



HAL
open science

Déséquilibre musculaire mesuré par isocinétisme et football américain

Théo Festas

► **To cite this version:**

Théo Festas. Déséquilibre musculaire mesuré par isocinétisme et football américain. Médecine humaine et pathologie. 2023. dumas-04526475

HAL Id: dumas-04526475

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04526475>

Submitted on 29 Mar 2024

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

**UNIVERSITÉ DE PICARDIE JULES VERNE
UFR DE MÉDECINE**



Année 2022-2023

**THÈSE DE MÉDECINE
N° 2023 -186
DIPLOME D'ÉTAT DE MÉDECINE PHYSIQUE ET DE
RÉADAPTATION**

Soutenance le 08/11/2023
Par M. FESTAS Théo

**DÉSÉQUILIBRE MUSCULAIRE MESURÉ
PAR ISOCINÉTISME ET FOOTBALL
AMÉRICAIN**

Directrice de thèse : Dr. LE MONNIER Laure

Membres du jury : Pr. GOEB Vincent, Pr. GABRION Antoine, Dr. KRIM Florent, Dr. RAPIOR Camille.

Table des matières

1-Introduction	11
2-Population et Méthode	12
2.1-Population	12
2.2-Acquisitions des données isocinétiques	13
2.3-Recueil des données médicales	14
3-Analyses statistiques	15
4-Résultats	15
4.1-Caractéristiques de la population	15
4.2-Survenue de blessures et déséquilibres musculaires	15
4.3-Epidémiologie des blessures	18
5-Discussion	19
5.1-Limites de cette étude	21
6-Conclusion	22
7-Références et bibliographie	23

Liste des annexes :

Annexe 1 : Postes des joueurs au football américain	25
Annexe 2 : Schéma d'un appareil d'isocinétisme (CYBEX NORM®).....	25
Annexe 3 : Nombre de semaines de NFL manquées pour cause de blessures et sévérité moyenne en fonction du type de blessure entre 2000 et 2014.	26
Annexe 4 : Risque de blessures en fonction du poste en NFL entre 2010 et 2014.	26
Annexe 5 : Classification de RODINEAU.....	28
Annexe 6 : Programme Nordique de renforcement excentrique des ischio-jambiers.....	28
Annexe 7 : Vitesses angulaires de cuisse	28
Annexe 8 : Courbe de Hill.....	29

Liste des figures :

<u>Figure 1</u> : Diagramme de flux	13
<u>Figure 2</u> : Suivi des patients	14
<u>Figure 3</u> : Statistiques descriptives	15
<u>Figure 4</u> : Déséquilibre musculaire, caractéristiques physiologiques et blessures	16
<u>Figure 5</u> : Comparaison des ratios moyens à droite et à gauche.....	17
<u>Figure 6</u> : Statistiques épidémiologiques.....	17

Glossaire :

APA : activité physique adaptée

IJ : ischio-jambiers

IMC : indice de masse corporelle

Kg : kilogramme

LCP : ligament croisé postérieur

LLI : ligament latéral interne

LCA : ligament croisé antérieur

M² : mètre carré

NFL : Ligue Nationale de Football Américain

Q : quadriceps

RR : risque relatif.

STAPS : Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives

SPSS : Statistical Package for the Social Sciences

T0 : test isocinétique de septembre 2021

T1 : test isocinétique de février 2021

T2 : test isocinétique de septembre 2022

T3 : test isocinétique de février 2022

°/s : degré par seconde

Remerciements :

A mon Maître et Président de Jury,

Monsieur le Professeur Vincent GOEB

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier

Chef du service de Rhumatologie

(Rhumatologie)

Chef du pôle Autonomie

Vous me faites l'honneur de présider le jury de ma thèse et de juger mon travail. Je vous remercie de votre accueil dans le service de rhumatologie, où j'espère parfaire mes connaissances en médecine du sport. Merci de votre implication dans la FST de médecine du sport et de l'intérêt que vous portez à mon travail.

A mon Maître et Juge,

Monsieur le Professeur Antoine GABRION

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

(Chirurgie orthopédique et Traumatologie)

Je vous remercie de me faire l'honneur d'être membre du jury de cette thèse.

Merci de nous apporter votre savoir et vos compétences dans le domaine de la chirurgie orthopédique.

A mon Maître et Juge,

Monsieur le Docteur KRIM

Médecin du sport - Urgentiste

Chef du service de réadaptation cardiovasculaire au CH de Corbie

(Réadaptation cardiovasculaire)

Je vous remercie de me faire l'honneur de juger mon travail.

*Merci pour votre accueil chaleureux lors de mon passage en réadaptation cardiovasculaire.
Je vous remercie de m'avoir permis d'acquérir de nombreuses connaissances en cardiologie
du sport tout en me confortant dans l'idée d'allier une pratique de rééducation et de médecine
du sport.*

A mon Maître et Juge,

Madame le Docteur RAPIOR

Médecin de Médecine Physique et de Réadaptation

Service de médecine physique et réadaptation orthopédique du CH de Corbie

(Médecine physique et de réadaptation)

Je te remercie de me faire l'honneur de juger mon travail.

Merci pour ces six mois passés en service de réadaptation orthopédique, où j'ai beaucoup appris et où j'ai aimé travailler à tes côtés. Je te remercie également de toutes les connaissances en matière d'appareillage que tu m'as apportées, et qui me seront utiles dans ma volonté de m'occuper de sportifs en situation de handicap.

A mon Maître et directrice de thèse,

Madame Laure LE MONNIER,

Médecin du sport – Médecin de Médecine Physique et Réadaptation

Service de Rhumatologie

Je te remercie de m'avoir permis de réaliser ce travail.

Merci tout d'abord de tes conseils précieux et de ton aide à la rédaction de celui-ci. Je te remercie de m'avoir proposé de réaliser ma thèse sous ta direction et sur un sujet qui me tenait à cœur.

Au Dr. Perla, merci de m'avoir transmis vos connaissances au cours du semestre que j'ai passé avec vous lors de ma FST de médecine du sport. Votre façon de voir et de pratiquer la médecine est une inspiration constante, que je tendrai à suivre au cours de ma carrière future.

Au Dr. Leclercq, merci de m'avoir pris sous votre aile dès mon premier semestre de Médecine Physique et de Réadaptation. Vous avez contribué à conforter ma vocation lors de mon passage à Corbie tout en enrichissant mes connaissances de Neurologie. Merci de votre bienveillance à toute épreuve, et de votre approche humaine de la médecine, que j'aimerais perpétuer en tant que médecin du sport.

Au Dr. Fritot, merci de votre accueil en Médecine Physique et de Réadaptation Pédiatrique. Si je sais que vous n'êtes pas férue de médecine du sport, vous m'avez beaucoup apporté au cours des six derniers mois et m'avez donné l'envie, qui n'était pas innée, de continuer à suivre les enfants dans des projets conjoints de médecine du sport.

Au Dr. Barbier, dit «Barbiflette », merci pour ton aide à la conception, l'écriture, la correction, les statistiques de cette thèse ainsi que pour toutes ces victoires au tennis de table, tout m'a paru très simple grâce à toi. La réponse du Dr Barbier : un jour tu sauras jouer avec une vraie raquette, un jour...

Au Dr. Grados, dite « Mimi Gagra », merci de m'avoir accompagné tout au long de mon internat, du premier semestre à la thèse aujourd'hui. Je te remercie également pour la transmission de tes plus belles images radiographiques, tes qualités de danse, et ta place méritée de dauphine de l'échelle de la gênance.

Au Dr. Bruno, dit « Zozo », merci pour ce semestre d'Orthopédie au cours duquel tu m'as beaucoup apporté. Ta formation d'interne de l'Océan Indien fait de toi quelqu'un de très ouvert et sur qui on peut compter, si l'on excepte le fait que tu as consommé avec grand plaisir de la tortue.

En vrac, à Angélique Duc (dite « Pu »), Zine Laoulalalalala, Alice Schiller (dite « T »), Marie Gelli (dite « Marsupigelli »), et tous les internes de MPR qui m'ont soutenu au cours de la rédaction de ce travail.

A Camille Devignes, dite « Camouille », tu as choisi le même parcours que moi à plusieurs centaines de kilomètres. Merci pour ton soutien et ta bonne humeur qui m'ont aidé pendant toutes ces années.

A Cassandra Dhollande, dite « Cassou », merci pour ta bienveillance, tes bonnes idées et ton sens de l'humour qui ont marqué nos études en médecine.

A Amelie, dite « Amel », merci de ta présence, tu seras une merveilleuse chirurgienne et je suis fier de tout ton parcours.

A Axel, merci pour tes anecdotes qui m'ont souvent fait rire et bravo encore pour ta thèse.

A Coco, dit « CM7 », merci pour ton soutien et tes connaissances footballistiques accomplies, merci pour ces soirées à Bollaert qui m'ont permis de décompresser au cours de mon internat.

A Adrien Dandois, dit « Doraminui » merci pour ton soutien depuis la première année de médecine où tu me faisais réviser jusqu'à maintenant. Tu es devenu un super papa et je suis fier de toi.

A Lucas Dandois, dit « Sacculafon » merci pour toutes ces répétitions qui m'ont permis de décompresser au cours de mon internat. On était à un cheveu de faire un Zénith grâce à toi.

A Antoine, dit « Jean-Pep », merci à Pep l'infidèle.

Merci à Tom, Céline, Mathilde, Julie, F-X, Ophé, Florek et Aude.

Merci à mes grands-parents pour leur soutien et pour tous ces beaux souvenirs au Pradet.

A mes parents, qui croient en moi depuis la première année de médecine. Mon projet de devenir médecin du sport s'accomplit. Merci pour votre soutien depuis toutes ces années et de votre œil avisé pour relire ce travail. A mon frère, merci de ton soutien au cours de ces années, depuis la première année où je rentrais dans ta chambre en pleines révisions pour me défouler jusqu'à ces dernières années où nous partageons des anecdotes savoureuses.

A ma belle-famille, merci Vergolino, Idilia, Sandra, Hugo, Marie S et Marie R de m'avoir soutenu au cours de la rédaction de ma thèse. Merci à Alex pour ton avis toujours bienveillant, tes corrections de dernière minute sur ce travail et pour m'avoir fait réviser mon oral de thèse.

Enfin, merci à toi Cecilia, tu as été ma compagne, ma meilleure amie, un soutien, une motivation, une aide de tous les instants mais aussi la raison pour laquelle j'ai consenti à tant d'efforts durant mon internat. Merci d'être entrée dans ma vie. Je ne saurai jamais assez te remercier pour tout cela.

1-Introduction :

Le football américain est considéré comme un sport traumatique à haut risque lésionnel. Les blessures les plus fréquentes sont les commotions cérébrales (7.5%), les lésions du ligament collatéral latéral du genou (6.9%) et les lésions musculaires des ischio-jambiers (4.7%) (1).

Plusieurs facteurs de risque sont associés au risque de blessure dans la littérature. Les principaux déterminants sont une force musculaire faible, le positionnement offensif, les antécédents de blessure, l'indice de masse corporelle élevé, la qualité de déplacement, la surface de jeu, et la charge d'entraînement élevée (2,3). Si la mesure de la qualité de déplacement ou de la qualité de la surface de jeu est difficile, la généralisation des tests de pré-saison permet d'évaluer la qualité de la force musculaire et donc d'apprécier les conséquences des blessures antérieures ou de la charge d'entraînement sur le risque de blessure (4). La mesure de la force musculaire est donc devenue un enjeu des tests de pré-saison chez les sportifs de haut niveau. Mesurée par des tests fonctionnels dits « de terrain » ou en laboratoire par dynamomètre isocinétique, la seconde méthode est souvent privilégiée puisqu'elle permet d'obtenir des mesures directes, précises et reproductibles de la force musculaire. Le principe de la méthode isocinétique est de mesurer, via un dynamomètre, la force musculaire des groupes musculaires agonistes-antagonistes d'un mouvement donné, selon deux modes concentrique et excentrique. A titre d'exemple, lors de l'extension de genou, le quadriceps se contracte et se raccourcit, procédant ainsi à une contraction concentrique. Les ischio-jambiers, antagonistes, se contractent en s'allongeant, réalisant une contraction excentrique. Au cours de chacune de ces contractions, un moment de force maximale est développé, mesuré en Newton/mètre et représentant la force musculaire. La méthode isocinétique s'est donc progressivement répandue depuis les années 70 dans le monde du sport de haut niveau pour rechercher et prévenir les déséquilibres de force entre les muscles agonistes et antagonistes, à l'origine de blessures plus fréquentes (5,6). Croisier et Al. ont ainsi montré que le risque relatif de blessure était plus élevé dans la population présentant un déséquilibre musculaire entre fléchisseurs et extenseurs de genou que chez des sujets dont les forces musculaires étaient équilibrées (RR = 4.66 chez les sportifs présentant un déséquilibre contre 1.43 chez les sujets sans déséquilibre) (7). Dans une étude rétrospective menée auprès de joueurs de football belges, Lehance et Al.(8), ont mis en relation les résultats aux tests isocinétiques de pré-saison avec la survenue de blessures en cours de saison. Si les résultats confirment ceux de Croisier et Al. (7), en faisant des tests isocinétiques de début de saison un incontournable de la préparation, Lehance et Al. (8) ont également montré l'intérêt d'utiliser l'outil isocinétique pour évaluer l'efficacité de l'entraînement à compenser un déséquilibre musculaire en regard de l'articulation du genou. Cependant, l'ensemble de ces

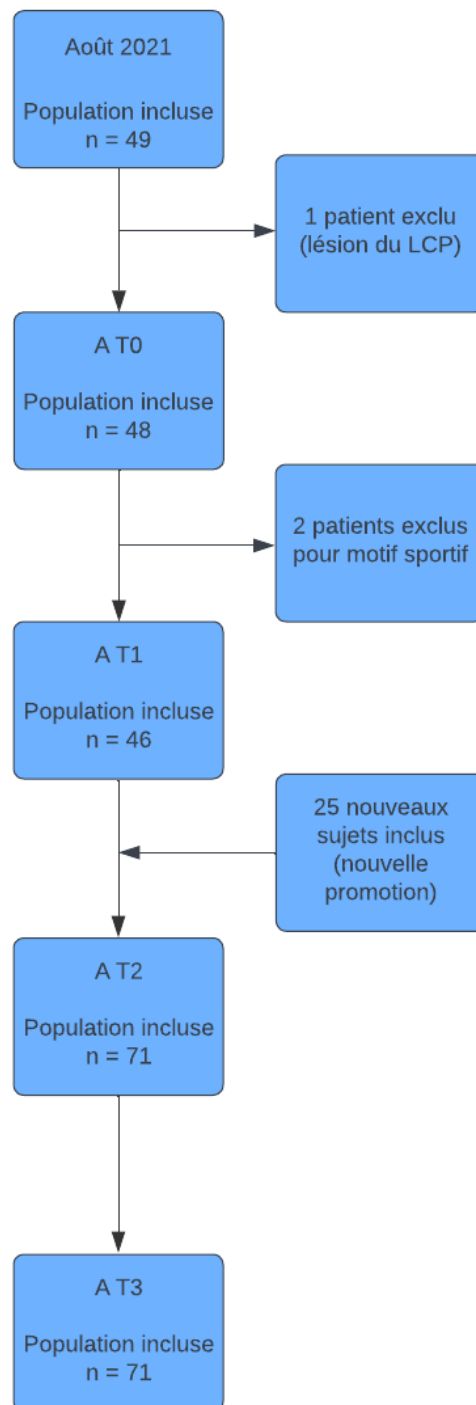
études utilise différents ratios entre agonistes et antagonistes, sans que l'un d'entre eux se soit distingué comme le Gold Standard en matière de prévention des blessures. Parmi ces ratios, le ratio conventionnel (moment de force maximale des ischio-jambiers en concentrique sur moment de force maximale des quadriceps en concentrique) et le ratio mixte (moment de force maximale des ischio-jambiers en excentrique à 30°/s sur moment de force maximale des quadriceps en concentrique à 240°/s) sont les plus utilisés. Si le ratio conventionnel paraît être le plus adapté pour mesurer une force musculaire maximale, les muscles développant le maximum de leur capacité en concentrique, il n'est pas le plus représentatif du geste physiologique. En effet, le geste de sprint, de frappe ou encore de saut nécessite une flexion-extension de genou et fait donc intervenir une contraction concentrique de l'antagoniste et une contraction excentrique de l'antagoniste. C'est pourquoi le ratio mixte, dit de Croisier, plus représentatif du geste sportif, est le plus utilisé afin de rechercher le risque de lésion musculaire. Pour ces raisons, nous avons choisi d'utiliser une méthode par mesure isocinétique, appliquée chez des joueurs de football américain, avec pour principal objectif de déterminer si la présence d'un déséquilibre exposait à un risque accru de blessure du genou. Nos objectifs secondaires étaient de décrire l'épidémiologie des blessures au sein de cette population, et de rechercher une relation entre l'IMC, le poste et la survenue de blessures.

2-Population et Méthode :

2.1-Population :

L'ensemble des joueurs de football Américain du pôle France d'Amiens a été inclus du mois d'août 2021 à septembre 2022 soit 74 jeunes sportifs de sexe masculin au total. Les critères d'exclusion étaient l'impossibilité de réaliser au moins l'un des quatre tests isocinétiques et l'interruption du suivi au pôle France pour motif sportif. Deux joueurs ont été exclus en raison d'une interruption du suivi au pôle France pour motif sportif, un joueur a été exclu en raison d'une blessure ayant rendu impossible la réalisation des tests isocinétiques. Un total de 71 joueurs a donc été inclus pour analyse finale dans ce travail (*Figure 1.*)

Figure 1 : Diagramme de flux



2.2-Acquisitions des données isocinétiques :

Une évaluation de la force musculaire avec un dynamomètre isocinétique (CYBEX NORM®) a été réalisée chez les joueurs inclus au sein du pôle STAPS (sciences et techniques des activités

physiques et sportives) d'Amiens alternativement par deux professeurs d'activité physique adaptée (APA) qualifiés en isocinétisme.

Quatre tests ont ainsi été réalisés au cours de la saison nommés T0, T1, T2 et T3 respectivement réalisés à la période de la pré-saison 2021 (soit août-septembre 2021) puis au début de la saison 2021-2022 (janvier-février 2022), à la pré-saison 2022 (août-septembre 2022) et enfin au début de la saison 2022-2023 (janvier-février 2023). Aucun renforcement musculaire spécifique n'a eu lieu entre T0 et T1. A l'issue de T1, un renforcement musculaire spécifique dans le but de compenser les déficits musculaires entre quadriceps et ischio-jambiers a été effectué (**Figure 2**).

Suite au test isocinétique, un calcul du ratio physiologique était effectué selon la formule suivante : ischio-jambiers en excentrique à 30°/s / Quadriceps en concentrique à 240°/s. En fonction des résultats de ce ratio, les patients étaient répartis en 3 catégories : déficit musculaire (ratio $\leq 0,90$), ratio protecteur (ratio ≥ 1) et entre 0,90 et 1, zone grise, dite de déficit musculaire non significatif.

Figure 2 : Suivi des patients



2.3-Recueil des données médicales

Les joueurs de football américain ont bénéficié d'un suivi médical au cours de la saison. Ce suivi était constitué de consultations médicales avec un médecin du sport. L'examen clinique était comparatif, standardisé, avec réalisation d'une échographie en cas de suspicion de lésion musculaire. Les antécédents des patients étaient consignés ainsi que leurs caractéristiques physiologiques (taille, poids, âge) et techniques (postes au football américain), afin de recouper les données avec celles obtenues par le responsable APA. Lorsqu'une lésion musculo-tendineuse ou ligamentaire était constatée, la latéralité de la lésion, la durée d'évolution des symptômes ainsi que le mécanisme lésionnel étaient recueillis auprès des patients. Pour qu'un patient soit retenu comme présentant une blessure en regard du genou, il fallait qu'il présente

une lésion musculaire du quadriceps ou des ischio-jambiers de grade I minimum dans la classification de Rodineau (*Annexe 5*), une atteinte ligamentaire partielle ou complète du ligament croisé antérieur, des ligaments collatéraux, du ligament croisé postérieur, ou encore une tendinopathie quadricipitale, des ischio-jambiers ou patellaire.

3-Analyses statistiques :

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel SPSS v 25©. Les données quantitatives sont exprimées en moyenne avec leur écart type et les données qualitatives en effectif et pourcentage. Les statistiques inférentielles ont consisté à comparer les données qualitatives avec un test du Chi2 ou en cas de non respect des conditions d'application, un test exact de Fisher. Après vérification de la normalité des distributions par le test de Shapiro Wilk, les données quantitatives étaient comparées avec un test t de Student. Si les variances n'étaient pas homogènes une correction de Welch était faite. En cas de distribution non normale un test non paramétrique U de Mann et Whitney était réalisé.

4-Résultats :

4.1-Caractéristiques de la population :

Figure 3 : Statistiques descriptives

Age (<i>années</i>)	18,04 (1,188)
Poids (<i>kg</i>)	82,24 (17,54)
IMC (<i>kg/m²</i>)	25,63 (4,92)
Taille (<i>m</i>)	1,78 (0,05)
Poste offensif (<i>oui/non</i>)	36 (50,7%) / 35 (49,3%)

4.2- Survenue de blessures et déséquilibres musculaires

Parmi les 71 joueurs de football américain suivis dans cette étude, 46 présentaient un ratio mixte protecteur (>1) sur l'ensemble des tests isocinétiques. 14 présentaient au moins un ratio en zone grise [0,90-1,00] sans pour autant être déficitaires et 10 présentaient au moins un ratio déficitaire (<0,90).

Au cours du suivi, 16 patients ont présenté une blessure en regard du genou (soit 22,5%).

Lors de l'analyse, chaque blessure était mise en relation avec le test isocinétique le plus proche dans le temps. Ainsi, lors de la survenue d'une blessure, le test de référence afin d'attribuer le statut « déséquilibre musculaire », « zone grise » ou « ratio protecteur » était le test isocinétique

précédent.

Parmi les sujets présentant un déséquilibre entre quadriceps et ischio-jambiers, 4 ont présenté une blessure en regard du genou dans les suites de leur test déséquilibré (soit 40%). Parmi les sujets en zone grise, 4 ont présenté une blessure du genou (soit 28,6%). Parmi les joueurs présentant un ratio protecteur, 8 ont présenté une blessure du genou (soit 17,0%).

Les sujets présentant un déséquilibre entre quadriceps et ischio-jambiers ainsi que les sujets en zone grise ne présentaient donc pas significativement plus de blessures que les sujets possédant un ratio protecteur ($p = 0,274$, **Figure 4**).

Figure 4 : Déséquilibre musculaire, caractéristiques physiologiques et blessure

		Survenue de blessure		P-Value
		OUI	NON	
Ratio mixte Q/IJ	Protecteur (<i>n</i>)	8 (17,0%)	39 (83,0%)	0,274
	Zone grise (<i>n</i>)	4 (28,6%)	10 (71,4%)	
	Déséquilibré (<i>n</i>)	4 (40,0%)	6 (60,0%)	
Poste	Offensif (<i>n</i>)	8 (22,2 %)	28 (77,8%)	0,587
	Défensif (<i>n</i>)	8 (22,9%)	27 (77,1%)	
IMC moyen (kg/m^2)		25,87 (5,87)	25,57 (4,68)	0,231
Poids moyen (<i>kg</i>)		80,98 (19,11)	82,25 (17,25)	0,237
Taille moyenne (<i>m</i>)		1,77 (0,05)	1,79 (0,06)	0,484
Age moyen (<i>année</i>)		18,06 (1,00)	18,04 (1,25)	0,266

Légende : n = effectif

Parmi les 36 joueurs évoluant à un poste offensif, 8 ont présenté une blessure en regard du genou soit 22,2 % contre 8 pour les 35 joueurs défensifs soit 22,9 %. Il n'y avait pas donc d'influence du poste sur la survenue de blessures du genou au cours de la saison ($p=0,587$).

Par ailleurs, l'IMC moyen, le poids moyen, la taille moyenne et l'âge moyen ne différaient pas entre le groupe de sportifs ayant présenté une blessure en regard du genou et ceux n'ayant pas présenté de blessure. Enfin, il n'y avait pas de différence entre le ratio de Croisier moyen à droite et à gauche dans cette population (**Figure 5**).

Figure 5 : Comparaison des ratios moyens à droite et à gauche

	Latéralité	Ratio Moyen	Significativité bilatérale
T0	Droite	1.19	0.305
	Gauche	1.21	
T1	Droite	1.18	0.991
	Gauche	1.23	
T2	Droite	1.19	0.356
	Gauche	1.25	
T3	Droite	1.25	0.396
	Gauche	1.29	

4.3- Épidémiologie des blessures

Figure 6 : Statistiques épidémiologiques

Pathologie	Membres supérieurs	Membres inférieurs	Autres	TOTAL
Aponévrosite plantaire	0	1	0	1
Commotion cérébrale	0	0	2	2
Conflit de hanche	0	4	0	4
Contusion osseuse	2	6	1	9
Entorse acromioclaviculaire	1	0	0	1
Entorse de cheville	0	12	0	12
Entorse du coude	1	0	0	1
Entorse du genou (LLI)	0	2	0	2
Entorse du poignet	5	0	0	5
Entorse du pouce	4	0	0	4
Epicondylite latérale	1	0	0	1
Fracture digitale	2	1	0	3
Gersey Finger	1	0	0	1
Hématome	0	2	0	2
Kyste du poignet	1	0	0	1
Lésion musculaire grade I	1	7	0	8
Lésion musculaire grade II	0	2	0	2
Lésion musculaire grade III	0	1	0	1
Lombalgies	0	0	12	12
Luxation d'épaule	1	0	0	1
Méniscopathie	0	2	0	2
Périostite	0	6	0	6
Pubalgie	0	3	0	3
Rupture du LCA	0	1	0	1
Rupture du LCP	0	1	0	1
Sésamoïdite	0	1	0	1
Syndrome fémoropatellaire	0	4	0	4
Tendinopathie de la coiffe	1	0	0	1
Tendinopathie des ischio-jambiers	0	4	0	4
Tendinopathie du tibial postérieur	0	1	0	1
Tendinopathie quadricipitale	0	2	0	2
Tendinopathie achilléenne	0	1	0	1
Tendinopathie patellaire	0	1	0	1
TOTAL	21	65	15	101

Parmi les 71 joueurs de l'effectif, 59 ont présenté au moins une blessure au cours des saisons 2021-2022 et 2022-2023.

Du mois d'août 2021 au mois de mai 2023, 101 blessures ont été répertoriées au sein de l'effectif.

Parmi ces 101 blessures, 65 concernaient les membres inférieurs (soit 64,4%), 21 les membres supérieurs (soit 20,8%), 12 le rachis (soit 11,9%) et 2 l'extrémité céphalique (2,0%).

Le type de pathologie le plus fréquent retrouvé était les entorses (24,8%), suivies par les tendinopathies (18,8%), les lombalgies (11,9%), les lésions musculaires post-traumatiques (10,9%), les contusions (7,9%) les périostites (5,9%), les ruptures ligamentaires (3,0%), les fractures (3,0%). Les commotions cérébrales ne représentaient en revanche que 1,98 % des blessures.

L'articulation la plus touchée était la cheville, avec 12,9 % des blessures, puis le genou (10,9%), la hanche (6,9%), le poignet (5,9%) et le coude (2,0 %). Les lésions musculaires des membres inférieurs représentaient quant à elles 18,1 % des blessures contre 6,9 % pour les lésions musculaires des membres supérieurs. Enfin, la majorité des contusions osseuses concernaient le membre inférieur (12, soit 11,9 % des blessures, contre 2 aux membres supérieurs soit 2,0 % des blessures).

5-Discussion :

Notre travail est l'une des premières études s'intéressant à la relation entre déséquilibre musculaire isocinétique et survenue de blessures au cours de la pratique du football américain. Il met en évidence qu'un ratio isocinétique quadriceps/ischiojambiers déséquilibré ou en zone grise ne semble pas augmenter le risque de blessures chez les joueurs de football américain. En revanche, 40 % des sujets présentant un déséquilibre quadriceps/ischio-jambiers ont présenté une blessure du genou au cours de la saison contre 17 % chez les joueurs présentant un ratio protecteur.

Plusieurs travaux réalisés dans le monde du tennis, du football et du handisport suggèrent que le déséquilibre agonistes-antagonistes expose à un sur-risque de blessures (5,7,8,9). Toutefois, ces données sont contrastées dans la littérature et l'utilité du ratio mixte (dit de « Croisier ») est remise en question dans le football australien, le baseball et le netball (10,11,12,13).

Même si notre effectif restreint explique en partie la tendance non statistiquement significative qui se dégage, l'inclusion de données supplémentaires permettrait de rendre compte de l'intérêt du ratio isocinétique chez les joueurs de football américain, dans un but de dépister les prédispositions aux blessures.

En effet, un cinquième des blessures de notre échantillon concerne le genou (quadriceps, ischiojambiers, structures ligamentaires). Même si la durée de repos n'a pas été renseignée dans notre recueil, une large série américaine montre que ces blessures entraînent un retrait de jeu moyen d'une durée de 6 à 10 semaines (*Annexe 3*). Le retentissement de ces blessures va dans le sens de développer des outils de dépistage qui pourraient permettre de limiter le risque de blessures significatives. La finalité serait d'étudier la valeur prédictive du ratio fonctionnel de Croisier sur le risque de blessures au genou, indépendamment du risque de blessures à d'autres localisations. Notre effectif sur une équipe singulière suivie sur deux saisons avec seulement une partie de joueurs différents ne permet pas d'y répondre.

Les outils de dépistage prennent également toute leur place face aux stratégies de prévention primaire déjà proposées et publiées telles que le programme Nordique d'exercice excentrique des ischio-jambiers (*Annexe 6*) dont l'efficacité est démontrée chez les joueurs de football professionnels (14).

De futures études pourraient s'intéresser à l'impact de la mise en place d'un tel programme afin de corriger les déséquilibres musculaires et de prévenir la survenue de blessures dans cette population de sportifs de haut niveau.

Par ailleurs, notre étude met en évidence une grande prévalence des blessures du membre inférieur. En effet, il s'agit du premier site concerné par des blessures devant les membres supérieurs et la tête. Parmi les blessures, 65/101 soit 64 % concernaient le membre inférieur. Ces chiffres sont plus élevés que ceux retrouvés dans la littérature, notamment américaine. Plusieurs articles d'épidémiologie (15,16) présentent les blessures des membres inférieurs comme moins fréquentes que les commotions cérébrales et retrouvent une prévalence moindre (186/413 soit 45,03 %) (15). Cette différence peut s'expliquer par la prévalence élevée des périostites dans notre population (5 % des blessures) ainsi que des entorses de cheville (11,8 % des blessures). L'un des déterminants pourrait être la qualité du terrain (le football américain étant un sport en voie de développement en France et non dominant contrairement aux États-Unis, les installations qui lui sont attribuées sont généralement de moins bonne qualité).

Par ailleurs, le nombre de commotions cérébrales retrouvé dans nos données épidémiologiques est très nettement inférieur à celui retrouvé dans les autres études. Ainsi seules 2 commotions sur 101 blessures ont été retrouvées lors des saisons 2021 et 2022, soit environ 2,0 % contre 108/413 soit 26,15% dans une étude de 2019 au Royaume-Uni (16). L'un des facteurs explicatifs réside dans la fréquence des matchs, moins élevée en France qu'aux États-Unis (à titre d'exemple, sur la saison 2021-2022, les joueurs du pôle France ont disputé 7 matchs contre 17 à 21 par saison aux États-Unis). Par ailleurs, une évolution des règles en match a eu lieu en France afin de limiter les commotions cérébrales en limitant les contacts et en proposant certains

modes de jeu comme le « FLAG » où les contacts sont proscrits. Cette évolution semble ainsi porter ses fruits en limitant le nombre de commotions cérébrales et leurs conséquences.

5.1-Limites de cette étude :

Le fait d'avoir recruté une population de jeunes joueurs de football américain représente un biais de sélection. En effet, contrairement à une population de sportifs plus âgés, chez qui le développement musculaire est totalement abouti, il persiste chez ces individus une croissance résiduelle. Les données isocinétiques et anthropométriques peuvent donc différer avec la prise de masse musculaire physiologique liée à la maturation du corps, et la présence d'un déséquilibre musculaire chez certains joueurs peut possiblement être liée à un développement musculaire inabouti. S'ajoute à cela la variabilité des paramètres isocinétiques et l'histoire traumatologique faible compte tenu de l'âge.

Une telle étude pourrait être répétée chez des joueurs plus âgés, à croissance terminée, pour rechercher une relation entre déséquilibre musculaire et survenue de blessures.

Le critère de jugement principal était le ratio mixte (dit de « Croisier »), lequel n'a pas démontré avoir de valeur prédictive du risque de blessures (12). Le rapport de Croisier est le plus représentatif du geste sportif, mais il n'est qu'une approximation de la réalité du terrain. En effet, il utilise une mesure des ischio-jambiers en excentrique à 30° seconde, alors que sur le terrain, les vitesses réellement enregistrées lors d'un mouvement de frappe ou lors d'un sprint peuvent être bien plus élevées. De plus, la nécessité de sanglage afin de mesurer la force musculaire en conditions isocinétiques, oblige le patient à être assis. Lors de la mesure, le fonctionnement du quadriceps et des ischio-jambiers n'est donc pas identique à celui en position debout lors d'un sprint ou d'un mouvement de frappe. S'il existe peu de données relatives à la vitesse angulaire d'un mouvement de frappe, les données de Jean-François Carissan en 2016, évoquent des vitesses angulaires pouvant aller de 551,12°/s au moment de l'initiation d'une frappe et jusque 1293,27°/s lors du contact pied-ballon (cf. *Annexe 7*), ce qui contraste des 30°/s mesurés lors du test isocinétique. Ainsi, si l'on suit le modèle de la courbe de Hill (*Annexe 8*), la force développée lors de mouvements de frappe à des vitesses angulaires rapides peut être plus élevée que la force développée à 30°/s en excentrique sur les ischio-jambiers.

Ensuite, il est admis que le ratio mixte catégorise les sujets en deux groupes : protecteur (>1) et déséquilibré ($<0,90$). Il existe donc une zone grise située dans l'intervalle, où l'interprétation du ratio isocinétique est difficile. Dans le cadre de notre étude, cette zone grise représentait 14 patients soit 19,7 % des joueurs, parmi lesquels quatre ont eu une blessure. Nous avons choisi de les analyser en tant que troisième groupe à part entière en raison de la place controversée de l'interprétation du ratio de Croisier, qui amène à re-considérer l'utilité clinique du ratio quant à sa valeur prédictive positive ou négative. En effet, ne faut-il pas utiliser le ratio de Croisier sur

sa valeur protectrice pour orienter les prises en charge, au regard des données de notre étude qui met en évidence que seulement 17 % des joueurs avec un ratio protecteur ont présenté une blessure ?

Par ailleurs, lors de la catégorisation du type de blessures, nous avons choisi de considérer que les lésions du quadriceps, des ischio-jambiers, du ligament croisé antérieur, du ligament croisé postérieur, des ligaments collatéraux et des tendons (patellaire, quadricipital ou des ischio-jambiers) pouvaient être influencées par le ratio quadriceps ischio-jambiers. En effet, certaines études ont montré l'influence de ce ratio sur les blessures du LCA, des ischio-jambiers et dans les tendinopathies patellaires (17,18,19). Si aucune étude ne met en évidence de lien entre déséquilibre quadriceps/ischio-jambiers et survenue de blessures concernant d'autres structures telles que le psoas ou les adducteurs, le fait que celles-ci partagent avec le quadriceps des fascias profonds rend difficile leur inclusion ou leur exclusion de l'analyse. Les perspectives pourraient caractériser par mesure isocinétique le rapport entre quadriceps, ischio-jambiers, et les blessures des structures anatomiques sus et sous-jacentes.

Enfin, l'impact d'un renforcement musculaire adapté pourrait être un sujet pour de futures études afin de déterminer si celui-ci permet effectivement une diminution du nombre de blessures par correction des déséquilibres agonistes-antagonistes.

6-Conclusion :

La fréquence des blessures du genou n'est pas significativement plus élevée parmi les joueurs présentant un déséquilibre musculaire du quadriceps et des ischio jambiers que chez les joueurs présentant un ratio protecteur. Par ailleurs, ni l'âge, ni l'IMC, ni le poste ne sont associés à un sur-risque de blessure.

Notre étude confirme la forte prévalence des blessures au genou au cours de la pratique du football américain. Toutefois la place réelle du ratio de Croisier et son interprétation en routine reste à clarifier. En considérant que les joueurs ayant un ratio protecteur se blessent moins, mesurer l'influence d'un programme visant à rééquilibrer le ratio sur le risque de blessure pourrait permettre de positionner le ratio de Croisier dans ses valeurs protectrices comme outil de prévention des joueurs considérés à risque, en leur proposant des programmes adaptés de renforcement.

Enfin, la faible incidence des commotions cérébrales au cours du suivi de deux ans pourrait être attribuée à l'application de nouvelles règles telles que le FLAG, permettant de réduire la survenue de ce type de blessures aux conséquences graves tant à court qu'à long terme.

7-Références et bibliographie :

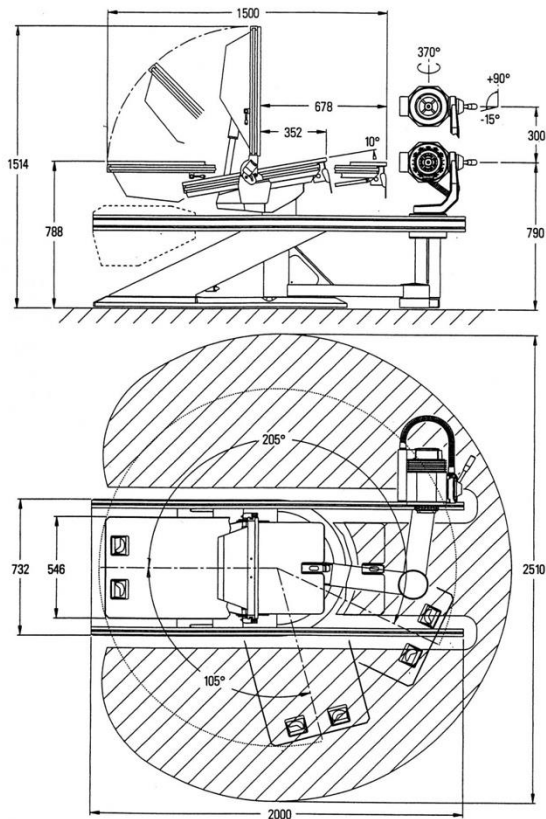
1. Chandran A, Morris SN, Powell JR, Boltz AJ, Robison HJ, Collins CL. Epidemiology of Injuries in National Collegiate Athletic Association Men' s Football: 2014 - 2015 Through 2018 - 2019. *J Athl Train.* 1 juill 2021;56(7):643-50.
2. Sampson JA, Murray A, Williams S, Halseth T, Hanisch J, Golden G, et al. Injury risk-workload associations in NCAA American college football. *J Sci Med Sport.* déc 2018;21(12):1215-20.
3. Brophy RH, Lyman S, Chehab EL, Barnes RP, Rodeo SA, Warren RF. Predictive Value of Prior Injury on Career in Professional American Football is Affected by Player Position. *Am J Sports Med.* avr 2009;37(4):768-75.
4. Tooth C, Gofflot A, Schwartz C, Croisier JL, Beudart C, Bruyère O, et al. Risk Factors of Overuse Shoulder Injuries in Overhead Athletes: A Systematic Review. *Sports Health Multidiscip Approach.* sept 2020;12(5):478-87.
5. Dines JS, Bedi A, Williams PN, Dodson CC, Ellenbecker TS, Altchek DW, et al. Tennis injuries: epidemiology, pathophysiology, and treatment. *J Am Acad Orthop Surg.* mars 2015;23(3):181-9.
6. Opar DA, Williams MD, Shield AJ. Hamstring strain injuries: factors that lead to injury and re-injury. *Sports Med Auckl NZ.* 1 mars 2012;42(3):209-26.
7. Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret JM. Strength Imbalances and Prevention of Hamstring Injury in Professional Soccer Players: A Prospective Study. *Am J Sports Med.* août 2008;36(8):1469-75.
8. Lehance C, Binet J, Bury T, Croisier JL. Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players: Muscular strength in soccer players. *Scand J Med Sci Sports.* 31 mars 2008;19(2):243-51.
9. Burnham RS, May L, Nelson E, Steadward R, Reid DC. Shoulder pain in wheelchair athletes: The role of muscle imbalance. *Am J Sports Med.* mars 1993;21(2):238-42.
10. Bennell K, Wajswelner H, Lew P, Schall-Riaucour A, Leslie S, Plant D, et al. Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *Br J Sports Med.* 1 déc 1998;32(4):309-14.
11. Clark NC, Heebner NR, Lephart SM, Sell TC. Specificity of isokinetic assessment in noncontact knee injury prevention screening: A novel assessment procedure with relationships between variables in amateur adult agility-sport athletes. *Phys Ther Sport.* janv 2022;53:105-14.
12. Zvijac JE, Toriscelli TA, Merrick S, Kiebzak GM. Isokinetic Concentric Quadriceps and Hamstring Strength Variables From the NFL Scouting Combine Are Not Predictive of Hamstring Injury in First-Year Professional Football Players. *Am J Sports Med.* juill 2013;41(7):1511-8.

13. Green B, Bourne MN, Pizzari T. Isokinetic strength assessment offers limited predictive validity for detecting risk of future hamstring strain in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* mars 2018;52(5):329-36.
14. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Budtz-Jørgensen E, Hölmich P. Preventive Effect of Eccentric Training on Acute Hamstring Injuries in Men's Soccer: A Cluster-Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med.* nov 2011;39(11):2296-303.
15. Pelet S, Bergeron JJ, Marquis M, L Belzile E. Epidemiology of Injuries in High School Football Players: A Prospective Cohort Study. *J Orthop Sports Med [Internet].* 2022 [cité 28 mars 2023];04(04). Disponible sur: <https://www.fortunejournals.com/articles/epidemiology-of-injuries-in-high-school-football-players-a-prospective-cohort-study.html>
16. Bayram JM, Hamilton DF, Saunders DH. Epidemiology of American Football Injuries at Universities in the United Kingdom. *Orthop J Sports Med.* 1 oct 2020;8(10):232596712096020.
17. Gokeler A, Welling W, Zaffagnini S, Seil R, Padua D. Development of a test battery to enhance safe return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* janv 2017;25(1):192-9.
18. van der Horst N, Denderen R van. Isokinetic hamstring and quadriceps strength interpretation guideline for football (soccer) players with ACL reconstruction: a Delphi consensus study in the Netherlands. *Sci Med Footb.* 11 janv 2022;1-12.
19. Dauty M, Menu P, Mesland O, Louguet B, Fouasson-Chailloux A. Impact of Patellar Tendinopathy on Isokinetic Knee Strength and Jumps in Professional Basketball Players. *Sensors.* 22 juin 2021;21(13):4259.

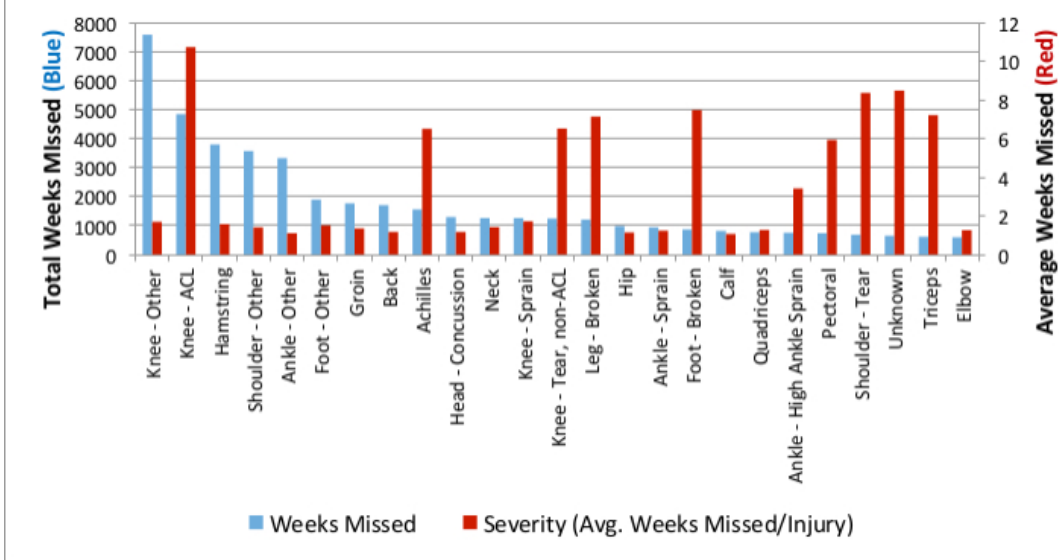
Annexe 1 : Postes des joueurs au football américain (Loupubani American Football Clun).



Annexe 2 : Schéma d'un appareil d'isocinétisme (CYBEX NORM®)



Annexe 3 : Nombre de semaines de NFL manquées pour cause de blessures et sévérité moyenne en fonction du type de blessure entre 2000 et 2014 (Football Outsiders).



Annexe 4 : Risque de blessures en fonction du poste en NFL entre 2010 et 2014 (Football Outsiders).

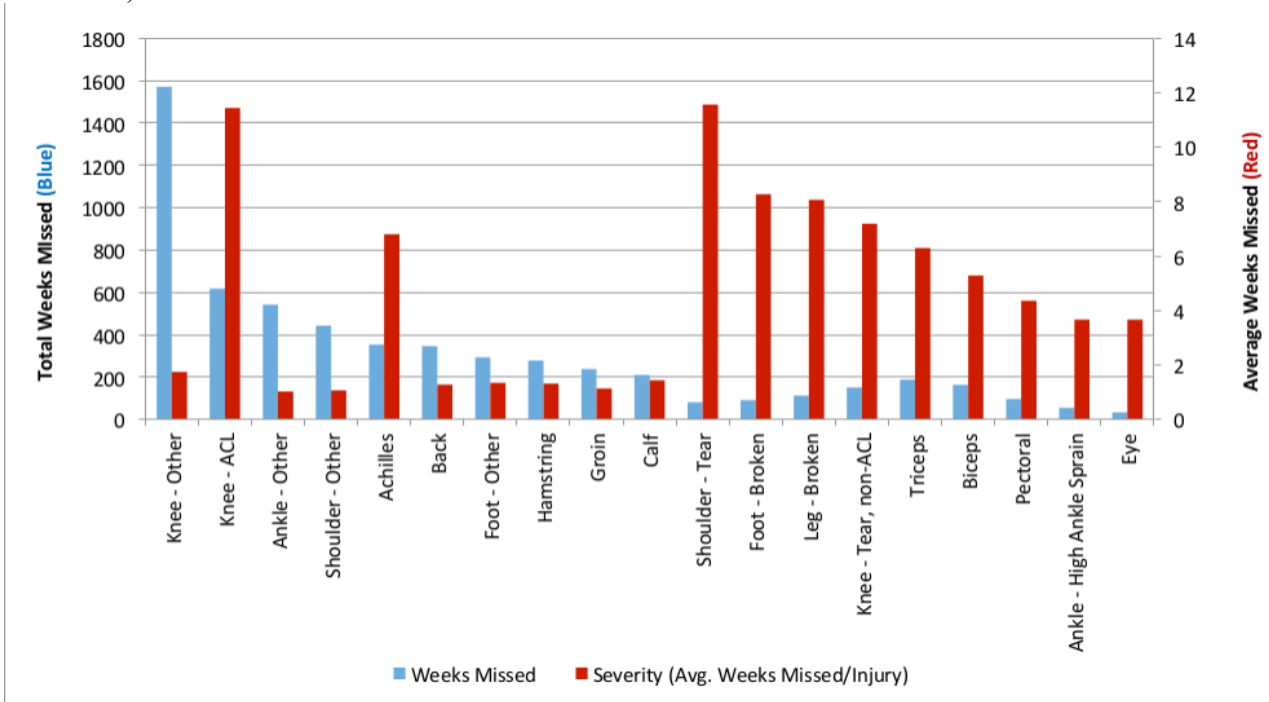
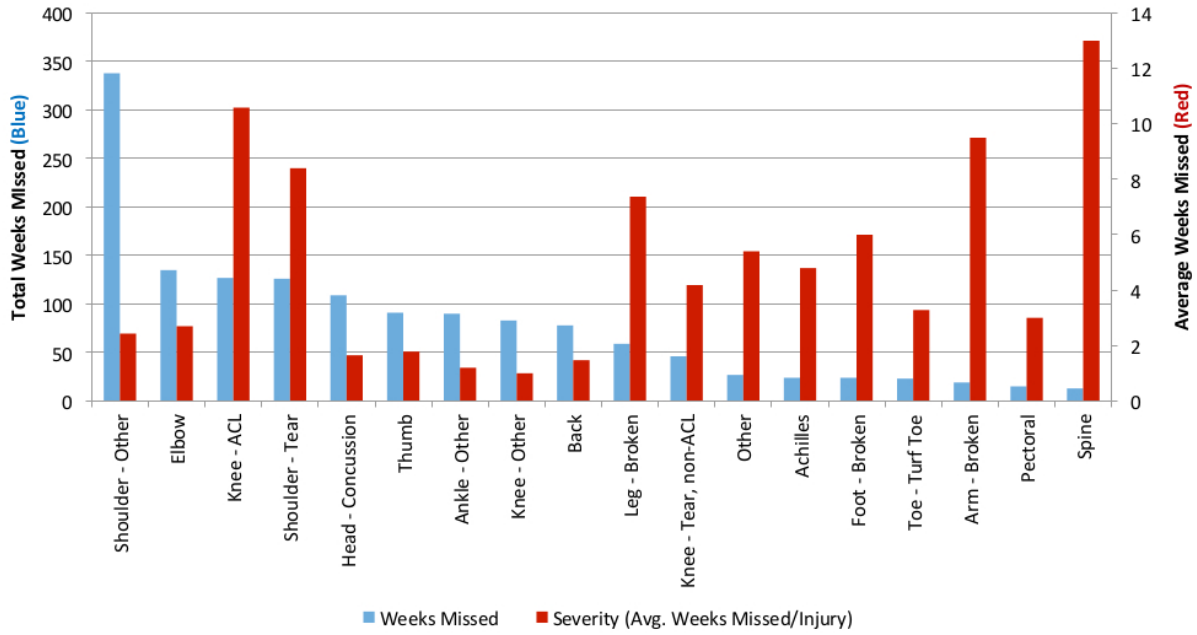
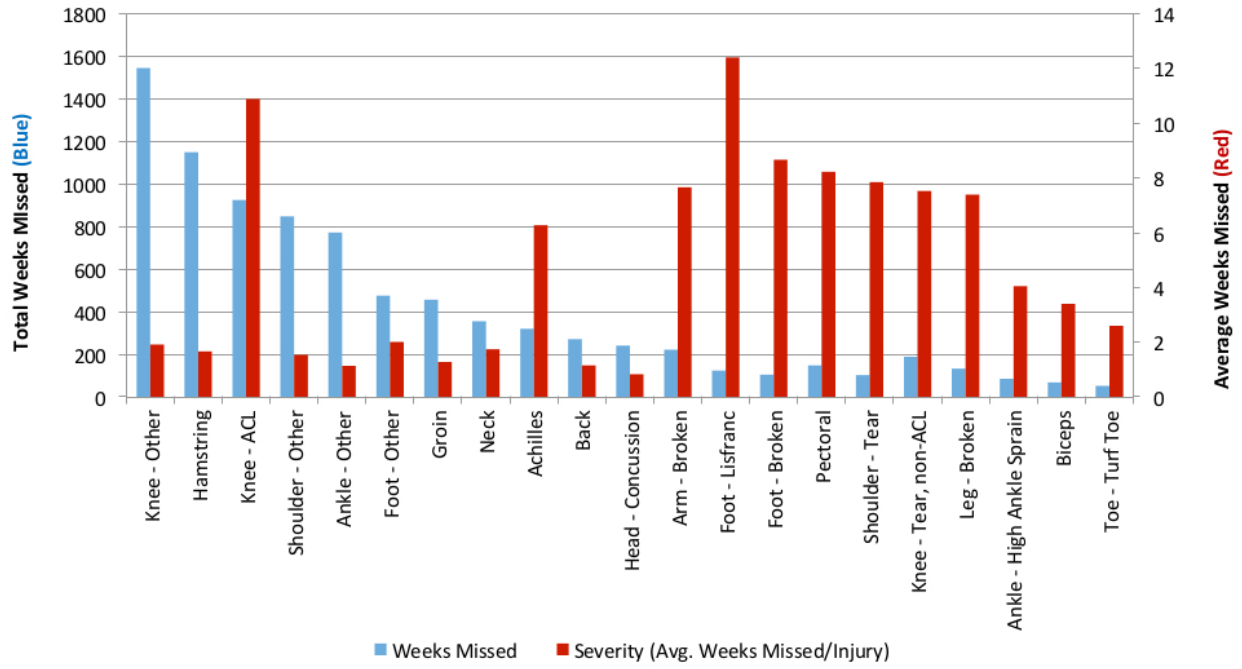


Figure 13-DB. Top Injuries for DBs, 2000-2014



Annexe 5 : Classification de RODINEAU (revue médicale suisse)

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 6: Programme Nordique de renforcement excentrique des ischio-jambiers (resarchgate.net).



Annexe 7 : Vitesses angulaires de cuisse (Jean-François Carissan)

Vitesse angulaire du genou droit

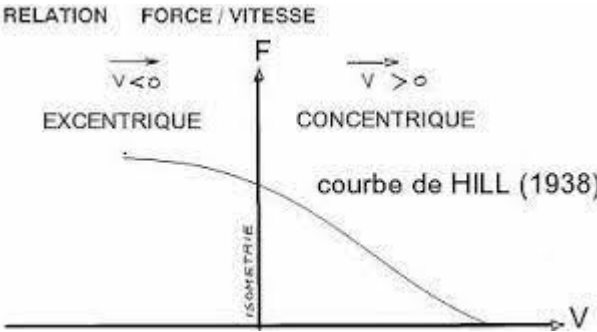
La vitesse angulaire du genou droit est présentée dans le tableau 14. Des différences significatives apparaissent à partir de t3, entre FC et P, ainsi qu'entre FP et P : la vitesse d'ouverture de l'angle au genou est significativement plus faible lors de la condition « passe ».

Tableau 14 : Vitesse angulaire de la cuisse droite (par rapport au tronc, en °/s), aux différents instants, pour les 3 conditions étudiées. T1 : pose du pied droit ; T2 : initiation de la phase d'armée du pied de frappe ; T3 : pose du pied d'appui ; T4 : initiation de la frappe ; T5 : contact pied-ballon. FC : Frappe Croisée ; FP : Frappe au 1^{er} Poteau ; P : Passe.

** : Statistiquement différent de FC (p<0,01) ; *** : Statistiquement différent de FC (p<0,001) ; +++ : Statistiquement différent de FP (p<0,001)

	T1	T2	T3	T4	T5
FC	167,47± 74,39	286,09± 104,92	471,83± 149,4	484,41± 156,28	1293,27± 181,74
FP	158,99± 91,41	309,87± 113,76	553,8± 159,95	551,12± 151,17	1138,28± 195,6
P	155,96± 98,2	322,93± 77,4	282,66± 67,16 ****	274,27± 90,07 ****	667,04± 333,5 ****

Annexe 8 : Courbe de Hill (researchgate.net)



DÉSÉQUILIBRE MUSCULAIRE MESURÉ PAR ISOCINÉTISME ET FOOTBALL AMÉRICAIN

Résumé :

Introduction : les blessures du genou sont très fréquentes au cours de la pratique du football américain. Différents facteurs de risque sont mis en avant par la littérature dont le déficit de force musculaire. Dans ce contexte, nous avons utilisé la méthode isocinétique, permettant de calculer les ratios entre moment de force maximale des quadriceps et des ischiojambiers, et l'avons appliquée chez les joueurs de football américain. L'objectif principal était de déterminer si la présence d'un déséquilibre agoniste-antagoniste exposait à une fréquence accrue des blessures en regard du genou.

Matériel et méthodes : nous avons recueilli rétrospectivement les données médicales ainsi que les résultats des tests isocinétiques bi-annuels d'une population de 71 jeunes sportifs pratiquant le football américain. Les blessures en regard du genou étaient mises en relation avec le test isocinétique précédent afin de déterminer si un déséquilibre était présent.

Résultats : parmi les 10 sujets présentant un déséquilibre quadriceps-ischiojambiers, 4 ont présenté une blessure contre 8 sur 47 chez les sujets présentant ratio protecteur. Néanmoins, nous ne retrouvons pas de tendance statistiquement significative ($p < 0.274$). Par ailleurs ni l'âge, ni le poste, ni l'IMC ne sont associés à des blessures plus fréquentes dans cette population.

Discussion : notre effectif restreint (10 sujets présentant un déséquilibre) explique partiellement la tendance non-significative qui se dégage. L'inclusion de nouvelles données pourrait permettre de rendre compte de l'intérêt du ratio de Croisier afin de prévenir les blessures en regard du genou.

Conclusion : la fréquence des blessures du genou n'est donc pas significativement plus élevée parmi les joueurs présentant un déséquilibre du quadriceps et des ischiojambiers que chez les sujets présentant un ratio protecteur.

Mots clés : Football américain, isocinétisme, blessures, genou, sport.

MUSCULAR IMBALANCE MEASURED BY ISOCINETISM AND AMERICAN FOOTBALL

Abstract :

Objectives : knee injuries are common during the practice of american football. Different risk factors have been identified in the litterature among which the muscular imbalance. We used the isokinetic method, allowing to compute the ratio between the strenght of the quadriceps and the harmstring, and applied it to the american football players. The main objective was to determine if a muscular imbalance between agonist and antagonist exposed to knee injuries.

Study design and patients : we retrospectively collected the medical data and the results of the isokinetic bi-annual tests in a population of 71 young american football players. Knee injuries were linked to the previous isokinetic test to establish if there is an existing imbalance.

Results : among the 10 patients imbalanced between quadriceps and harmstring, 4 were injured while 8 on 47 were injured in players who had a protective ratio. No statistical difference was found. Moreover, nor the age, the position, the BMI are associated to more frequent injuries in our sample.

Discussion : our narrow sample (10 patients were unbalanced) can partially explain the lack of statistical association. New data could be used to define if the Crosier's ratio can be used to prevent knee injuries.

Conclusions : prevalence of knee injuries isn't significantly higher among the players imbalanced that among the players with a protective ratio.

Key words : American Football, isokinetic, injuries, knee, sport.