



MASTER STAPS

ENTRAINEMENT ET OPTIMISATION DE LA PERFORMANCE SPORTIVE

ANNEE UNIVERSITAIRE 2021-2022

MEMOIRE

TITRE: EFFETS AIGUS DES AUTOMASSAGES SUR L'AMPLITUDE ARTICULAIRE MAXIMALE DE LA CHEVILLE EN DORSIFLEXION CHEZ UN JUDOKA

PRESENTE PAR: JULIEN BLANC

SOUS LA DIRECTION DE : YOHAN ROUSSEL

SOUTENU LE 23 / 05 / 2022

DEVANT LE JURY:

E.O.P.S. Entrainement et Optimisation de la Performance Sportive EOPS 2021

Remerciements

Tout d'abord, je remercie **Aurélien Broussal-Derval** qui m'a accueilli dans sa structure et m'a permis d'accompagner ses sportifs et de participer à ses différentes formations. Ses ouvrages m'ont permis de développer ma vision de l'entrainement ainsi que mes compétences.

Je remercie aussi **Damien Chapelain**, gérant et manager de la salle Fit Station. Sa pédagogie, son bagage technique ainsi que ses compétences managériales sont des qualités auxquelles j'aspire fortement.

Un grand merci aux **Judokas** du club de Flam 91 pour avoir gentiment accepté de se prêter aux expérimentations et à **Kilian Le Blouch**, Champion Olympique par équipe en Judo à Tokyo, pour ses précieux conseils sur les protocoles de récupération et d'échauffement utilisés en Judo.

Je remercie la Faculté des sciences du sport et de l'activité physique et notamment Mme Le Doyen, **Mme Garcin**, pour nous avoir permis la mise en place de ce stage primordial.

Je tiens aussi à remercier **Yohan Roussel**, pour m'avoir guidé tout au long de ce mémoire, de s'être rendu autant disponible lorsque le besoin s'en ai fait sentir. Il a commencé à m'accompagner avant même le début du Master 1 pour préparer ce Mémoire.

Table des matières

Remerciements	3
Glossaire	5
1. Introduction	6
2. Revue de littérature	8
2.1. La mobilité : un outil au service de la performance au Judo	8
2.1.1. Le Judo : analyse de l'activité	8
2.1.2. L'équilibre	10
2.1.3. Le contrôle moteur	11
2.1.4. La force	13
2.1.5. La souplesse	14
2.1.6. La cheville : structure et anatomie	16
2.1.7. Les tests	18
3. Problématique, objectifs et hypothèses	21
3.1. Problématique	21
3.2. Objectifs	21
3.3. Hypothèses	21
4. Le stage	22
4.1. Milieu professionnel	22
4.2. Sujets	22
4.3. Matériel, méthodes et protocole théorique	23
4.4. Analyse statistique	26
5. Résultats	27
6. Discussion	31
7. Conclusion	33
Bibliographie	34
Annexes	41
Résumé et mots clés	45
Abstract and keywords	46
Compétences acquises entre le début de la mise en stage et la soutenance	47

Glossaire

ROM Range-of-motion

FMSTM Functional Movement Screen

AM AutoMassage(s)

ES Etirement statique

SNC Système nerveux central

FR Foam Rolling

DF Dorsiflexion

ADF-ROM Ankle DorsiFlexion Range-Of-Motion / Dorsiflexion maximale de la cheville

TP Trigger Point / Point Gachette

xFR x sec of Foam Rolling / nombre de secondes d'automassage

1. Introduction

« La mobilité fait référence à la quantité de mouvements actifs et utilisables que possède une personne. Plus une personne est mobile, plus elle est en mesure de maximiser son potentiel de mouvement de manière sûre, efficace et effective » (Functional Range Conditioning, 2021). Le mouvement est ici, au cœur de notre sujet. Sans force(s) extérieure(s) (vent, attraction gravitationnelle, etc.), la production d'un mouvement résulte finalement, d'une succession de processus et signaux (chimiques, électriques, etc.) complexes. Ici, nous discuterons de cette capacité de mouvance dans l'espace.

On peut donc définir la mobilité sur le plan fonctionnel comme une combinaison de souplesse, de contrôle moteur, d'équilibre et de force (Broussal-Derval, 2018). Comme son nom l'indique, elle permet de se déplacer de façon efficace dans l'espace. Chaque sportif possède un panel de mouvement propre à lui. Ce répertoire de mouvement résulte d'un grand nombre de paramètres qu'ils soient morphologiques, héréditaires, nerveux ou encore structuraux.

La mobilité va, à travers son développement, permettre à un individu d'agrandir ce répertoire. A chaque prise en charge d'un sportif, il va alors falloir se demander si ce dernier est capable ou non d'effectuer le geste que je lui demande? Une très grande partie des sportifs, même élites, possède une mobilité qui serait limitée et qui pourrait donc entraîner des conséquences néfastes. Nous y reviendrons, mais parmi ces conséquences, on retrouve notamment les compensations musculaires, qui désorganisent le mouvement. Le mouvement étant souvent exécuté avant même de savoir si le sportif en est capable.

Des tests ont été mis en place pour évaluer la mobilité comme le Functionnal Movement Screen (Cook et al., 2014) ou d'autres tests auxquels nous reviendrons par la suite. Après avoir tester la mobilité, il s'agira de la planifier. Aurélien Broussal-Derval (2018) préconise plusieurs étapes à ce stade : éradiquer la douleur, récupérer une mobilité minimale, développer la force des chaines musculaires et enfin entrainer la mobilité.

Lorsque la mobilité n'est pas suffisante chez un individu, ce dernier va mettre en place des schémas moteurs complexes, de manière consciente ou inconsciente, pour réaliser un mouvement. Ces schémas moteurs sont finalement des compensations musculaires et articulaires qui vont créer à terme des déséquilibres musculaires et posturaux néfastes aussi bien pour la performance que dans la vie de tous les jours. On parle ici par exemple, de déséquilibres agoniste/antagoniste ou encore de déséquilibres latéraux. Les limitations fonctionnelles vont entrainer des compensations provoquant un mouvement non fonctionnel pouvant occasionner des blessures. Tandis qu'un entretien fonctionnel (travail de

mobilité) provoquera une capacité à produire un mouvement fonctionnel entrainant un équilibre

fonctionnel (Broussal-Derval, 2018).

Le terme « fonctionnel » est ici assez redondant. Mais alors quel est son sens ? Selon le dictionnaire

Larousse, le terme fonctionnel (adjectif) est défini comme « qui est bien adapté à sa fonction, qui

convient parfaitement à sa destination ». La mobilité fait partie de l'entrainement fonctionnel (functional

training), c'est-à-dire une méthodologie d'entrainement qui, au lieu de travailler de manière isolée un

muscle ou un groupe musculaire (exercice d'isolation), s'attache à s'inspirer des mouvements poly-

articulaires du quotidien ou d'un sport en particulier. De nombreuses méthodologie d'entrainement

poussent à travailler des groupes musculaires spécifiques souvent sur un seul plan. Les mouvements de

l'homme recrutent plusieurs groupes musculaires en même temps et sur les trois plans de l'espace

(Annexe 1). C'est ce que l'entrainement fonctionnel met au cœur de sa méthodologie, ce dernier prenant

comme origine le domaine de la rééducation.

Une étude a montré l'importance de l'entrainement fonctionnel au judo (Henry, 2011). Elle explique que

le judoka doit exceller dans les patterns de mouvement basiques sans provoquer des compensations

musculaires et posturales ainsi que de déséquilibre(s) musculaire(s). Ce type d'entrainement va

permettre l'amélioration de la capacité de performance et réduire le potentiel de blessure (Henry, 2011).

Le judoka, sportif extrêmement complet et mobile nécessite d'avoir une bonne mobilité, c'est ce que

nous verrons par la suite.

Dans la revue de littérature, nous étudierons les différents aspects abordés dans ce mémoire afin de

cadrer et de justifier au mieux notre étude. Nous aborderons l'activité du Judo, ses différentes

composantes de la performance, l'importance de la mobilité, les outils pour la développer, l'anatomie

de la cheville ainsi que les tests qu'il existe actuellement pour évaluer cette mobilité. Tout cela en les

mettant en relation avec les recherches scientifiques qui ont été menées, cela nous permettra d'avancer

pas à pas, avec une rigueur scientifique toujours adéquate.

« La connaissance s'acquiert par l'expérience, tout le reste n'est que de l'information ».

Albert Einstein, 1867

"La vie est un mouvement; Plus il y a vie, plus il y a flexibilité; Plus vous êtes fluide plus vous êtes

vivant." Albert Einstein

7

2. Revue de littérature

2.1. La mobilité : un outil au service de la performance au Judo

2.1.1. Le Judo : analyse de l'activité

Le Judo peut être défini comme une « activité d'affrontement direct en préhension entre deux combattants qui luttent pour la victoire. Il s'agit selon un code défini, accepté et arbitré, d'imposer des contraintes et des états physiques sur le corps de l'adversaire, tout en préservant l'intégrité physique des deux combattants. L'affrontement se fait dans un temps limité et à l'intérieur d'une surface définie, avec une tenue particulière : le Kimono. » (Ministère de l'Éducation nationale, 2000).

« XX^e siècle. Mot japonais composé de *ju*, « souplesse », et *do*, « voie, chemin ». Sport de combat d'origine japonaise, qui se pratique à mains nues et où l'on cherche à déséquilibrer, projeter au sol et immobiliser l'adversaire ou à obtenir par divers procédés son abandon. » (Centre national de ressources textuelles et lexicales, 2012).

C'est un sport intermittent à haute intensité qui requiert des compétences complexes et une excellence tactique pour gagner (Degoutte et al., 2003). Durant un affrontement, un judoka doit accomplir un grand nombre de mouvements hautement techniques et exigeants en énergie, soumettant le corps à des ni veaux de stress élevés entrainant une fatigue mentale et physique (Umeda et al., 2008). Un match typique à haut niveau dure entre 3 et 4 minutes environ, avec des périodes d'activité de 20 à 30 secondes en moyenne, entrecoupées de 5 à 10 secondes d'interruption (Castarlenas & Planas i Anzano, 1997). Les médaillés en Judo des tournois majeurs sont généralement impliqués dans 5 à 7 combats au cours d'une seule journée (Franchini et al., 2011). Le judo est l'un des sports les plus complets, il utilise la quasitotalité des muscles en permanence, que ce soit pour tirer, bloquer, pousser. On y utilise tous les régimes de contraction musculaire (Broussal-Derval, 2012).

Le judoka a besoin de force, de puissance, d'endurance, d'explosivité, c'est notamment l'un des sportifs les plus puissants. Dans La prépa physique Judo, Broussal-Derval (2012) définie 6 catégories de paramètres interagissant au cours d'un combat :

Paramètres **bio-informationnels** : lire les données du combat, prendre l'information, si possible de manière pro-active, garder la lucidité quant à son adversaire, l'arbitre, le coach

- Paramètres techniques : capacité technique à réaliser les stratégies et enchainements mis en place
- Paramètres **stratégiques** & **tactiques**: adaptation & génération d'opportunité, adaptation à l'adversaire, au moment du match, à sa fraicheur physique
- Paramètres **psychologiques** et **affectifs** : résistance à la douleur, gestion de l'affrontement direct, prise de risque, importance de la compétition, identité de l'adversaire, motivation, confiance, activation
- Paramètres **physiologiques/énergétiques**: en particulier puissance et capacité anaérobie lactique mais aussi puissance aérobie (répétition de matchs)
- Paramètres musculaires : puissance, endurance, adresse, souplesse, coordination. Toutes les chaines musculaires sont sollicitées sous tous les régimes de contraction

Au regard des rigueurs physiques et mentales associées au judo de compétition, il semble extrêmement bénéfique pour un judoka de développer un contrôle musculaire, une efficience optimale ainsi qu'un potentiel de blessure réduit. La mobilité a donc ici tout son sens.

Une session d'entrainement bien programmée en Judo commence par un échauffement comme dans n'importe quel sport. Celui-ci, lorsqu'il est bien réalisé, s'initie généralement par des exercices de mobilité générale avec notamment des Rotations Articulaires Contrôlées (RACs) (extensions dorsales, flexions complètes de jambes, fentes, rotations de buste, mobilité scapulaire, etc.). Mais alors pourquoi la première qualité physique que l'on travaille est-elle la mobilité à l'entrainement? C'est ce que nous répondrons à travers ce mémoire. Nous pouvons d'ores et déjà aborder l'aspect articulaire. Le Judo propose un ensemble de mouvements poly-articulaires mettant donc en jeu tout ou une partie des articulations du corps humain. L'exécution des techniques de Judo requiert la coordination de nombreuses articulation (Henry, 2011).

2.1.2. L'équilibre

« Toute action motrice repose sur l'équilibre [...] La performance est supportée par l'équilibre » (Broussal-Derval, 2012).

Le contrôle postural dans le mouvement est considéré comme un facteur de performance central, notamment dans le judo. Il traduit les mécanismes inhérents afin de maintenir une position et va dépendre de trois facteurs :

- La **posture** : un rôle antigravitaire, la posture répond aux forces exercées sur le corps par la gravité ainsi qu'un rôle assurant le lien avec l'environnement (Massion, 1997)
- Le **tonus** : état permanent de tensions musculaires ayant pour rôle principal de s'opposer à la gravité
- L'équilibre : capacité à maintenir la projection du centre de gravité dans le polygone de sustentation

Selon Massion (1992), le mouvement s'appuie sur le contrôle postural. L'équilibre du corps est maintenu grâce des ajustements dits posturaux. Une thématique extrêmement présente en judo.

Gahéry (1987) propose trois niveaux d'ajustement qui interviennent à des moments différents du mouvement :

- En amont de l'action motrice : cela concerne l'ajustement postural anticipé. La réalisation d'un mouvement volontaire connu va être accompagnée d'un déséquilibre pouvant être anticipé. Cet ajustement préparatoire au mouvement permet notamment au maintien de l'équilibre et à la bonne réalisation du mouvement
- **Pendant l'action** : les ajustements sont qualifiés d'accompagnement posturaux intervenant simultanément au mouvement
- **Après la perturbation**: les réactions posturales se déclenchent après la perturbation d'un élément extérieur. Ils jouent un rôle de compensation du mouvement. Si la perturbation est trop forte, les ajustements ne suffiront pas toujours au maintien de l'équilibre

L'équilibre de l'Homo Sapiens est notamment caractérisé par sa bipédie (aptitude à marcher sur ses deux pieds). Un individu bipédique est en équilibre lorsque la projection verticale de son centre de gravité passe par sa base de sustentation (ou polygone de sustentation). Plus le centre de gravité est haut, plus la base de sustentation est petite et plus l'équilibre sera précaire. Cependant, en activité de préhension comme le judo, on ne peut considérer l'individu seul étant donné qu'il est accroché à son adversaire.

Les appuis du combattant deviennent quadrupédiques (4 appuis) : ses deux pieds au sol ainsi que ses deux mains accrochées à l'adversaire. Dès l'instant où les combattants se saisissent, la base de sustentation est modifiée : elle est alors formée par les quatre pieds de deux combattant (elle s'agrandit) et chaque déplacement d'un ou des combattant(s) va la modifier.

Par différentes stratégies techniques (Maki komi par ex), le judoka va alors tenter de créer un déséquilibre assez important pour emmener son adversaire au sol. Une multitude d'actions mises en place pour trouver/créer une ouverture dans un laps de temps très court.

Aurélien Broussal-Derval (2012) définit le combat de judo comme « un jeu d'organisation-désorganisation perpétuelle de l'équilibre, auquel se livrent deux adversaires. L'objectif est autant de générer du déséquilibre chez l'autre, que de rétablir sa propre stabilité, voire de conjuguer simultanément les deux actions. Ce jeu sur le fil, précaire et aléatoire, fait la difficulté majeure et la richesse du Judo. La préparation physique a aussi un rôle à jouer à ce niveau ».

Il complète avec ceci : « Concrètement, l'analyse du mouvement appliquée au Judo révèle que l'art de déséquilibrer l'autre consiste, pour le combattant, à prendre des risques maitrisés, à flirter constamment avec la limite de son propre équilibre, pour se servir de son poids de corps comme moyen principal de désorganisation de la posture adverse ».

A travers cette partie, nous percevons l'importance centrale de l'équilibre au Judo. D'autant plus, comme expliqué précédemment, la cheville faisant office de lien direct entre le pied en contact avec le sol et le reste du corps, elle est primordiale au sein des processus d'équilibre.

2.1.3. Le contrôle moteur

Les mouvements peuvent se définir comme « la variation de positions de tout ou une partie du corps et sont caractérisés par différents paramètres comme la vitesse ou l'amplitude des déplacements des segments » (Hess, 1943) ou encore « la capacité de produire des ajustements posturaux dynamiques et de diriger le corps et les membres dans le but de produire un mouvement » (Broussal-Derval, 2018).

Lorsqu'un individu réalise un mouvement, il fait appel de manière inconsciente au système nerveux. Cette réalisation est planifiée par le système nerveux central (SNC). Ce dernier est composé de l'encéphale et de la moelle épinière. L'autre composante du système nerveux est le système nerveux périphérique divisé en deux parties : le système nerveux autonome & somatique. Certains mouvements

sont déterminés volontairement, lorsque d'autres sont automatiques. On va alors opposer les mouvements volontaires qui répondent à une exécution précise et les mouvements réflexes correspondant à une cause extérieure qui constituent des mouvements simples et prévisibles. Lors d'un mouvement volontaire, il y a tout d'abord l'intention d'un mouvement (cortex préfrontal), la planification (cortex prémoteur), la programmation (aire motrice supplémentaire), son exécution (cortex moteur primaire) et enfin l'action (moelle épinière).

Starrett (2017) décrit le contrôle moteur comme une «Expression consciente et inconsciente de la biomécanique ou des pratiques du mouvement idéal. ». On peut, pour simplifier très fortement, parler ici de «technique ».

Le contrôle moteur concerne l'interaction permanente entre un sujet, l'environnement (contraintes) et la tâche à accomplir. C'est-à-dire comme « l'ensemble des opérations effectuées par les structures nerveuses impliquées dans la préparation et l'exécution de mouvements coordonnés. ». La fonction initiale d'un système de contrôle est de gérer les interactions entre les systèmes (interactifs ou indépendants) qui favorisent une réponse motrice appropriée à un contexte.

Lorsqu'un judoka produit un mouvement habile (expert), cela implique de fournir une réponse optimale aux contraintes rencontrées lors de l'exécution du mouvement. Les adaptations aux contraintes possèdent deux formes qui sont complémentaires : à court terme, en temps réel et à moyen/long terme, l'apprentissage. La précision d'un mouvement poly-articulé va nécessiter la transformation par le système nerveux central des coordonnées spatiales de la cible.

Une étude comparant des judokas participants à des compétitions à un groupe sédentaire en bonne santé a démontré l'existence d'une association entre la pratique d'un exercice physique (impliquant une planification et une exécution motrice complexe) et une densité plus élevée de matière grise dans les régions du cerveau responsables de ces tâches (Jacini et al., 2009).

Schmidt & Lee, 2013 ont mis en avant une interaction complexe de compétences polyvalentes et ouvertes, nécessitant des mouvements avec un contrôle précis de nombreuses parties du corps exécutés dans un environnement en constante évolution qui peut être imprévisible en Judo.

La performance neuromusculaire à différents tests spécifiques et non spécifiques au Judo peut avoir un impact sur le classement des judokas (Lima Kons et al., 2020). Cette étude basée sur 17 judokas est à

prendre avec du recul mais permet d'envisager les paramètres neuromusculaires comme pouvant influencer la performance au Judo.

2.1.4. La force

Ici, nous ne parlerons pas des qualités de forces traditionnelles comme la force maximale, la puissance ou l'endurance de force. Il s'agit ici de niveaux de force minimum pour produire un mouvement. D'après Broussal-Derval, (2018), ces niveaux de force concernent :

-les niveaux de force minimums des **muscles posturaux** : ces muscles sont directement liés aux ajustements posturaux expliqués précédemment. Un déficit de force de ces muscles, pouvant être lié à des faiblesses ou raideurs, entrainera des compensations posturales et musculaires néfastes.

-les niveaux de forces minimums des **muscles moteurs** : comme leurs noms l'indiquent, ils sont essentiels dans la production du mouvement. Si ces muscles ne sont pas assez développés, la production du mouvement sera altérée voir inenvisageable.

-l'optimisation des **ratios agonistes/antagonistes**: un déséquilibre du couple agoniste/antagoniste (propre à chaque couple) expose le pratiquant à la blessure et limite sa mobilité. On peut notamment faire appel à l'isocinétisme pour évaluer ces ratios.

-les **équilibres latéraux** : « l'équilibre fonctionnel s'envisage également dans la latéralité », être équilibré est une priorité pour optimiser la mobilité. Un trop grand déséquilibre latéral pourra être néfaste pour la motricité du pratiquant.

Les judokas possédant un côté dominant, il peut y avoir un déséquilibre entre ce côté dominant par rapport au côté non dominant. Une étude a voulu comparer les paramètres de force (force maximale, le taux de développement de la force, etc.) avec le côté dominant chez des judokas. Ils ont mis en avant qu'il existe une différence de certains paramètres de la force entre le côté dominant et non dominant comme la force maximale ou explosive (Detanico, 2012).

Des chercheurs (Kons et al., 2021) ont montré que la succession de quatre combats de judo n'ont pas modifié l'asymétrie entre les membres, la force de préhension des mains a diminué tout au long des matchs de manières similaires entre le coté dominant et non dominant.

2.1.5. La souplesse

Kelly Starrett définit la souplesse comme la « distance dans laquelle un athlète peut bouger une articulation dans une direction donnée » (Starrett & Cordoza, 2017).

« La souplesse est la mobilité articulaire maitrisée. C'est tout à la fois l'amplitude d'une articulation et le contrôle des contractions et allongements associés (qu'ils soient passifs ou actifs) pour améliorer l'aisance et la précision motrice » (Broussal-Derval, 2012).

A travers ce mémoire, nous voulons évaluer la manière dont les automassages affectent l'amplitude articulaire maximale lors de l'échauffement, en lien direct et étroit avec la souplesse, facteur clé de la mobilité. Sans souplesse, il n'y a pas de mobilité.

Rappelons ici l'étymologie japonaise du terme Judo : JU= souplesse, DO = voie. La voie de la souplesse. Cette qualité physique fait partie intégrante de la performance au Judo. Le Judo étant un sport de projection, les techniques utilisées nécessitent de bonnes qualités de souplesse. En la développant, on cherche à augmenter l'amplitude articulaire et donc la mobilité articulaire des mouvements favorisant une plus grande aisance dans l'exécution de ces mouvements, comme les techniques en judo par exemple. De nouvelles possibilités s'ouvrent alors au judoka.

La qualité de souplesse se travail dès le mini-judo et dans la réalisation des gammes techniques comme : les chutes (UKEMI), la lutte au sol (TATE NE WAZA), les enchainements (RENZOKU) ou encore les étirements.

Parmi les techniques de développement de la souplesse, il y a bien sûr les fameux étirements. Ils peuvent être passifs ou dynamiques : « On parle d'étirement passif lorsque l'allongement est subi par le groupe musculaire sous une action extérieur (la pesanteur par exemple). Inversement, l'étirement actif caractérise une mobilité obtenue par l'action de la musculature propre à une articulation » (Broussal-Derval, 2012). Il existe dorénavant les étirements passivo-actif avec la technique du contracter-relâcherétirer. Lorsque l'on s'étire, il existe trois types d'objectifs : le gain de souplesse, la récupération et enfin la préparation et la prévention lors de l'échauffement.

Les étirements sont-ils suffisants à l'échauffement en termes de souplesse ? Des études ont montré qu'il n'y a pas de différences significatives en gain de souplesse à court terme entre les automassages (AM) et les étirements statiques (Škarabot et al., 2015). Les étirements statiques d'une durée supérieur à 60

secondes peuvent être efficace pour favoriser l'augmentation de l'amplitude articulaire maximale mais peuvent aussi avoir des effets néfastes sur la performance (Behm et al., 2016), comme par exemple une diminution de la contraction maximale volontaire (Fowles et al., 2000; Weir et al., 2005). Les AM agiraient donc sur le tissu fascial plutôt que le tissu musculaire. Cela expliquerait la réduction de la douleur perçue sans altération de la performance musculaire.

Il a été signalé qu'une faible amplitude de mouvement (ROM) entraine un risque de blessure accru (Backman & Danielson, 2011; Witvrouw et al., 2001). Une augmentation du ROM pourrait donc être une approche efficace pour la prévention des blessures. Le rouleau de massage (Foam Rolling (FR), un des outils d'automassage) peut être utilisé afin de produire une friction, augmentant la température musculaire et diminuant la douleur associée aux courbatures (Macdonald et al., 2014; Pearcey et al., 2015). Il y a donc un effet d'échauffement mais aussi de récupération avec les techniques d'AM.

Nous nous concentrerons ici sur l'effet des automassages à l'échauffement. Une étude a comparé différents protocoles d'échauffement (étirements passifs, dynamiques et rouleau de massage). Dans cette étude (Su et al., 2017), les tests de souplesse (quadriceps et ischios-jambiers) étaient significativement meilleurs dans la condition d'automassage comparée aux autres conditions. Peacock et al., (2014) préconise d'associer les AM avec un protocole d'échauffement général pour améliorer la performance.

Soares et al., 2022 ont voulu comparer les effets de différentes rouleaux et stratégies d'AM sur la dorsiflexion de la cheville. Dans toutes les conditions (rouleau mou, rouleau dur avec bosses, AM latéral et unilatéral), la ADF-ROM a été augmenté de la même manière sans effets néfastes quant au pic de force, à la contraction maximale volontaire, au test drop jump. Cette étude indique qu'il n'y pas de véritable intérêt d'utiliser un rouleau à bosse plutôt qu'un rouleau mou lisse que l'on peut gagner du temps en se massant de manière bilatérale.

Les AM permettent un relâchement myofascial (Healey et al., 2014; MacDonald et al., 2013). Le terme « fascia » a longtemps été discuté. La Fascia Research Society a établi une définition claire et complète : « Le système fascial se compose du continuum tridimensionnel de tissu conjonctif fibreux mou, contenant du collagène, avec des fibres lâches et denses qui imprègnent le corps. Il intègre des éléments tels que le tissu adipeux, [...] les tendons, les fascias viscéraux, et tous les tissus intramusculaires et intermusculaires y compris endomysium, périmysium et épimysium. Le système fascial interpénètre et entoure tous les organes, les muscles, les os et les fibres nerveuses, en fournissant un environnement qui permet à tous les systèmes de l'organisme de fonctionner de manière intégrée » (Fascia Research Society, 2016).

Le réseau myofascial est donc extrêmement riche et dense. A travers les AM on vise à mobiliser les différentes couches de fascia et à briser les adhérences qui peuvent s'être formées entre la peau, les fascias et les muscles (Broussal-Derval, 2018). Il est donc important de parler des trigger points (TP), les fameux points gâchettes. Ce sont des nœuds musculaires qui peuvent être actifs, passifs, primaires ou secondaires. Ces derniers se forment lors d'utilisations inhabituelles ou inadaptées d'un muscle. Ils peuvent modifier des schémas moteurs, créer des désordres de la chaine myofasciale, générant des trigger points secondaires (Broussal-Derval, 2021; Grieve et al., 2011). A travers les AM, on va chercher notamment à relâcher ces TP afin de les faire disparaitre.

Voici une liste non exhaustive des différents outils d'automassage :

- petit et grand rouleau de massage (foam rolling)

- rouleau de massage avec vibration

- petite, moyenne et grande balle de massage

- canne d'automassage

- balle double

- fascia gun

- bâton de massage, etc.

Chaque outil possède des spécificités. Chaque muscle, en fonction de ses caractéristiques, a des besoins différents. Prenons le cas de des ischios-jambiers. Ce sont des muscles de grande taille souvent assez raides. Au début, un rouleau de massage classique va probablement suffire. Mais petit à petit, il y aura besoin d'une compression plus intense. Nous pouvons donc choisir un outil de plus petite taille comme une balle. La compression se fera sur une surface bien plus petite mais alors plus intense. Il est précieux de prendre en compte l'importance de la pression, pour garder un automassage de qualité.

2.1.6. La cheville : structure et anatomie

La cheville et le pied assurent ensemble deux rôles fondamentaux : le soutien postural, ils supportent l'ensemble du poids du corps et des appuis stables au cours de la marche, et la locomotion, grâce au déroulement de la voûte plantaire. L'articulation talo-crurale est l'articulation de la cheville. C'est une articulation synoviale trochléenne à un degré de liberté, c'est-à-dire qu'elle permet des mouvements d'ouvertures et de fermetures dans un seul axe. Cette articulation supporte donc des contraintes très élevées dues au poids du corps et à l'énergie cinétique que les sauts, la marche ou la course peuvent

produire. Lorsque la cheville effectue une dorsiflexion, flexion commandée nerveusement au niveau de la 5° lombaire, l'astragale provoque un écartement des malléoles. Tandis que c'est la 1ere vertèbre sacrée qui commandera la flexion plantaire. Les ligaments jouent ici un rôle fondamental dans la stabilité, ces derniers sont détaillés en Annexe 2. Ce sont les muscles tibial antérieur, long extenseur des orteils, long extenseur de 1'hallux et le péroné antérieur qui auront comme rôle de permettre notamment la dorsiflexion via le raccourcissement de leurs insertions. Une amplitude normal de dorsiflexion est en moyenne de 24,8° chez la femme et 22,8° chez l'homme (Center for Disease Control and Prevention, 2018). La dorsiflexion va varier entre compétition et jour de repos (Moreno-Pérez et al., 2020). Tandis que le long et court péronier, gastrocnémien, et le soléaire se chargeront de la flexion plantaire (Schneider, s. d.). Grieve et al., (2011) ont voulu vérifier les effets aigus de compression des trigger points sur le soléaire. Ils ont mesuré une augmentation du ROM de 5°. Il serait donc intéressant d'automasser le soléaire dans notre protocole.

La cheville, étant à la base de notre bipédie, est primordiale au judo. Un mauvais fonctionnement ou manque de mobilité de cette articulation provoquerait un ensemble de contraintes et donc un ensemble d'adaptations, de compensations musculaires et posturales néfastes au corps tout entier.

L'approche articulation par articulation, « The joint-by-joint approach » développé Michael Boyle et Gray Cook nous indique sur les fonctions primaires de chaque articulation (mobilité ou stabilité). D'après eux, la cheville nécessite avant tout une mobilité sagittale (plan vertical perpendiculaire sur le plan vu de face). Un mauvais fonctionnement d'une articulation se répercuterait à l'étage supérieur via des compensations. On peut donc estimer que le développement de la mobilité de la cheville est une base essentielle dans l'optique d'amélioration de la mobilité du corps entier.

Dans le plan sagittale, la cheville en mouvement, peut alors opérer une flexion plantaire (extension) ou une flexion dorsale, dorsiflexion. Ici nous nous intéresserons uniquement à la dorsiflexion de la cheville chez le judoka.

La blessure au niveau de la région de la cheville représente plus de 80% des blessures, tous sports confondus, notamment en judo où elle est la blessure la plus commune (32,3%) (Kim et al., 2021). A travers ce mémoire, nous ne traiterons pas de la prévention des blessures mais il est important d'avoir à l'idée qu'un développement de la mobilité de la cheville pourrait aider à réduire le risque de blessure. Líška et al. (2021) ont constaté une plus grande amplitude articulaire en dorsiflexion chez les judokas par rapport à des footballers. On peut donc espérer que le judo conduit à une meilleure adaptation de l'articulation de la cheville en dorsiflexion.

2.1.7. Les tests

Lorsque l'on parle de la mobilité d'un individu, avant d'essayer quelque travail que ce soit, il est important de l'évaluer. Différents tests ont été mis en place, certains avec un aspect qualitatif se basant sur des patterns de mouvement (ex : FMS) lorsque d'autres sont quantitatifs (utilisation d'un goniomètre) où l'on va mesurer une amplitude.

FMS:

Le Functional Mouvement Screen (FMS) a été développé par Gray Cook, Lee Burton et Keith Fields. Cette méthode d'évaluation a pour but de mesurer la mobilité fonctionnelle des différentes articulations et d'identifier des asymétries posturales, des déficiences et compensations musculaires. Il regroupe 7 mouvements fondamentaux : Overhead Deep Squat, Hurdle Step, Inline Lunge, Shoulder Mobility, Active-Straight Leg Raise, Trunk Stability Push Up, Rotary Stability.

Chaque mouvement reçoit une notation allant de 0 à 3 :

- → 0 : présence de douleur
- → 1 : impossibilité d'effectuer le pattern de mouvement décris
- → 2 : effectué avec compensation(s)
- → 3 : effectué parfaitement

Le score total est donc de 21 points mais un score égal ou inférieur à 14/21 prédirait un risque de blessure 2,74 fois plus élevée (Bonazza et al., 2017). Il est maintenant proposé d'effectuer la notation sur 100 afin d'être plus précis. De multiples études ont démontré l'excellente fiabilité du FMS (Bonazza et al., 2017; Parenteau-G et al., 2014; Schneiders et al., 2011; Teyhen et al., 2012).

L'idée du sujet de ce mémoire a notamment été influencé une étude en particulier. J'ai notamment choisi cette étude lorsque j'ai effectué mon poster scientifique de lere année de Master. Cette étude de Monteiro et al. (2017) a étudié les effets aigus de différentes durées et localisation d'automassage sur la performance au Overhead Deep Squat Test du FMS. Ce mouvement, le 1^{er} du FMS, serait le meilleur prédicteur du score total du test (Clifton et al., 2015). Les chercheurs ont montré que 90 secondes d'automassage (voute plantaire ou cuisse latéral + grand dorsal) étaient nécessaires pour obtenir une amélioration significative du score à ce test. Cette étude mesurait pour moi, les effets des AM sur un pattern de mouvement de manière qualitative. Je me suis donc demandé quels serait alors les effets quantitatif sur l'amplitude articulaire. Les résultats serait donc plus précis. Etant donné que j'ai la possibilité d'avoir de nombreux judokas dans la salle de préparation physique de mon stage et que la

cheville est extrêmement importante dans ce sport, j'ai décidé de me concentrer sur la cheville et notamment sur l'amplitude articulaire maximale (ROM) de la cheville en dorsiflexion.

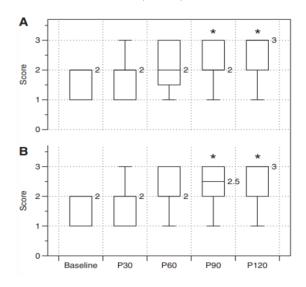


Figure 1. Diagrammes en boîtes à moustaches des effets aigus des AM sur le Grand Dorsal & la Cuisse latérale (A) et sur la voûte plantaire (B) sur le score de l'Overhead Deep Squat test du FMSTM, (P30=30s d'AM)

Goniomètre:

Le goniomètre (du grec « gonia », « gonio » : angle) est un instrument de mesure utilisé dans le cadre médical par des médecins, podologues, kinésithérapeutes afin de mesurer des angles. Il comporte une échelle circulaire destinée à vérifier une amplitude articulaire. Il fonctionne sur le principe du rapporteur. De nombreuses études l'ont utilisé pour mesurer l'amplitude articulaire maximale en dorsiflexion (Jones & Curran, 2012; Jung et al., 2015; Rome & Cowieson, 1996). La position de ce dernier au niveau de la cheville peut très sensiblement différé (Gatt & Chockalingam, 2013). En effet, on peut très rapidement obtenir une erreur de mesure de quelques degrés, ce qui fausserait les résultats.

Inclinomètre:

L'inclinomètre est un outil utilisé pour réaliser un examen articulaire. En effet il permet de mesurer la mobilité des articulations et notamment la dorsiflexion de la cheville (Kang et al., 2015).

Application myROM:

L'application myROM (anciennement « Dorsiflex ») développée par Carlos Balsalobre-Fernandez permet de mesurer la dorsiflexion de la cheville mais aussi d'autres amplitude articulaire du corps en utilisant le gyroscope de l'iPhone/iPad (Annexe 3). Cet auteur est notamment à l'origine de l'application myJump et de nombreuses autres.

Balsalobre-Fernández et al. (2019) ont comparé des mesures de dorsiflexion effectuées avec un inclinomètre et l'application myROM et ont détecté une excellente corrélation entre les deux instruments de mesure. Lorsqu'une autre étude a cherché à comparer la fiabilité de trois méthodes de mesures différentes sur la dorsiflexion : un goniomètre, un mètre à ruban et un inclinomètre digital. Les résultats indiquent que les 3 types de mesure sont fiables mais les chercheurs indiquent que l'inclinomètre pourrait être préférable lors de la prise en charge d'une blessure ou après une intervention chirurgicale (Konor et al., 2012).

Après avoir acheté un goniomètre, puis avoir acheté l'application myROM et avoir rencontré des problèmes avec les deux notamment en terme de précision, je me suis donc tourné vers l'application suivante :

Application Angulus:

Angulus est une application de type Goniomètre extrêmement précise (0,01°) et d'une simplicité rare. En essayant cette application, je me suis tout de suite dis que ce sera mon outil de mesure (Annexe 4). Awatani et al., 2018 ont déterminé une excellente fiabilité d'une application utilisant le principe de goniomètre, sans marqueur préalable. La marge d'erreur étant faible.

3. Problématique, objectifs et hypothèses

3.1. Problématique

De nombreuses études ont été menées sur les Automassages, que ce soit pour mesurer leur efficacité à l'échauffement ou en récupération. 90 secondes d'automassages pourraient être la durée optimale d'Automassage (Monteiro, Škarabot, et al., 2017). Mais cette durée est extrêmement généraliste. Des études existent concernant une durée optimale d'AM sur le résultat au FMS. D'autres mesurant les effets des AM sur la ROM, mais il y a un manque. Je n'ai pas trouvé d'étude sur la dorsiflexion maximale du judoka ni sur la durée optimale d'AM à l'échauffement.

Quelle est la durée d'automassage optimale permettant d'avoir une amplitude maximale de la cheville en dorsiflexion chez le judoka à l'échauffement ?

3.2. Objectifs

Cette étude va nous permettre de comprendre comment les AM affectent la dorsiflexion maximale de la cheville. Le but ici est de connaître la durée optimale d'automassage produisant une amplitude articulaire maximale de la cheville en dorsiflexion lors de l'échauffement du judoka. En trouvant un protocole adapté et optimal en AM, cela pourrait produire un gain de temps lors de l'entrainement et définir une base concrète sur le protocole à suivre.

3.3. Hypothèses

H0: les AM n'ont pas d'effet sur l'amplitude articulaire maximale de la cheville en dorsiflexion (ADF-ROM)

H1 : 30 secondes d'AM est une durée suffisante pour obtenir une amélioration significative de ADF-ROM par rapport à la condition 0FR

H2 : 60 secondes d'AM est une durée suffisante pour obtenir une amélioration significative de ADF-ROM par rapport à la condition 30FR

H3 : 90 secondes d'AM est une durée suffisante pour obtenir une amélioration significative de ADF-ROM par rapport à la condition 60FR

H4 : 120 secondes d'AM est une durée suffisante pour obtenir une amélioration significative de ADF-ROM par rapport à la condition 90FR

4. Le stage

4.1. Milieu professionnel

Le stage se déroule dans un studio de coaching, Fit Health Station, à Charenton-le-Pont. Ce studio est destiné principalement à 2 axes : la préparation physique d'athlètes espoirs et professionnels mais aussi à des fins de remise en forme destinée à un public sédentaire ou sportif. J'ai principalement effectué mon stage du côté de la préparation physique des athlètes sous la direction d'Aurélien Broussal-Derval (préparateur physique reconnu). Cette « salle » de petite taille comparée aux autres se veut innovante et très qualitative. Il y a un grand nombre d'outil à disposition des athlètes (machines de musculation haute technologie, outils d'automassage, électrostimulation, Blood Flow Restriction, balance impédancemètre professionnelle, outils de mesure du grip et du centre de masse, kettlebell, etc.).

Missions:

- -Accueil des clients au sein de la salle
- -Veille au bon fonctionnement du lieu
- -Prospection de client en parcourant les différents commerces aux alentours
- -Accompagnement des clients & athlètes
- Création & mise en place de séances d'entrainement et de tests
- -Veille de la salle
- -Conseils en termes de préparation physique et mentale

4.2. Sujets

Les 8 sujets sont des athlètes en Judo, ayant tous la ceinture noire, issus d'un des tout meilleurs clubs de France, le club de Flam 91. Certains judokas sont champions de France par équipe (Division 1) et participé à la Ligue des Champions cette année. Les 8 judokas (7 hommes, 1 femme ; \hat{a} ge = 23,0 \pm 3,46

ans ; masse corporelle = 82.1 ± 15.1 kg; taille = 182.0 ± 13.0 cm; indice de masse corporelle = 24.71 ± 1.56) étant expérimentées dans l'entrainement en Judo (15.13 ± 5.14 ans), en préparation physique (5.9 ± 3.00 ans) et dans l'utilisation des Automassages (2.94 ± 2.6 ans). Ils pratiquent environ 5 entrainements technico-tactiques et 3 entrainements en préparation physique par semaine. Ils pratiquent des exercices de mobilité à chaque début d'entrainement (dont des AM). Aucun sujet ayant les pieds plats n'a été retenu.

4.3. Matériel, méthodes et protocole théorique

Le matériel utilisé est un rouleau de massage « pro » (Dimensions : 30 cm x 15 cm, 152 g ; Densité : supérieure) et une balle d'automassage (Diamètre : 8cm ; Poids : 22 g ; Densité : moyenne) de la marque Blackroll®. Des mesures anthropométriques ont été réalisées à l'aide d'un impédancemètre professionnel de la marque Accuniq (taille, poids). Il a été recueilli auprès des athlètes : leur expérience en entrainement technico-tactique en Judo, en préparation physique, en automassage ainsi que la catégorie de compétition et l'âge. Il est utilisé comme instrument de mesure de l'amplitude articulaire maximale, une application de mesure « Angulus » avec une fonction « goniomètre ». Toutes les mesures sont réalisées pieds nus. Les sujets n'ayant réalisé aucun échauffement ou activité physique avant le protocole le jour même. Des mesures de dorsiflexion sont réalisées sur chaque athlète pour établir une mesure de base. Quatre durées d'AM ont été retenues (Monteiro, Škarabot, et al., 2017) : 30, 60, 90, et 120 secondes par surface (face antérieure et face postérieure du tibia, voûte plantaire). Pour la condition 30 secondes d'AM (30FR), l'athlète s'automasse 30 secondes l'ensemble du dessous du pied droit (fascia, voute et aponévrose plantaire) avec une balle d'AM de de 8cm de diamètre, 30 secondes la face postérieure du tibia droit (triceps sural : gastrocnémien (chef latéral et médial), soléaire, long fléchisseur du 1^{er} orteil, tibial postérieur, long fléchisseur des orteils, poplite, aponévroses, fascias) avec une rouleau d'automassage pendant 30 secondes puis automasse la face antérieure (extenseur de l'hallux, long extenseur du 1er orteil, tibial antérieur, long extenseur des orteils) et latérale du tibia (court et long fibulaire) pendant 30 secondes avec un rouleau de massage. On mesure alors la DF-ROM droite puis l'on automasse la jambe gauche et on mesure.

Protocole théorique initial:

On effectue une première mesure de base à froid (0FR). L'athlète effectue 30 secondes d'AM (30FR). Une fois l'AM réalisé, une mesure est effectuée moins de 2 minutes après la fin de l'AM à l'aide de la fonctionnalité goniomètre en position de chevalier servant (Annexe 5). Le même protocole est ensuite répété pour la jambe gauche dans la même condition (xFR). Un intervalle de 15 minutes entre chaque

protocole est utilisé, basé sur les recherches montrant que les effets des AM sur la ROM sont efficaces et maximaux pendant 10 minutes puis s'estompent (MacDonald et al., 2013; Škarabot et al., 2015). Les mesures sont réalisées une deuxième fois, au moins 96h après les dernières mesures afin de minimiser l'effet de potentielles variables parasites (Monteiro, Škarabot, et al., 2017).

Protocole pratique utilisé:

Les judokas étant des athlètes de haut-niveau, ils possèdent une planification bien précise et une charge d'entrainement à respecter. Ils ont des contraintes temporelles importantes du fait de leur double projet. Il m'était donc impossible de les retenir pour un protocole d'au moins une heure. J'ai donc décidé de séparer les différentes mesures dans cet ordre :

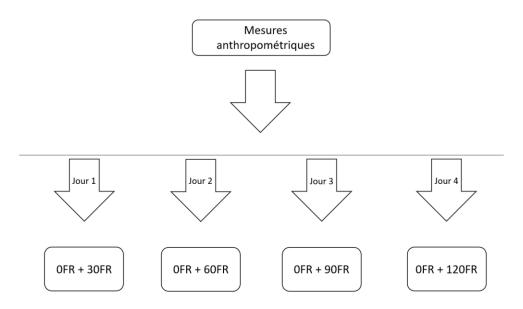


Figure 2. Schéma du protocole utilisé

On effectue une première mesure de base à froid (0FR). On place un mètre perpendiculairement au mur. Le sujet se positionne un genou au sol, un genou relevé, tous deux fléchis à 90°. Il place son pied dans l'axe de ce mètre, le bord distal du deuxième orteil étant placé à 20 cm du mur (distance assez grande pour être sûr qu'il ne touche pas le mur tout en ayant un positionnement de référence), le talon est centré. Le pied avant est à plat au sol, le pied arrière reste en extension complète. Le talon doit absolument rester en contact avec le sol le long de la mesure sinon la mesure est fausse. La mesure n'est exécutée qu'une seule fois lorsqu'elle est valide pour ne pas ajouter d'étirement au mollet. En effet, nous voulons ici isoler l'effet de l'automassage de facteurs parasites comme un étirement statique. Les mains sur les hanches, buste droit, le sujet doit amener la rotule de son genou le plus proche du mur, et donc effectuer la plus grande dorsiflexion active possible.

En effet, j'ai préféré évaluer la dorsiflexion de manière active (le sujet est acteur) qu'une dorsiflexion passive où le sujet est allongé et n'est pas acteur car l'on veut rapporter ces données au Judo, où le sujet est pleinement acteur, debout et où le test se rapproche le plus de sa pratique.

Une fois la mesure de la jambe droite effectuée, on passe immédiatement à la jambe gauche, l'examinateur se place donc de l'autre côté du sujet. Après ces deux mesures à froid (0FR) on passe à la condition 30FR.

L'athlète effectue 30 secondes d'AM (30FR). Une fois l'AM réalisé, une mesure est effectuée moins de 2 minutes après la fin de l'AM. Le même protocole est ensuite répété pour la jambe gauche dans la même condition (xFR). J'ai donc ensuite effectué une moyenne de toutes les mesures dans la condition 0FR afin que celle-ci soit la plus précise possible et j'ai comparé chaque valeur à la valeur de référence du jour (0FR).

<u>Détermination de l'angulation</u> (Awatani et al., 2018): lors du test, l'examinateur est placé à 200 cm mètres du sujet, le téléphone perpendiculaire au sujet, il prend la photo lorsque le genou est au plus près du mur et lorsque les conditions énoncées plus haut sont validées. L'angle est ensuite déterminé par la bissection des deux droites (Annexe 6):

-la droite au niveau du pied déterminée par deux marqueurs : un au centre de la surface postérieure du calcanéum et l'autre au niveau du 5^e métatarse

-la droite de la jambe déterminée par le centre obtenu par la bissection de la surface antérieure de l'articulation de la cheville et de la surface postérieure de la jambe (ligne perpendiculaire à l'axe de la jambe) et au centre obtenu par la bissection de la surface postérieure de la jambe obtenu en bissectant la surface antérieure de la jambe et l'extrémité distale du tendon du biceps fémoral (ligne perpendiculaire à l'axe de la jambe).

L'application nous fournit en direct la mesure de l'angle (a) formé entre par nouvelle bissection des deux droites. Le calcul ensuite est simple : ADF-ROM = 100°- (a). En effet, nous avons déterminé que 100° est la mesure de l'angle lorsque la jambe est en position neutre au début du test (Annexe 7). Ces angles ont été mesurés par un intervalle de 0,01°. Cette mesure est rentrée dans un fichier Excel correspondant (Annexe 8 & 9).

4.4. Analyse statistique

Les données quantitatives sont exprimées en moyenne +/- écart type et calculés à l'aide du logiciel Excel. La taille de l'effet est calculée à l'aide du d de Cohen sur Excel : 0,2 est considéré comme un effet faible, 0,5 comme un effet moyen, 0,8 comme un effet élevé, 1,20 comme très élevé et 2,0 un effet immense. Les mesures sont appariées car l'échantillon de sujet est identique à chaque mesure.

Nous allons vérifier la normalité des paramètres suivants : angulation de dorsiflexion et durée d'automassages avec le test de Shapiro-Wilk et l'homogénéité des variances par le Test de Levene.

Si les deux conditions sont remplies nous allons utiliser un test paramétrique : une ANOVA pour échantillons dépendants. Cela nous permettra de vérifier si les conditions d'automassage donnent des résultats significativement différents.

Si l'ANOVA nous indique que les résultats sont significativement différents, nous utiliserons un autre test paramétrique : le test t de student pour échantillon appariés pour comparer les différents échantillons entre eux.

Les comparaisons sont effectuées de différentes manières grâce au test t de Student :

- → Comparaison entre 0FR et chaque des conditions (xFR) en se basant sur la moyenne totale de tous les 0FR
- → Comparaison entre 0FR et chacune des conditions (xFR) en se basant sur la moyenne du 0FR testé lors de la condition xFR
- \rightarrow Comparaison entre xFR & (x+1) FR

Pour étudier la corrélation entre l'angulation de la dorsiflexion et la durée d'automassage, nous allons utiliser le test de corrélation de Pearson.

Les valeurs sont considérées comme significatives pour un p < 0.05 avec un astérisque (*) et très significatives pour un p < 0.01 les valeurs sont représentées avec deux astérisques (**). Nous avons réalisé les statistiques en utilisant le site anastats et Excel.

5. Résultats

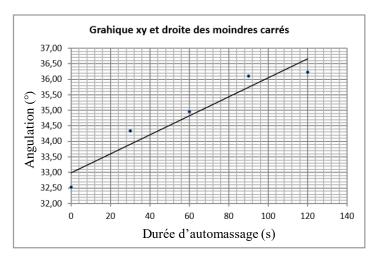
Les caractéristiques des sujets sont les suivants :

Caractéristiques des sujets					
	Moyenne ± Ecart-type				
Effectif (n)	8				
Sexe (Femme : Homme)	1:7				
Age (année)	23 ± 3,46				
Masse corporelle (kg)	82,13 ± 15,09				
Taille (cm)	182 ± 13,30				
IMC (kg/m2)	24,71 ± 1,56				
Catégorie de compétition (kg)	57 à 100				
Expérience en Judo (année)	15,13 ± 5,14				
Expérience en préparation physique (année)	5,88 ± 3,00				
Expérience en Automassage (année)	2,94 ± 2,60				

Figure 3. Carcatéristiques des sujets

Grâce au test de Shapiro-Wilk, nous avons pu admettre la normalité des données (Annexe 10). L'homogénéité des variances nous a été démontrée par le test de Levene (Annexe 11).

Calculé à l'aide du d de Cohen, la taille de l'effet = 0,9. Elle est donc considérée comme « élevée ». Nous avons ensuite vérifier la corrélation entre ADF-ROM et xFR : la corrélation est établie avec un coefficient de corrélation de Pearson de 0,96.



Coefficient de corrélation de Pearson =	95,91%
p-value bilatérale =	0,0099
p-value unilatérale r > 0	0,0049
p-value unilatérale r < 0	0,9951

Figure 4. Droite et tableau du coefficient de corrélation de Pearson

L'ANOVA pour échantillons dépendants nous informe que les moyennes des conditions sont différentes de manière très significative (p<0,01).

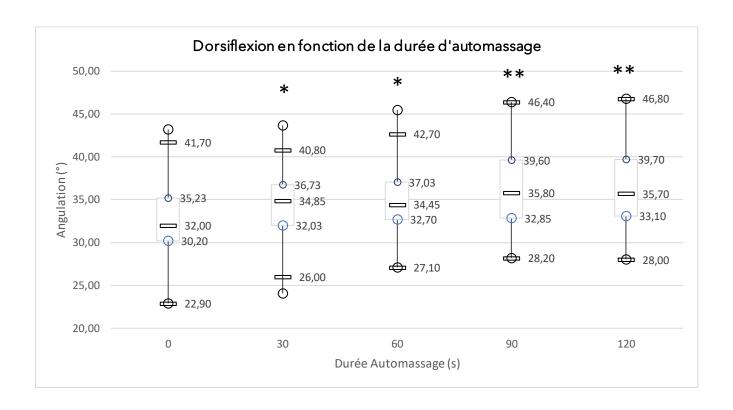
TABLEAU DE L'ANALYSE DE VARIANCE							
Sources	SCE	ddl	СМ	F	F limite à 5%	F limite à 1%	р
Entre sujets	712,22	7					
Mesures	73,31	4	18,33	7,26	2,71	4,07	0,00038
Erreur	70,65	28	2,52				
Totale	856,17	39					

<u>Figure 5</u>. ANOVA à mesures répétées

	Test	t de Studen	t		
Sujet	OFR	30FR	60FR	90FR	120FR
1	36,18	38,85	38,20	39,00	39,05
2	31,95	35,95	34,00	35,80	35,75
3	32,51	31,25	33,25	32,80	32,70
4	24,81	25,05	27,65	28,65	28,75
5	29,48	33,60	30,50	31,05	31,75
6	35,68	34,90	36,25	39,70	39,80
7	34,59	39,80	43,55	44,45	44,55
8	34,99	35,30	36,30	37,35	37,50
moyenne	32,52	34,34	34,96	36,10	36,23
ecart-type	3,83	4,63	4,85	5,14	5,07
normalité					
homogénéité					
test t (xFR & X+1FR)		0,039	0,237	0,012	0,087
augmentation		5,6%	1,8%	3,3%	0,4%
test t (entre 0 & xFR)		0,039	0,020	0,005	0,004

Figure 6. Tableau du test t de Student

Que l'on compare nos valeurs à la moyenne totale des 0FR ou à chaque 0FR mesure lors d'une condition spécifique (ex : 0FR/30FR). Les significativités sont les mêmes. Les résultats du test t de student sont présentés dans les tableaux 6 & 7.



<u>Figure 7</u>. Evolution de la dorsiflexion en fonction de la durée d'automassage

Sur le graphique ci-dessus, nous pouvons observer que **toutes les conditions d'automassage améliorent significativement la ADF-ROM initiale** (0FR) avec un p<0,05. Ce tableau se base sur la moyenne de tous les 0FR. Les résultats étant identiques lorsque l'on se base sur la moyenne du 0FR testé lors de la condition (xFR).

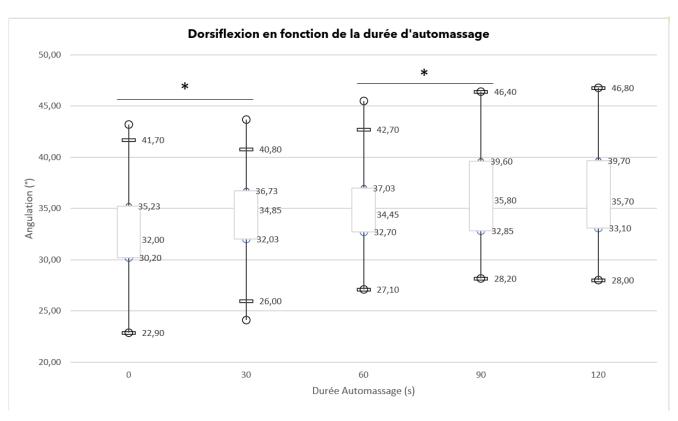


Figure 8. Evolution de la dorsiflexion en fonction de la durée d'automassage (*: p < 0.05, significatif)

Nous pouvons observer que:

- → La condition 30FR améliore significativement ADF-ROM par rapport à 0FR (p<0,05)
- → La condition 60FR n'améliore pas significativement ADF-ROM par rapport à 30FR (p=0,24)
- → La condition 90FR améliore significativement ADF-ROM par rapport à 60FR (p<0,05)
- → La condition 120FR n'améliore pas significativement ADF-ROM par rapport à 90FR (p=0,09)

6. Discussion

Rappelons nos hypothèses:

H0: les AM n'ont pas d'effet sur l'amplitude articulaire maximale de la cheville en dorsiflexion (ADF-ROM)

H1 : 30 secondes d'AM est une durée suffisante pour obtenir une amélioration significative de ADF-ROM par rapport à la condition 0FR

H2 : 60 secondes d'AM est une durée suffisante pour obtenir une amélioration significative de ADF-ROM par rapport à la condition 30FR

H3 : 90 secondes d'AM est une durée suffisante pour obtenir une amélioration significative de ADF-ROM par rapport à la condition 60FR

H4 : 120 secondes d'AM est une durée suffisante pour obtenir une amélioration significative de ADF-ROM par rapport à la condition 90FR

Nous pouvons en déduire que :

H0 est rejetée comme nous l'avons démontré juste au-dessus. De plus la corrélation entre xFR et ADF-ROM est de 0,96 et la taille d'effet est considérée comme « élevée ». En allongeant la durée d'AM, la ADF-ROM augmente. Notre but était donc ici de connaître la durée limite d'AM jusqu'à que la ADF-ROM commence à stagner et donc de trouver la durée optimale d'automassage (xFR) à l'échauffement pour obtenir la meilleure ADF-ROM.

H1 est acceptée, H2 est rejetée, H3 est acceptée, H4 est rejetée. Nous pouvons affirmer ici que, d'après nos résultats, la condition 90FR (90 secondes d'automassages par zone musculaire) semble être la durée optimale d'automassage pour obtenir la meilleure dorsiflexion de la cheville à l'échauffement. Ce résultat rejoint les études existantes.

Monteiro, Cavanaugh, et al., 2017 ont démontré que différentes méthodes et durée d'AM sont efficaces mais peuvent provoquer une réponse différente sur l'amplitude articulaire ce qui va dans le sens de nos résultats.

Monteiro, Škarabot, et al., 2017 constate une différence significative au Overhead Deep Squat Test (OHDST) du FMS à partir de 90 & 120 sec d'AM (notamment en automassant la voute plantaire).

Ils constatent que 30s et 60s d'AM n'améliorent pas significativement le score obtenu. Ce test met notamment en jeu la dorsiflexion de la cheville ainsi que la flexion de genou, de hanche et flexion de l'épaule. Ce test étant le meilleur indicateur du score total au FMS, test renommé pour évaluer la mobilité d'un individu, thème central de ce mémoire. Cette étude confirme totalement nos résultats.

Au cours d'un match de Football, la dorsiflexion des joueurs avait augmenté en moyenne de 5.8% juste après le match. Cette valeur s'est ensuite réduite à 2,65% 48h après celui-ci (Moreno-Pérez et al., 2020). Les AM pourrait donc s'avérer plus efficace que la simple pratique pour améliorer la ADF-ROM à court terme.

Škarabot et al., 2015 avaient comparé les effets des étirements statiques et des AM (3*30s pour chaque condition) sur l'amplitude articulaire (ROM) passive de la cheville. Les étirements statiques (ES) avaient provoqué une amélioration de la ROM de 6,2% et 9,1% en combinant les AM et les ES. Ils n'avaient pas trouvé d'amélioration significative en utilisant uniquement les AM, ce qui va à l'encontre des résultats que nous trouvons à travers ce mémoire. Leurs résultats démontrent aussi que les effets sont à très court terme et commencent à s'estomper environ 10 minutes après l'intervention si le sujet arrête toute activité. Il serait intéressant de comparer ces résultats sur une ADF-ROM de manière active en mesurant l'angulation et non une distance comme ces derniers.

Une utilisation plus efficace du temps serait de combiner les AM avec les autres composants nécessaires pour créer réellement des changements durables dans la mobilité (effets chroniques). Même si l'objectif ici était d'obtenir un gain d'amplitude immédiat. Les études semblent nous indiquer que les AM seuls ne permettent pas d'effet(s) à long terme.

Si l'on voulait continuer sur ce sujet pour un futur mémoire, élaborer un protocole de combinaison des AM avec d'autres méthodes (étirements statiques, étirements dynamiques, etc.) pourrait être extrêmement intéressant pour continuer à évaluer les effets aigus.

De même, concernant les pistes de développement de ce sujet, il pourrait être pertinent de reproduire ce protocole au niveau de l'épaule avec différentes zones d'automassages (l'épaule étant une articulation primordiale au judo).

Parmi les limites rencontrées au cours de mon mémoire, il y a le nombre de sujets (n=8). Un nombre de sujets plus importants pourrait nous permettre d'obtenir des statistiques plus fiables et précises. Les sujets étant tous des judokas de haut niveau, il est impossible de généraliser les résultats à

une population lambda. De plus, on peut observer que la ADF-ROM est supérieure à celle d'une population lambda.

De même, les sujets s'étant quasiment tous déjà blessé à la cheville, cela peut impacter les résultats. Par manque de temps, il n'a pas été possible d'évaluer les sujets le même jour sur toutes les conditions contrairement à Monteiro, Škarabot, et al., 2017. J'ai donc établie le protocole en quatre phases, ce qui peut induire des résultats différents (même si les résultats trouvés ici sont les mêmes que cette étude).

7. Conclusion

La problématique était :

Quelle est la durée d'automassage optimale permettant d'avoir une amplitude maximale de la cheville en dorsiflexion chez le judoka à l'échauffement ?

Nous pouvons dès lors répondre que la durée optimale apparait clairement comme étant 90 secondes d'automassages par zone musculaire (*voute plantaire, face antérieure du tibia et face postérieure du tibia*) à l'échauffement chez le judoka pour obtenir une dorsiflexion maximale de la cheville grâce aux AM. 30 secondes peut néanmoins être une durée suffisante pour améliorer légèrement (mais significativement) la ADF-ROM à court terme.

Cependant, les AM ne sont qu'un outil. Pour obtenir des résultats encore plus significatifs à court terme, ou même pour un gain de temps, ces derniers devront être combinés et d'autres outils/techniques (étirement statiques, dynamiques, etc.).

Pour des gains durables de mobilité, il sera alors extrêmement intéressant de tester des combinaisons d'outils comme notamment les PAILs/RAILs (Progressive Angular Isometric Loading/Regressive Angular Isometric Loading) faisant partie du Functional Range Conditioning (FRC). Le FRC est un système complet d'entrainement des articulations basé sur la recherche scientifique dont se dégage trois objectifs principaux : développement de la mobilité, force/solidité des articulations et le contrôle moteur.

Ce système, développé par le Dr. Andréo Spina (pointure mondiale du domaine) commence à émerger notamment au sur le continent nord-américain. Il serait alors intéressant à l'étudier sur des véritables effets chroniques sur la mobilité.

Mon étude a donc servi à connaître la durée optimale d'AM à l'échauffement pour un judoka, lorsque ce dernier recherche une amplitude maximale de la cheville. J'en conclus que ces athlètes peuvent maintenant avoir une norme de temps en tête dès lors qu'ils utiliseront les AM à l'échauffement.

Bibliographie

- Awatani, T., Enoki, T., & Morikita, I. (2018). Inter-rater reliability and validity of angle measurements using smartphone applications for weight-bearing ankle dorsiflexion range of motion measurements. *Physical Therapy in Sport*, *34*, 113-120. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.09.002
- Backman, L. J., & Danielson, P. (2011). Low range of ankle dorsiflexion predisposes for patellar tendinopathy in junior elite basketball players: A 1-year prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(12), 2626-2633. https://doi.org/10.1177/0363546511420552
- Balsalobre-Fernández, C., Romero-Franco, N., & Jiménez-Reyes, P. (2019). Concurrent validity and reliability of an iPhone app for the measurement of ankle dorsiflexion and inter-limb asymmetries. *Journal of Sports Sciences*, *37*(3), 249-253. https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1494908
- Behm, D. G., Blazevich, A. J., Kay, A. D., & McHugh, M. (2016). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals:

 A systematic review. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme*, 41(1), 1-11. https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0235
- Bonazza, N. A., Smuin, D., Onks, C. A., Silvis, M. L., & Dhawan, A. (2017). Reliability, Validity, and Injury Predictive Value of the Functional Movement Screen: A Systematic Review and Meta-analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, 45(3), 725-732. https://doi.org/10.1177/0363546516641937
- Broussal-Derval, A. (2012). La prépa physique judo. 4 Trainer éditions.

- Broussal-Derval, A. (2018). L'art du mouvement : La mobilité est une priorité, la douleur n'est pas acceptable, reprenez le contrôle. 4trainer.
- Broussal-Derval, A. (2021, février 19). Qu'est ce qu'un trigger point? *ABD FORMATIONS*. https://www.broussal-derval.com/2021/02/19/quest-ce-quun-trigger-point/
- Castarlenas, J. L., & Planas i Anzano, A. (1997). *Estudi de l'estructura temporal del combat de judo*. https://repositori.udl.cat/handle/10459.1/65379
- Center for Disease Control and Prevention. (2018, décembre 10). Normal Joint Range of Motion Study

 / CDC. Centers for Disease Control and Prevention.

 https://www.cdc.gov/ncbddd/jointrom/index.html
- Centre national de ressources textuelles et lexicales. (2012). *Définition du judo*. https://www.cnrtl.fr/definition/academie9/judo
- Clifton, D. R., Grooms, D. R., & Onate, J. A. (2015). OVERHEAD DEEP SQUAT PERFORMANCE PREDICTS FUNCTIONAL MOVEMENT SCREENTM SCORE. *International Journal of Sports Physical Therapy*, *10*(5), 622-627.
- Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. J., & Voight, M. (2014). Functional movement screening: The use of fundamental movements as an assessment of function part 1. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(3), 396-409.
- Degoutte, F., Jouanel, P., & Filaire, E. (2003). Energy demands during a judo match and recovery. British Journal of Sports Medicine, 37(3), 245-249. https://doi.org/10.1136/bjsm.37.3.245
- Detanico, D. (2012). Strength parameters in judo athletes: An approach using hand dominance and weight categories. *Human Movement*, *13*(4), 330-336. https://doi.org/0.2478/v10038-012-0038
- Fascia Research Society. (2016). About Fascia. https://fasciaresearchsociety.org/about_fascia.php
- Fowles, J. R., Sale, D. G., & MacDougall, J. D. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 89(3), 1179-1188. https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.3.1179

- Functional Range Conditioning. (2021). Turning Point Chiropractic Saratoga Springs, NY Chiropractor. https://tpcwellness.com/frc
- Gatt, A., & Chockalingam, N. (2013). Validity and reliability of a new ankle dorsiflexion measurement device. *Prosthetics and Orthotics International*, *37*(4), 289-297. https://doi.org/10.1177/0309364612465886
- Grieve, R., Clark, J., Pearson, E., Bullock, S., Boyer, C., & Jarrett, A. (2011). The immediate effect of soleus trigger point pressure release on restricted ankle joint dorsiflexion: A pilot randomised controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 15(1), 42-49. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2010.02.005
- Healey, K. C., Hatfield, D. L., Blanpied, P., Dorfman, L. R., & Riebe, D. (2014). The effects of myofascial release with foam rolling on performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 61-68. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182956569
- Henry, T. (2011). Resistance Training for Judo: Functional Strength Training Concepts and Principles.
 Strength & Conditioning Journal, 33(6), 40-49.
 https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31823a6675
- Hess. (1943). *Contrôle moteur*. http://stapscrew.free.fr/Texte/Controle%20moteur.htm
- Jacini, W. F. S., Cannonieri, G. C., Fernandes, P. T., Bonilha, L., Cendes, F., & Li, L. M. (2009). Can exercise shape your brain? Cortical differences associated with judo practice. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(6), 688-690. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.11.004
- Jones, A. M., & Curran, S. A. (2012). Intrarater and Interrater Reliability of First Metatarsophalangeal

 Joint Dorsiflexion: Goniometry versus Visual Estimation. *Journal of the American Podiatric*Medical Association, 102(4), 290-298. https://doi.org/10.7547/1020290
- Jung, I.-G., Yu, I.-Y., Kim, S.-Y., Lee, D.-K., & Oh, J.-S. (2015). Reliability of ankle dorsiflexion passive range of motion measurements obtained using a hand-held goniometer and Biodex

- dynamometer in stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(6), 1899-1901. https://doi.org/10.1589/jpts.27.1899
- Kang, M.-H., Lee, D.-K., Park, K.-H., & Oh, J.-S. (2015). Association of Ankle Kinematics and Performance on the Y-Balance Test With Inclinometer Measurements on the Weight-Bearing-Lunge Test. *Journal of Sport Rehabilitation*, 24(1), 62-67. https://doi.org/10.1123/jsr.2013-0117
- Kim, W.-J., Seo, T.-B., & Lee, J.-B. (2021). The effect of limitation of joint motion range due to ankle taping on the evaluation of functional motion of high school Judo athletes. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 17(3), 175-183. https://doi.org/10.12965/jer.2142218.109
- 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.
- Kons, R. L., Pupo, J. D., Gheller, R. G., Costa, F. E., Rodrigues, M. M., Bishop, C., & Detanico, D. (2021). Effects of successive judo matches on interlimb asymmetry and bilateral deficit.

 *Physical Therapy in Sport, 47, 15-22. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.10.007
- Lima Kons, R., Franchini, E., & Detanico, D. (2020). Neuromuscular and judo-specific tests: Can they predict judo athletes' ranking performance? *Ido Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology*, 20(4), 15-23.
- Líška, D., Liptaková, E., Batalik, L., & Rutkowski, S. (2021). The ankle joint dorsiflexion range of motion in the closed kinematic chain of judokas and football players pilot study. *ARCHIVES OF BUDO*, 17, 7.
- Macdonald, G. Z., Button, D. C., Drinkwater, E. J., & Behm, D. G. (2014). Foam rolling as a recovery tool after an intense bout of physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(1), 131-142. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182a123db
- MacDonald, G. Z., Penney, M. D. H., Mullaley, M. E., Cuconato, A. L., Drake, C. D. J., Behm, D. G., & Button, D. C. (2013). An acute bout of self-myofascial release increases range of motion

- without a subsequent decrease in muscle activation or force. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 812-821. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825c2bc1
- Ministère de l'éducation nationale. (2000). *Bulletin Officiel de l'Education Nationale hors-série N*°6 *du 31 août 2000*. https://www.education.gouv.fr/bo/2000/hs6/default.htm
- Monteiro, E. R., Cavanaugh, M. T., Frost, D. M., & Novaes, J. da S. (2017). Is self-massage an effective joint range-of-motion strategy? A pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(1), 223-226. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.10.003
- Monteiro, E. R., Škarabot, J., Vigotsky, A. D., Brown, A. F., Gomes, T. M., & Novaes, J. da S. (2017).

 Acute effects of different self-massage volumes on the FMSTM overhead deep squat performance. *International Journal of Sports Physical Therapy*, *12*(1), 94-104.
- Moreno-Pérez, V., Soler, A., Ansa, A., López-Samanes, Á., Madruga-Parera, M., Beato, M., & Romero-Rodríguez, D. (2020). Acute and chronic effects of competition on ankle dorsiflexion ROM in professional football players. *European Journal of Sport Science*, 20(1), 51-60. https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1611930
- Parenteau-G, E., Gaudreault, N., Chambers, S., Boisvert, C., Grenier, A., Gagné, G., & Balg, F. (2014). Functional movement screen test: A reliable screening test for young elite ice hockey players. *Physical Therapy in Sport: Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 15(3), 169-175. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2013.10.001
- Peacock, C. A., Krein, D. D., Silver, T. A., Sanders, G. J., & VON Carlowitz, K.-P. A. (2014). An Acute Bout of Self-Myofascial Release in the Form of Foam Rolling Improves Performance Testing. *International Journal of Exercise Science*, 7(3), 202-211.
- Pearcey, G. E. P., Bradbury-Squires, D. J., Kawamoto, J.-E., Drinkwater, E. J., Behm, D. G., & Button, D. C. (2015). Foam Rolling for Delayed-Onset Muscle Soreness and Recovery of Dynamic Performance Measures. *Journal of Athletic Training*, *50*(1), 5-13. https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.1.01

- Rome, K., & Cowieson, F. (1996). A Reliability Study of the Universal Goniometer, Fluid

 Goniometer, and Electrogoniometer for the Measurement of Ankle Dorsiflexion. *Foot & Ankle International*, 17(1), 28-32. https://doi.org/10.1177/107110079601700106
- Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2013). *Motor Learning and Performance : From Principles to Application* (Fifth edition). Human Kinetics.
- Schneider, D. A. (s. d.). Anatomie Biomécanique Cheville et Pied Applications cliniques. 66.
- Schneiders, A. G., Davidsson, Å., Hörman, E., & Sullivan, S. J. (2011). FUNCTIONAL MOVEMENT SCREENTM NORMATIVE VALUES IN A YOUNG, ACTIVE POPULATION.

 International Journal of Sports Physical Therapy, 6(2), 75-82.
- Škarabot, J., Beardsley, C., & Štirn, I. (2015). Comparing the effects of self-myofascial release with static stretching on ankle range-of-motion in adolescent athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(2), 203-212.
- Soares, E., Almeida, V. M., Vasconcelos, C. M. W. de A., Jesus, J. H. B. de, & Lopes, C. R. (2022).

 Comparison of Different Foam Rolling Protocols on Ankle Range of Motion, Strength, Muscle

 Activation and Jump Performance. *International Journal of Strength and Conditioning*, 2(1),

 Article 1. https://doi.org/10.47206/ijsc.v2i1.97
- Starrett, K., & Cordoza, G. (2017). Becoming a supple leopard : Le guide ultime pour diminuer les douleurs, prévenir les blessures et optimiser la performance sportive. 4Trainer éditions.
- Su, H., Chang, N.-J., Wu, W.-L., Guo, L.-Y., & Chu, I.-H. (2017). Acute Effects of Foam Rolling, Static Stretching, and Dynamic Stretching During Warm-ups on Muscular Flexibility and Strength in Young Adults. *Journal of Sport Rehabilitation*, 26(6), 469-477. https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0102
- Teyhen, D. S., Shaffer, S. W., Lorenson, C. L., Halfpap, J. P., Donofry, D. F., Walker, M. J., Dugan, J. L., & Childs, J. D. (2012). The Functional Movement Screen: A reliability study. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 42(6), 530-540.
 https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3838

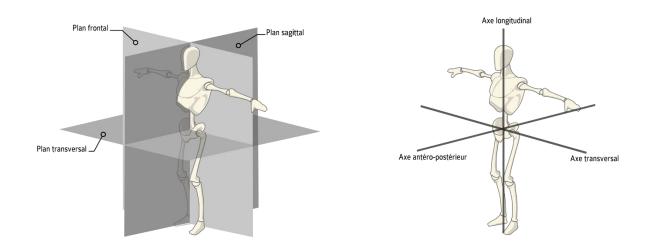
- Umeda, T., Suzukawa, K., Takahashi, I., Yamamoto, Y., Tanabe, M., Kojima, A., Katagiri, T., Matsuzaka, M., Totsuka, M., Nakaji, S., & Sugawara, N. (2008). Effects of intense exercise on the physiological and mental condition of female university judoists during a training camp.

 **Journal of Sports Sciences*, 26(9), 897-904. https://doi.org/10.1080/02640410801885917
- Weir, D. E., Tingley, J., & Elder, G. C. B. (2005). Acute passive stretching alters the mechanical properties of human plantar flexors and the optimal angle for maximal voluntary contraction. *European Journal of Applied Physiology*, 93(5), 614-623. https://doi.org/10.1007/s00421-004-1265-4
- Witvrouw, E., Bellemans, J., Lysens, R., Danneels, L., & Cambier, D. (2001). Intrinsic risk factors for the development of patellar tendinitis in an athletic population. A two-year prospective study.

 The American Journal of Sports Medicine, 29(2), 190-195.

 https://doi.org/10.1177/03635465010290021201

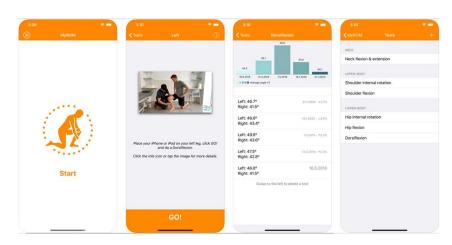
Annexes



Annexe 1. Les 3 plans et 3 axes de l'espace permettant une analyse du mouvement tri-dimensionnelle



Annexe 2. Muscles et tendons à la face latérale de la cheville



Annexe 3. Application myROM développée par Carlos Balsalobre.



Annexe 4. Application Angulus

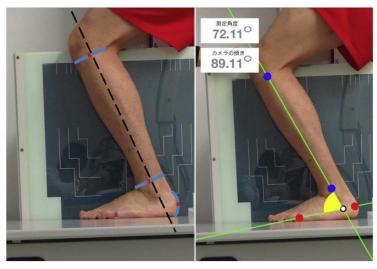


Date de tournage: 04/20/2022, 11:20 b:56.8°

Clément 30FR

Clement 30FR

Annexe 5. Utilisation de l'application Angulus



Annexe 6. Placement des marqueurs pour la détermination de l'angulation

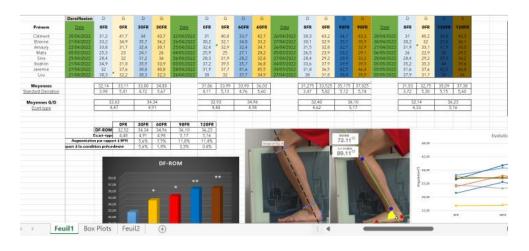


Date de tournage: 05/14/2022, 10:42 b:100.0°

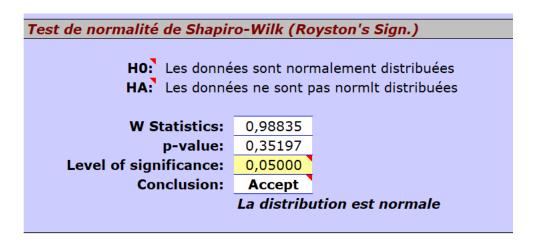
Annexe 7. Mesure de la cheville en position neutre



Annexe 8. Tableau Excel utilisé pour le recueil de données



Annexe 9. Tableau Excel utilisé pour le recueil de données et l'analyse statistique



Annexe 10. Test de normalité de Shapiro-Wilk

Sources	ddl	SCE	CM	F	р	F limite 5%	F limite à 1%
Traitements	4	14,19058	3,547644	0,38	0,8222	2,45	3,48
Résiduelle	123	1146,757	9,323225				
Totale	127	1160,947					

Annexe 11. Test de Levene pour l'homogénéité des variances

Résumé et mots clés

Objectif & Hypothèse : L'objectif principal de cette étude est d'évaluer les effets aigus des

automassages sur la dorsiflexion maximale de la cheville chez un judoka. Il est alors déterminée une

durée optimale d'utilisation des automassages pour que la dorsiflexion devienne maximale. D'après la

littérature scientifique actuelle, 90 secondes semble être une durée optimale pour une amélioration

maximale.

Méthode: Huit judokas de haut niveau ont été recrutés. Ils ont été testés à quatre reprise pour tester à

chaque fois une des guatre conditions différentes : 30, 60, 90 et 120 secondes d'automassages par zone

musculaire. A chaque test, est mesurée l'angulation de la dorsiflexion maximale de la cheville sans

échauffement (droite puis gauche) sur le test de chevalier servant. Ensuite, est réalisée la durée

d'automassage requise sur la voute plantaire, la face antérieure et la face postérieure du tibia (jambe

droite). La mesure est ensuite immédiatement effectuée grâce à une application « Angulus » avec

fonction goniomètre. Puis, les automassages se font sur la jambe gauche et la mesure est effectuée

immédiatement sur la cheville gauche.

Résultats: 30, 60, 90 et 120 secondes d'automassages par zone musculaire permettent tous d'améliorer

de manière significative la dorsiflexion maximale de la cheville. Cependant, 90 secondes d'automassage

semble être la durée optimale pour améliorer la dorsiflexion maximale à l'échauffement chez le judoka

(11,4% d'augmentation). Après 90 secondes d'automassages, les effets aigus ne s'améliorent plus

significativement.

Conclusion : Les automassages semblent être une modalité efficace pour améliorer à court terme la

dorsiflexion maximale de la cheville dans toutes les conditions testées.

Mots-clés: Judoka – Automassage – Echauffement – Cheville – Dorsiflexion

45

Abstract and keywords

Purpose & Hypothesis: The main objective of this study is to evaluate the acute effects of self-massages

on the ankle dorsiflexion range-of-motion of a judoka. It then determined an optimal duration of use of

self-massages when the ankle dorsiflexion range-of-motion to become maximal. According to the

current scientific literature, 90 seconds seems to be an optimal duration for a maximal improvement.

Methods: Eight high-level-judokas were recruited. They were tested four times to test each time one of

this four different conditions: 30, 60, 90 and 120 seconds of self-massage per muscle area. At each test,

the angulation of the maximum dorsiflexion of the ankle without warming up was measured (right then

left) on the weight-bearing lunge position. Then, the required duration of self-massage is performed on

the arch of the foot, the anterior face and the posterior face of the tibia (right leg). The measurement is

then immediately taken using an application "Angulus" with a goniometer function. Then, the self-

massages are done on the left leg and the measurement is done immediately on the left ankle.

Results: 30, 60, 90 and 120 seconds of self-massages per muscle area all significantly improve the ankle

dorsiflexion range-of-motion. However, 90 seconds of self-massage appears to be the optimal duration

for improving maximal dorsiflexion during warm-up in judoka (11,4% increase). After 90 seconds of

self-massage, the acute effects do not improve significantly.

Conclusion: Self-massages appears to be an effective modality for inducing acute improvements of the

ankle dorsiflexion range-of-motion in all tested conditions.

Key words: Judoka – Self-massage – Warm-up – Ankle – Dorsiflexion

46

Compétences acquises entre le début de la mise en stage et la soutenance

Accroitre mes compétences de communication et d'échanges

Elargir mon savoir en termes d'utilisation d'outil d'entrainement et d'évaluation de la performance

Evaluer les capacités physiques de l'athlète : mobilité, force maximale, équilibre, force de préhension

Développer mes qualités d'exécution technique

Convaincre de potentiels nouveaux clients

Etendre mes connaissances relatives à la préparation physique et à la programmation

Démontrer les effets de technique de développement de la mobilité

Assister un préparateur physique professionnel

Diriger des séances composées de plusieurs athlètes de manière coordonnée

Entretenir une salle de sport et y maintenir une qualité adéquate