce qui nous amène à supposer que dans la réalisation de ces exercices, l'ensemble des patients des groupes d'intervention était en mesure de réaliser cet exercice sans problèmes majeurs.

De plus, cet exercice peu être adapté en fonction des difficultés rencontrées. Lors de la remontée en position sur les genoux, elle se fera à l'aide des bras pour éviter la phase concentrique du travail musculaire.

## 1.5. Comparateurs utilisés

Le but étant de comparer l'intérêt du Nordic Hamstring sur une population normale de footballeur. Nous avons trouvé des études possédant des groupes d'intervention, ceux qui exécutent le protocole, et le groupe témoin qui s'entraîne de façon normale pour la saison de foot. On recherche à améliorer les taux de blessures sur des sportifs réguliers. Il nous faut donc comparer des groupes témoins pour observer et analyser un changement ou non.

Notre revue de littérature est d'analyser l'effet d'un traitement sur un risque potentiel de blessure. Il est nécessaire d'avoir la comparaison face aux footballeurs victimes de ces blessures récurrentes.

## 1.6. Critères de jugement et outils

### 1. *L'incidence des blessures aux ischio-jambiers*

La définition de la blessure a été établie dans chaque article. Ce qui donne aux thérapeutes une idée précise de quand relever une blessure. « Une blessure aux ischio-jambiers a été définie comme toute plainte physique affectant la face postérieure de la partie supérieure de la jambe. Tout ceci indépendamment du besoin de soins médicaux ou de la perte de temps des activités de football ». Le but étant de retirer les contusions qui peuvent comporter des symptômes similaires. L'examen échographique n'est pas non plus présent. Il mettrait en avant des blessures ou lésions aux ischio-jambiers et pourrait être interprété alors qu'elles sont indétectables pour le thérapeute ou le patient. C'est pour cela qu'on n'utilisera pas ces données pour calculer et interpréter les résultats. Il n'y a donc pas d'échelle spécifique, seulement une définition simple et précise.

Les études utilisant ce critère de jugement ont toutes voulu conclure en critère de jugement secondaire, sur la corrélation entre le Nordic Hamstring et la gravité des blessures. Or toutes les études n'ont pas eu de résultats concluants sur ce critère de jugement. Un a eu des moyennes similaires mais le résultat n'était pas statistiquement significatif, l'autre n'a même pas pu documenter ces résultats, et le dernier n'a pas pu l'analyser également.

### 2. *La faiblesse musculaire excentrique*

C'est donc le biceps fémoral qui a été mesuré et évalué. Pour l'architecture du muscle, une échographie bi dimensionnelle en mode B a été utilisée. (Echo Blaster 128 ; Telemed, Vilnius). Ceci a été utilisé avec des évaluations strictes pour pouvoir mesurer l'ensemble des données que nous avons récoltées. Trois images ont été récupérées pour l'évaluation des valeurs. En parallèle, la force excentrique développée par le muscle sur le segment jambier a été évaluée par un dynamomètre isocinétique (Chattanooga, Kin-Com 125 Version 5.32).

Dans ce critère de jugement, nous essayons d'évaluer si il y a une différence significative ou non entre le moment auquel il faut réaliser le protocole. Si il est plus bénéfique avec un avant l'entraînement ou après.

## 2. Applicabilité des résultats en pratique clinique

Dans cette revue de littérature, les résultats nous ont amenés à penser que l'efficacité du Nordic Hamstring dans la prévention des blessures chez le footballeurs était bénéfique. Du moins il n'avait aucun point négatif de réaliser ce travail en prévention. Nous sommes donc en passe de nous demander si cet exercice serait assez efficace pour être applicable en pratique clinique.

Cette problématique est construite en trois points : la balance bénéfices/risques, le coût de ce traitement et la reproductibilité et la faisabilité de ce dernier.

La première évaluation concerne la **balance bénéfice/risque**. Le cadre de l'intervention est centré sur sa population. Nos critères d'inclusion en étaient la raison. Les taux de blessures aux ischios-jambiers d'après de nombreuses études, ne diminue pas du tout. Et cela malgré la mise en place de nombreux protocoles. Trouver un travail qui ferait baisser ce taux serait une grande avancée pour améliorer la gestion physique des joueurs.

Pour le moment, la balance penche en faveur des bénéfices, plusieurs études en parallèle démontrent cela. Il serait donc rigoureux d'installer cela comme une routine. Cependant cet exercice reste dans le cadre de la prévention des blessures. Nous savons qu'il est dur de contrôler toutes les variables et facteurs de risques parallèles aux physiques de ces sportifs.

L'application de cet exercice ne peut être que bénéfique ou dans le pire des cas, au moins renforcer le muscle dans ses fonctions. Dans cette revue de littérature nous n'avons noté aucun effet indésirable engendrant une blessure ou un arrêt du sport. Nous pouvons donc utiliser ce protocole en prévention de blessure.

Le second point à aborder est celui du **coût de traitement**. Cet exercice assez standard, ne possède aucun coût de traitement. C'est une de ses forces car lors des entraînements il peut être exécuté par n'importe quel et sans lieu pré-défini (stade, salle de gym). Du moment où la personne arrive à trouver quelque chose ou quelqu'un pour caler ses pieds.

C'est donc un traitement qui reste très accessible à l'ensemble de la communauté du football. Entre ses bénéfices et son accessibilité il possède de gros points positifs pour l'utiliser comme un exercice de prévention.

Le troisième point qu'il faudra aborder est celui de **reproductibilité et de la faisabilité**. Pour valider cette caractéristique, les joueurs peuvent se documenter ou tout simplement se faire surveiller dans la réalisation par leur staff. Les différentes consignes permettent de réaliser l'exercice sans difficultés.

Nous nous retrouvons avec un exercice, qui même si il reste à prouver ses nettes améliorations, est reproductible et sans aucun coût de traitement. Tous les biais seront à prendre en compte mais de façon globale cet exercice possède des objectifs simples et tout de même efficaces. Beaucoup d'exercices peuvent être intéressants mais très peu remplissent des critères aussi exigeants et avec une telle ampleur d'action.

### 3. Qualité de preuve

Des grades de recommandation ont été établis par la Haute Autorité de Santé (HAS) en 2013. Ce sont des grades de recommandation basés sur le niveau de preuves scientifiques fourni par la littérature.

La revue systématique établie se réfère à des articles de sources fiables. Ces derniers, eux aussi inspirés de sources fiables. Cette exploitation de données est tirée de bases tels que PEDro, PubMed ou google scholar. Nous nous retrouvons avec 4 articles qui possèdent une moyenne de 5/10 sur l'échelle PEDro (5/10 est la moyenne).

La valeur des articles reste modérée étant donné que la population n'a pas pu être en aveugle. La population était obligée de connaître l'élément de traitement et si il le réalisait ou non. Certaines des études possédaient des résultats statistiquement non significatifs.

Nous sommes donc ici dans une revue de grade de recommandation B ; c'est-à-dire de niveau de présomption scientifique. Elle possède le niveau de preuve 2 fourni par sa littérature. Le tableau ci-dessous nous montre donc ce résultat.[54]

Grade de recommandation	Type	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
<b>A</b> <b>Preuve scientifique établie</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Essais comparatifs randomisés de forte puissance</li><li>• Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés</li><li>• Analyse de décision fondée sur les études bien menées</li></ul>	1
<b>B</b> <b>Présomption scientifique</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Essais comparatifs randomisés de faible puissance</li><li>• Etudes comparatives non randomisées bien menées</li><li>• Etudes de cohortes</li></ul>	2
<b>C</b> <b>Faible niveau de preuve scientifique</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Etudes cas témoins</li></ul>	3
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Etudes comparatives comportant des biais importants</li><li>• Etudes rétrospectives</li><li>• Séries de cas</li><li>• Etudes épidémiologiques descriptives (transversales, longitudinales)</li></ul>	4

Tableau sur le niveau de preuve et la gradation selon la HAS

#### 4. Synthèses et limites

Suite à ces analyses, nous constatons que l'exercice du Nordic Hamstring a un effet préventif sur certains patients. En effet, la synthèse des quatre études met en évidence que le Nordic Hamstring est bénéfique pour la population. Malgré ce constat, une question demeure sur le pourcentage d'efficacité de l'action. Ces résultats induisent à penser que le pratiquer sous forme de protocoles d'entraînements réguliers réduirait les risques de blessures et de faiblesse musculaire.

Dans cette étude, le temps imparti à l'évaluation de ce protocole semble insuffisant et les échantillons trop importants. Ce contexte laisse à penser que la qualité des résultats risque d'être impactée. Ces derniers montrent que le Nordic Hamstring a un effet bénéfique sur l'incidence des récurrences de blessures. Il n'en demeure pas moins que son effet reste à discuter sur la gravité de ces lésions.

Pour l'amélioration de cet exercice, le seul levier serait l'augmentation du nombre de séries et de répétitions car on ne peut pas agir sur le poids du corps du patient.

Le Nordic Hamstring permet d'améliorer la force excentrique des ischio-jambiers ainsi que leur contrôle moteur. Cependant, il ne balaye pas la course externe du muscle qui est la course lésionnelle. Pour pallier à cela, il faudrait le coupler à un exercice tel que le roumain dead lift one leg. Cet exercice est moins accessible car il s'exécute avec un kéttelbel. Ce dernier couvre les courses moyennes et externes des ischio-jambiers. De plus, le roumain dead lift one leg fournit un travail de gainage, de contrôle du bassin et de proprioception dû à l'appui au sol.

Ces trois éléments ajoutés à la force excentrique sont des paramètres indispensables à la pratique du sprint. Il serait intéressant d'étudier l'efficacité de ces derniers éléments dans une même étude.

Il existe aussi d'autres leviers, comme les facteurs externes, sur lesquels on peut agir afin d'améliorer les résultats. L'étude de l'origine des lésions pourrait améliorer la prévention des risques. Afin que les études soient les plus efficaces, il serait opportun de comparer des personnes susceptibles de récurrences et des personnes qui n'ont jamais été atteintes de ces lésions.

Nous pouvons penser que dans les routines de mise en place du Nordic Hamstring, nous pourrions rajouter des composantes. Ces dernières pourraient être la libération des hanches, le gainage ou les raideurs. Cela participerait à un meilleur contrôle du bassin dans le schéma de course. Une étude globale comprenant ces éléments et les facteurs de risques serait à évaluer.

La prévention de ces blessures est donc multifactorielle. La composante du sprint lésionnel, pourrait donc être améliorée par le Nordic Hamstring comme vu dans notre article. Mais également par des composantes externes avec des protocoles plus riches. Ou encore en menant une étude avec le Nordic hamstring before.

On pourrait utiliser ces critères de jugements sur d'autres pratiques sportives pour tester son efficacité. Le football Australien serait un domaine d'intervention intéressant car les athlètes sont tout autant exposés à ces lésions voire même plus. Ce sport possède de nombreuses littératures modernes. Il serait sûrement profitable d'analyser leurs données.

## 5. Conflits d'intérêts

Tout les auteurs de chaque articles ont mentionné ne pas avoir de conflit d'intêret, soit n'ont rien mentionné. Pour cette revue de littérature, aucun financement n'a été fait pour sa réalisation. Ainsi pour ma part je n'ai eu aucun conflit d'intérêt à réaliser cette revue de littérature.

## 6. Biais potentiels

La grille AMSTAR-2 permet d'analyser les biais potentiels d'une revue de littérature. Elle est apparue en 2017. [57] Elle permet donc de détailler la qualité méthodologique de la revue de littérature.

Cette grille comporte un total de 16 items. Chaque items peut être rempli par 4 réponses possibles :

- Oui
- Non
- Oui partiellement
- Sans objet

Tableau 14 : grille AMSTAR-2 de cette revue

Items	Cotation	Oui/Oui partiellement/Non
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?	Oui
2	Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?	Non
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?	Oui
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?	Oui
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?	Non
6	Les auteurs ont-ils effectué en double l'extraction des données ?	Non
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?	Oui partiellement
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?	Oui
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?	Oui
10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?	Non
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?	
12	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ?	
13	Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation/de la discussion des résultats de la revue ?	Oui
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue et une discussion sur celle-ci ?	Oui partiellement
15	S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?	Oui partiellement
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêt, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?	Non

## V. Conclusion

### Pratique clinique :

L'objectif de cette revue était de résumer un ensemble de données afin de déterminer l'efficacité du Nordic Hamstring sur la prévention du risque de blessures des ischio-jambiers.

Les articles et études sélectionnés sont donc les plus pertinents pour la réalisation de cette étude.

Le principe de cette technique thérapeutique est avantageuse pour le thérapeute comme pour le patient. En effet, le Nordic Hamstring engendre un très faible coût de traitement voir aucun et possède une reproductibilité assez fiable, puisque toutes exécutions est encadrée par des consignes strictes de réalisation. Il serait donc intéressant de l'inclure dans des routines d'entraînements.

Les articles semblent se diriger vers un fonctionnement de cet outil. Bien que très efficace dans peu de cas, il ne présente aucun danger pour les patients sportifs. Cette technique serait très intéressante pour les récidives mais beaucoup moins pour la gravité des blessures rencontrées. Ce choix semble pertinent, mais les thérapeutes peuvent rester ouvert à des protocoles plus cohérents.

Le Nordic Hamstring ne sera jamais le thème d'une seule séance. En effet, son efficacité n'a pas été assez reconnu pour cela. C'est un traitement de second plan à instaurer dans les protocoles. Il est un élément clef pour la force excentrique des ischio-jambiers mais ne balaye pas les courses du mécanisme lésionnel. Il serait peut-être intéressant de le combiner avec un exercice tel que le « roumanian dead lift one log ».

### Implication pour la recherche :

Les lésions aux ischio-jambiers représentent encore un trop grand nombre de blessures. Lorsque un joueur se blesse cela engendre des coûts pour le club et la sécurité sociale. En effet, il doit passer des examens médicaux et suivre une rééducation. Pour les sportifs de haut niveau l'éloignement des terrains représente une perte financière pour le club.

Pour vérifier l'efficacité de cette technique, il faudrait faire une étude sur le même échantillon de population mais allonger la durée de l'expérimentation.

Par rapport aux dépenses d'expérimentation, de nouvelles recherches moins honoraires seraient plus raisonnables. Un ensemble d'exercice dans un même protocole pourrait être bien plus intéressant que de laisser seul le Nordic Hamstring. En effet, si l'on élabore un protocole avec des techniques de pliométrie, de force excentrique et de proprio/excentrique en course externe maximale cela pourrait s'avérer plus efficace et plus efficient.

Dans un cadre de recherche, nous pourrions tout simplement nous pencher sur la libération du bassin et du genou. Ainsi que travailler le contrôle du bassin sur le schéma de course et travailler le gainage. Peut-être qu'aucune de ces études n'apportera de bénéfice à l'incidence sur le taux de blessures des ischio-jambiers.

Après cette revue de littérature nous pouvons donc conclure que le Nordic Hamstring semble efficace en matière de prévention. Il n'en demeure pas moins que le champ d'action de la recherche dans ce domaine reste ouvert et large afin d'obtenir des réponses plus concluantes sur ce sujet.

## VI. Bibliographies

- [1] Ekstrand J, Waldén M, Hägglund M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med* 2016;50:731–7. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2015-095359>.
- [2] Avrillon S, Abilitylab SR. Blessure aux ischio-jambiers comprendre son origine pour agir efficacement 2020:13–7.
- [3] Michel D. anatomie de l'appareil locomoteur/ membre inférieur. 3ème/tome1. n.d.
- [4] Michel D. anatomie de l'appareil locomoteur/ membre inférieur. 3ème/ Tome. n.d.
- [5] Harmer AR, McKenna MJ, Sutton JR, Snow RJ, Ruell PA, Booth J, et al. Skeletal muscle metabolic and ionic adaptations during intense exercise following sprint training in humans. *J Appl Physiol* 2000;89:1793–803. <https://doi.org/10.1152/JAPPL.2000.89.5.1793>.
- [6] Wiemann K, Tidow G. Relative activity of hip and knee extensors in sprinting - Implications for Training 1995:29–49.
- [7] Kenneally-Dabrowski CJB, Brown NAT, Lai AKM, Perriman D, Spratford W, Serpell BG. Late swing or early stance? A narrative review of hamstring injury mechanisms during high-speed running. *Scand J Med Sci Sports* 2019;29:1083–91. <https://doi.org/10.1111/SMS.13437>.
- [8] Kalema RN, Schache AG, Williams MD, Heiderscheidt B, Trajano GS, Shield AJ. Sprinting Biomechanics and Hamstring Injuries: Is There a Link? A Literature Review. *Sport* 2021, Vol 9, Page 141 2021;9:141. <https://doi.org/10.3390/SPORTS9100141>.
- [9] Kellis E, Katis A. Biomechanical Characteristics and Determinants of Instep Soccer Kick. *J Sports Sci Med* 2007;6:154.
- [10] Kujala UM, Orava S, Järvinen M. Hamstring injuries. Current trends in treatment and prevention. *Sport Med* 1997;23:397–404. <https://doi.org/10.2165/00007256-199723060-00005>.
- [11] Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med* 2011;39:1226–32. <https://doi.org/10.1177/0363546510395879>.
- [12] Ribeiro-Alvares JB, Dornelles MP, Fritsch CG, de Lima-E-Silva FX, Medeiros TM, Severo-Silveira L, et al. Prevalence of Hamstring Strain Injury Risk Factors in Professional and Under-20 Male Football (Soccer) Players. *J Sport Rehabil* 2020;29:339–45. <https://doi.org/10.1123/JSR.2018-0084>.
- [13] Edouard P, Serra JM, Pruvost J, Depiesse F. Les lésions musculaires des ischio-jambiers. *J Traumatol Du Sport* 2013;30:176–84. <https://doi.org/10.1016/J.JTS.2013.02.001>.
- [14] Rehab Z, Kenny G, Pascal E, Cyril B. Prévention des lésions musculaires des ischio-jambiers 2018:1354–7.
- [15] Wangensteen A, Guermazi A, Tol JL, Roemer FW, Hamilton B, Alonso JM, et al. New MRI muscle classification systems and associations with return to sport after acute hamstring injuries: a prospective study. *Eur Radiol* 2018;28:3532–41. <https://doi.org/10.1007/S00330-017-5125-0>.
- [16] Nocerino EA, Aliprandi A, Tavana R, Mazzoni S, Di Leo G, Genovese EA. Evaluation of muscle tears in professional athletes using diffusion-weighted imaging and apparent diffusion coefficient: preliminary results. *Acta Biomed* 2019;90:238–44. <https://doi.org/10.23750/ABM.V90I3.7157>.
- [17] Green B, Bourne MN, Van Dyk N, Pizzari T. Recalibrating the risk of hamstring strain injury (HSI): A 2020 systematic review and meta-analysis of risk factors for index and recurrent hamstring

- strain injury in sport. *Br J Sports Med* 2020;54:1081–8. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2019-100983>.
- [18] Delvaux F, Kaux J-F, Forthomme B, Croisier J-L. La prévention des blessures sportives : modèles théoriques et éléments-clés d’une stratégie efficace. *J Traumatol Du Sport* 2018;35:152–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jts.2018.07.004>.
- [19] Brooks JHM, Fuller CW, Kemp SPT, Reddin DB. Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. *Am J Sports Med* 2006;34:1297–306. <https://doi.org/10.1177/0363546505286022>.
- [20] Freckleton G, Pizzari T. Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2013;47:351–8. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2011-090664>.
- [21] Lee JWY, Mok K-M, Chan HCK, Yung PSH, Chan K-M. Eccentric hamstring strength deficit and poor hamstring-to-quadriceps ratio are risk factors for hamstring strain injury in football: A prospective study of 146 professional players. *J Sci Med Sport* 2018;21:789–93. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.11.017>.
- [22] Fousekis K, Tsepis E, Poulmedis P, Athanasopoulos S, Vagenas G. Intrinsic risk factors of non-contact quadriceps and hamstring strains in soccer: a prospective study of 100 professional players. *Br J Sports Med* 2011;45:709–14. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2010.077560>.
- [23] Danielsson A, Horvath A, Senorski C, Alentorn-Geli E, Garrett WE, Cugat R, et al. The mechanism of hamstring injuries - a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord* 2020;21. <https://doi.org/10.1186/S12891-020-03658-8>.
- [24] Shalaj I, Gjaka M, Bachl N, Wessner B, Tschan H, Tishukaj F. Potential prognostic factors for hamstring muscle injury in elite male soccer players: A prospective study. *PLoS One* 2020;15. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0241127>.
- [25] McLaren SJ, Macpherson TW, Coutts AJ, Hurst C, Spears IR, Weston M. The Relationships Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports: A Meta-Analysis. *Sports Med* 2018;48:641–58. <https://doi.org/10.1007/S40279-017-0830-Z>.
- [26] Bolling C, van Mechelen W, Pasma HR, Verhagen E. Context Matters: Revisiting the First Step of the “Sequence of Prevention” of Sports Injuries. *Sports Med* 2018;48:2227–34. <https://doi.org/10.1007/S40279-018-0953-X>.
- [27] Van Tiggelen D, Wickes S, Stevens V, Roosen P, Witvrouw E. Effective prevention of sports injuries: a model integrating efficacy, efficiency, compliance and risk-taking behaviour. *Br J Sports Med* 2008;42:648–52. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2008.046441>.
- [28] van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HCG. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Med* 1992;14:82–99. <https://doi.org/10.2165/00007256-199214020-00002>.
- [29] Sorg M, Ruffault A, Martin S, Hanon C, Jacquet L, Verhagen E, et al. Étude sur la perception des blessures par les athlètes et leurs influences sur la réalisation de mesures de prévention des blessures en athlétisme. *J Traumatol Du Sport* 2020;37:193. <https://doi.org/10.1016/J.JTS.2020.09.004>.
- [30] JULIA M, JULIA M, CROISIER JL, PERREY S, al. et. Prévention des troubles musculo-squelettiques chez le sportif. Montpellier: Sauramps médical; 2013.
- [31] Hägglund M, Waldén M, Ekstrand J. Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons. *Br J Sports Med* 2006;40:767–72. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2006.026609>.

- [32] McCall A, Carling C, Nedelec M, Davison M, Le Gall F, Berthoin S, et al. Risk factors, testing and preventative strategies for non-contact injuries in professional football: current perceptions and practices of 44 teams from various premier leagues. *Br J Sports Med* 2014;48:1352–7. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2014-093439>.
- [33] Sugiura Y, Sakuma K, Sakuraba K, Sato Y. Prevention of Hamstring Injuries in Collegiate Sprinters. *Orthop J Sport Med* 2017;5. <https://doi.org/10.1177/2325967116681524>.
- [34] Bleakley CM, Glasgow P, MacAuley DC. PRICE needs updating, should we call the POLICE? *Br J Sports Med* 2012;46:220–1. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2011-090297>.
- [35] Sherry MA, Johnston TS, Heiderscheit BC. Rehabilitation of acute hamstring strain injuries. *Clin Sports Med* 2015;34:263–84. <https://doi.org/10.1016/J.CSM.2014.12.009>.
- [36] Heiderscheit BC, Sherry MA, Silder A, Chummanov ES, Thelen DG. Hamstring strain injuries: recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010;40:67–81. <https://doi.org/10.2519/JOSPT.2010.3047>.
- [37] Silder A, Sherry MA, Sanfilippo J, Tuite MJ, Hetzel SJ, Heiderscheit BC. Clinical and morphological changes following 2 rehabilitation programs for acute hamstring strain injuries: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 2013;43:284–99. <https://doi.org/10.2519/JOSPT.2013.4452>.
- [38] Ardern CL, Glasgow P, Schneiders A, Witvrouw E, Clarsen B, Cools A, et al. 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *Br J Sports Med* 2016;50:853–64. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2016-096278>.
- [39] Chang JS, Kayani B, Plastow R, Singh S, Magan A, Haddad FS. Management of hamstring injuries: current concepts review. *Bone Joint J* 2020;102-B:1281–8. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.102B10.BJJ-2020-1210.R1>.
- [40] Erickson LN, Sherry MA. Rehabilitation and return to sport after hamstring strain injury. *J Sport Heal Sci* 2017;6:262–70. <https://doi.org/10.1016/J.JSHS.2017.04.001>.
- [41] Ekstrand J, Healy JC, Waldén M, Lee JC, English B, Häggglund M. Hamstring muscle injuries in professional football: the correlation of MRI findings with return to play. *Br J Sports Med* 2012;46:112–7. <https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2011-090155>.
- [42] Alonso-Fernandez D, Docampo-Blanco P, Martinez-Fernandez J. Changes in muscle architecture of biceps femoris induced by eccentric strength training with nordic hamstring exercise. *Scand J Med Sci Sports* 2018;28:88–94. <https://doi.org/10.1111/SMS.12877>.
- [43] Presland JD, Timmins RG, Bourne MN, Williams MD, Opar DA. The effect of Nordic hamstring exercise training volume on biceps femoris long head architectural adaptation. *Scand J Med Sci Sports* 2018;28:1775–83. <https://doi.org/10.1111/SMS.13085>.
- [44] Gabriel S, Emilien G, Carole C. Fiche synthèse L' ESSAI RANDOMISÉ CONTRÔLÉ 2014.
- [45] Vincent R. Aspects méthodologiques des essais cliniques. Société Fr Pharmacol Thérapeutique n.d. <https://pharmacomedicale.org/pharmacologie/developpement-et-suivi-des-medicaments/27-aspects-methodologiques-des-essais-cliniques> (accessed December 20, 2021).
- [46] Muriel D, Emmanuel N, Sladana P. niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique. Haute Autorité Santé 2013.
- [47] Identifier la question et classer les types d'étude - LEPCAM n.d. <https://lepcam.fr/index.php/les-etapes/type-etude/> (accessed December 20, 2021).
- [48] Fiabilité d'un test.pdf n.d.
- [49] Ayala et al. - 2012 - Fiabilidad y validez de las pruebas sit-and-reach.pdf n.d.:

- [50] Kordi R, Hemmati F, Heidarian H et al. Comparaison de l'incidence, de la nature et de la cause des blessures subies sur terrain en terre battue et sur gazon artificiel par des footballeurs amateurs. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol* 2011; 3: 3
- [51] Van Beijsterveldt AMC, Stubbe JH, Schmikli SL et al. Différences de risque de blessure et de caractéristiques entre les joueurs de football amateurs et professionnels néerlandais. *J Sci Med Sport* 2015; 18: 145–149).
- [52] Fuller CW, Ekstrand J, Junge A et al. Déclaration de consensus sur les définitions des blessures et les procédures de collecte de données dans les études sur les blessures au football (soccer). *Br J Sports Med* 2006 ; 40 : 193–201
- [53] Regnaud JP, Guay V, Marsal C. Evidence based practice ou la pratique basée sur les preuves en rééducation. *Kinesithérapie* 2009;9:55–61. [https://doi.org/10.1016/S1779-0123\(09\)70037-3](https://doi.org/10.1016/S1779-0123(09)70037-3). Nous allons donc définir ces termes pour les analyses :
- [54] Haute Autorité de santé. Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique. *Etat Des Lieux* 2013:192.
- [55] Street SB, Kaminski T. Does the FIFA 11+ Program Prevent Hamstring Injuries in College-Aged Male Soccer Players? A Critically Appraised Topic. *J Sport Rehabil*. 2020 May.
- [56] Bourque J, Blais J-G, Larose F. L'interprétation des tests d'hypothèses : p, la taille de l'effet et la puissance. *Revue Des Sciences de l'éducation* 2009 ;35 :211–26. <https://doi.org/10.7202/029931ar>
- [57] Did the review authors report on the sources of funding for the studies included in the review?  
n.d.

## **VII. Annexes**

ANNEXE 1 : classification de JACKSON

ANNEXE 2 : classification des lésions selon DUREY et RODINEAU et adaptations échographique selon BRASSEUR

ANNEXE 3 : schéma du modèle de Van Mechelen.

ANNEXE 4 : étape menée en parallèle

ANNEXE 5 : étape menée avec cross-over

ANNEXE 6 : échelle Pedro

ANNEXE 7 : Diagramme force en fonction de la flexion de genoux article 4

ANNEXE 8 : protocole de réalisation pour le FIFA11+

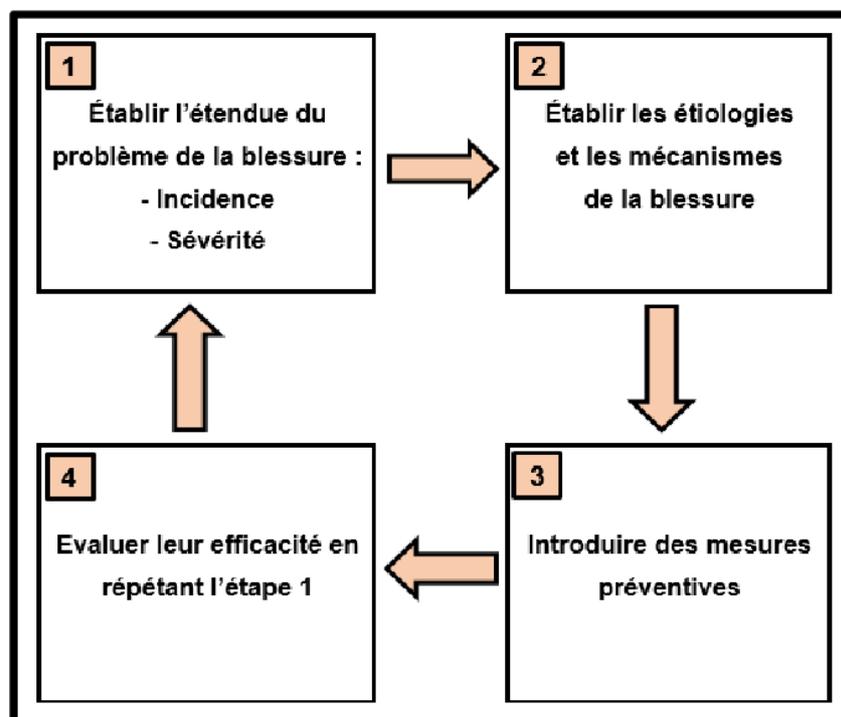
ANNEXE 9 : protocole complet du FIFA 11+

Grade	Atteinte musculaire	Clinique
Grade I (légère)	Faible quantité de fibres musculaires atteintes	Peu de douleurs et/ou de gonflement, pas de perte de force
Grade II (modérée)	Rupture musculaire étendue	Perte de contraction/force musculaire
Grade III (sévère)	Rupture musculaire complète	Perte complète de la force/ fonction musculaire

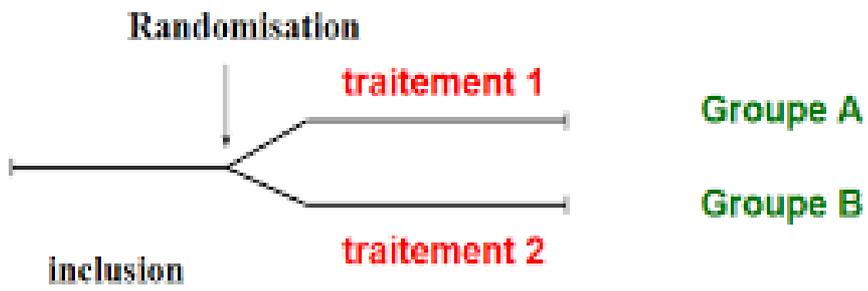
**ANNEXE 1 : classification de JACKSON**

Grade	Terme clinique couramment utilisé	Apparence histologique	Apparence échographique
Grade 0	«Courbature»	Atteinte réversible de la fibre musculaire. Pas d'atteinte du tissu conjonctif de soutien	Aspect hyperéchogène global de la loge musculaire
Grade 1	«Contracture»	Atteinte irréversible de la fibre musculaire. Pas d'atteinte du tissu conjonctif de soutien	Zones floues hyperéchogènes sans désorganisation des fascicules musculaires
Grade 2	«Elongation»	Atteinte irréversible d'un nombre réduit de fibres musculaires. Atteinte du tissu de soutien	Zones floues hyperéchogènes avec flammèches de désorganisation des fascicules musculaires
Grade 3	«Claquage»	Atteinte irréversible d'un nombre important de fibres musculaires. Atteinte du tissu de soutien + hématome	Collections liquidiennes au niveau des jonctions myotendineuses ou myoaponévrotiques
Grade 4	«Rupture»	Rupture partielle ou totale d'un muscle	Lésion myotendineuse ou myoaponévrotique complète avec rétraction

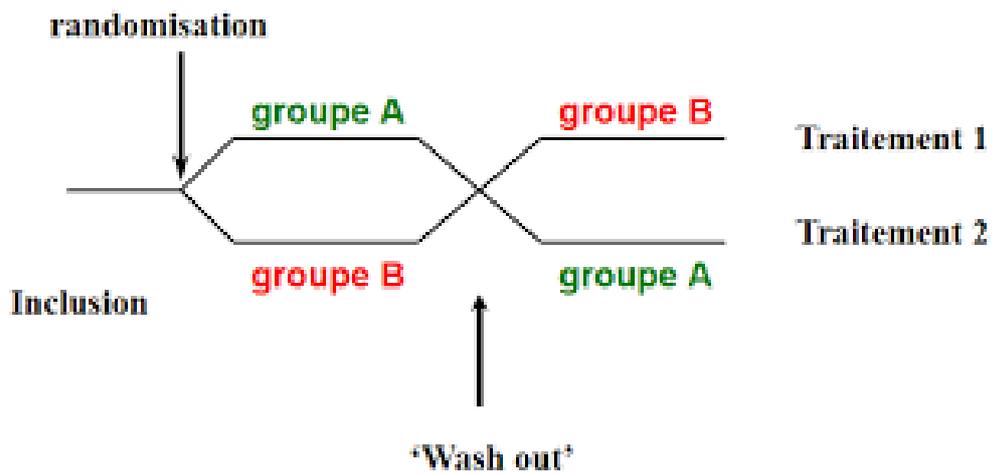
**ANNEXE 2 : classification des lésions selon DUREY et RODINEAU et adaptations échographique selon BRASSEUR**



**ANNEXE 3 : schéma du modèle de Van Mechelen.**



**ANNEXE 4 : étape menée en parallèle**

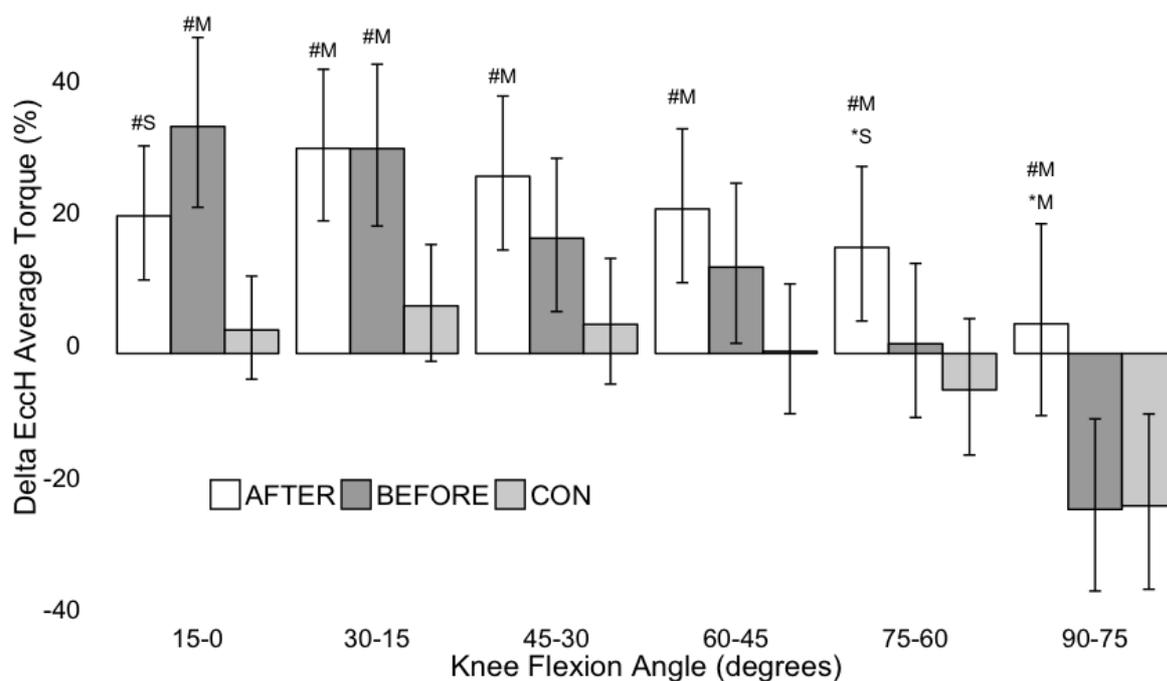


**ANNEXE 5 : étape menée avec cross-over**

## PEDro Scale

- 
- |   |   |
|---|---|
| 1. Eligibility criteria were specified  | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 2. Subjects were randomly allocated to groups (in a crossover study, subjects were randomly allocated an order in which treatments were received)   | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 3. Allocation was concealed   | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 4. The groups were similar at baseline regarding the most important prognostic indicators   | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 5. There was blinding of all subjects   | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 6. There was blinding of all therapists who administered the therapy  | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 7. There was blinding of all assessors who measured at least one key outcome  | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 8. Measures of at least one key outcome were obtained from more than 85% of the subjects initially allocated to groups  | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 9. All subjects for whom outcome measures were available received the treatment or control condition as allocated or, where this was not the case, data for at least one key outcome was analysed by "intention to treat" | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 10. The results of between-group statistical comparisons are reported for at least one key outcome  | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
| 11. The study provides both point measures and measures of variability for at least one key outcome   | no <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> where: |
- 

### ANNEXE 6 : échelle Pedro



### ANNEXE 7 : Diagramme force en fonction de la flexion de genoux article 4



## 9 HAMSTRINGS BEGINNER

**Starting position:** Kneel on a soft surface. Ask your partner to hold your ankles down firmly. **Exercise:** Your body should be completely straight from the shoulder to the knee throughout the exercise. Lean forward as far as you can, controlling the movement with your hamstrings and your gluteal muscles. When you can no longer hold the position, gently take your weight on your hands, falling into a push-up position. Complete a minimum of **3 - 5 repetitions** and/or **60 sec. 1 set**

**ANNEXE 8 : protocole de réalisation pour le FIFA11+**

# FIFA 11+

**PART 1 RUNNING EXERCISES - 8 MINUTES**

<p><b>1 RUNNING STRAIGHT AHEAD</b></p> <p>The exercise is straight up and down. Run for 20 seconds. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>	<p><b>2 RUNNING HIP CUT</b></p> <p>Walk on a gently sloping surface. Run for 20 seconds. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>	<p><b>3 RUNNING HIP IN</b></p> <p>Walk on a gently sloping surface. Run for 20 seconds. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>
<p><b>4 RUNNING CIRCULAR PARTNER</b></p> <p>Run in a circle. Run for 20 seconds. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>	<p><b>5 RUNNING SHOULDER CONTACT</b></p> <p>Run in a circle. Run for 20 seconds. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>	<p><b>6 RUNNING QUICK FORWARDS &amp; BACKWARDS</b></p> <p>Run in a circle. Run for 20 seconds. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>

**PART 2 STRENGTH - PLYOMETRICS - BALANCE - 10 MINUTES**

<p><b>LEVEL 1</b></p> <p><b>7 THE BENCH STATIC</b></p> <p>Resting position: Lie on your back, supporting yourself on your forearms and feet. Hold the position for 30 seconds. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>	<p><b>LEVEL 2</b></p> <p><b>8 THE BENCH ALTERNATE LEGS</b></p> <p>Resting position: Lie on your back, supporting yourself on your forearms and feet. Hold the position for 30 seconds. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>	<p><b>LEVEL 3</b></p> <p><b>9 THE BENCH ONE LEG LIFT AND HOLD</b></p> <p>Resting position: Lie on your back, supporting yourself on your forearms and feet. Hold the position for 30 seconds. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>
<p><b>10 SIDEWAYS BENCH STATIC</b></p> <p>Resting position: Lie on your side, supporting yourself on your forearms and feet. Hold the position for 30 seconds. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>	<p><b>11 SIDEWAYS BENCH RAISE &amp; LOWER HIP</b></p> <p>Resting position: Lie on your side, supporting yourself on your forearms and feet. Hold the position for 30 seconds. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>	<p><b>12 SIDEWAYS BENCH WITH LEG LIFT</b></p> <p>Resting position: Lie on your side, supporting yourself on your forearms and feet. Hold the position for 30 seconds. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>
<p><b>13 HAMSTRINGS BEGINNER</b></p> <p>Resting position: Kneel on a soft surface. Ask your partner to hold your ankles down firmly. Lean forward as far as you can. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>	<p><b>14 HAMSTRINGS INTERMEDIATE</b></p> <p>Resting position: Kneel on a soft surface. Ask your partner to hold your ankles down firmly. Lean forward as far as you can. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>	<p><b>15 HAMSTRINGS ADVANCED</b></p> <p>Resting position: Kneel on a soft surface. Ask your partner to hold your ankles down firmly. Lean forward as far as you can. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>
<p><b>16 SINGLE-LEG STANCE HOLD THE BALL</b></p> <p>Resting position: Stand on one leg. Hold the ball with both hands. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>	<p><b>17 SINGLE-LEG STANCE THROWING BALL WITH PARTNER</b></p> <p>Resting position: Stand on one leg. Throw the ball to your partner. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>	<p><b>18 SINGLE-LEG STANCE TEST YOUR PARTNER</b></p> <p>Resting position: Stand on one leg. Test your partner's balance. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>
<p><b>19 SQUATS WITH TOE RAISE</b></p> <p>Resting position: Stand on one leg. Raise your toes. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>	<p><b>20 SQUATS WALKING LUNGES</b></p> <p>Resting position: Stand on one leg. Walk in a lunge. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>	<p><b>21 SQUATS ONE-LEG SQUATS</b></p> <p>Resting position: Stand on one leg. Squat. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>
<p><b>22 JUMPING VERTICAL JUMPS</b></p> <p>Resting position: Stand on one leg. Jump vertically. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>	<p><b>23 JUMPING LATERAL JUMPS</b></p> <p>Resting position: Stand on one leg. Jump laterally. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>	<p><b>24 JUMPING BOX JUMPS</b></p> <p>Resting position: Stand on one leg. Jump over a box. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>

**PART 3 RUNNING EXERCISES - 2 MINUTES**

<p><b>25 RUNNING ACROSS THE PITCH</b></p> <p>Run across the pitch. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>	<p><b>26 RUNNING BOUNDING</b></p> <p>Run in a bounding motion. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>	<p><b>27 RUNNING PLANT &amp; CUT</b></p> <p>Run in a plant and cut motion. Rest for 10 seconds. Repeat for 8 times. Total time: 2 minutes.</p>
--	--	--





**ANNEXE 9 : protocole complet du FIFA 11+**

## Résumé

**Contexte :** le football est un sport très populaire dans le monde. Le nombre de blessure aux ischios-jambier représente un taux bien trop important pour ne pas être abordé. Nous nous retrouvons donc avec un réel enjeu économique majeur. Car rappelons qu'une blessure tel qu'une déchirure, nécessite des soins, des échographies ou examen clinique. De nos jours pour le football professionnel, cela devient même un enjeu économique car c'est une perte d'argent pour les clubs. Le Nordic Hamstring semble donc dans ce but un atout et un avantage fonctionnel. Cependant la littérature montre que même depuis sa réalisation les taux de blessures n'ont pas significativement diminué. Nous allons donc essayer de rechercher si ce dernier possède un réel intérêt ou non.

**Objectif :** collecter des données et des interprétations scientifiques, afin de pouvoir évaluer de l'efficacité du Nordic Hamstring. Le but étant de montrer son impact sur la prévention de blessures aux ischios-jambiers.

**Méthodes :** les recherches sur différents moteurs nous ont permis d'inclure 4 essais cliniques randomisés. Nous nous retrouvons donc avec un population 1822 personnes. Sur tous ces articles il a été appliqué une échelle Pedro qui nous permet d'évaluer les risques de biais des études.

**Résultats :** les résultats observés démontrent une amélioration. Mais cette dernière n'est pas une amélioration nette et importante. Les études restant indécises. Des biais existent effectivement, ce qui ne nous donne pas forcément des résultats reflétant la réalité. Nos deux critères de jugement semblent pertinents dans l'analyse de ces résultats.

**Discussion :** les résultats étant variée d'une analyse à une autre, l'exercice Nordic Hamstring n'a pas d'effet délétère pour les athlètes. Il est plus ou moins bénéfique selon les études. L'interprétation nous permet de penser qu'il serait un bon exercice à mettre en place en prévention. Il serait intéressant de voir si les études seraient concluantes sur plusieurs saisons et dans un grand nombre de personnes. La seule ébauche de piste semble être sur l'impact sur les récives aux ischios-jambiers.

**Mots clefs:** sport, football, soccer, Nordic Hamstring, eccentric hamstring, preventive, injury hamstring, hamstring

## ABSTRACT

**Background:** Football is a very popular sport in the world. The number of hamstring injuries is far too high not to be addressed. We are therefore faced with a major economic issue because an injury such as a tear requires care, ultrasound, or clinical examination. Nowadays, for professional football, it even becomes an economic issue as it is a loss of money for the clubs. The Nordic hamstring therefore seems to be an asset and a functional advantage for this purpose. However, the literature shows that even since its implementation the injury rates have not significantly decreased. We will therefore try to find out if it has a real interest or not.

**Objective:** to collect data and scientific interpretations in order to evaluate the effectiveness of the Nordic Hamstring. The aim is to show its impact on the prevention of hamstring injuries.

**Methods:** Searches on different search engines allowed us to include 4 randomized clinical trials. This left us with a population of 1822. A PEDro scale was applied to all these articles to assess the risk of bias in the studies.

**Results:** the results observed show some improvement. But this is not a clear and important improvement. The studies remain undecided. Biases do exist, which does not necessarily give us results that reflect reality. Our two judgement criteria seem relevant in the analysis of these results.

**Discussion:** the results being varied from one analysis to another, Nordic Hamstring exercise does not have a deleterious effect on athletes. It is more or less beneficial depending on the study. The interpretation allows us to think that it would be a good exercise to implement in prevention. It would be interesting to see if the studies would be conclusive over several seasons and in many people. The only tentative lead seems to be on the impact on hamstring recurrence.

**Key words:** sport, football, soccer, Nordic Hamstring, eccentric hamstring, preventive, injury hamstring, hamstring