

UFR Staps

Sciences & techniques
des activités physiques
et sportives

Master 2 Entraînement et Optimisation
de la Performance Sportive

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2021/2022

**Effets d'un programme d'auto-mobilisation en
flexion dorsale sur les facteurs de risque
intrinsèques de l'entorse latérale de cheville.**

Présenté par : BOURGES Thibault

Enseignants : DOREL Sylvain, LACOURPAILLE Lilian

www.univ-nantes.fr/staps



UNIVERSITÉ DE NANTES

Charte anti-plagiat de Nantes Université

La présente Charte a pour objectif de définir les règles à respecter dans la lutte contre le plagiat, qui s'imposent à l'ensemble des membres du corps universitaire (étudiants, enseignants-chercheurs, personnels). Nantes Université s'engage à protéger le droit d'auteur afin d'assurer une qualité et une valeur certaine aux diplômes délivrés par l'établissement, tout en garantissant l'originalité des publications pédagogiques et scientifiques de ses personnels enseignants et/ou chercheurs. L'objectif des travaux effectués par les étudiants, chercheurs ou personnel universitaires est d'offrir une vision nouvelle et unique sur une thématique ou un sujet.

Le plagiat étant interdit, les étudiants et personnels s'engagent donc, par la présente Charte, à ne pas en faire.

• *Qu'est-ce que le plagiat ?*

Le plagiat consiste à emprunter l'œuvre originale d'un autre en laissant croire qu'on est l'auteur. Il constitue une reproduction d'une partie ou de la totalité d'une œuvre, d'un article, d'un texte, de toute production littéraire ou graphique même d'une idée sans en mentionner l'auteur ou la source dans les formes appropriées, c'est-à-dire en note de bas de page ou en bibliographie correcte.

• *Quelle forme peut-il prendre ?*

Il existe différentes formes de plagiat : recopier mot pour mot ou effectuer un copier-coller d'un extrait de texte ou d'une œuvre sans mentionner l'auteur, ne pas mettre de guillemets voire une police en italique pour marquer la différence, insérer une image sans en mentionner la source, reprendre le travail effectué par un étudiant (même avec le consentement de ce dernier). Certaines formes peuvent être aggravantes notamment en raison de la finalité du plagiat, comme l'obtention d'une note, d'un diplôme ou grade, ou alors lorsque le texte plagié est destiné à être publié (cas du mémoire ou de la thèse).

• *Comment utiliser un extrait de texte, un article, une source (etc.) correctement ?*

Les reproductions de cours extraits en vue d'illustration, ou à des fins pédagogiques sont en effet autorisées sans nécessité de demander le consentement de l'auteur. Néanmoins, la méthodologie d'un travail universitaire impose un certain formalisme concernant la citation.

Afin d'illustrer un devoir, une copie d'examen, un mémoire ou une thèse, il est nécessaire de faire ressortir la citation dans les formes appropriées. Ainsi, pour citer un auteur, il est nécessaire de mettre des guillemets, voire écrire en italique afin de montrer que l'idée n'est pas personnelle mais provient d'une composition extérieure. Il est ensuite indispensable de rappeler la source de cette citation dans une bibliographie correctement rédigée, mentionnant l'auteur, la date, l'ouvrage ou le lien du site internet, éventuellement le numéro de page si la citation provient d'un ouvrage.

• *Quelles sanctions en cas de plagiat ?*

La loi définit le plagiat comme une contrefaçon, qui est la reproduction d'une œuvre originale sans le consentement de l'auteur. La contrefaçon est considérée comme un délit en vertu de l'article L. 335-2 du Code de la Propriété Intellectuelle. Les auteurs de plagiat peuvent ainsi être l'objet de poursuites judiciaires.

Le manquement à ces principes est passible, pour les étudiants comme pour les personnels, de sanctions disciplinaires, allant par exemple pour les usagers de l'avertissement à l'exclusion définitive de tout établissement public d'enseignement supérieur.

Article 1

Les étudiants et personnels sont informés que le plagiat constitue la violation la plus grave de l'éthique universitaire.

Article 2

Les étudiants et personnels s'engagent à ne pas commettre de plagiat dans leurs travaux quels qu'ils soient : devoirs, comptes-rendus, mémoires, cours, articles de recherche, thèse. Le fait de commettre un plagiat en vue d'obtenir indûment une note, un diplôme ou un grade universitaire est constitutif d'une fraude à l'examen.

Article 3

Les étudiants et personnels s'engagent à citer, en respectant les règles de l'art telles que précédemment énoncées, les travaux qu'ils utilisent ou reproduisent partiellement.

Article 4

Nantes Université se réserve le droit de rechercher systématiquement les tentatives de plagiat. Elle peut le faire à l'aide d'un logiciel de détection de plagiat. A cette fin, les étudiants et personnels s'engagent, sur demande de l'université, à produire et communiquer une version numérique de leurs travaux.

Article 5

Les étudiants et personnels sont dûment informés que les manquements à la présente Charte sont passibles d'une part des sanctions disciplinaires, et d'autre part à d'éventuelles poursuites judiciaires.

Signature :

« Lu et approuvé » fait à Nantes, le 28/05/2022.



TB.

Attestation

Je soussigné Bourges Thibault, étudiant en 5^{ème} année de Masso-kinésithérapie à l'IFM3R ainsi qu'en Master 2 EOPS à l'Université de Nantes, certifie que ce mémoire est strictement le résultat de mon travail personnel.

Il respecte en tous points la charte anti-plagiat de l'Université de Nantes que j'ai rendue signée au moment du dépôt de ma convention de stage. Tout manquement à cette charte entrainerait immédiatement la note de 0. De plus, je certifie que les résultats présentés sont issus d'expérimentations que j'ai personnellement réalisées.

Je tiens à la disposition du jury l'ensemble des résultats bruts et traités pour vérification. En cas de demande de la part du jury, la non-présentation de ces données entrainerait immédiatement la note de 0.

Fait à Rezé, le 28/05/2022.

Thibault Bourges.

Remerciements

Je souhaite remercier en premier lieu mon tuteur de stage Arnaud Gaillard, qui m'aura accompagné et conseillé lors de mon passage au Nantes Rezé Métropole Volley. Sa bienveillance ainsi que son expertise m'auront permis de passer un stage agréable et de qualité.

Je tiens également à remercier tout le staff du Nantes Rezé Métropole Volley : Michele Bulleri (entraîneur adjoint) qui m'aura lui aussi beaucoup aidé tout au long de mon stage, Hubert Henno (coach principal) et Dominique Ammans (manager général).

Je remercie par la même occasion tous les joueurs de l'effectif professionnel ainsi que plus généralement tout le club du Nantes Rezé Métropole Volley de m'avoir accueilli et accompagné dans ce rôle de préparateur physique.

Un grand merci à mon directeur de mémoire Lilian Lacourpaille, à notre référent universitaire Sylvain Dorel ainsi qu'à tous les enseignants et formateurs que j'ai eu durant ces 5 années de formation que ce soit à l'UFR STAPS ou à l'IFM3R.

Enfin, je ne saurais comment remercier mes parents, mes amis et ma concubine qui m'auront soutenu et accompagné durant toute ma formation et sans qui rien n'aurait été possible.

Liste des abréviations

LAS : Lateral Ankle Sprain (Entorse Latérale de Cheville)

CAI : Chronic Ankle Instability (Instabilité Chronique de Cheville)

FDR : Facteurs De Risque

MDC : Minimum Detectable Change (Changement Minimum Détectable)

ICC : Intraclass Correlation Coefficient (Coefficient de Corrélation Intra-classe)

SEM : Standard Error of Measurement (Erreur Standard de Mesure)

ANT: Antérieur(e)

PM : Postéro-Médial(e)

PL : Postéro-Latéral(e)

CAIT : Cumberland Ankle Instability Tool

WBLT : Weight Bearing Lunge Test

MHT : Multiple Hop Test

mSEBT : modified Star Execution Balance Test

FAAM : Foot and Ankle Ability Measure

Sommaire

1) Introduction.....	1
2) Revue de littérature.....	2
2-1) Épidémiologie de l'entorse latérale de cheville dans le volley	2
2-2) Caractéristiques de l'entorse latérale de cheville	2
2-2-1) Les différents stades de l'entorse latérale de cheville (gravité)	3
2-2-2) Mécanisme lésionnel et anatomie	4
2-3) Facteurs de risque et tests	5
2-3-1) Facteurs de risque modifiables intrinsèques	5
2-4) Prévention pour l'entorse latérale de cheville	9
2-5) Étude référence	10
3) Objectifs et hypothèses.....	12
4) Matériels et méthode	13
4-1) Population testée	14
4-2) Protocole interventionnel.....	14
4-2-1) Tests	15
4-2-2) Exercices	16
4-3) Statistiques	18
5) Résultats.	19
5-1) Dorsiflexion	19
5-2) Performance fonctionnelle	20
5-3) Index de confiance	22
6) Discussion.....	23
6-1) Définition et analyse des joueurs « à risque »	26
6-1-1) Cas du joueur 1	27
6-2) Limites	28
6-2-1) Rated Perceived Exertion (RPE)	28
6-2-2) Biais et limites méthodologiques	29
6-3) Perspectives	30
7) Conclusion	31

1) Introduction

Ce stage de Master 2 Entraînement et Optimisation de la Performance Sportive s'est déroulé au sein du Nantes Rezé Métropole Volley (NRMV) avec l'équipe sénior masculine évoluant en Ligue A. L'effectif professionnel avec lequel nous avons évolué au quotidien était composé de 12 joueurs.

Le volley est un des 5 sports les plus pratiqués au monde avec plus de 220 fédérations et 800 millions de pratiquants réguliers (au moins une fois par semaine selon la Northern Carolina Volleyball Association. 2022)

Le volley-ball est un sport se jouant à 6 contre 6 sur un terrain rectangulaire de 9 mètres de large pour 18 mètres de long. Le but d'une équipe pour marquer un point est de passer le ballon par-dessus le filet puis qu'il touche le sol dans le demi-terrain adverse. La première équipe à remporter 3 sets de 25 points gagne le match. En cas d'égalité à 2 sets par tout, le dernier set se jouera en 15 points gagnants. Durant une même action, 3 passes sont autorisées avant de faire passer le ballon dans le terrain adverse. Toutes les surfaces sont autorisées, seul le porté est interdit. Au centre se situe un filet placé à une hauteur de 243 cm (volley masculin) séparant les 2 équipes. Chaque demi-terrain où prend place une équipe est séparé en 2 par une ligne parallèle à la ligne centrale située à 3 mètres du filet. Cette ligne définit une zone arrière et une zone avant. Les titulaires sont répartis selon des postes allant de 1 à 6. Il y a les avants : un passeur, un central, un réceptionneur-attaquant et les arrières : un pointu, un 2ème réceptionneur-attaquant et un libéro ou un deuxième central en fonction des phases de jeu (FIVA. 2016).

Dans ce sport, sur des joueurs professionnels, 29,3% des blessures sont des entorses latérales de cheville (Bere et al. 2015). C'est également celle qui entraîne le plus de temps d'arrêt. Dans la grande majorité des cas, elle est occasionnée lors de l'atterrissage du joueur après un saut. Ce type de blessure se produit souvent au filet lors de la réception d'un saut à la suite d'un block ou d'une attaque (Barh et al. 1997 ; Skazalsky et al. 2018). La cheville peut tourner seule ou sur le pied d'un partenaire/adversaire (Reitmayer. 2017). De plus, durant les deux premiers mois de notre stage, seulement deux blessures ont entraîné un arrêt sportif pour des joueurs. Ces deux lésions étaient des entorses latérales de cheville, nous avons donc choisi de travailler sur cette blessure.

2) Revue de littérature

2-1) Épidémiologie de l'entorse latérale de cheville dans le volley

Toutes les études retrouvées dans la littérature (Barh, 1997 ; Beneka et al. 2007, etc.) s'accordent pour dire que la blessure aigue la plus fréquente est l'entorse latérale de cheville (LAS) en volley. Les chiffres varient entre 20 et 55% selon les études mentionnées.

Reitmayer (2017) démontre dans une revue de littérature incluant tous genre et tous niveaux de pratiques, que l'incidence de blessure moyenne est de 3.05 pour 1000 heures de pratique. Les résultats montrent que « l'entorse de cheville est de loin la blessure la plus commune dans le volley-ball avec un pourcentage de 31,9% ». Concernant uniquement les volleyeurs masculins élite, c'est-à-dire la population que nous allons étudier, le pourcentage de LAS est de 29,3% selon Bere et al. (2015).

Barh (1997) nous montre qu'il y a plus de risques de blessures en matchs (3.9/1000h) que lors de l'entraînement (1.7/1000h) et que les hommes sont plus à risque en matchs que les femmes (3/1000h). De plus, l'épidémiologie de cette blessure varie en fonction du poste occupé par le joueur. En effet Do Nascimento et al. (2008) ont montré que les libéros (5,4%) et les passeurs (15,1%) subissaient moins de LAS que les réceptionneurs-attaquants (22,6%), que les centraux (23,6%) et que les pointus (33,3%). En résumé, la population que nous allons étudier a donc un risque accru de subir une entorse latérale de cheville.

2-2) Caractéristiques de l'entorse latérale de cheville

L'entorse de cheville est la blessure musculo-squelettique la plus commune chez des individus participants à des activités physiques et sportives (Gribble et al. 2016 ; Delahunt et al. 2019). Par ailleurs, 96,2% des entorses de chevilles sont des entorses latérales (Feger et al. 2017). Plus de 70 % de la population générale aura une entorse de cheville dans sa vie (Hiller et al. 2012). C'est aussi la blessure musculo-squelettique avec le plus fort taux de récurrence (Anandacoomarasamy et al. 2005 ; Delahunt et al. 2019). Cette blessure serait largement sous-estimée. En France il y en aurait au minimum 6000 par jour (Leuret et al. 2004). De plus, seul 50% des blessés iraient consulter (Cooke et al. 2003, Vuurberg et al. 2018) et seuls 6,8% seraient adressés à des kinésithérapeutes dans les 30 jours suivant leur blessure (Feger et al. 2017). Les risques de complications ainsi que de récurrence sont fortement augmentés après un 1^{er} épisode (Fong et al. 2009 ; Martin et al. 2013), sans prise en charge par un ou plusieurs professionnels de santé ces risques sont décuplés. D'après Doherty et al. (2016), 40% des sportifs développeraient une instabilité chronique de cheville (CAI) dans l'année suivant la première entorse. L'instabilité chronique serait définie par le fait d'avoir eu un premier épisode de LAS, d'avoir une forte appréhension lors de ses activités, de sentir sa ou ses chevilles se dérober ainsi

que d'avoir des entorses à répétitions, (Gribble et al. 2013 ; Vuurberg et al. 2018). La prévalence des CAI dans les sports collectifs se situerait entre 20 et 30% (Martin et al. 2021). En conclusion, il y a 6000 entorses latérales de chevilles par jour en France (Leuret et al. 2004). Après une première entorse latérale, le risque d'en refaire une est deux fois plus élevé (Martin et al. 2013). 40% se retrouveront avec une instabilité chronique (Doherty et al. 2016), enfin jusqu'à 78% des personnes ayant une CAI développeront de l'arthrose de cheville (Wikstrom et al. 2013).

2-2-1) Les différents stades de l'entorse latérale de cheville (gravité)

Il existe de nombreuses classifications de l'entorse de cheville. Celle de O'Donoghue (2002), de Bordet (2002), de Brasseur et Morvan (2002), de Trévino (1994) etc. Nous avons fait le choix de vous présenter l'une des plus utilisées, celle de Malliaropoulos (2006).

Tableau 1 : Résumé des critères de classification en 4 grades de l'entorse latérale de cheville d'après Malliaropoulos (2006).

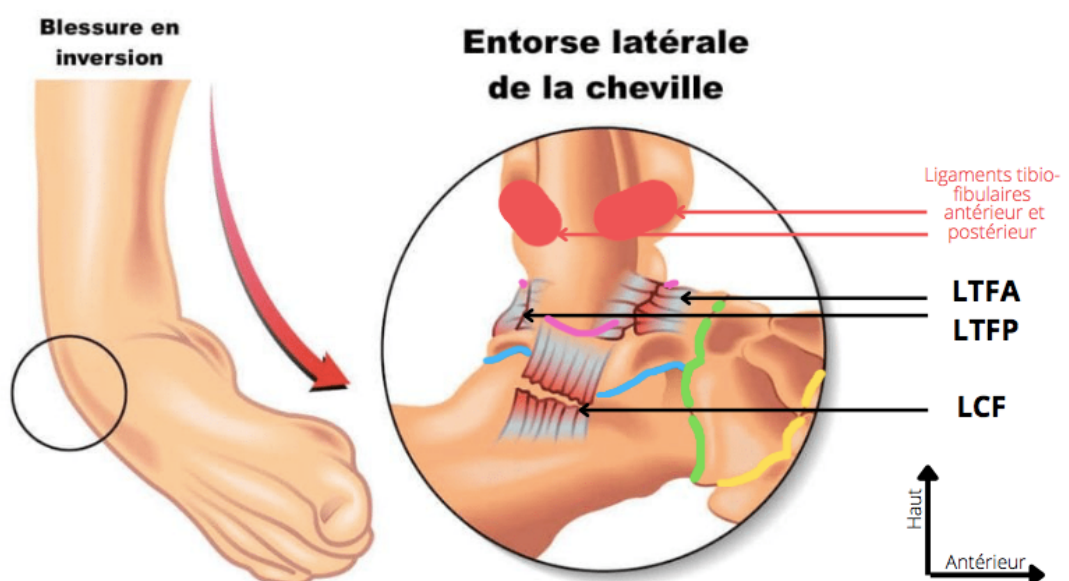
GRADE	Perte de Mobilité en dorsiflexion de cheville	Oedème	Perte de fonction	Test Tiroir Talaire	Test d'inclinaison	Palpation	RTP (en jours)
I	<5°	<0,5cm	0	0	0	0	7,2 +/- 1,6
II	5 à 10°	0,5 à 2cm	+	+	0	Point exquis	15,0 +/- 2,1
IIIa	>10°	>2cm	+	<3mm	+	Point exquis	30,7 +/- 3,1
IIIb	>10°	>2cm	+	>3mm	+	Point exquis	55,4 +/- 4,9

RTP= Return to Play

Comme on peut le voir dans le tableau ci-dessus, cette classification est définie par plusieurs critères : l'impotence fonctionnelle, la perte de mobilité en flexion dorsale, la taille de l'œdème, la laxité du tiroir antérieur (évalué sous radiographie), la positivité ou non du test d'inclinaison et la palpation des ligaments. Selon les résultats aux évaluations mentionnées, on peut donc classer une lésion de cheville selon 4 grades. Cela permet dans des compte-rendu écrits ou oraux de savoir plus vite quelle lésion initiale a subi l'athlète. Cette classification permet également d'avoir une idée sur le temps de Return To Play. En effet, toujours selon Malliaropoulos (Tableau 1), un stade I n'occasionnerait qu'une semaine d'arrêt environ tandis qu'un joueur avec un stade IIIb mettra environ deux mois pour rejouer.

2-2-2) Mécanisme lésionnel et anatomie

L'entorse latérale de cheville se produit dans la majorité des cas lors de l'atterrissage d'un saut suite à un block ou une attaque (Barh et al. 1997 ; Skazalsky et al. 2018). Selon Barh (1997), en match, dans 68% des cas la lésion se produit en retombant sur le pied d'un adversaire. Dans 19% des cas, c'est en retombant sur le pied d'un partenaire. En définitive, dans la grande majorité des cas, la lésion se produit suite à un atterrissage sur le pied d'un joueur. Suite à ces constatations, Reeser et al. (2001) ont même proposé un changement de règles du volleyball pour éviter aux joueurs de retomber sur la ligne centrale ou de l'autre côté du terrain, ce qui, théoriquement diminuerait considérablement le nombres d'entorses de chevilles. Fong nous rapporte en 2009 que : « l'étiologie de la plupart des entorses de cheville est un positionnement incorrect du pied à l'atterrissage, une déviation médiale des forces de réaction au sol causant une supination/rotation médiale soudaine (50ms) de l'articulation sous-talienne. Une autre cause résulte du délai d'activation des muscles fibulaires (60-90ms) ». Ce que cela signifie, c'est que la rapidité du mécanisme lésionnel ne permet pas aux fibulaires de s'activer à temps pour contrecarrer ce mouvement lésionnel. Les fibulaires manquent donc d'explosivité pour empêcher la lésion. Entraîner cette explosivité pourrait potentiellement réduire le risque de survenue de LAS. Cependant, à ce jour, aucune publication ne démontre ces suppositions.



Articulations : • Subtalaire • Talo-crurale • de Chopart • de Lisfranc

Figure 1 : Mécanisme lésionnel de l'entorse latérale de cheville « classique » montrant les principales structures articulaires et ligamentaires pouvant être lésées.

Skazalski et al. (2018) ont étudié le mécanisme des entorses de cheville chez des volleyeurs élités. Selon ces derniers, dans la majorité des cas, le pied serait en flexion plantaire lors du contact initial,

puis passerait en flexion neutre voir en flexion dorsale avant de partir en inversion et donc que la lésion se produise. Selon Fong et al. (2009, 2012), il existe de nombreuses entorses latérales avec des mécanismes lésionnels différents : en rotation médiale plus supination (entorse la plus « classique »), entorse en rotation médiale (plus présente dans des sports à haute vitesse avec blocage comme le tennis par exemple). En volley, le plus souvent le mécanisme lésionnel arrive en supination et varus du pied lors de l'atterrissage sur un autre pied ce qui cause principalement une atteinte du ligament tibio-fibulaire antérieur associé à celle du ligament calcanéo-fibulaire (Kaikonen et al. 1997). De nombreuses autres structures peuvent être touchées : ligament tibio-fibulaire postérieur, syndesmo, malléoles, articulation subtalaire, de Chopart, de Lisfranc, fibulaires, rétinaculum (Bonnell et Mabit. 2015) etc.

2-3) Facteurs de risque et tests

Il y a différentes catégories de facteurs de risque (FDR). Il y a ceux qui sont modifiables et ceux qui sont non modifiables (Martin et al. 2021). Le FDR non modifiable le plus important est la présence d'un ou plusieurs antécédents d'entorse latérale de cheville (Anandacoomarasamy et al. 2005 ; Delahunt et al. 2019). En effet, Martin et al. (2013) nous montre que le risque de faire une nouvelle LAS après un ou plusieurs épisodes est plus de deux fois plus grand que chez une population n'ayant jamais eu de LAS (niveau de preuve 1). Parmi les facteurs de risque modifiables, on retrouve les FDR intrinsèques et les FDR extrinsèques. Les FDR intrinsèques sont propres aux caractéristiques du joueur comme sa proprioception, sa force, ses mobilités etc. Les FDR extrinsèques comprennent le sport pratiqué, les caractéristiques de l'environnement etc. (Vuurberg et al. 2018). Nous allons porter un intérêt plus particulier sur les facteurs de risque modifiables car nous pourrions avoir une action dessus. Pour chaque facteur de risque que nous tenterons d'impacter, nous présenterons chaque test qui sera utilisé lors de notre protocole pour évaluer leur évolution.

2-3-1) Facteurs de risque modifiables intrinsèques

Tous les FDR modifiables intrinsèques que nous allons présenter ont un niveau de preuve de 2. Seul le déficit de force des abducteurs de hanche à un niveau 1, cependant nous ne développerons pas ce facteur de risque dans ce travail.

Mobilité en dorsiflexion

Parmi ces facteurs de risque on retrouve le déficit de mobilité en flexion dorsale (de Norhona et al. 2006 ; Martin et al. 2013 ; Martin et al. 2021 ; Pope et al. 1998 ; Vuurberg et al. 2018).

Pope et al. (1998) nous montrent que les patients ayant une dorsiflexion inférieure à 34 degrés ont près de 5 fois plus de risques de se faire une entorse latérale de cheville en comparaison à une population de militaires entraînés ayant une dorsiflexion de 45 degrés ou plus ($p=0,006$).

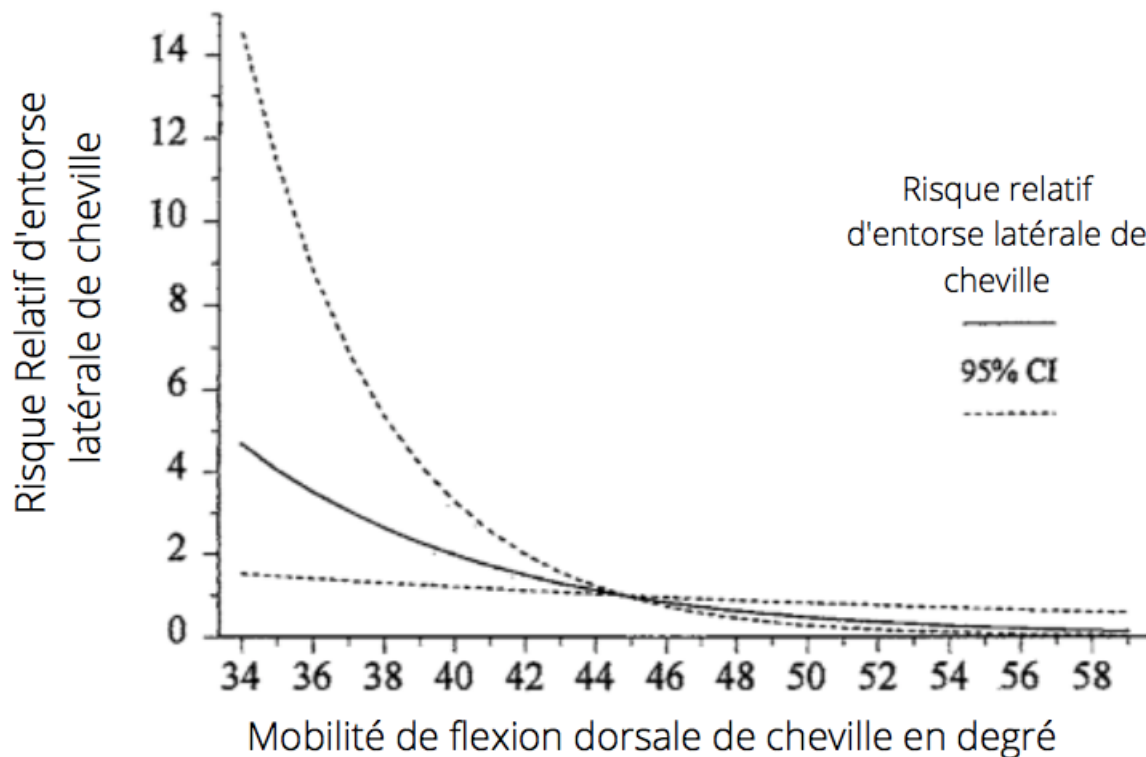


Figure 2 : Risque relatif d'apparition d'une entorse latérale de cheville par rapport à la mobilité en flexion dorsale de cheville d'après Pope et al. (1998).

Selon Konor et al. (2012), la mobilité en flexion dorsale peut être évaluée de différentes manières mais le Weight Bearing Lunge Test (WBLT) permet une évaluation plus fonctionnelle car il se passe en charge. Le test consiste à avancer le genou le plus loin possible vers l'avant sans décoller le talon, c'est-à-dire à atteindre la plus grande dorsiflexion de cheville possible en charge tout en conservant les mains sur les crêtes iliaques (Figure 3). De plus, différents types de mesures sont possibles (Konor et al. 2012). La distance entre le gros orteil et le mur peut être mesurée en position de flexion dorsale maximum et lorsque le genou est à la limite de toucher le mur. Un goniomètre, un inclinomètre digital ou à bulle peuvent être utilisés pour mesurer l'angle entre la jambe et le pied. La modalité la plus fiable est de mesurer ce test à l'aide d'un inclinomètre digital ou à bulle (Konor et al. 2012 ; Cejudo et al. 2014 etc.). Le coefficient de corrélation intra-classe (ICC) de ce test est de 0,95 selon Cejudo et al. (2014) et de 0,96 d'après Konor et al. (2012). L'erreur standard de mesure (SEM) est de 1,4° et le seuil de changement minimal détectable (MDC) est compris entre 3,8° (Konor et al. 2012) et 3,9° (Cejudo et al. 2014). C'est-à-dire que pour noter un changement significatif (taille d'effet > 0,2), il faudra que l'athlète testé bénéficie d'un gain supérieur à 3,9° pour l'imputer à l'intervention.



Figure 3 : Réalisation du Weight Bearing Lunge Test avec un plurimètre de Rippstein (inclinomètre à bulle).

Performance fonctionnelle

Les performances fonctionnelles sont évaluées et mesurées grâce à différents tests (Martin et al. 2021). Nous utiliserons lors de notre protocole le modified Star Execution Balance Test (mSEBT) ainsi que le Multiple Hop Test (MHT).

Le mSEBT évalue une performance fonctionnelle : l'équilibre, le contrôle dynamique du joueur. Il évalue l'un des principaux facteurs de risque d'entorse latérale de cheville. Il permettra donc de détecter si des joueurs ont des déficits lors des test pré-interventionnels ainsi que l'évolution, les potentielles améliorations des joueurs concernant leur équilibre dynamique à la suite d'un protocole de prévention (van Lieshout et al. 2016). Trois lignes de strap sont placées au sol, une antérieure, une postéro-médiale et une postéro-latérale. Les deux bandes postérieures sont perpendiculaires l'une par rapport à l'autre et ont un angle de 135° par rapport à la ligne antérieure. Le joueur passant le test doit avoir les mains sur les crêtes iliaques durant tout le test, il doit avoir son talon posé au sol à l'extrémité postérieure de la ligne antérieure. Ensuite, il vient toucher avec sa 2^{ème} phalange de l'hallux le plus loin possible les lignes antérieures, postéro-médiales et postéro-latérales (Figure 4). Trois essais sont réalisés, la moyenne des trois est conservée comme donnée (van Lieshout et al. 2016). Selon van Lieshout et al. (2016), le score antérieur a un ICC de 0,91, une SEM de 1,7% et un MDC de 4,7%. Pour les directions postéro-médiales et postéro-latérales, les ICC sont de 0,87 et les MDC sont respectivement de 10,7% et 12,7%. Selon de Noronha et al. (2013), une performance inférieure à 80% dans la direction postéro-latérale augmenterait le risque d'entorse latérale de cheville. Ces résultats ont été trouvés chez une population de 121 étudiants actifs (activité physique pratiquée au moins deux fois par semaine).



Figure 4 : Réalisation du modified Star Execution Balance Test.

Une autre étude (Attenborough, 2017) portant sur des joueuses de netball a montré qu'une distance inférieure ou égale à 77,5% de la longueur de la jambe dans la direction postéro-médiale multiplierait le risque de LAS par 4. Toujours avec un niveau de preuve de 2, Hartley et al. (2018) nous rapporte également qu'une mauvaise performance dans la direction antérieure serait également prédictive d'une LAS pour une population d'athlètes masculins (384 hommes ont été inclus dans l'étude). En effet, dans cette étude, les blessés (38 athlètes ont subi une LAS) ont eu un résultat dans la direction antérieur du SEBT de $55.61 \pm 6.70\%$ versus $58.24 \pm 6.78\%$ pour les non-blessés ($p=0.01$). Gribble et al. (2016) eux montrent un risque presque 3 fois plus élevé ($OR=2,84$; $P=0,001$) de LAS sur 606 joueurs de football élite (lycée et université) lorsque les athlètes scorent 67,7% ou moins au mSEBT dans la direction antérieure.

Le Multiple Hop Test est fait pour évaluer l'équilibre ainsi que la proprioception des joueurs. De même que le mSEBT. Il évalue donc également l'équilibre dynamique qui est un des principaux FDR intrinsèques et modifiables de l'entorse latérale de cheville (Eechaute et al. 2020). Ce test se déroule de la manière suivante : le joueur doit être en équilibre sur la jambe testée toute la durée du test. Il doit avoir les mains sur les crêtes iliaques et il doit rester 5 secondes sur chaque plateforme (10 au total) avant de sauter sur la suivante (Eechaute et al. 2012 ; Sawle et al. 2017). Deux types d'erreurs sont comptabilisés. Les erreurs Fixed Support Strategy (FSS) et les Change in Support Strategy (CSS). Bouger son tronc de plus de 30° dans le plan frontal ou sagittal, bouger la jambe non portante de plus de 30° dans le plan frontal et joindre ses deux jambes sont des erreurs d'équilibre FSS. Sont considérées comme des erreurs CSS le fait de trébucher avec son pied d'appui, d'enlever ses mains des crêtes iliaques, ou que la jambe non portante touche le sol (Eechaute et al. 2020). L'ICC pour le score de ce test est de 0.85 selon Sawle et al. (2017). Selon une autre étude de Eechaute et al. (2012), l'ICC de ce test pour des patients sains serait de 0.64 versus 0.84 pour ceux ayant une CAI. L'ESM serait de 2.8 versus 2.6 et le MDC n'a été recherché que pour les sujets ayant une CAI et est de 7.2.

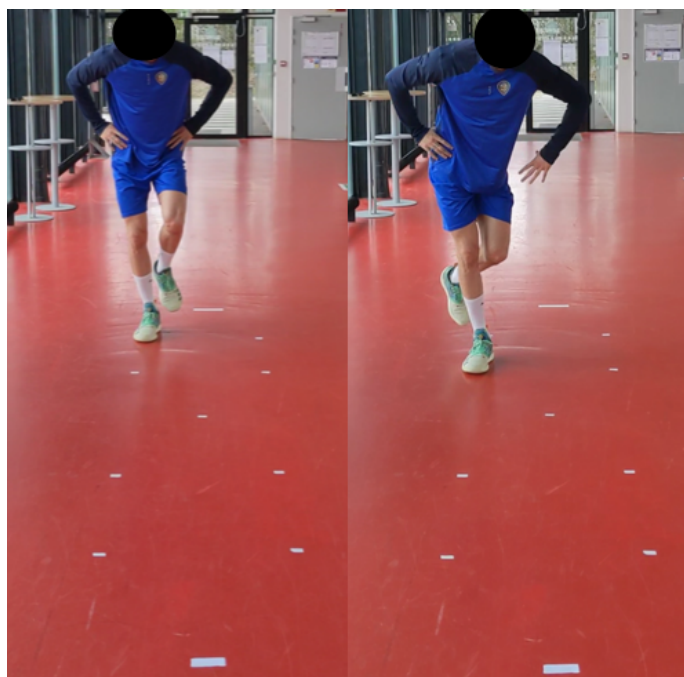


Figure 5 : Réalisation du Multiple Hop Test.

Eechaute et al. (2020) ont conduit une étude sur 234 étudiants pratiquant du sport en compétition à un niveau non-professionnel. Ils ont obtenu les résultats suivants, un athlète scorant 12,5 erreurs Change in Support Strategy ou plus, c'est-à-dire des erreurs d'équilibre lors de l'atterrissage comprenant un mouvement de rééquilibrage du pied d'appui, toucher le sol avec le pied en suspension ou enlever ses mains des crêtes iliaques serait 4 fois plus à risque de subir une LAS. En effet, le groupe « non blessé » a fait en moyenne 9.6 ± 5.3 erreurs CSS versus 14 ± 6.2 pour ceux qui ont eu une LAS.

Foot and Ankle Ability Measure (sous-partie activité sportive)

Ce questionnaire est utilisé pour évaluer la confiance en leur cheville et en leur pied de personnes ayant une instabilité chronique de cheville (Carcia et al. 2008). Selon Martin et al. (2005), cette sous-partie du Foot and Ankle Ability Measure questionnaire à un coefficient alpha de 0.98. En ce qui concerne la reproductibilité du test, cette étude nous rapporte un ICC de 0.87, une SEM de 4.5% et un MDC de 12.3%. Cela nous montre donc que ce test est très bien construit et, également, que la reproductibilité ainsi que la validité sont excellentes. Pour notre protocole, ce questionnaire servira de marqueur pour évaluer l'évolution de la confiance des joueurs en leur cheville.

2-4) Prévention pour l'entorse latérale de cheville

« Des mesures pour prévenir des blessures musculo-squelettiques ont montré des effets significatifs

sur la diminution de l'occurrence des blessures au volley, particulièrement pour les blessures de chevilles » (O.Kilic, 2017). La littérature nous dit donc que des protocoles de prévention peuvent diminuer significativement le nombre de blessures, notamment en ce qui concerne les entorses latérales de cheville. Martin et al. (2021) dans leur guideline montrent que suite à une LAS, les programmes ayant montré la meilleure efficacité (grade A, ce qui signifie que l'évidence est fortement prouvée par la science) doivent comprendre des mobilisations en flexions dorsales de cheville, des étirements, des exercices entraînant le versant neuromusculaire, l'équilibre et la posture.

Concernant la CAI, toujours selon Martin et al. (2021), les praticiens devraient proposer des exercices proprioceptifs, neuromusculaires afin d'améliorer l'équilibre dynamique et la stabilité (confiance) perçus par les patients dans leur fonction au quotidien (grade A). De plus, des manipulations en flexion dorsale type Maitland devraient être effectuées ainsi que des exercices de dorsiflexion en charge (grade A). Tout cela permettrait d'augmenter la mobilité en dorsiflexion en charge et l'équilibre dynamique des patients. Verhagen et al. (2005) ont montré l'efficacité d'un programme de prévention de 14 semaines basé sur des exercices de proprioception chez une population de volleyeurs de 2 et 3^{ème} division allemande (hommes et femmes). En effet, ce programme a permis de diminuer l'apparition de LAS chez le groupe intervention $0,5 (\pm 0,1)/1000h$ de pratique versus $0,9 (\pm 0,3)/1000h$. Hernandez-Guillén et Blasco (2020) ont comparé chez une population de 36 personnes de plus de 60 ans les effets de mobilisations en flexions dorsales (3 séries de 30 secondes) pendant deux semaines à raison de trois séances par semaine. Les deux groupes étaient à $24,2 \pm 5,5^\circ$ (intervention) et à $25 \pm 6,2^\circ$ (contrôle) en moyenne avant intervention. Suite à l'intervention, le groupe intervention a vu sa flexion dorsale de cheville augmentée à $35 \pm 5^\circ$ alors qu'aucun changement n'a été observé pour le groupe contrôle. Les améliorations étaient conservées huit semaines après l'intervention. Enfin le protocole créé par Cruz-Diaz et al. (2020) a également montré des effets intéressants et significatifs que nous allons détailler ci-dessous.

2-5) Étude référence

Pour créer notre protocole interventionnel, nous nous sommes inspirés principalement de l'essai contrôlé randomisé de Cruz et Diaz (2020) s'intitulant : Ankle-Joint Self Mobilization and CrossFit Training in Patients with Chronic Ankle Instability. L'étude a été conduite en simple aveugle. 75 participants physiquement actifs (pratique sportive au moins deux fois par semaine) ayant une CAI ont été recrutés. Pour les sélectionner, ils se sont basés sur les critères définis par l'International Ankle Consortium (Gribble et al. 2013). Ces critères sont les suivants : avoir eu une entorse latérale de cheville datant d'au moins six mois, un score de 24 ou moins au Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT), pas d'antécédent d'autres blessures musculo-squelettiques concernant les membres

inférieurs et la capacité mentale et physique de participer à des sessions de CrossFit. Des dysfonctions d'équilibre vestibulaire, une entorse latérale de cheville datant de moins de six semaines, une chirurgie récente ou être un habitué de CrossFit constituaient les critères d'exclusion. Pour randomiser les participants en trois groupes différents, un évaluateur indépendant a été sollicité. Les trois groupes ne présentaient aucune différences démographiques et cliniques.



Figure 6 : 3 exercices d'auto-mobilisations en flexion dorsale de cheville utilisés dans l'étude de Cruz-Diaz et al. (2020).

Ils ont étudié l'effet d'un protocole composé de trois exercices d'auto-mobilisation en flexion dorsale de cheville associés à un entraînement de CrossFit trois fois par semaine durant douze semaines versus un entraînement de CrossFit seul versus un groupe contrôle. Les exercices d'auto-mobilisations devaient être réalisés en amont de la séance de CrossFit. Trois séries de dix répétitions (avec une minute de repos entre chaque série) devaient être exécutés pour chaque exercice d'auto-mobilisation. La partie CrossFit était divisée en trois parties : un échauffement cardio-vasculaire puis une montée en charge progressive sur les exercices prévus lors de la séance. La seconde et principale partie se composait des exercices de CrossFit (burpees, épaulé-jeté etc.). Enfin, des efforts cardio-vasculaires de basse intensité étaient réalisés. Pour évaluer l'effet de ce protocole de douze semaines, le Weight Bearing Lunge Test (mesure de la distance entre le gros orteil et le mur), le modified Star Execution Balance Test et le Cumberland Ankle Instability Tool ont été réalisés par les trois groupes avant et après l'intervention. Les résultats de ce protocole conduits en 2020 montrent des améliorations significatives avec des tailles d'effets très importantes ($d > 1,2$) de la dorsiflexion, du score du mSEBT et du score CAIT. Le groupe ayant réalisé les auto-mobilisations ainsi que le CrossFit avait un score initial de $8,72 \pm 1,19$ cm. On voit dans la figure ci-dessus que suite aux 12 semaines d'intervention, les différents tests ont été améliorés significativement pour ce groupe en comparaison au groupe contrôle. En effet, la dorsiflexion par exemple a été améliorée de 2.29 ± 0.45 cm, ce qui serait supérieure au MDC définit ($1,5$ cm) par Konor et al. (2012) et à celui que Cruz-Diaz et al. (2020) donne dans leur propre étude ($1,9$ cm).

Tableau 2 : Résultats des interventions en inter-groupe pour la mobilité en dorsiflexion, les scores SEBT et le score CAIT d'après Cruz-Diaz et al. (2020).

GROUPE AUTO-MOBILISATIONS + CROSSFIT VS GROUPE CONTRÔLE		
TESTS	Changements inter-groupe	d de Cohen
Dorsiflexion (cm)	2.29* (1.84, 2.74)	3.07 (2.21, 3.92)
mSEBT ANTÉRIEUR (%)	3.09* (1.75, 4.43)	1.38 (0.73, 2.02)
mSEBT PM (%)	4.01* (2.11, 5.91)	1.26 (0.62, 1.89)
mSEBT PL (%)	4.43* (2.63, 6.23)	1.47 (0.81, 2.12)
CAIT (score de 0 à 30)	5.06* (3.95, 6.17)	2.73 (1.93, 3.54)

* résultat significatif

mSEBT= modified Star Execution Balance Test ; CAIT= Cumberland Ankle Instability Tool; PM=Postéro-médiale; PL=Postéro-latérale ; cm= centimètres.

Il est intéressant de noter que pour le WBLT, 1cm correspondrait à 3,6° (Benell et al. 1998). L'amélioration moyenne retrouvée par Cruz-Diaz et al. (2020) serait donc théoriquement de $8,24 \pm 1,62^\circ$. De plus, 56% des patients du groupe auto-mobilisation plus CrossFit ont eu des résultats supérieurs au MDC pour la dorsiflexion versus 0% pour le groupe contrôle. 88%, 64% et 68% des patients ont eu des améliorations supérieures au MDC pour respectivement les valeurs du mSEBT antérieur, postéro-médial et postéro-latéral versus 10%, 14% et 0% pour le groupe contrôle. Dans la partie discussion, ils rapportent que leurs résultats coïncident avec les données de la littérature. Les mobilisations avec charge en dorsiflexion est l'outil le plus efficace pour augmenter la mobilité de cheville en flexion dorsale.

3) Objectifs et hypothèses

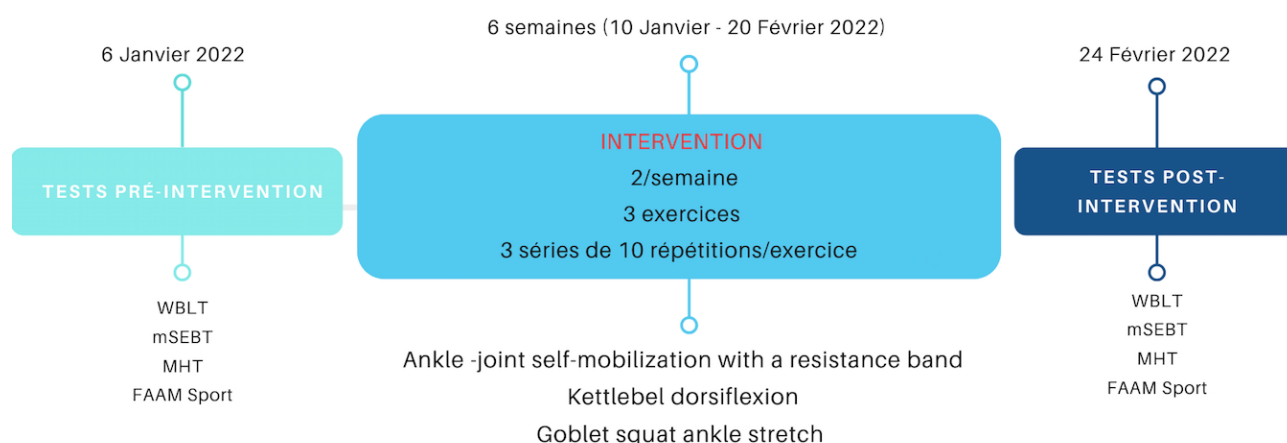
L'objectif est d'observer l'effet du programme d'auto-exercices de mobilité en flexion dorsale de cheville mis en place sur l'effectif professionnel du Nantes Rezé Métropole Volley durant six semaines sur certains facteurs de risque modifiables de l'entorse externe de cheville et sur la confiance des athlètes en leur cheville. Ce protocole sera expliqué et détaillé dans la suite de ce travail écrit. Nos hypothèses sont les suivantes : nous nous attendons à une amélioration significative de la mobilité en flexion dorsale de cheville ainsi qu'une amélioration significative des performances fonctionnelles de cheville, c'est-à-dire que les performances du modified Star Execution Balance Test et du Multiple Hop Test soient améliorées à la suite du protocole interventionnel. Nous faisons également l'hypothèse que la confiance en leurs chevilles sera plus importante à la fin du protocole et donc que le score du Foot and Ankle Ability Measure (sous-partie sportive) sera plus important après l'intervention. De plus, nous nous attendons à retrouver une corrélation entre l'amplitude des gains et le niveau initial des joueurs. Nous émettons l'hypothèse que les joueurs étant sous les seuils les plaçant à risque sortent de ces *cut-off* à la suite des six semaines d'intervention. Enfin, nous

attendons une baisse, voir une absence de nouvelles entorses latérales de chevilles d'ici la fin de la saison.

4) Matériels et méthode

Le choix de l'intervention s'est fait en accord avec le staff pour que le protocole puisse être mis en place sans que cela impacte la performance des joueurs, ni refaire des exercices similaires à ce qu'ils pourraient déjà faire. En effet, en musculation, ils faisaient déjà beaucoup de travail de force et de puissance en squat, hip trust ainsi que beaucoup d'exercices de gainage dont la planche sur le côté. Ces exercices travaillent donc déjà les qualités musculaires des abducteurs et extenseurs de hanches. Ils faisaient également beaucoup d'exercices de proprioception pour leurs chevilles. Cependant nous avons observé durant les trois premiers mois de notre stage qu'ils ne faisaient jamais d'exercices de mobilité de cheville en flexion dorsale. Ce domaine nous intéressant tout particulièrement, nous avons donc choisi de baser notre intervention sur des exercices d'auto-mobilisation dans un but de gagner en mobilité de flexion dorsale, qui est l'un des principaux facteurs de risque intrinsèques et modifiables. De plus, une corrélation a été montrée par Hoch et al. (2011) entre une plus grande mobilité en dorsiflexion et de meilleures performances au Star Execution Balance Test. Selon cette étude, une mobilité suffisante en dorsiflexion de cheville expliquerait plus de 28% de changements sur la performance du contrôle dynamique posturale testée par le SEBT notamment dans la direction antérieure. Les facteurs de risque sur lesquels nous allons tenter d'avoir un impact sont donc ceux qui sont modifiables et intrinsèques.

Figure 7 : Frise chronologique du protocole de prévention mis en place au sein du NRMV.



WBLT= Weight Bearing Lunge Test ; mSEBT= modified Star Execution Balance Test; MHT= Multiple Hop Test ; FAAM= Foot and Ankle Ability Measure. NRMV= Nantes Rezé Métropole Volley.

4-1) Population testée

La population testée initialement prévue était composée des 12 joueurs de l'effectif professionnel du NRMV.

Joueurs	Age	Taille	Poids	Poste	Nombre de saisons professionnelles	International	Antécédents de blessures de cheville	Cheville Droite	Cheville Gauche
1	27	189	82	réceptionneur/attaquant	9	oui	oui	8	1
2	29	200	91	réceptionneur/attaquant	4	oui	oui	1	0
3	34	209	99	central	14	oui	oui	15	15
4	36	184	74	libéro	17	oui	non	0	0
5	22	203	85	central	1	oui(junior)	oui	1	2
6	21	202	95	réceptionneur/attaquant	3	oui(junior)	oui	1	0
7	22	189	80	réceptionneur/attaquant	8	oui(junior)	oui	1	1
8	22	199	90	passeur	4	non	oui	0	1
9	28	199	91	central	11	oui	oui	2	4
10	24	197	98	pointu	4	oui	oui	3	2
11	20	184	70	libéro	1	non	oui	4	0
Moyenne	25,9	195,9	86,8		6,9			3,3	2,4
Ecart-type	5,4	8,2	9,5		5,3			4,5	4,4

Tableau 3: données anthropométriques et antécédents d'entorses latérales de chevilles de l'effectif du Nantes Rezé Métropole Volley 2021-2022.

Malheureusement le capitaine ayant subi une intervention invasive au niveau des genoux six jours avant le début du protocole, il ne se sentait pas apte à passer cette batterie de tests. Du fait qu'il soit en fin de carrière et qu'il n'ait jamais eu d'entorses de cheville, nous avons décidé, d'un commun accord, de l'exclure du protocole. Nous avons donc conduit ce programme sur 11 joueurs professionnels de volley comprenant 1 passeur, 2 libéros, 4 réceptionneurs/attaquants, 3 centraux et 1 pointu. Suite au calcul de la moyenne de toutes les données anthropométriques, le joueur type a 26 ans ($\pm 5,4$), mesure 196cm ($\pm 8,2$), pèse 86,8kg ($\pm 9,5$) et joue actuellement sa 7^e saison ($\pm 5,3$) en professionnel. A noter que 9 des 11 joueurs ont été ou sont internationaux (dont 3 en junior).

4-2) Protocole interventionnel

Pour ce protocole, trois tests ainsi qu'un questionnaire ont été passés par les 11 joueurs lors de la semaine 1 ainsi que lors de la semaine 8. Le WBLT, le mSEBT, le MHT et le FAAM (sous-partie sportive) ont été utilisés pour évaluer les effets du protocole mis en place. Ces tests et ce questionnaire

ont été décrits précédemment dans la partie revue de littérature. Ici nous allons décrire dans quelles modalités ces tests ont été passés par les joueurs.

4-2-1) Tests

Pour tous les tests, un premier passage de familiarisation a été fait pour chaque cheville avant de refaire le test et de prendre la/les mesures. Un ordinateur était situé à côté, cela nous permettait de directement noter les mesures relevées lors des passages.

Pour le Weight Bearing Lunge Test, un plurimètre de Rippstein (inclinomètre à bulle) a été utilisé. Les participants étaient en tenue de sport et en chaussettes. La mesure était directement relevée par nos soins en se mettant dans l'axe de l'inclinomètre pour ne pas avoir d'effets d'optiques. Avant de relever et de noter la mesure, nous nous assurons que le joueur n'avait pas son talon décollé ni ses mains enlevées de ses crêtes iliaques.

Pour le modified Star Execution Balance Test, en amont des passages, un métrage avait été fait sur les bandes de strap afin de pouvoir relever la mesure directement par observation. Les athlètes devaient passer ce test en chaussettes. Nous relevions l'endroit le plus loin où la 2^{ème} phalange de l'hallux du pied non portant touchait la bande pour chaque direction. De plus, chaque passage était filmé et directement visionné pour être sûr que le test était valide. Pour que le test soit valide, il fallait que l'athlète reste en équilibre sur son pied d'appui et n'enlève pas ses mains de ses crêtes iliaques pendant toute la durée du test. Une fois les mesures notées, un calcul pour normaliser ces valeurs en pourcentage a été réalisé. Le calcul était le suivant : mesure relevée (cm) / longueur de la jambe (cm) *100.

Concernant le Multiple Hop Test, chaque passage était filmé. Les joueurs devaient cette fois-ci réaliser le test en chaussures de sport. Pour chaque plateforme un décompte de 5 secondes était effectué (à l'aide d'un chronomètre) à haute voix permettant ainsi à l'athlète de savoir lorsqu'il pouvait passer à la plateforme suivante. Si le passage était valide, il était conservé puis revisionné pour comptabiliser le nombre et le type d'erreurs. Nous reportons toutes les erreurs pour chaque passage et nous faisons directement la différence entre erreurs les Change in Support Strategy et les Fixed Support Strategy.

Enfin pour le Foot and Ankle Ability Measure (sous-partie sportive), deux versions toutes les deux validées ont été utilisées. Une en français et la même en anglais pour les athlètes étrangers ne pouvant pas lire le français. La totalité des points pour chaque joueur était divisée par le nombre de points maximum puis multipliée par 100 afin d'avoir un score exprimé en pourcentage.

4-2-2) Exercices

L'objectif visé était de réduire les facteurs de risque via une intervention basée sur l'auto-mobilisation en flexion dorsale, nous avons recherché des protocoles dans la littérature pour nous en inspirer. Ce protocole s'est basé sur l'étude de Cruz-Diaz et al. (2020). Deux des trois exercices de ce protocole ont été conservés. L'exercice non conservé a été remplacé par un autre, plus simple à mettre en place. Le nombre de séries et de répétitions ont été conservées. Pour des raisons pratiques et également pour rester au plus proche de l'étude de Cruz-Diaz et al. (2020), deux sessions au lieu de trois ont été réalisées durant 6 semaines au lieu de 12 semaines. La principale raison de ces changements réside dans le fait que les séances d'auto-mobilisation ont été placées en amont des deux séances de musculation hebdomadaires. Les séances de musculation réalisées étant programmées à l'avance, nous n'avions pas d'action dessus. Néanmoins, elles ressemblaient en plusieurs points aux séances de CrossFit proposés par Cruz-Diaz et al. (2020). Le protocole que nous avons proposé à l'effectif professionnel du NRMV durant ces six semaines est donc composé de trois exercices d'auto-mobilisation en flexion dorsale à réaliser juste avant les deux séances de musculation hebdomadaires. Chaque exercice comporte 3 séries de 10 répétitions et est à faire pour chaque jambe. Le temps estimé d'une séance est d'environ 15 minutes. Les deux premiers exercices sont tirés de l'étude de Cruz-Diaz et al. (2020).

1^{er} exercice : Ankle-joint self-mobilization with a resistance band

Mobilisation de la cheville en flexion dorsale avec une résistance élastique sur le talus. L'élastique est accroché sur un rack situé derrière le joueur. Ce dernier doit alors avoir son pied d'appui proche du rack et le pied avec la résistance élastique légèrement surélevé à l'aide d'un step. Il doit ensuite effectuer des flexions dorsales complètes et revenir après chaque répétition à un angle articulaire de cheville neutre (90° entre le pied et le tibia). Deux bandes élastiques jaunes DECATHLON® ont été utilisées pour ces exercices. Une marque au sol située à 1m du rack a servi de repère pour que la tension imprimée par l'élastique soit la même durant 6 semaines et pour tous les joueurs.

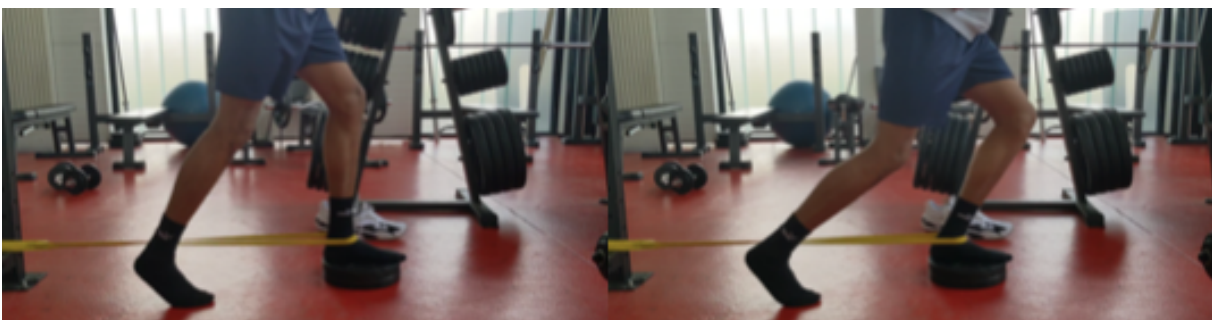


Figure 8 : Ankle-joint-self-mobilization with a resistance band.

2^e exercice : Kettlebell dorsiflexion

Cet exercice consiste à ce que le joueur adopte une position de fente agenouillée avec le pied à traiter situé en avant. Sur chaque répétition, il fait une dorsiflexion maximum avec un kettlebell de 20kg sur le genou de la jambe antérieure.



Figure 9 : Kettlebell dorsiflexion.

3^{ème} exercice : Goblet Squat Ankle Stretch (tiré de Squat University)

Pour réaliser le 3^e exercice, les joueurs ont besoin d'un poids de 10 kg. Il se mettent en position squat complet avec le poids tenu dans les mains comme un volant. Ensuite à l'aide de leur coude ils font avancer leur genou à droite puis à gauche sans décoller les talons afin de réaliser des flexions dorsales maximales droites et gauches successives. Trois séries de 20 répétitions sont réalisées (10 pour la cheville droite et 10 pour la gauche).



Figure 10 : Goblet Squat Ankle stretch.

4-3) Statistiques

Pour l'ensemble des données, et ce pour chaque test, nous avons testé l'hypothèse nulle des deux moyennes (pré et post-interventionnels). Le choix du t-test s'est fait car les deux échantillons sont appariés. Le t-test nous a donc permis de tester les hypothèses nulles (H_0) de ces différentes moyennes, nous donnant ainsi une p-value. On considère alors qu'une p-value $< 0,05$ nous permet de rejeter H_0 avec un risque alpha de moins de 5%. Lorsque la p-value est inférieure à 0,05, le résultat est donc significatif. De plus, nous avons réalisé un d de Cohen en plus des t-test pour déterminer la taille d'effet de ces résultats. Selon Cohen (1998), un résultat compris entre 0,2 et 0,5 signifierait que la taille d'effet est petite. Une taille d'effet modérée se situe entre 0,5 et 0,8. Au-dessus de 0,8, la taille d'effet est considérée comme importante, voire très importante ($> 1,2$). De plus, nous avons testé la corrélation entre le niveau initial et l'amplitude des gains pour les tests suivants : Weight Bearing Lunge Test, modified Star Execution Balance Test (direction antérieure), Multiple Hop Test (erreurs Change in Support Strategy) et Foot and Ankle Ability Measure (sous-partie sportive). Un résultat inférieur à 0,2 signifie qu'il n'y a aucune corrélation, entre 0,2 et 0,5 elle est modérée, entre 0,5 et 0,7 elle est forte. Enfin, si le r (coefficient de corrélation) est supérieur à 0,7 la corrélation est définie comme étant excellente.

5) Résultats.

Tableau 4 : Résultats

*P-value < 0,05 = résultat significatif *. d de Cohen : 0,2= petite taille d'effet ; 0,5= taille d'effet modérée ; 0,8= taille d'effet importante (Cohen 1998 ; Navarro 2015).*

TESTS	MOY PRÉ (ET)	MOY POST (ET)	%D'AMÉLIORATION (ET)	T-Test (p-value)	Taille d'effet (d de Cohen)
WBLT D (°)	40,2 (9,2)	45,6 (7,3)	16 (16,7)	0,002*	1,276
WBLT G (°)	37,5 (6,5)	43,1 (5,5)	17 (12,3)	0,001*	1,610
mSEBT ANT D (%)	64,5 (6,3)	68,5 (8,5)	6,2 (7,2)	0,018*	0,850
mSEBT PM D (%)	86,3 (8,5)	93,5 (10,5)	9,8 (11,2)	0,031*	0,760
mSEBT PL D (%)	92,1 (17)	95,2 (11,7)	1,7 (13,5)	0,340	0,300
mSEBT ANT G (%)	63,4 (8,7)	69,6 (9,5)	10,3 (10,2)	0,005*	1,070
mSEBT PM G (%)	87,7 (10,1)	97,5 (13,5)	13 (12)	0,006*	1,050
mSEBT PL G (%)	92,8 (13,6)	97,8 (13,8)	5,9 (14,2)	0,188	0,430
MHT CSS D (score de 0 à 30)	11,2 (6,7)	7,1 (3,6)	12,7 (20,5)	0,040*	0,796
MHT CSS G (score de 0 à 30)	10,9 (6,7)	5,5 (5,2)	20 (21)	0,009*	0,908
FAAM D (%)	91 (10,5)	93 (6,1)	2 (6)	0,255	0,360
FAAM G (%)	88 (15,7)	95 (6,4)	7 (12)	0,068	0,620

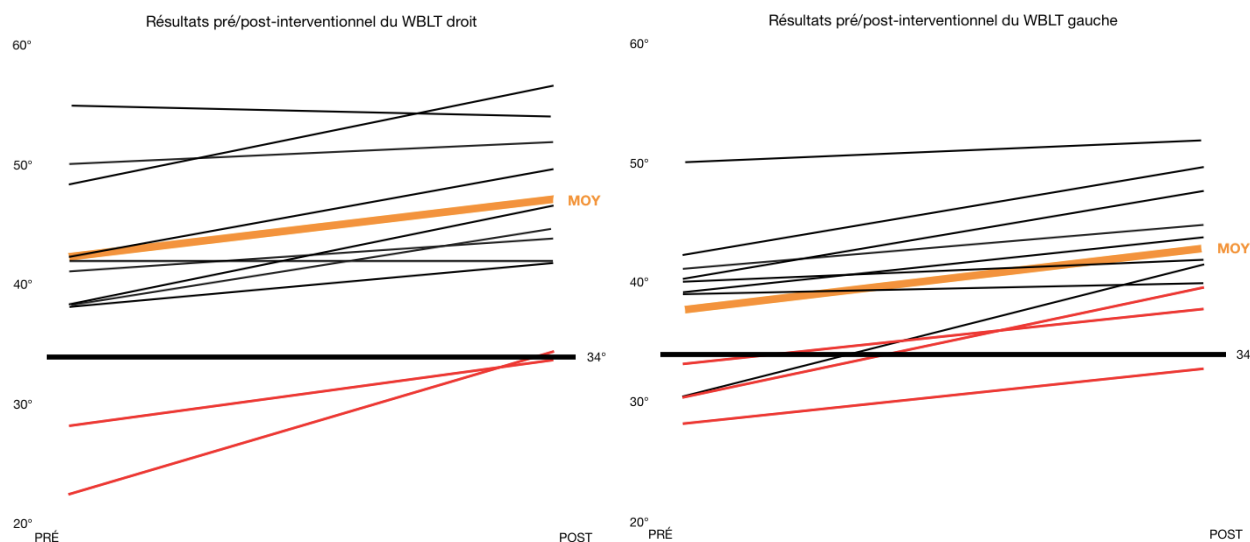
ABBREVIATIONS: MOY= Moyenne ; ET= Ecart-type ; G= Gauche ; D= Droit ; PRÉ=Pré-interventionnel ; POST= Post-interventionnel ; WBLT= Weight Bearing Lunge Test; mSEBT= modified Star Execution Balance Test; MHT= Multiple Hop Test ; CSS= erreurs in Change of Support Strategy ; FAAM= Foot and Ankle Ability Measure (sous-partie sportive).

5-1) Dorsiflexion

Pour le Weight Bearing Lunge Test évaluant la cheville droite, les mesures initiales nous donnent une moyenne de $40,2 \pm 9,4^\circ$ avec une valeur minimale de 22° et une valeur maximale de 55° . Suite à ces six semaines d'intervention, on observe une augmentation significative ($p=0,002$) de $16 \pm 16,7\%$ ainsi qu'une taille d'effet très élevée ($d=1,3$). Concernant le WBLT pour la cheville gauche, la moyenne initiale est de $37,5 \pm 6,5^\circ$, les valeurs minimales et maximales sont respectivement de 28° et 50° . Suite au protocole interventionnel, on note une augmentation significative ($p=0,001$) de $17 \pm 12,3\%$ ayant une très importante taille d'effet ($d=1,610$). On voit donc grâce aux moyennes, dans la figure ci-dessous, la tendance à l'amélioration de l'échantillon. Lorsqu'on regarde les chevilles des joueurs

« à risque » par rapport au *cut-off* défini, on voit qu'ils sont tous en dessous lors des tests pré-interventionnels. Puis lors des tests post-interventionnels, ils sont tous repassés au-dessus sauf pour la cheville gauche du joueur 3 qui reste sous ce *cut-off* de 34° mais qui s'en est nettement rapproché tout de même.

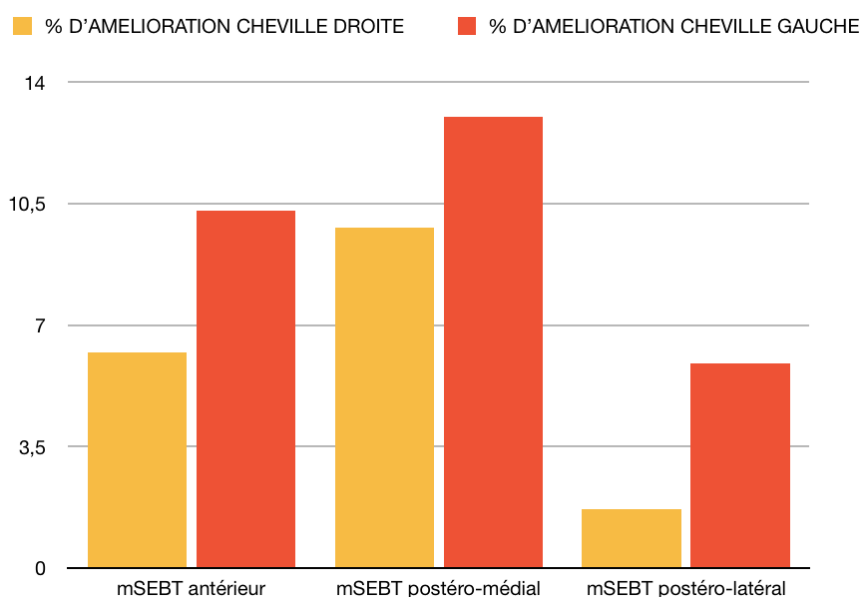
Figure 11 : Résultats pré/post-interventionnels individuels aux WBLT droit et gauche.



En rouge, ce sont les joueurs considérés comme plus à risque d'entorse latérale de cheville que les joueurs sains. La ligne horizontale en « noir gras » représente le *cut-off* défini par la littérature (Pope et al. 1998) comme définissant les joueurs plus à risque d'entorse latérale de cheville. La moyenne de l'échantillon est en orange. WBLT= Weight Bearing Lunge Test.

5-2) Performance fonctionnelle

Figure 12 : Pourcentage d'amélioration au test mSEBT des chevilles droites et gauches

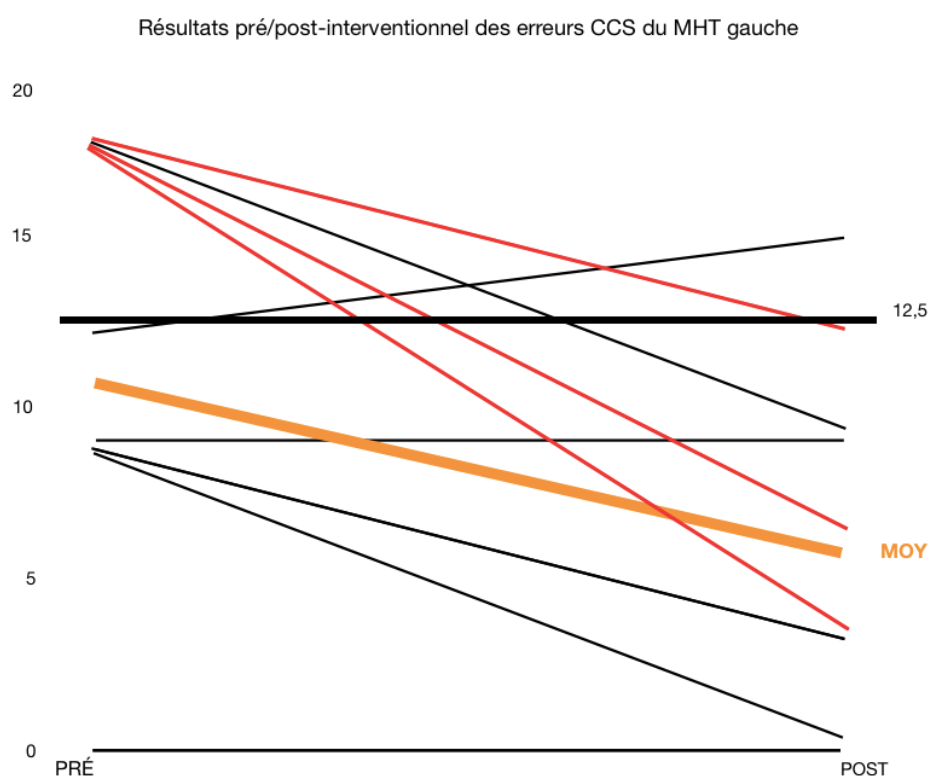


mSEBT= modified Star Execution Balance Test

Pour le modified Star Execution Balance Test, on retrouve les différentes moyennes pré et post-interventionnelles dans le tableau n°4. On peut voir dans la figure ci-dessus, que les directions antérieure et postéro-médiale de la cheville droite ont été amélioré significativement de $6,2 \pm 7,2\%$ ($p=0,018$) et $9,8 \pm 11,2\%$ ($p=0,031$) avec une taille d'effet importante concernant la direction antérieure ($d=0,850$), celle de la direction postéro-médiale est modérée ($d=0,760$). Concernant la direction postéro-latérale, une petite amélioration non significative ($p=0,340$) de $1,7 \pm 13,5\%$ est retrouvée ($d=0,3$). Les améliorations moyennes concernant la cheville gauche sont de $10,3 \pm 10,2\%$, $13 \pm 12\%$ et $5,9 \pm 14,2\%$ pour respectivement les directions antérieure, postéro-médiale et postéro-latérale. Les résultats sont significatifs avec une taille d'effet importante pour les directions antérieure ($p=0,005$; $d=1,070$) et postéro-médiale ($p=0,006$; $d=1,050$). Pour la direction postéro-latérale, les résultats sont non significatifs ($p=0,188$).

Pour le Multiple Hop Test (erreurs Change in Support Strategy), on retrouve les moyennes initiales et finales au sein du tableau n°4. Les valeurs extrêmes sont de 0 et 24 erreurs.

Figure 13 : Résultats pré/post interventionnel du MHT erreurs CSS gauche.



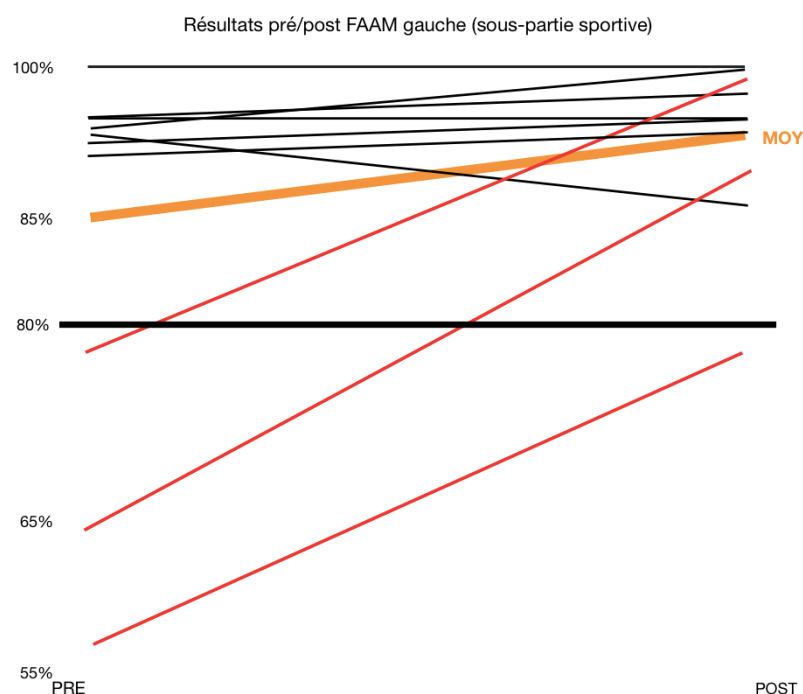
En rouge, ce sont les joueurs considérés comme plus à risque d'entorse latérale de cheville que les joueurs sains. La ligne horizontale en « noir gras » représente le cut-off défini par la littérature (Eechaute et al. 2020) comme définissant les joueurs plus à risque d'entorse latérale de cheville. La moyenne de l'échantillon est en orange. MHT= Multiple Hop Test. CSS= Change in Support Strategy.

Des améliorations significatives de $12,7 \pm 20,5\%$ (cheville droite) et $20 \pm 21\%$ (cheville gauche) sont retrouvées pour les 2 chevilles. En effet, on a une p-value de 0,040 pour la cheville droite et une de 0,009 pour la cheville gauche. La taille d'effet pour la cheville droite est modérée ($d=0,796$). Les résultats de la cheville gauche sont eux significativement importants ($d=0,908$). On voit dans la figure ci-dessus que la moyenne baisse de plus de 5 points sur 30 en 6 semaines d'intervention. On voit également que toutes les chevilles gauches plus à risque (en rouge) suivent la même trajectoire que la moyenne avec un delta plus important que cette dernière. Une nette amélioration est donc retrouvée pour ces joueurs en rouge (3, 5 et 11). Tous ces joueurs à risque étaient au-dessus du *cut-off* de 12,5 erreurs CSS avant l'intervention et sont passés en-dessous suite à l'intervention. Lors des tests pré-interventionnels, 1 seul joueur « sain » était au-dessus du score de 12,5 il est également repassé en dessous du *cut-off*. Cependant, un autre joueur sain était lui à 12 erreurs en pré-intervention, son score post-interventionnel s'est élevé à 15 erreurs.

5-3) Index de confiance

Lors du passage du Foot and Ankle Ability Measure (sous-partie sportive), les moyennes initiales étaient de $91 \pm 10,5\%$ (cheville droite) et $88 \pm 15,7\%$ (cheville gauche). Les valeurs extrêmes étaient de 54% et 100%.

Figure 14 : Résultats pré/post interventionnel du FAAM Sport gauche.



En rouge, ce sont les joueurs considérés comme plus à risque d'entorse latérale de cheville que les joueurs sains. La ligne horizontale en « noir gras » représente le cut-off défini par la littérature comme définissant les joueurs plus à risque d'entorse latérale de cheville. La moyenne de l'échantillon est en orange. FAAM Sport= Foot and Ankle Ability Measure (sous-partie sportive).

On note des améliorations non significatives de $2 \pm 6\%$ pour la cheville droite ($p=0,255$) et de $7 \pm 12\%$ ($p=0,068$) pour la cheville gauche. Dans la figure ci-dessus, on voit, pour 8 joueurs sur 11, que les variations pré/post-interventionnelles sont faibles. Pour ces joueurs, leurs résultats sont très bons, voir excellents car compris entre 89% et 100%. Seuls 3 joueurs se détachent de ces résultats excellents et ce sont les 3 pour qui la cheville gauche a été caractérisée comme étant plus à risque d'entorse latérale de cheville. On remarque que ces 3 joueurs partent en dessous du *cut-off* et que 2 d'entre-eux repassent nettement au-dessus. Le joueur numéro 10, lui, qui était juste en-dessous de la limite lors des tests pré-interventionnels se retrouve avec un score parfait de 100% à l'issue du protocole mis en place. A l'inverse, le joueur n°3 reste lui juste en-dessous (79%) du seuil de 80%.

6) Discussion

Ce travail met en évidence une amélioration des performances des chevilles des athlètes testés suite au protocole suivi durant six semaines. Tous les résultats moyens aux tests et au questionnaire ont été améliorés. Le principal résultat concerne l'amélioration substantielle ($d=1,3$ pour la cheville droite et $d=1,61$ pour la cheville gauche) de la mobilité des chevilles en flexion dorsale évaluée par le Weight Bearing Lunge Test. En effet, on note une amélioration moyenne de $16 \pm 16,7\%$ pour la cheville droite et de $17 \pm 12,3\%$ pour la cheville gauche. De plus, on relève une nette amélioration de l'équilibre et du contrôle dynamique des joueurs évalués par le modified Star Execution Balance Test ainsi que par le Multiple Hop Test. Les directions antérieures et postéro-médiales du modified Star Execution Balance Test ont été augmentées significativement de $6,2 \pm 7,2\%$ ($d=0,85$) et $9,8 \pm 11,2\%$ ($d=0,76$) pour les chevilles droites et de $10,3 \pm 10,2\%$ et $13 \pm 12\%$ pour les chevilles gauches ($d>1$). Concernant le Multiple Hop Test, on retrouve une amélioration significative et modérée de $12,7 \pm 20,5\%$ à droite ($d=0,796$) ainsi qu'une amélioration importante de $20 \pm 21\%$ à gauche ($d=0,908$). Des corrélations fortes et excellentes entre niveau initial et amplitude des gains ont été retrouvées pour les Weight Bearing Lunge Tests ($r=0,80$ pour la cheville droite et $r=0,59$ pour la gauche), les Multiple Hop Tests ($r=0,84$ pour la cheville droite et $r=0,70$ pour la gauche) et pour le questionnaire de confiance. Pour ce dernier, les corrélations étaient excellentes pour les deux chevilles ($r=0,86$ et $r=0,93$ respectivement pour la cheville droite puis gauche). Ce dernier résultat nous intéresse tout particulièrement car, malgré des résultats non significatifs sur la moyenne du groupe, les joueurs les plus « à risque » étaient ceux qui avaient le moins confiance en leur cheville initialement et ce sont ceux qui ont eu la plus grande progression (voir figure 14). Enfin, l'hypothèse de réduire le nombre d'entorses latérales de chevilles a été validée puisqu'aucune blessure de cheville n'est apparue durant notre protocole puis jusqu'à la fin de saison. Il faut cependant rester prudent et humble face à ce résultat car il se peut que de nombreux autres facteurs aient contribué à ce qu'il n'y ait pas de nouvelles entorses, notamment la chance à citer en 1^{ère} ligne. En définitive, ce travail permet

de proposer un protocole de prévention de l'entorse latérale de cheville. Son application chez des sportifs étant considérés comme « à risque » et ayant déjà une charge d'entraînement conséquente semblerait judicieuse afin d'augmenter les performances de leurs chevilles et donc de réduire les principaux facteurs de risque.

Épidémiologie de l'entorse de cheville

Tout d'abord, nous avons vu que les deux joueurs les moins touchés par cette blessure sont le libéro (5,4%) et le passeur (15,1% d'après Do Nascimento et al. 2008). Au sein de notre population, le libéro et le passeur titulaires ont respectivement 17 et 21 ans de carrière en professionnel et aucune blessure de cheville parmi leurs antécédents. Cela est peut-être en partie dû au fait que le libéro ne va jamais faire d'action au filet et ne saute que très rarement et que le passeur exécute nettement moins d'actions au filet que les autres postes. Le pointu, les centraux et réceptionneurs/attaquants ont pour la plupart de multiples entorses aux deux chevilles. Or, ce sont les postes les plus à risque (Do Nascimento et al. 2008). De plus, comme évoqué précédemment, la grande majorité des entorses de chevilles au volley (87%) se produisent lors de réception de sauts et lors d'actions se déroulant au filet (Barh et al. 1997 ; Skazalsky et al. 2018). Concernant la localisation de la lésion, Kaikkonen et al. (1997) mentionnaient que les lésions les plus fréquentes au volley touchaient le ligament tibio-fibulaire antérieur associé au ligament calcanéo-fibulaire. Sur les deux survenues cette année, une a touché le ligament tibio-fibulaire antérieur et le ligament calcanéo-fibulaire, l'autre n'a lésée que le ligament calcanéo-fibulaire.

Dorsiflexion

Nos résultats sont en accord avec la littérature. Nous avons analysé deux études (voir dans Revue de Littérature) observant les effets d'un protocole de mobilisation en flexion dorsale sur les performances de mobilité en dorsiflexion de cheville évaluées par le Weight Bearing Lunge Test. Ces deux études ont montré des améliorations significatives de 46,7% et 26,3% ($p < 0,05$). Les résultats de Hernandez et Blasco (2020) étaient supérieurs au MDC et ceux de Cruz-Diaz et al. (2020) ont retrouvé une taille d'effet importante ($d = 3,07$). Sur notre population, des gains significatifs ($p = 0,002$ et $p = 0,001$ pour respectivement la cheville droite puis gauche) avec une taille d'effet importante ($d = 1,3$ pour la cheville droite et $d = 1,61$ pour la gauche) ont également été retrouvés pour les deux chevilles à la suite de l'intervention. Cependant, nos améliorations étaient plus faibles : $16 \pm 16,7\%$ pour la cheville droite et $17 \pm 12,3\%$ pour la cheville gauche. Cela s'explique par le fait que notre population était composée d'athlètes sains, plus jeunes ($25,9 \pm 5,4$ ans) et que leurs scores initiaux étaient plus élevés ($40,2 \pm 9,2^\circ$ et $37,5 \pm 6,5^\circ$) en comparaison aux deux études mentionnées ci-dessus, rendant donc la marge de progression plus faible. Les études que nous avons trouvées (De

Souza et al. 2008 ; Fryer et al. 2002) ne montrant pas d'améliorations significatives sur la flexion dorsale n'étaient menées que sur une seule séance de mobilisation effectuée par un praticien. On peut cependant relever que cet objectif était le plus simple à atteindre car l'intervention mise en place visait directement à augmenter la mobilité en dorsiflexion des joueurs. Cela aurait été une surprise si aucune amélioration n'avait été retrouvée. Observer si ce protocole pouvait aussi agir sur les performances fonctionnelles ainsi que sur la confiance des joueurs en leurs chevilles était un enjeu plus intéressant mais aussi beaucoup plus incertain.

Performance fonctionnelle

Les performances fonctionnelles de cheville correspondent à l'équilibre, le contrôle dynamique de ces dernières. Le modified Star Execution Balance test ainsi que le Multiple Hop test permettent une évaluation de ces capacités. Concernant le modified Star Execution Balance Test, Cruz-Diaz et al. (2020) retrouvent des améliorations de $3,09 \pm 1,34\%$ pour la direction antérieure, de $4,01 \pm 1,9\%$ pour la direction postéro-médiale et de $4,43 \pm 1,8\%$ pour la direction postéro-latérale. Pour toutes ces directions, ils ont trouvé une $p\text{-value} < 0,05$ et une taille d'effet très importante ($d > 1,2$). Lorsque l'on compare avec notre protocole, on retrouve des résultats similaires pour les directions antérieures et postéro-médiales. Les gains retrouvés suite à notre protocole sont supérieurs : $6,2 \pm 7,2\%$ (cheville droite) et $10,3 \pm 10,2\%$ (cheville gauche) pour la direction antérieure et $9,8 \pm 11,2\%$ (droite) et $13 \pm 12\%$ (gauche) pour la direction postéro-médiale. On peut dire de ces deux protocoles que leurs effets sont similaires pour les deux directions mentionnées ci-dessus car tous nos résultats sont significatifs ($p\text{-value} < 0,05$) et trois d'entre eux ont une taille d'effet importante ($d > 0,8$). En revanche, pour les deux directions postéro-latérales, nos résultats ne correspondent pas avec ceux de Cruz-Diaz et al. (2020). En effet, nous avons certes retrouvé des améliorations similaires en terme de pourcentage $1,7 \pm 13,5\%$ (cheville droite) et $5,9 \pm 14,2\%$ (cheville gauche) mais ces améliorations ne sont pas significatives ($p=0,19$ et $p=0,34$) et leurs tailles d'effets sont faibles ($d=0,3$ et $d=0,43$).

Pour le Multiple Hop Test, aucune étude n'a évalué les effets d'un programme d'auto-mobilisation en flexion dorsale de cheville sur ce test. Néanmoins, nous pouvons observer si les améliorations significatives retrouvées lors de nos tests post-interventionnels dépassent les MDC donnés dans la littérature. En moyenne, nos participants ont scoré 4,1 erreurs Change in Support Strategy en moins pour la cheville droite et 5,4 en moins pour la cheville gauche. Selon Eechaute et al. (2012), la SEM est de 2,8 (2,0-3,8) erreurs (participants sains) et la MDC est de 7,2 (4,9-9,7) erreurs (participants ayant une instabilité chronique de cheville). Les deux moyennes seraient donc significatives mais la taille d'effet ne serait pas assez importante pour noter de réel changement sur le terrain. Nos statistiques montrent bien la même significativité pour les deux chevilles mais montrent également une taille d'effet modérée pour la cheville droite ($d=0,796$) et importante pour la cheville gauche

($d=0,908$). En définitive, nos résultats pour les performances fonctionnelles des chevilles concordent avec ceux retrouvés dans la littérature même si quelques divergences sont à noter.

Index de confiance

Aucune étude n'a évalué les effets d'un protocole d'auto-mobilisation en flexion dorsale sur les résultats du Foot and Ankle Ability Measure (sous-partie sportive). Cependant, Cruz-Diaz et al. (2020) ont évalué l'effet de leur protocole sur le Cumberland Ankle Instability Tool, un autre score de confiance pour les personnes ayant une instabilité chronique de cheville. Néanmoins, toutes les comparaisons que nous ferons ci-dessous seront à nuancer car ce ne sont pas les mêmes questionnaires. Le score initial du groupe auto-mobilisation + CrossFit était de $18,84 \pm 1,08$ sur 30, ce qui correspond à $62,8 \pm 3,6\%$. Ils ont retrouvé une amélioration significative de $16,9 \pm 3,7\%$ avec une taille d'effet très importante ($d=2,73 \pm 0,8$). Cela ne correspond pas avec nos résultats qui certes retrouvent des améliorations ($2 \pm 6\%$ et $7 \pm 12\%$) mais plus faibles et non significatives (cheville droite : $p=0,255$; cheville gauche : $p=0,068$). Ce qu'il faut retenir de ce questionnaire, c'est que les joueurs « à risque » avaient des scores initiaux faibles compris entre 54 et 80% et qu'ils ont eu d'importantes améliorations de leurs scores. Entre 8 et 12% pour la cheville droite et entre 23 et 30% pour la cheville gauche. Ces résultats se rapprochent de ceux de Cruz-Diaz et al. (2020).

6-1) Définition et analyse des joueurs « à risque »

Les tests pré-interventionnels ont permis de définir quels joueurs et quelles chevilles étaient les plus à risque. En effet, en comparant ces données avec celles retrouvées dans la littérature, il est possible de définir quelle(s) cheville(s) de quel(s) joueur(s) à un risque plus grand qu'un athlète sain de faire une nouvelle entorse latérale de cheville. Les *cut-offs* des tests pour considérer une cheville comme étant plus à risque sont tirés de la littérature. Il faut que la cheville ait déjà un antécédent d'entorse latérale, qu'elle ait une dorsiflexion inférieure à 34° (Pope et al. 1998), un pourcentage de la distance par rapport à la longueur de leur jambe de 67,7% ou moins pour le modified Star Execution Balance Test en antérieur selon Gribble et al. (2016) et de 77,5% (Attenborough et al. 2017) ou moins dans la direction postéro-médiale. Pour placer une cheville dans la zone « à risque » d'entorse latérale, il faut aussi 12,5 erreurs Change in Support Strategy ou plus (Eecheute et al. 2020) et un score inférieur ou égal à 80% au Foot Ankle Ability Measure sous-partie sportive (Gribble et al. 2014). Dans ce mémoire, une cheville a été considérée comme « à risque » lorsqu'elle avait obligatoirement un ou plusieurs antécédents associés à une dorsiflexion de moins de 34° (Figure 2 et 11). Les autres *cut-offs* permettaient de confirmer si cette cheville avait bien de mauvaises performances fonctionnelles et si l'athlète avait, du fait de ces mauvaises performances, une confiance plus faible en sa cheville. Ici, il a été déterminé que la cheville droite du joueur 1, les chevilles gauches des joueurs 5 et 10 ainsi que

les deux chevilles du joueur 3 étaient plus « à risque » d'entorse latérale du fait de leurs résultats aux tests. Les joueurs que nous avons choisis de définir comme « à risque » à l'aide des données de la littérature sont tous sortis (sauf pour la cheville gauche du joueur n°3) de la majorité des différentes zones plaçant leurs chevilles plus à risque de subir une entorse latérale (Figures 11 et 13) que des chevilles saines sauf en ce qui concerne le modified Star Execution Balance Test (direction antérieure) et le Foot and Ankle Ability Measure (Figure 14). Pour la direction antérieure du modified Star Execution Balance Test, les joueurs 3 et 10 étaient en-dessous du seuil et y sont restés. Le joueur 5 lui est sorti de cette zone « à risque ». Pour le même test évaluant la cheville gauche, les joueurs 1 et 3 sont malheureusement restés sous le *cut-off*. Enfin, la cheville gauche du joueur n°3 s'est retrouvée avec une mobilité de 33° (Figure 11) et un score de 79% au questionnaire de confiance suite à l'intervention (Figure 14), le laissant toujours en-dessous des 34° et 80% que nous avons fixés. La cheville gauche du joueur n°3 reste « à risque » selon les seuils que nous avons fixés en nous basant sur les évidences scientifiques. En définitive ces joueurs ont considérablement réduit leur probabilité de subir une entorse latérale de cheville. Cependant, leurs scores ne sont pas encore optimaux, il faudra donc continuer pour sortir complètement des zones dangereuses ou pour pérenniser leurs acquis.

6-1-1) Cas du joueur 1

La cheville droite du joueur 1 est passée d'une dorsiflexion de 22° à 35°. Le joueur est donc passé d'une cheville ayant une mobilité très faible et étant bien en-dessous du *cut-off* défini par Pope et al. (1998) à une cheville sortant de cette zone à risque (Figure 11). De plus, d'après Hernandez et Blasco (2020), les améliorations devraient au moins être conservées durant deux mois. Cependant continuer ces exercices pour pérenniser cette amélioration est quelque chose que nous lui avons conseillé. Il était déjà au-dessus des *cut-off* en ce qui concerne les directions postéro-médiales et postéro-latérales du modified Star Execution Balance Test, il a été amélioré non significativement en postéro-latéral (+7%) et son score a baissé de 1% en postéro-médial. En antérieur il était en-dessous du seuil de 67,7% et il y est resté (60%) malgré son amélioration de 4%. En ce qui concerne les erreurs Change in Support Strategy du Multiple Hop Test, son score a été significativement amélioré, il est passé de 15 à 3 erreurs, il s'est donc retrouvé en-dessous du seuil défini de 12,5 erreurs (Figure 13). Pour la sous-partie sportive du Foot and Ankle Ability Measure, il a été amélioré non significativement, cela reste quelque chose de non négligeable car son amélioration est de 12% et la MDC est de 12,7%. Cependant il était en dessous du seuil plaçant sa cheville plus à risque et il est repassé au-dessus à la suite de l'intervention. Ce qu'il faut retenir pour la cheville droite de ce joueur, c'est qu'il a considérablement réduit ses facteurs de risque intrinsèquement modifiables et qu'il n'a pas non plus

rechuté. Ce joueur continue de faire le protocole à raison de 1 fois par semaine depuis la fin de sa mise en place « obligatoire ». Cela est une bonne chose car même s'il est sorti de la plupart des *cut-off* le plaçant à risque, il doit maintenir, voir améliorer, les changements acquis durant le protocole pour passer ou rester au-dessus des différents seuils définissant la zone de danger. Il est notamment juste au-dessus du seuil en dorsiflexion ($+1^\circ$) ainsi que de celui du questionnaire de confiance (80%). Il lui a donc été préconisé de continuer en ce sens.

6-2) Limites

6-2-1) Rated Perceived Exertion (RPE)

Lors de notre stage, nous avons mis en place un RPE avec l'effectif professionnel du Nantes Rezé Métropole Volley afin d'évaluer leur état général ainsi que leur charge d'entraînement pour permettre au staff d'adapter et de monitorer au mieux les charges d'entraînement collectives et individuelles (Eston, 2012). Les joueurs devaient donner chaque jour une note sur 10 pour la qualité de leur sommeil, leur fatigue, leurs douleurs ainsi que pour l'intensité de chaque séance de la journée. 0 correspondant au score le plus faible, soit aucun sommeil, aucune fatigue, aucune douleur et pas d'entraînement. 10 signifiant un sommeil parfait, une fatigue extrême, une douleur extrême et une séance d'une intensité maximale (Borg, 1998). Chaque séance devait être notée puis multipliée par le temps de cette même séance nous donnant ainsi une unité arbitraire (UA).

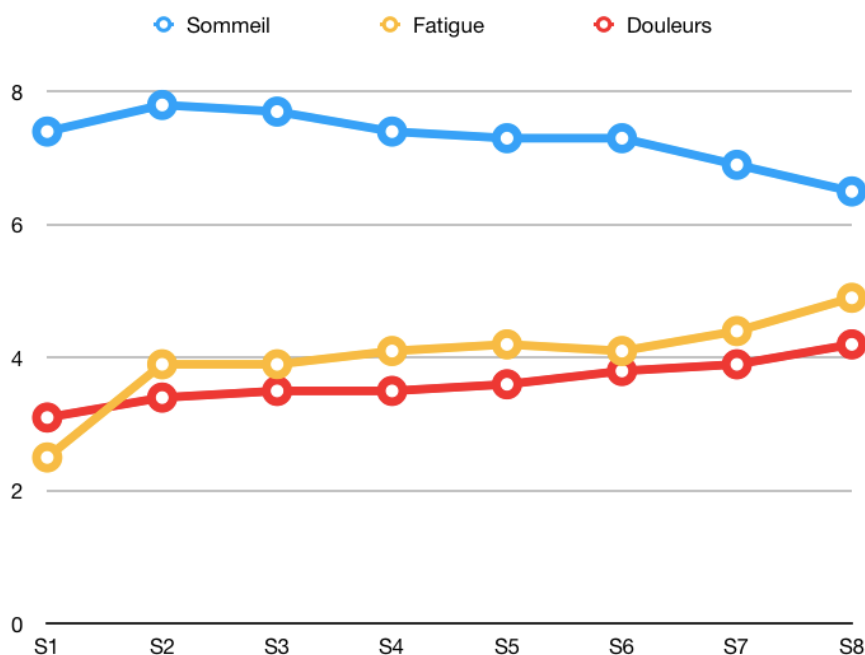


Figure 15 : Évolution moyenne de la qualité du sommeil, de la fatigue et des douleurs perçues par les joueurs durant les 8 semaines du protocole.

Nous avons trouvé intéressant de le mentionner car nous avons relevé une disparité conséquente entre le moment de passage des tests initiaux et celui des tests finaux. En effet, on peut voir dans la figure ci-dessus que, durant la semaine des tests pré-interventionnels (S1), les valeurs moyennes du RPE étaient les suivantes : 7,4 pour le sommeil, 2,5 pour la fatigue, 3,1 pour la douleur et 4958 UA pour la charge d'entraînement perçue. Durant la 8^e semaine du protocole (S8) correspondant au passage des tests post-interventionnels, les RPE moyens étaient de 6,5 pour le sommeil, 4,9 pour la fatigue, 4,2 pour la douleur (Figure 15) ainsi que 4039 UA pour la charge d'entraînement perçue. Cela signifie que durant la semaine des tests finaux en comparaison à la semaine des tests initiaux, la qualité du sommeil était 9% moins bonne, la fatigue 24% plus importante, la douleur 11% plus forte et que la charge perçue était, elle, 9% plus basse. On peut donc affirmer au vu de ces valeurs que l'état de forme globale des participants était moins bon lorsqu'ils ont de nouveau réalisé les tests lors de la 8^e semaine du protocole. Un état de forme différent entre les passages des tests initiaux et finaux constitue donc une limite pour ce protocole.

6-2-2) Biais et limites méthodologiques

La principale limite lors de ce protocole est que nous avons évalué seul tous les joueurs lors des tests initiaux et finaux. Nous avons donc des attentes lors des tests finaux, ce qui, même avec toute la neutralité que nous avons tenté d'adopter, représente un biais majeur dans la relève des mesures. Cependant, nous avons tenté de limiter ce biais au maximum lorsque cela était possible. Pour le Multiple Hop Test par exemple, nous avons analysé toutes les vidéos à la fin du protocole sans savoir quelles étaient celles réalisées en début ou en fin de programme. Pour le Foot and Ankle Ability Measure, nous n'avons mentionné aux joueurs aucune consigne à part celle de remplir la grille au plus proche de ce qu'ils ressentaient réellement. Nous n'avons jamais fait part aux athlètes de nos attentes ni même de nos objectifs durant toute la durée du protocole. Les mesures relevées lors du Weight Bearing Lunge Test et du modified Star Execution Balance Test étaient, elles, forcément biaisées puisque nous devions relever et noter les mesures directement. Cependant, encore une fois, nous avons tenté de diminuer ce biais en ne regardant pas et n'analysant pas les données relevées lors des tests initiaux avant de le faire également pour les tests finaux.

Une autre limite de ce protocole est le fait que l'échantillon soit trop faible pour que nos résultats soient suffisamment puissants. De plus, un seul groupe a été constitué. Ne pas avoir de groupe contrôle empêche donc toute possibilité d'affirmer que les résultats soient dus à notre intervention et non pas à d'autres facteurs extérieurs aux protocoles ayant pu les impacter également. Les deux joueurs ayant subi une entorse latérale de cheville en début de saison ont été inclus dans le protocole, ce qui représente une nouvelle limite méthodologique puisque leur blessure datait de moins de trois mois lors du début du protocole. En effet, la littérature (Cruz-Diaz et al. 2020 ; Gribble et al. 2013)

considère qu'avoir subi une entorse latérale de cheville moins de trois mois avant le début de l'étude représente un critère d'exclusion. Concernant la réalisation des tests, plusieurs critiques doivent être mentionnées. La principale est que dans la plupart des études dont nous nous sommes servis, les tests étaient réalisés deux à trois fois par jambe (Eechaute et al. 2012 ; Van Lieshout et al. 2016 ; Konor et al. 2012) avec un temps de repos conséquent entre chaque passage. De plus, la moyenne des passages était prise en compte comme valeur finale. Par manque de temps, nous n'avons pu réaliser qu'un passage de familiarisation pour chaque jambe associée à un seul passage valide. Le temps de repos était variable et non standardisé. En effet, encore dans un souci de gain de temps, nous faisons passer cette batterie de test deux par deux. Le temps de repos de l'un dépendait donc du temps de passage de son binôme. Cependant, pour les tests demandant un réel effort, c'est-à-dire pour le Multiple Hop Test et le modified Star Execution Balance Test, le temps de repos était à chaque fois supérieur à deux minutes ce qui laissait un temps de repos suffisant pour les joueurs.

6-3) Perspectives

Ce projet nous a énormément apporté et enrichi professionnellement et humainement. Nous avons dû fournir une importante quantité de travail, nous avons dû être organisé et rigoureux. D'un point de vue relationnel, côtoyer cet effectif depuis septembre 2021 à raison de deux fois par semaine en kinésithérapie nous a permis d'instaurer rapidement un climat de confiance en préparation physique. De plus, le fait d'être capable de répondre à leurs demandes, à leurs attentes ainsi que de nous adapter rapidement à faciliter notre intégration et a permis d'assouvir notre crédibilité dans ce secteur. Le staff nous a soutenu et les joueurs nous ont donc tout de suite fait confiance, ils ont donc réalisé l'intégralité du protocole sans rechigner à la tâche. La majorité des joueurs « à risque » d'entorse latérale de cheville ainsi que deux joueurs non « à risque » ont continué de pratiquer ce protocole interventionnel de leur propre volonté jusqu'à la fin de saison. Cela nous montre que certains participants ont ressenti un réel bénéfice et donc qu'ils souhaitent pérenniser ou même continuer à augmenter ces améliorations. Pour l'avenir, cela nous aura permis de développer de nombreuses compétences telles que : l'assiduité, les relations professionnelles avec des joueurs et un staff professionnel, de nouvelles connaissances en préparation physique, et un œil plus aiguisé en tant que coach, car nous avons passé six mois à raison de deux fois par semaine à corriger, donner des conseils aux joueurs sur les différentes modalités de la réalisation d'exercices dans le cadre de notre intervention mais aussi et surtout en musculation. Nous avons également développé nos compétences dans le domaine de la gestion de projet : organisation, gestion des risques, mise en place d'une intervention, etc. De plus, notre stage ainsi que la partie dédiée à l'écriture de ce mémoire s'étant bien déroulés, cela nous a permis d'être embauché par notre lieu de stage. Il a donc déjà été discuté d'une amélioration de ce protocole mis en place cette année afin d'en réaliser un plus individualisé et

concernant toutes les pathologies, pas seulement les entorses latérales de chevilles. Nous tenterons donc l'année prochaine dans la continuité de ce protocole de mettre en place un programme de prévention des blessures dans le cadre d'échauffements individualisés. Pour cela, les tests de pré-saison, les bilans kinésithérapiques, et des discussions sur l'état de forme général avec les joueurs en lien avec les données de la littérature permettront de définir quels joueurs sont plus à risque de subir une entorse latérale de cheville, une tendinopathie patellaire ou encore de développer un *overuse* au niveau de l'épaule par exemple. Après avoir défini cela, des programmes pourront être créés et bien évidemment adaptés tout au long de l'année en fonction de l'évolution du joueur.

7) Conclusion

En conclusion, nous avons réussi à augmenter les performances des chevilles des joueurs du Nantes Rezé Métropole Volley. Ces améliorations auront entraîné une diminution des principaux facteurs de risque intrinsèques. Cette intervention de six semaines a permis à 4 des 5 chevilles à risque de sortir des *cut-off* définis les plaçant en zone de danger. La seule restante dans cette zone (cheville gauche du joueur n°3) n'était qu'à 1° (de mobilité en dorsiflexion) d'en sortir. De plus, nous avons observé des progrès sur toutes les performances évaluées (mobilité en dorsiflexion, performance fonctionnelle et index de confiance) avec une taille d'effet modérée à grande pour la grande majorité. N'avoir eu aucun abandon ni aucune session ratée représente une des plus grosses forces et réussites de ce protocole. A l'avenir, et ce dès les prochains mois, nous nous servirons de ce protocole comme base pour l'améliorer ainsi qu'en développer de nouveaux afin de pouvoir proposer un programme individualisé de prévention pour chaque athlète que nous aurons à gérer.

Enfin, nos résultats se doivent d'être nuancés car les biais et les limites évoqués précédemment viennent appauvrir la qualité scientifique de notre protocole. Par conséquent, il serait intéressant que ce programme soit repris et amélioré à plus grande échelle avec une méthodologie plus rigoureuse, dans le but de prouver scientifiquement les effets que nous avons démontrés dans cet écrit.

Bibliographie

- Anandacoomarasamy, A., & Barnsley, L. (2005). Long term outcomes of inversion ankle injuries. *British journal of sports medicine*, 39(3), e14. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2004.011676>
- Attenborough, A. S., Sinclair, P. J., Sharp, T., Greene, A., Stuelcken, M., Smith, R. M., & Hiller, C. E. (2017). The identification of risk factors for ankle sprains sustained during netball participation. *Physical therapy in sport : official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 23, 31–36. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2016.06.009>
- Bahr, R., & Bahr, I. A. (1997). Incidence of acute volleyball injuries: A prospective cohort study of injury mechanisms and risk factors. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 7 (3), 166–171.
- Beneka, A., Malliou, P., Tsigganos, G., Gioftsidou, A., Michalopoulou, M., Germanou, E., & Godolias, G. (2007). A prospective study of injury incidence among elite and local division volleyball players in Greece. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 20 (2–3), 115–121.
- Bennell, K. L., Talbot, R. C., Wajswelner, H., Techovanich, W., Kelly, D. H., & Hall, A. J. (1998). Intra-rater and inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion. *The Australian journal of physiotherapy*, 44(3), 175–180. [https://doi.org/10.1016/s0004-9514\(14\)60377-9](https://doi.org/10.1016/s0004-9514(14)60377-9)
- Bere, T., Kruczynski, J., Veintimilla, N., Hamu, Y., & Bahr, R. (2015). Injury risk is low among world-class volleyball players: 4-year data from the FIVB Injury Surveillance System. *British journal of sports medicine*, 49(17), 1132–1137. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094959>
- Bertrand-Charette M, Dambreville C, Bouyer LJ, *et al.* Systematic review of motor control and somatosensation assessment tests for the ankle. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine* 2020;6:e000685. doi: 10.1136/bmjsem-2019-000685
- Bonnel, F., Mabit, C. (2015). Chapitre 1 - Bases anatomiques de la stabilité de cheville, editor(s): Yves Tourné, Christian Mabit, La cheville instable, Elsevier Masson, p. 1-44, ISBN 9782294714566, <https://doi.org/10.1016/B978-2-294-71456-6.00001-0>.
- Bordet B. (2002) Apport de l'échographie haute résolution dans la prise en charge de l'entorse de la cheville [Thèse de médecine]. Lyon Sud.
- Borg G. (1998). Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Borloz, S., Crevoisier, X., Deriaz, O., Ballabeni, P., Martin, R. L., & Luthi, F. (2011). Evidence for validity and reliability of a French version of the FAAM. *BMC musculoskeletal disorders*, 12, 40. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-12-40>
- Brasseur JL. (2002) Evaluation et classification des lésions ligamentaires de la cheville: apport de l'échographie. Panorama en traumatologie du sport. Masson. Paris; p. 111 - 119.

- Carcia, C. R., Martin, R. L., & Drouin, J. M. (2008). Validity of the Foot and Ankle Ability Measure in athletes with chronic ankle instability. *Journal of athletic training*, 43(2), 179–183. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-43.2.179>
- Cejudo, A., Sainz de Baranda, P., Ayala, F., & Santonja, F. (2014). A simplified version of the weight-bearing ankle lunge test: description and test-retest reliability. *Manual therapy*, 19(4), 355–359. <https://doi.org/10.1016/j.math.2014.03.008>
- Cohen, J. (1998). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cooke, M. W., Lamb, S. E., Marsh, J., & Dale, J. (2003). A survey of current consultant practice of treatment of severe ankle sprains in emergency departments in the United Kingdom. *Emergency medicine journal : EMJ*, 20(6), 505–507. <https://doi.org/10.1136/emj.20.6.505>
- Cruz-Díaz, D., Hita-Contreras, F., Martínez-Amat, A., Aibar-Almazán, A., & Kim, K. M. (2020). Ankle-Joint Self-Mobilization and CrossFit Training in Patients With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial. *Journal of athletic training*, 55(2), 159–168. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-181-18>
- Delahunt, E., Bleakley, C. M., Bossard, D. S., Caulfield, B. M., Docherty, C. L., Doherty, C., Fourchet, F., Fong, D. T., Hertel, J., Hiller, C. E., Kaminski, T. W., McKeon, P. O., Refshauge, K. M., Remus, A., Verhagen, E., Vicenzino, B. T., Wikstrom, E. A., & Gribble, P. A. (2018). Clinical assessment of acute lateral ankle sprain injuries (ROAST): 2019 consensus statement and recommendations of the International Ankle Consortium. *British journal of sports medicine*, 52(20), 1304–1310. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098885>
- de Noronha, M., França, L. C., Haupenthal, A., & Nunes, G. S. (2013). Intrinsic predictive factors for ankle sprain in active university students: a prospective study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 23(5), 541–547. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01434.x>
- de Noronha, M., Refshauge, K. M., Herbert, R. D., Kilbreath, S. L., & Hertel, J. (2006). Do voluntary strength, proprioception, range of motion, or postural sway predict occurrence of lateral ankle sprain?. *British journal of sports medicine*, 40(10), 824–828. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.029645>
- De Souza, M. V., Venturini, C., Teixeira, L. M., Chagas, M. H., & de Resende, M. A. (2008). Force-displacement relationship during anteroposterior mobilization of the ankle joint. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 31(4), 285–292. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2008.03.005>
- Doherty, C., Bleakley, C., Hertel, J., Caulfield, B., Ryan, J., & Delahunt, E. (2016). Recovery From a First-Time Lateral Ankle Sprain and the Predictors of Chronic Ankle Instability: A Prospective Cohort Analysis. *The American journal of sports medicine*, 44(4), 995–1003. <https://doi.org/10.1177/0363546516628870>
- Do Nascimento, F., Carazzato, J-G. Estudo epidemiológico da entorse de tornozelo em atletas de voleibol de alto rendimento. *Acta ortop. bras.*[online]. vol.16, n.3, pp.142-147. ISSN 1413-7852. <https://doi.org/10.1590/S1413-78522008000300003>.

- Eechaute, C., Bautmans, I., De Hertogh, W., & Vaes, P. (2012). The multiple hop test: a discriminative or evaluative instrument for chronic ankle instability?. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 22(3), 228–233. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e31824a5761>
- Eechaute, C., Leemans, L., De Mesmaeker, M., De Ridder, R., Beckwée, D., Struyf, F., Roosen, F., Buyl, R., Putman, K., & Vaes, P. (2020). The predictive value of the multiple hop test for first-time noncontact lateral ankle sprains. *Journal of sports sciences*, 38(1), 86–93. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1682891>
- Eston R. (2012). Use of ratings of perceived exertion in sports. *International journal of sports physiology and performance*, 7(2), 175–182. <https://doi.org/10.1123/ijsspp.7.2.175>
- Feger, M. A., Glaviano, N. R., Donovan, L., Hart, J. M., Saliba, S. A., Park, J. S., & Hertel, J. (2017). Current Trends in the Management of Lateral Ankle Sprain in the United States. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 27(2), 145–152. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000321>
- FIVB. 2016. Règles officielles de Volleyball 2017-2020. www.fivb.org.
- Fong, D. T., Ha, S. C., Mok, K. M., Chan, C. W., & Chan, K. M. (2012). Kinematics analysis of ankle inversion ligamentous sprain injuries in sports: five cases from televised tennis competitions. *The American journal of sports medicine*, 40(11), 2627–2632. <https://doi.org/10.1177/0363546512458259>
- Fong, D. T., Hong, Y., Shima, Y., Krosshaug, T., Yung, P. S., & Chan, K. M. (2009). Biomechanics of supination ankle sprain: a case report of an accidental injury event in the laboratory. *The American journal of sports medicine*, 37(4), 822–827. <https://doi.org/10.1177/0363546508328102>
- Fryer, G. A., Mudge, J. M., & McLaughlin, P. A. (2002). The effect of talocrural joint manipulation on range of motion at the ankle. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 25(6), 384–390. <https://doi.org/10.1067/mmt.2002.126129>
- Golditz, T., Steib, S., Pfeifer, K., Uder, M., Gelse, K., Janka, R., Hennig, F. F., & Welsch, G. H. (2014). Functional ankle instability as a risk factor for osteoarthritis: using T2-mapping to analyze early cartilage degeneration in the ankle joint of young athletes. *Osteoarthritis and cartilage*, 22(10), 1377–1385. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.04.029>
- Gribble, P. A., Bleakley, C. M., Caulfield, B. M., Docherty, C. L., Fourchet, F., Fong, D. T., Hertel, J., Hiller, C. E., Kaminski, T. W., McKeon, P. O., Refshauge, K. M., Verhagen, E. A., Vicenzino, B. T., Wikstrom, E. A., & Delahunt, E. (2016). 2016 consensus statement of the International Ankle Consortium: prevalence, impact and long-term consequences of lateral ankle sprains. *British journal of sports medicine*, 50(24), 1493–1495. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096188>
- Gribble, P. A., Delahunt, E., Bleakley, C., Caulfield, B., Docherty, C. L., Fourchet, F., Fong, D., Hertel, J., Hiller, C., Kaminski, T. W., McKeon, P. O., Refshauge, K. M., van der Wees, P., Vicenzino, B., & Wikstrom, E. A. (2013). Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 43(8), 585–591. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.0303>

- Gribble, P. A., Terada, M., Beard, M. Q., Kosik, K. B., Lepley, A. S., McCann, R. S., Pietrosimone, B. G., & Thomas, A. C. (2016). Prediction of Lateral Ankle Sprains in Football Players Based on Clinical Tests and Body Mass Index. *The American journal of sports medicine*, 44(2), 460–467. <https://doi.org/10.1177/0363546515614585>
- Hartley, E. M., Hoch, M. C., & Boling, M. C. (2018). Y-balance test performance and BMI are associated with ankle sprain injury in collegiate male athletes. *Journal of science and medicine in sport*, 21(7), 676–680. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.10.014>
- Hernández-Guillén, D., & Blasco, J. M. (2020). A Randomized Controlled Trial Assessing the Evolution of the Weight-Bearing Ankle Dorsiflexion Range of Motion Over 6 Sessions of Talus Mobilizations in Older Adults. *Physical therapy*, 100(4), 645–652. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa003>
- Hoch, M. C., Staton, G. S., & McKeon, P. O. (2011). Dorsiflexion range of motion significantly influences dynamic balance. *Journal of science and medicine in sport*, 14(1), 90–92. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2010.08.001>
- Hiller, C. E., Nightingale, E. J., Raymond, J., Kilbreath, S. L., Burns, J., Black, D. A., & Refshauge, K. M. (2012). Prevalence and impact of chronic musculoskeletal ankle disorders in the community. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 93(10), 1801–1807. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.04.023>
- <https://squatuniversity.com/2015/11/19/the-squat-fix-ankle-mobility-pt-3/>
- <https://www.scienceforsport.com/multiple-single-leg-hop-stabilization-test/>
- Kaikkonen, A., Hyppänen, E., Kannus, P., & Järvinen, M. (1997). Long-term functional outcome after primary repair of the lateral ligaments of the ankle. *The American journal of sports medicine*, 25(2), 150–155. <https://doi.org/10.1177/036354659702500202>
- Kilic, O., Maas, M., Verhagen, E., Zwerver, J., & Gouttebauge, V. (2017). Incidence, aetiology and prevention of musculoskeletal injuries in volleyball: A systematic review of the literature. *European journal of sport science*, 17(6), 765–793. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1306114>
- Konor, M. M., Morton, S., Eckerson, J. M., & Grindstaff, T. L. (2012). Reliability of three measures of ankle dorsiflexion range of motion. *International journal of sports physical therapy*, 7(3), 279–287.
- Leuret, A., Sommeirsen, J.P., Philippe, J.M., Le Gall, C., Busseuil, C., Carpentier, F., Le Goff, Atain-Kouadio, P., Fougeras, O., S. Stempfle, S., L. Picault, L. (2004). Actualisation 2004 de la conférence de consensus l'entorse de cheville au service d'urgence 5ème édition Conférence de consensus Roanne le 28 avril 1995. Société Francophone d'Urgences médicales, p.1–17
- Martin, R. L., Davenport, T. E., Fraser, J. J., Sawdon-Bea, J., Carcia, C. R., Carroll, L. A., Kivlan, B. R., & Carreira, D. (2021). Ankle Stability and Movement Coordination Impairments: Lateral Ankle Ligament Sprains Revision 2021. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 51(4), CPG1–CPG80. <https://doi.org/10.2519/jospt.2021.0302>

- Malliaropoulos, N., Papacostas, E., Papalada, A., & Maffulli, N. (2006). Acute lateral ankle sprains in track and field athletes: an expanded classification. *Foot and ankle clinics*, 11(3), 497–507. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2006.05.004>
- Martin, R. L., Davenport, T. E., Paulseth, S., Wukich, D. K., Godges, J. J., & Orthopaedic Section American Physical Therapy Association (2013). Ankle stability and movement coordination impairments: ankle ligament sprains. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 43(9), A1–A40. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.0305>
- Martin, R. L., Irrgang, J. J., Burdett, R. G., Conti, S. F., & Van Swearingen, J. M. (2005). Evidence of validity for the Foot and Ankle Ability Measure (FAAM). *Foot & ankle international*, 26(11), 968–983. <https://doi.org/10.1177/107110070502601113>
- Miklovic, T. M., Donovan, L., Protzuk, O. A., Kang, M. S., & Feger, M. A. (2018). Acute lateral ankle sprain to chronic ankle instability: a pathway of dysfunction. *The Physician and sportsmedicine*, 46(1), 116–122. <https://doi.org/10.1080/00913847.2018.1409604>
- Northern Carolina Volleyball Association. (2022). <https://ncva.com/info/general-info/history-of-volleyball/>
- O'Donoghue D. H. (2002). Introduction. Treatment of injuries to athletes. 1962. *Clinical orthopaedics and related research*, (402), 3–8. <https://doi.org/10.1097/00003086-200209000-00002>
- Pope, R., Herbert, R., & Kirwan, J. (1998). Effects of ankle dorsiflexion range and pre-exercise calf muscle stretching on injury risk in Army recruits. *The Australian journal of physiotherapy*, 44(3), 165–172. [https://doi.org/10.1016/s0004-9514\(14\)60376-7](https://doi.org/10.1016/s0004-9514(14)60376-7)
- Powers, C. M., Ghoddosi, N., Straub, R. K., & Khayambashi, K. (2017). Hip Strength as a Predictor of Ankle Sprains in Male Soccer Players: A Prospective Study. *Journal of athletic training*, 52(11), 1048–1055. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.11.18>
- Reeser, JC., Dick, R., Agel, J., Bahr, R. (2001). The effects of changing the centerline rule on the incidence of ankle injuries in women's collegiate volleyball. *International Journal of Volleyball Research*, 4(1):12-16.
- Reitmayer, H. (2017). A review on volleyball injuries. *Timisoara Physical Education and Rehabilitation Journal*, 10(19), 189-194. doi:<http://dx.doi.org/10.1515/tperj-2017-0040>
- Sawle, L., Freeman, J., & Marsden, J. (2017). INTRA-RATER RELIABILITY OF THE MULTIPLE SINGLE-LEG HOP-STABILIZATION TEST AND RELATIONSHIPS WITH AGE, LEG DOMINANCE AND TRAINING. *International journal of sports physical therapy*, 12(2), 190–198.
- Skazalski, C., Kruczynski, J., Bahr, M. A., Bere, T., Whiteley, R., & Bahr, R. (2018). Landing-related ankle injuries do not occur in plantarflexion as once thought: a systematic video analysis of ankle injuries in world-class volleyball. *British journal of sports medicine*, 52(2), 74–82. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097155>
- Trevino, S. G., Davis, P., & Hecht, P. J. (1994). Management of acute and chronic lateral ligament injuries of the ankle. *The Orthopedic clinics of North America*, 25(1), 1–16.

- van Lieshout, R., Reijneveld, E. A., van den Berg, S. M., Haerkens, G. M., Koenders, N. H., de Leeuw, A. J., van Oorsouw, R. G., Paap, D., Scheffer, E., Weterings, S., & Stukstette, M. J. (2016). REPRODUCIBILITY OF THE MODIFIED STAR EXCURSION BALANCE TEST COMPOSITE AND SPECIFIC REACH DIRECTION SCORES. *International journal of sports physical therapy*, 11(3), 356–365.
- Verhagen, E. A., van Tulder, M., van der Beek, A. J., Bouter, L. M., & van Mechelen, W. (2005). An economic evaluation of a proprioceptive balance board training programme for the prevention of ankle sprains in volleyball. *British journal of sports medicine*, 39(2), 111–115. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2003.011031>
- Vuurberg, G., Hoorntje, A., Wink, L. M., van der Doelen, B., van den Bekerom, M. P., Dekker, R., van Dijk, C. N., Krips, R., Loogman, M., Ridderikhof, M. L., Smithuis, F. F., Stufkens, S., Verhagen, E., de Bie, R. A., & Kerkhoffs, G. (2018). Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: update of an evidence-based clinical guideline. *British journal of sports medicine*, 52(15), 956. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098106>
- Wikstrom, E. A., Hubbard-Turner, T., & McKeon, P. O. (2013). Understanding and treating lateral ankle sprains and their consequences: a constraints-based approach. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(6), 385–393. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0043-z>
- Wikstrom, E. A., Mueller, C., & Cain, M. S. (2020). Lack of Consensus on Return-to-Sport Criteria Following Lateral Ankle Sprain : A Systematic Review of Expert Opinions. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(2), 231-237. <https://doi.org/10.1123/jsr.2019-0038>

Tableau des annexes

Annexe I : Explications de mise en place des marques au sol pour le Multiple Hop Test réalisé par les joueurs du NRMV (<https://www.scienceforsport.com/multiple-single-leg-hop-stabilization-test/>).

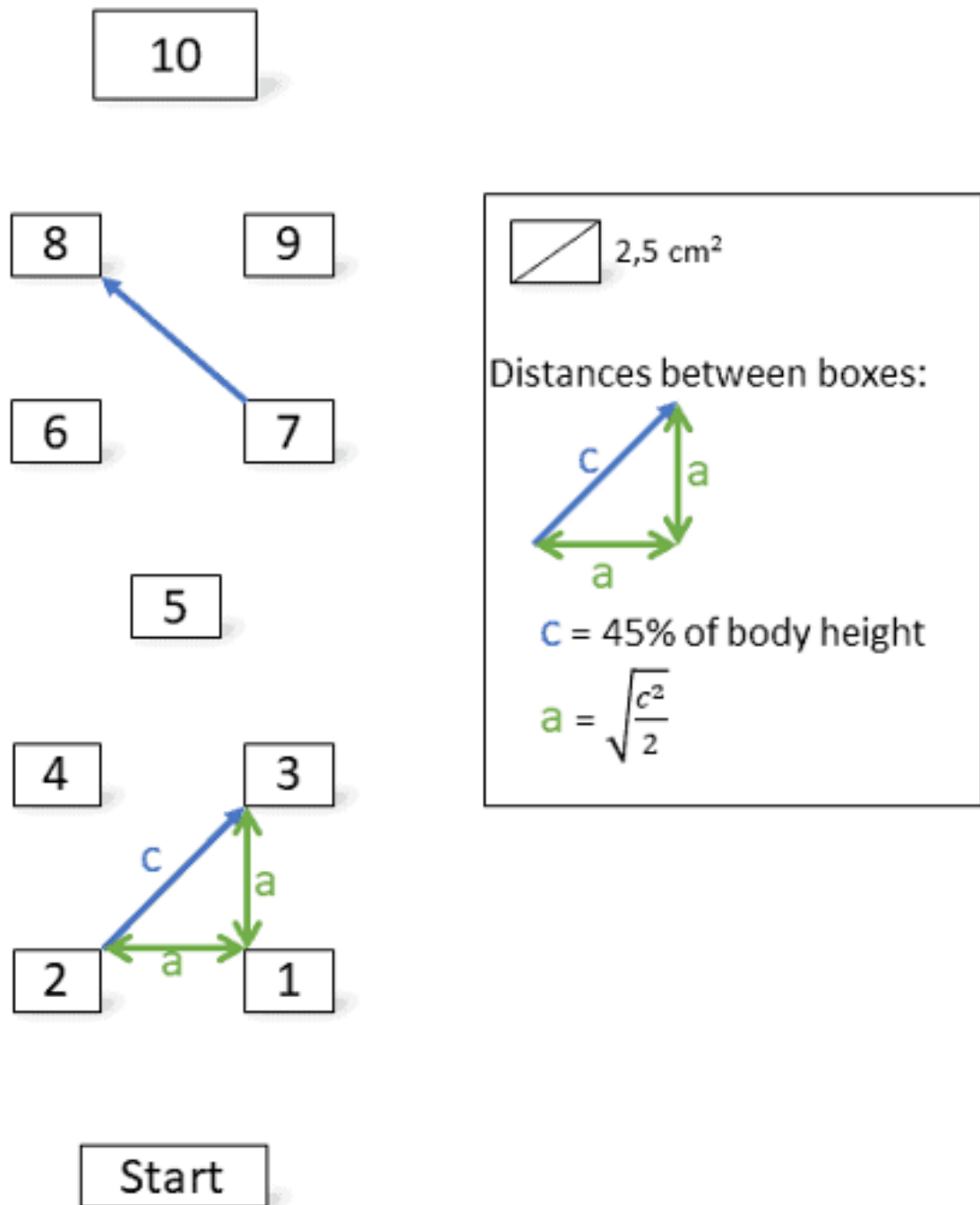
Annexe II : FAAM questionnaire (sous-partie sportive) validée en français d'après Borloz et al. 2011.

Annexe III : FAAM questionnaire (sous-partie sportive) validée en anglais d'après Martin et al. (2005).

Annexe IV : Résultats pré et post-interventionnels joueurs par joueurs ainsi que leur moyenne.

Annexe V : Formulaire de consentement

Annexe I : Explications de mise en place des marques au sol pour le Multiple Hop Test réalisé par les joueurs du NRMV (<https://www.scienceforsport.com/multiple-single-leg-hop-stabilization-test/>).



C= 88cm
A=62cm

Taille moyenne effectif au cm près= 196
C= 0,45*196=88cm
A= racine carrée de 7744/2=62cm

Annexe II : FAAM questionnaire (sous-partie sportive) validée en français d'après Borloz et al. 2011.

Foot and Ankle Ability Measure (FAAM)

Nom :
Prénom :
Membre évalué : D / G

Date du bilan :

FAAM Echelle des activités sportives

En raison de votre pied et de votre cheville, quel est votre niveau de difficulté pour faire les activités suivantes :

	Pas de difficulté	Difficulté légère	Difficulté modérée	Difficulté sévère	Incapable de le faire	N/A
Courir	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sauter	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Se réceptionner d'un saut	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Démarrer et s'arrêter rapidement	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Faire des pas chassés / des déplacements latéraux	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Activités sportives à faible impact (peu de chocs)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Capacité à exécuter votre activité sportive avec votre technique habituelle	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Capacité à pratiquer votre sport aussi longtemps que vous le souhaitez	☐	☐	☐	☐	☐	☐

A combien estimez-vous votre niveau actuel de fonctionnement durant vos activités sportives de 0 à 100, 100 étant votre niveau de fonctionnement avant votre problème de pied ou de cheville, 0 étant l'incapacité à faire la moindre de vos activités sportives habituelles ?

%

Score calculé : 0 %

Globalement, comment estimez-vous votre niveau actuel de fonctionnement ?

☐ Normal ☐ Presque normal ☐ En dessous de la normale ☐ Bien en dessous de la normale

Score : additionner les points et diviser par le score le plus haut possible qui aurait pu être obtenu (les N/A sont considérés comme si l'item n'était pas là, donc ne pas le comptabiliser dans le plus haut score possible). Faire x100 pour avoir un pourcentage. Plus c'est haut, mieux c'est.

Annexe III : FAAM questionnaire (sous-partie sportive) validée en anglais d’après Martin et al. (2005).

**Foot and Ankle Ability Measure (FAAM)
Sports subscale**

Because of your **foot and ankle** how much difficulty do you have with:

	No difficulty at all	Slight difficulty	Moderate difficulty	Extreme difficulty	Unable to do	N/A
Running	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Jumping	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Landing	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Starting and stopping quickly	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Cutting/lateral movements	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Low impact activities	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ability to perform activity with your normal technique	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Ability to participate in your desired sport as long as you would like	☐	☐	☐	☐	☐	☐

How would you rate your current level of function during your sports related activities from 0 to 100 with 100 being your level of function prior to your foot or ankle problem and 0 being the inability to perform any of your usual daily activities?

.0 %

Overall, how would you rate your current level of function?

☐ Normal ☐ Nearly normal ☐ Abnormal ☐ Severely abnormal

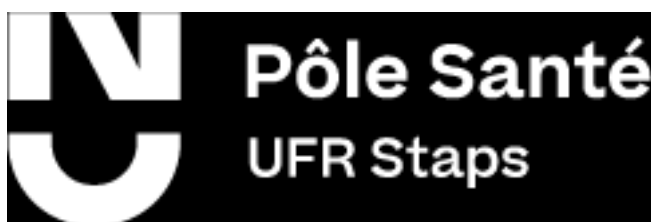
Annexe IV : Résultats pré et post-interventionnels joueurs par joueurs ainsi que leur moyenne.

Tests Joueurs	dorsiflexion pré-intervention D (°)	dorsiflexion pré-intervention G (°)	mSEBT ant pré D (%)	mSEBT PL pré D (%)	mSEBT PM pré D (%)	mSEBT ant pré G (%)	mSEBT PL pré G (%)	mSEBT PM pré G (%)	MHT erreurs CSS pré D	MHT erreurs CSS pré G	FAAM pré D (%)	FAAM pré G (%)
1	22	40	56	78	84	61	80	86	15	9	68	94
2	55	50	70,6	82,6	78	71,5	91,7	82,6	6	9	100	95
3	28	28	57,4	85,2	81,5	52	78,7	76	12	18	80	54
4	41	30	68,4	93,7	92,6	62,5	96,9	87,5	3	0	100	100
5	48	30	60,9	74,5	72,7	46,4	65,1	69,7	12	18	98	63
6	50	42	67	92,5	79,2	71,4	96,2	81	15	9	99	96
7	42	40	57,6	81,8	80,8	60,2	91,8	93,9	3	9	94	96
8	38	41	64,4	85,1	83,2	68,3	89,1	80,2	15	18	100	100
9	38	39	65,1	131,1	100,9	67,9	114,2	107,5	3	0	93	93
10	38	33	58,3	95,1	91,3	57,3	101,9	90,3	15	18	84	77
11	42	39	61,9	82,5	77,3	58,2	86,7	83,7	24	12	85	95
MOY	40,2	37,5	64,5	92,1	86,3	63,5	92,8	87,7	11,2	10,9	91	88

Tests Joueurs	dorsiflexion post-intervention D (°)	dorsiflexion post-intervention G (°)	mSEBT ant post D (%)	mSEBT PL post D (%)	mSEBT PM post D (%)	mSEBT ant post G (%)	mSEBT PL post G (%)	mSEBT PM post G (%)	MHT erreurs CSS D post	MHT erreurs CSS G post	FAAM post D (%)	FAAM post G (%)
1	35	42	60	85	83	68	86	87	3	3	80	96
2	54	52	73,4	92,7	89,9	74,3	94,5	93,6	6	0	93	100
3	34	33	57,4	87	84,3	56,5	86,1	80,6	6	6	88	79
4	44	42	68,4	88,4	90,5	69,8	86,5	89,6	6	0	100	100
5	57	40	63,6	81,8	93,6	62,4	96,3	93,6	6	3	96	93
6	52	50	77,4	103,8	98,1	79	106,7	102,9	12	9	98	98
7	50	48	67,7	93,9	89,9	69,4	98	95,9	3	3	96	96
8	47	45	64,4	93,1	83,2	65,6	91,1	91,1	6	9	100	100
9	42	40	75,5	115,1	109,4	81,1	120,8	124,5	9	0	90	95
10	45	38	56,3	82,5	84,5	57,3	94,2	89,3	6	12	88	100
11	42	44	66	91,8	89,7	60,2	82,7	91,8	15	15	96	89
MOY	45,6	43,1	68,5	95,2	93,5	69,6	97,8	97,5	7,1	5,5	93	95

Abbreviations : D=cheville droite ; G=cheville gauche ; pré=post-intervention ; post=post-intervention ; mSEBT=modified Star Execution Balance Test ; MHT=Multiple Hop Test (score sur 30) ; CSS= Change in Support Strategy ; FAAM= Foot and Ankle Ability Measure (sous-partie sportive) ; MOY=Moyenne.

Annexe V : Formulaire de consentement



Objet : Demande d'autorisation, de réaliser et d'utiliser une photographie et/ou un enregistrement audio à des fins de formation professionnelle.

Madame, Monsieur,

Afin de constituer un support nécessaire à la réalisation d'un document écrit, faisant lui-même l'objet d'une soutenance, dans le cadre d'un travail universitaire de Master 2 Entraînement et Optimisation de la Performance Sportive, les étudiant(es) font appel à l'imagerie et son numérique.

En signant ce document, j'autorise Thibault Bourges, dans le respect de l'anonymat à exploiter, utiliser et diffuser les données recueillies par l'intermédiaire d'un enregistrement vidéo dans le strict cadre d'un travail universitaire.

Conformément à la loi, le libre accès aux données audio et vidéos qui vous concernent est garanti. Vous pourrez à tout moment disposer du droit de retrait de ces supports si vous le juger utile.

Fait à Rezé, le .../ .../...

Signature de l'intéressé (précédé de la mention « lu et approuvé ») :

Signature de l'investigateur (Thibault Bourges) :

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Thibault Bourges', with a stylized flourish at the end.

Résumé

Introduction et Objectif : La littérature (Reitmayer. 2017 ; Barh et al. 1997) a montré que la blessure la plus commune au volleyball est l'entorse latérale de cheville. De plus, durant le début de notre stage, seules 2 blessures ont été recensées, elles ont entraîné un arrêt de l'activité dans les 2 cas. Ces 2 blessures étaient des entorses latérales de cheville. L'objectif principal était d'observer les effets d'un protocole d'auto-mobilisation en flexion dorsale de cheville sur les facteurs de risque intrinsèques.

Méthode et matériels : Nous avons utilisé 3 tests et 1 questionnaire pour évaluer nos joueurs. Le Weight Bearing Lunge Test pour évaluer la mobilité en dorsiflexion de cheville. Pour évaluer les performances fonctionnelles des chevilles, nous avons utilisé le mSEBT ainsi que le MHT. Enfin, le Foot and Ankle Ability Measure (sous-partie sportive) était destiné à évaluer la confiance des athlètes en leurs chevilles. Concernant les exercices, les joueurs devaient réaliser 3 exercices 2 fois par semaine : the ankle joint self mobilization with a resistance band, the kettlebell dorsiflexion and the goblet squat ankle stretch. Pour chaque exercice, ils devaient réaliser 3 séries de 10 répétitions en observant une pause de 1 minute entre chaque série.

Résultats : En moyenne, tous les tests ont été améliorés suite à l'intervention. Les WBLT, les mSEBT ANT et PM, les MHT ont été améliorés significativement. Les autres résultats ont été augmentés mais pas significativement. Les augmentations étaient de $16 \pm 16,7\%$ et $17 \pm 12,3\%$ pour les WBLT droit et gauche. Pour les mSEBT ANT et PM, leurs résultats ont été augmentés de $6,2 \pm 7,2\%$ et $9,8 \pm 11,2\%$ pour la cheville droite et de $10,3 \pm 10,2\%$ et $13 \pm 12\%$ pour la cheville gauche. Concernant le MHT, nous avons observé des augmentations de $12,7 \pm 20,5\%$ (cheville droite) et de $20 \pm 21\%$ (cheville gauche). Enfin, Les scores au FAAM ont été améliorés de $2 \pm 6\%$ et $7 \pm 12\%$ pour les chevilles droites et gauches.

Discussion/Conclusion : Les auto-mobilisations en flexion dorsale peuvent augmenter les performances fonctionnelles de la cheville ainsi que diminuer la plupart des principaux facteurs de risque intrinsèques tels que la mobilité en dorsiflexion. En conclusion, c'est un bon outil pour les athlètes « à risque ». Ces autos-mobilisations devraient être associées à des exercices de proprioception ainsi qu'à un travail en force des fessiers.

Mots clés :

- Entorse Latérale de Cheville
- Facteurs de risque intrinsèques
- Prévention des blessures
- Mobilité en dorsiflexion
- Volleyball

Abstract

Introduction and Objective : The literature (Reitmayer. 2017; Barh et al. 1997 etc.) has shown that the most common injury in volleyball is LAS. Moreover, during the beginning of our internship, only 2 injuries happened and stopped the players in their activities. These were LAS.

The main objective was to observe the effects of self-mobilizations in ankle dorsiflexion on intrinsic risk factors.

Method and Material : We used 3 tests and one questionnaire to evaluate our players. The Weight Bearing Lunge Test to assess the mobility of ankle dorsiflexion. To evaluate the functional performance of the ankle we used the modified Star Execution Balance Test and the Multiple Hop Test. Finally, the Foot and Ankle Ability Measure (sport subscale) was to evaluate athletes's confidence in their ankles. Regarding the exercises, athletes had to make 3 exercises, 2 times a week : the ankle joint self-mobilization with a resistance band, the kettlebell dorsiflexion and the goblet squat ankle stretch. For each exercise, they had to do 3 sets of 10 repetitions and to rest 1 minute between each set.

Results : On average, all results were improved after intervention. WBLT, mSEBT ANT and PM, MHT were improved significantly. The other results were increased but not significantly. We found improvements of $16 \pm 16,7\%$ and $17 \pm 12,3 \%$ for the WBLT right and left. For the mSEBT ANT and PM, their results were increased by $6,2 \pm 7,2\%$ and $9,8 \pm 11,2\%$ for the right ankle and by $10,3 \pm 10,2\%$ and $13 \pm 12 \%$ for the left one. Regarding the MHT, we observed improvements of $12,7 \pm 20,5\%$ (right ankle) and $20 \pm 21\%$ (left ankle). Finally FAAM's scores were improved by $2 \pm 6\%$ and $7 \pm 12\%$ for the right and left ankles.

Discussion/Conclusion : Self ankle joint mobilization can improve the performance of the ankle and it decrease some of the most important intrinsic risk factors such as the range of motion in dorsiflexion. In conclusion, it's a good tool for athletes "at risk". It should be associated with proprioception exercises and gluteus strength work.

Key words :

- Lateral Ankle Sprain
- Intrinsic risk factors
- Injury prevention
- Dorsiflexion Mobility
- Volleyball