



HAL
open science

Comparaison des effets du kinesio-taping® sur la fatigue musculaire du quadriceps mesuré en isocinétisme par rapport à un groupe placebo et à un groupe sans bande

Lucile Lemoine-Gouedard

► To cite this version:

Lucile Lemoine-Gouedard. Comparaison des effets du kinesio-taping® sur la fatigue musculaire du quadriceps mesuré en isocinétisme par rapport à un groupe placebo et à un groupe sans bande. Sciences du Vivant [q-bio]. 2017. dumas-01739609

HAL Id: dumas-01739609

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01739609v1>

Submitted on 21 Mar 2018

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



INSTITUT DE FORMATION EN MASSO KINESITHERAPIE

22 avenue Camille Desmoulins
29238 BREST CEDEX 3

L'EFFET DU KINESIO-TAPING® SUR LA FATIGUE MUSCULAIRE DU QUADRICEPS MESURE EN ISOCINETISME

Présenté par
LEMOINE-GOUEDARD Lucile

En vue de l'obtention du diplôme d'état de Masseur-Kinésithérapeute
Promotion 2014-2017

Je tiens à remercier le Centre Hospitalier Régional Universitaire de Morvan à Brest de m'avoir permis d'utiliser la machine d'isocinétisme et leurs locaux.

Je tiens à remercier le Docteur Rémy-Néris pour ses conseils et son autorisation pour réaliser mon protocole.

Je remercie en particulier Elodie Créach' pour avoir été disponible lors des tests de fatigue et ainsi m'avoir permis de réaliser cette étude. Je remercie Nicolas Feist pour avoir partagé ses connaissances sur le kinesio-taping® et principalement sur l'application de cette technique.

Merci à tous les participants qui ont donné de leur temps et de leur motivation.

Je veux remercier Vincent Créach' pour sa présence et ses conseils.

Enfin, je remercie Jonathan pour son soutien tout au long de cette étude mais aussi ma famille et mes amis.

LEMOINE-GOUEDARD

Lucile

TITRE : Comparaison des effets du kinesio-taping® sur la fatigue musculaire du quadriceps mesuré en isocinétisme par rapport à un groupe placebo et à un groupe sans bande.

Introduction : Le kinesio-taping® est une technique qui connaît un important essor chez les thérapeutes. Cette pratique est très controversée et les indications sont multiples. Bien que l'action de ce type de bande sur la physiologie musculaire fasse l'objet de nombreuses études, son effet sur la fatigue musculaire reste encore peu expérimenté. Nous avons choisi de nous intéresser à l'impact du kinesio-taping® sur la fatigue musculaire du quadriceps mesuré grâce à la machine d'isocinétisme.

Méthode : Le protocole est réalisé avec 10 sujets sains randomisés en 3 groupes. Grâce à la méthode dite en « cross-over », chaque sujet bénéficie d'un test avec le kinesio-taping®, d'un autre avec la bande placebo et d'un dernier test sans bande. Les sujets sont répartis dans les groupes de façon aléatoire et l'ordre des bandes est également aléatoire.

Résultats : A l'issue de ce travail, les résultats montrent que la bande placebo a permis de diminuer la fatigue musculaire. Par contre, le kinesio-taping® ne semble pas améliorer la résistance à la fatigue musculaire du quadriceps. En ce qui concerne les tests sans bande, les résultats s'avèrent similaires à ceux obtenus avec le kinesio-taping®.

Conclusion : L'application du kinesio-taping® ne diminue pas l'épuisement musculaire du quadriceps de façon significative. Les résultats portant sur un faible nombre de sujets ne peuvent conduire à une conclusion scientifiquement fiable. Il serait intéressant que la recherche dans ce domaine se poursuive.

Introduction : Kinesio-taping® is a technique which has become widely used among therapists. However, this practice is controversial and has several indications. In spite of being the subject of numerous studies on the action of this kind of tapes on the muscular physiology, experiments dealing with its effect on the muscular fatigue remain scarce. Thus, we chose to study the impact of kinesio-taping® on the quadriceps muscular fatigue measured by the isokinetic machine.

Method : The protocol was done on 10 subjects in three groups without randomization. In this method, called cross-over, each subject obtains one test with the kinesio-taping®, another one with the placebo tape and another one without. Subjects are then randomly assigned into groups. Likewise, the order of tapes is random.

Results : At the end of this work results show that the placebo tape produced a reduction of muscular fatigue. Nevertheless, kinesio-taping® does not seem to improve quadriceps muscular fatigue resistance. Regarding the results without tape, results were similar to those obtained with the kinesio-taping®.

Conclusion : The application of kinesio-taping® does not reduce the quadriceps muscular exhaustion in any significant way. Results from a small number of subjects do not allow to draw scientifically reliable conclusions. It would be interesting to pursue further research on this field.

Mots clés : kinesio-taping®, fatigue musculaire, cross-over

Keys words : kinesio-taping®, muscular fatigue, cross-over

INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE -BREST-

22 avenue Camille Desmoulins CS 93837 – 29238 Brest Cedex

TRAVAIL ECRIT DE FIN D'ETUDES – 2014/2017

Table des matières

1. Introduction	1
2. Contexte.....	2
2.1. Le Kinesio-Taping®.....	2
2.1.1. Historique d'une épidémie	2
2.1.2. Description du kinesio-taping® (KT).....	2
2.1.3. Principes du kinesio-taping®	3
2.1.4. Indications du kinesio-taping®.....	4
2.1.5. Contre-indications du kinesio-taping®.....	5
2.2. La physiologie musculaire.....	6
2.2.1. Les différentes filières énergétiques	6
2.2.2. La fatigue musculaire	8
2.2.3. Le quadriceps	10
2.3. Problématique.....	12
2.4. Hypothèses.....	13
3. Méthodologie de l'étude	14
3.1. Population	14
3.1.1. Critères d'inclusion	15
3.1.2. Critères de non inclusion :	15
3.2. Matériel et méthode	16
3.2.1. Description des bandes utilisées	16
3.2.2. Pose des bandes	16
3.2.3. Présentation de la machine d'isocinétisme	18
3.2.4. Protocole de fatigue musculaire	19
4. Résultats	22
4.1. Description des participants.....	22
4.2. Résultats des tests de fatigue musculaire	22
4.2.1. Analyse des résultats selon l'index de fatigue	23
4.3. Analyse des questionnaires	25
5. Discussion	26
5.1. Critique de l'étude.....	26
5.1.1. La population	26
5.1.2. Les limites du protocole	27
5.2. A propos de.....	29
6. Conclusion.....	31
7. Bibliographie	33
8. Annexes	38

1. Introduction

« *Ce n'est pas une âme, ce n'est pas un corps, c'est un homme* » disait Montaigne. Cette approche holistique repose sur une vision de prise en charge globale de l'être humain. En effet, cette doctrine cherche à déterminer les interactions existantes entre les structures ou organe d'une même personne.

Au début du XXème siècle, la médecine se modernise. Le patient n'est plus qu'un corps, qu'un « *simple support* » à diagnostiquer. Au milieu du XXème siècle, la vision commence à évoluer. Le malade n'est plus considéré en tant qu'objet mais comme être humain avec toute sa complexité (1). En 1946, la santé est définie selon l'Organisation Mondiale de la Santé (1) comme « *un état de complet bien-être physique, mental et social, et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité.* » La médecine ne se contente plus d'une prise en charge d'un symptôme ou d'un organe mais de l'individu en entier.

Les médecines dites « *parallèles* » ou encore « *non conventionnelles* » se développent. Le but de ces nouvelles méthodes est de ne pas limiter les soins à la biomédecine. Le patient peut ainsi choisir l'approche thérapeutique qui convient le plus à ses attentes, sa demande, sa recherche et sa personnalité (1).

En 1980, Kenzo Kase crée une méthode kinesio-taping® fondée sur une réflexion holistique (2) et moderne des traitements thérapeutiques. Celui-ci se base sur les connaissances non seulement en anatomie et physiologie humaines mais aussi sur les fascias et sur la neurostimulation. Contrairement aux bandes élastiques basiques, elles permettent le libre mouvement.

En effet, le kinesio-taping® est formé du mot kinesio qui signifie le mouvement en grec ancien et du mot anglais taping, dérivé du tape qui se traduit en français par le mot ruban. C'est donc une thérapie utilisée soit pour faciliter le mouvement soit pour créer du mouvement grâce à l'utilisation de ces bandes élastiques spécifiques.

Plusieurs sportifs dont les célèbres Novak Djokovic ou encore David Beckham ont utilisé une bande colorée lors de certains matchs. Ceci provoqua une attraction médiatique autour de ce concept de bandage. C'est par le biais des sportifs de haut niveau que le kinesio-taping® se développa.

Cette bande élastique est indiquée pour différentes raisons. Parmi celles-ci et selon Kenzo Kase, cette bande pourrait avoir un effet sur la vascularisation du muscle, ce qui entrainerait une possible modification de la fonction musculaire. Beaucoup d'études se sont concentrées sur la force musculaire. Certaines concluant sur un effet bénéfique (3) alors que d'autres prouvaient l'inefficacité de cette bande (4)(5).

Mais qu'en est-il de la fatigue des fibres musculaires ? Le kinesio-taping® peut-il avoir une action sur la fatigabilité d'un muscle ?

Après avoir analysé ce concept de bande adhésive élastique et rappelé la physiologie de la fatigue musculaire, nous avons alors mis en place un protocole testant le kinesio-taping® chez des sujets sains. Pour finir, nous verrons quelles sont les limites de l'étude présentée.

2. Contexte

2.1. Le Kinesio-Taping®

Selon Ludovic Delaunay (6) « *jusqu'à aujourd'hui, le strap, c'était ça : on serrait, on bloquait en se disant que si ça ne bougeait plus, ça ne ferait plus mal. Le but du kinesio-taping®, nouveau concept du strap, est de traiter la douleur en augmentant la mobilité.* » En effet, le kinesio-taping® (KT) est un bandage adhésif à visée thérapeutique. Selon les adeptes de la technique, la circulation sanguine et la dynamique musculaire sont prises en compte avec ce type de bande. Ilbeygui parle dans son livre de conception holistique qui vise à traiter les problèmes musculaires, lymphatiques, cicatriciels ou encore les symptômes douloureux. (2) Ces définitions données par les adeptes de cette pratique peuvent susciter quelques questions. Le terme holistique est régulièrement utilisé pour démontrer la supériorité de certaines méthodes par rapport à d'autres. Par exemple, la gymnastique holistique (7) ou encore la méthode Mézières (8) sont des techniques de rééducation qui selon les créateurs prennent plus en compte le corps dans sa globalité.

2.1.1. Historique d'une épidémie

Cette méthode de traitement fut inventée par le médecin et chiropracteur japonais Kenzo Kase dans les années 1980. Développée aux Etats-Unis, en Australie, et en Europe (Allemagne, en Italie)(9), elle arriva en France en 2007 avec les masseur-kinésithérapeutes Ludovic Delaunay et Sébastien Echinard. Par la suite il y eut un accroissement progressif de cette pratique avec un enseignement possible. Jusqu'au 1^{er} Mai 2010, entre 1300 et 1400 praticiens (podologues, ostéopathes, masseur-kinésithérapeutes, médecins) se sont formés (10). Le kinesio-taping® (KT) est connue en partie grâce à l'image véhiculée par les athlètes et les médias. Mais de nos jours, ce type de bandage s'est développé bien au-delà de la pratique sportive : 85% de ses applications ont été réalisées sur des patients non sportifs en 2009. (11)

2.1.2. Description du kinesio-taping® (KT)

C'est une bande élastique qui a des propriétés spécifiques : en coton pur, sans latex, d'une élasticité longitudinale pouvant atteindre 140%. La bande élastique est prétendue à 10% en longueur sur son support en papier de sorte que l'application de celle-ci sans tension génère forcément une micro-traction sur la peau et les fascias (2).

Le KT a été conçu pour permettre une résistance longitudinale de 55 à 60% de sa longueur de repos. Ceci se rapproche des qualités élastiques de la peau humaine.

En effet, la peau est un organe non seulement complexe du corps humain mais aussi superficiel. Sa surface est d'environ 2m² et sa masse de maximum 5 kilos. Elle est constituée de trois couches : épiderme la plus superficielle, le derme, et l'hypoderme la plus profonde (12). Grâce à leur composition, les deux premières couches sont responsables de la résistance et de l'élasticité de la peau. Des fibres d'élastines situées à différents niveaux (dont celui du derme réticulaire) présentent des qualités élastiques de la peau (13). Des fibres de collagène provoquent une résistance, une rigidité élevée. C'est un organe mécanique ayant une viscoélasticité, une élasticité non linéaire et une pré-tension (14). L'épaisseur du kinesio-taping® est approximativement identique à celle de l'épiderme (0,1mm) (15).

De plus, la colle acrylique est disposée de façon sinusoïdale sur la face adhésive de la bande et permet ainsi un étirement transversal. On perçoit une forme d'ondulations on dit parfois en « vaguelettes ». Selon Kenzo Kase, ces ondulations facilitent le passage des fluides sanguins et lymphatiques. L'élasticité et la disposition de la colle aurait une incidence directe sur l'effet mécanique (15).

Enfin, grâce à sa composition, le kinesio-taping® provoque rarement des allergies et a pour avantage de sécher rapidement. Il peut donc être facilement maintenu durant les activités de la vie quotidienne (2,15). Cependant, ces propriétés sont aussi retrouvées pour d'autres types de bandes élastiques utilisées en contention (16).

La combinaison de la capacité d'étirement, de l'épaisseur et de l'adhérence de cette bande permettrait au KT de se rapprocher au maximum des qualités de la peau.

La couleur de la bande aurait des effets objectifs ou subjectifs sur l'individu selon certains auteurs (2). Les différents coloris provoqueraient des vibrations qui seraient absorbées par la peau (2). D'après Niels Rayberg Finsen la couleur est un rayonnement qui produit de l'énergie. Les couleurs auraient des effets sur les émotions. Cette approche est intrigante car nous pouvons nous demander comment les couleurs provoquent des vibrations. Le livre de Ilbeygui (2) ne démontre pas par des recherches scientifiques le fonctionnement des vibrations des couleurs sur la peau. Peter Mandel a seulement fait une hypothèse selon laquelle « *les vibrations de la lumière colorée influenceraient les vibrations propres des cellules corporelles, reconnaissables sous forme d'énergie biophotonique* »(2). Des recherches approfondies n'ont pas été effectuées dans cette étude car cet hypothétique effet de la couleur n'est pas pris en compte (17).

2.1.3. Principes du kinesio-taping®

Le kinesio-taping® a pour but de faire perdurer l'action manuelle des thérapeutes entre deux consultations. Son action se fait 24h/24 pendant 3 à 5 jours (15) et peut aller jusqu'à 7 jours (2) selon certains auteurs. Cette technique cherche à exploiter au maximum le mouvement pour influencer les réactions biologiques naturelles du corps humain (17).

Le principe de cette bande cible la peau et ses récepteurs. Le but est de toucher indirectement les structures sous-jacentes via cet organe sensoriel. Effectivement, lors d'une lésion, d'un traumatisme ou encore d'une inflammation, l'espace entre la peau et

les tissus profonds est diminué. On constate une plus forte pression sur les mécanorécepteurs et en découlent différents déficits et symptômes (9). Une douleur, une limitation articulaire et/ou une diminution de la circulation sanguine et lymphatique peuvent apparaître.

De par ses propriétés spécifiques, des effets multiples ont été énoncés par le créateur. Le kinesio-taping® est une technique décrite selon Kenzo Kase comme correctrice. En effet, elle a une action sur la physiologie du corps humain. Elle permet la réalisation d'une correction antalgique, d'une correction mécanique (par exemple le maintien en posture corrigée d'une articulation), d'une correction des fascias dans le but d'améliorer la mobilité, d'une correction tendineuse ou ligamentaire pour renforcer la proprioception, d'une correction fonctionnelle pour favoriser le mouvement fonctionnel et pour finir, d'une correction circulatoire (lymphatique et vasculaire) (9,11,15). Après l'énonciation de toutes ces actions possibles, la question concerne l'utilisation réelle du KT. Cette bande a-t-elle un effet démontré pour toutes ces indications ? La recherche actuelle montre des discordances sur ces différents points (4,5,18–20). Selon des revues systémiques (21,22), l'expérimentation doit continuer pour en retirer les effets réels.

La bande élastique peut avoir son utilité grâce à ses propriétés spécifiques. Elle permet de diminuer cette pression sous-cutanée en augmentant l'espace interstitiel. Elle aura donc une action directe sur la peau mais indirecte sur la circulation (Annexe I), les muscles, les ligaments, les tendons, les fascias et les articulations.

2.1.4. Indications du kinesio-taping®

Certains articles de journaux comme Kiné Actualité ont publié des articles sur les effets et indications de ce type de bandage élastique (9). Les indications qui ressortent de cette revue et du livre de Ilbeygui (2) sont :

- garantir l'équilibre de la fonction musculaire
- exploiter les stimulations segmentaires et réflexes sur les organes à des fins thérapeutiques
- relâcher les adhérences des fascias et les tensions tissulaires
- diminuer la douleur
- soutenir et faciliter la fonction articulaire
- conserver la liberté de mouvement
- améliorer la circulation sanguine et lymphatique.

Cependant, aucune référence scientifique n'est mentionnée à la fin de cet article. La preuve scientifique de ces indications semble donc très peu fiable. De plus, l'ouvrage d'Ilbeygui est écrit par un adepte de la technique qui ne mentionne aucune référence. Les indications basées sont basées sur des théories et non sur des preuves issues de la recherche clinique.

Dans le domaine de la rééducation, le KT peut servir en rhumatologie pour des pathologies comme l'arthrose, les tendinites ou encore les rachialgies. Nous pouvons l'utiliser en traumatologie par exemple pour des entorses, des contusions, des déchirures musculaires, ou bien en neurologie pour les névralgies. Le KT est appliqué en cas de problème circulatoire comme pour les lymphœdèmes ou tout simplement pour

des œdèmes. En pédiatrie, cette bande peut être exploitée par exemple lors de pathologies de type pied bot (17). Ces affirmations prennent en compte les indications précédentes comme fiables scientifiquement. Or, actuellement la recherche n'a pour l'instant pas prouvé la validité de tous ces effets.

Les thérapeutes ont donc recours à ce type de bandage pour différentes indications. Nous allons particulièrement nous intéresser à l'effet de la bande sur le muscle et sur sa vascularisation. En effet, selon une étude réalisée par le créateur de la technique, Kenzo Kase, la bande de par ses propriétés favoriserait l'apport sanguin périphérique. Le volume sanguin de l'artère radiale, de l'artère dorsale du pied et de l'artère temporale a été mesuré par une machine Doppler avant et après l'application de la bande. Les résultats montrent une efficacité du kinesio-taping® chez les sujets ayant des troubles physiques (23).

L'élasticité globale de la bande améliorerait la décompression des structures sous-cutanées dont les vaisseaux lymphatiques et les capillaires sanguins.

2.1.5. Contre-indications du kinesio-taping®

D'après Ilbeygui, le kinesio-taping® ne se pose pas (2) :

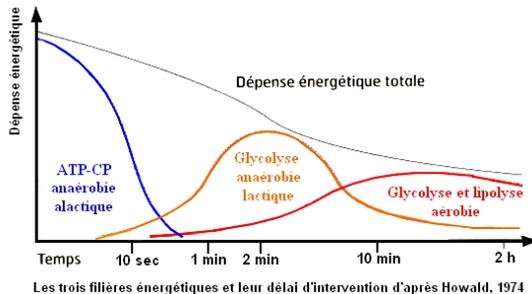
- Sur une peau initialement irritée ou sur toute affection cutanée. Par exemple en cas de psoriasis ou d'eczéma cette technique est à éviter
- Sur une peau contenant une plaie ouverte non traitée ou une cicatrice non fermée
- En cas de risque de thrombose
- S'il y a un risque d'occlusion des artères périphériques ou en cas d'insuffisance veineuse chronique
- Sur un lymphœdème cardiaque ou rénal
- En cas de prise de corticoïde sur du long terme
- En cas d'allergie à la bande (colle acrylique ou reste de silicone du support papier)
- Sur une lésion aiguë dont on ne connaît pas la nature
- Sur une fracture non traitée par de la chirurgie orthopédique
- Sur la zone sacrée chez la femme enceinte pendant les trois premiers mois
- En cas de pathologie maligne

Les ultrasons et l'électrothérapie ne peuvent pas être utilisés par dessus ce type de bandage (17).

2.2. La physiologie musculaire

2.2.1. Les différentes filières énergétiques

Les fibres musculaires peuvent se contracter grâce à un substrat : l'adénosine triphosphate (ATP). Celui-ci se décompose en adénosine diphosphate (ADP) pour provoquer la contraction du muscle. Cependant, les faibles réserves d'ATP ne permettent pas une activité musculaire de longue durée (pas plus de quelques secondes). Des processus s'activent alors pour assurer une fourniture suffisante en ATP. Il existe trois sortes de sources énergétiques : l'anaérobie alactique, l'anaérobie lactique et l'aérobie (24).



Graphique montrant l'apparition des trois filières énergétiques dans le temps d'après Howald

Lors d'un exercice, ces filières énergétiques s'ajoutent les unes aux autres pour assurer l'effort musculaire jusqu'à épuisement.

2.2.1.1. L'anaérobie alactique

Cette source utilise l'ATP déjà présente dans le muscle. La contraction est, grâce à celle-ci, dite immédiate. Elle ne nécessite pas la présence d'oxygène ni la formation d'acide lactique. L'action est non seulement faible mais aussi de très courte durée (une dizaine de secondes) (24).

Le muscle frais contient environ 5 mmol.kg⁻¹ d'ATP avec seulement 1 à 5 mmol.kg⁻¹ d'ATP de disponible. L'intensité de l'exercice ne provoque que très peu de variations de cette réserve énergétique (24).

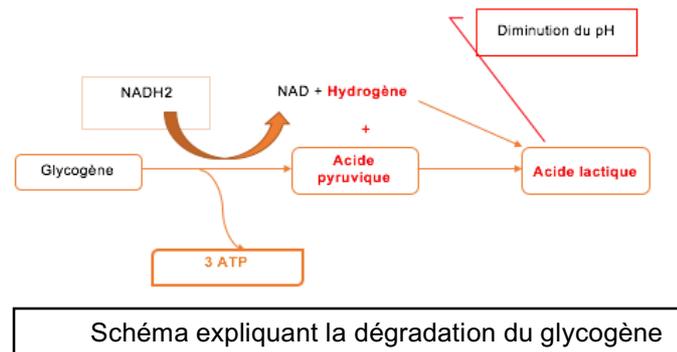
L'ADP et la phosphocréatine peuvent servir à reformer l'ATP. Il existe une réserve de 20 mmol.kg⁻¹ de phosphocréatine dans le muscle frais. C'est un des substrats utilisé pour fabriquer de l'ATP. La réserve de phosphocréatine diminue rapidement au début du mouvement jusqu'à se stabiliser. Selon Lacour, il y a une « *reconstitution de phosphocréatine dès la première minute à 80% après un exercice dynamique et à 66% après un exercice statique* ». Néanmoins, s'il n'y a plus d'apport d'oxygène par le sang, la resynthèse de ce substrat devient impossible. Le lien entre la récupération de la force musculaire et la densité du capillaire présent dans le muscle existe (24). En effet, plus la densité des capillaires est élevée, plus il y a un apport en oxygène. Ainsi il y a une augmentation de la synthèse de phosphocréatine et une récupération plus rapide de la force.

2.2.1.2. L'anaérobie lactique

C'est un processus qui s'active presque immédiatement après le début de la contraction et qui atteint son maximal en seulement quelques secondes. Elle assure la suite de

l'action lorsque la réserve en phosphocréatine est épuisée. De par la présence d'acide lactique, la puissance de cette source est inférieure à celle de l'anaérobie alactique (24).

Elle fonctionne grâce à la dégradation du glycogène en acide lactique. Cette glycolyse s'accompagne d'une synthèse de trois molécules d'ATP. La formule chimique provoquant la glycolyse nécessite la libération d'une molécule d'hydrogène. Celui-ci agit avec l'acide pyruvique dans la formation d'acide lactique. L'accumulation de l'acide lactique provoque une diminution du pH sanguin et musculaire. Cet effet sur le pH réduit la capacité fonctionnelle du muscle et altère les processus contractiles au niveau des myofibrilles. De plus, la production d'ATP est aussi perturbée par cette diminution du pH (24).

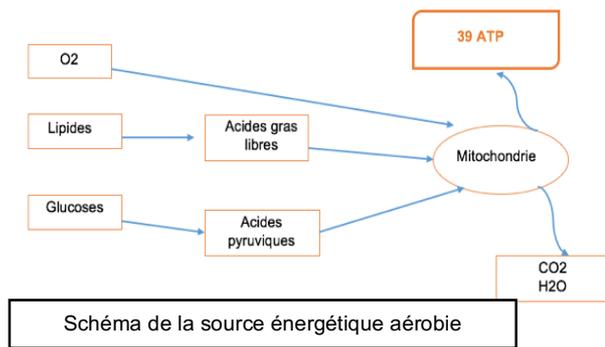


La capacité anaérobie lactique est la quantité totale d'énergie disponible à partir de la source lactique. L'énergie émise dépend donc de la concentration maximale de lactate accepté par l'organisme. La concentration maximale dans le sang chez des sujets non sportifs est d'environ 14 à 17 mmol.kg-1. Ceci correspond à environ 75 kJ d'énergie (24).

2.2.1.3. L'aérobie

Le métabolisme aérobie correspond aux voies productrices d'énergie utilisant l'oxygène. Il prend place dans la mitochondrie (centrale énergétique aérobie de la cellule). L'aérobie est le système le plus important qui fournit le maximum de molécules d'ATP dans le corps humain. C'est un processus long qui permet une durée d'action allant de quelques minutes à quelques heures. Selon Medbo et Tabata, lors d'un exercice supramaximal, il devient plus important que les autres sources en moins d'une minute (**annexe II p.27 livre**) (24).

C'est un processus d'oxydation cellulaire de substrats oxydables. Le bilan énergétique de l'oxydation des glucides est nettement plus favorable que celui de la glycolyse anaérobie. En effet, 39 molécules d'ATP sont produites à la place de seulement 3 pour la glycolyse. De plus, il y a une dégradation des lipides afin d'augmenter la production de molécules d'ATP. Le rendement de l'oxydation des lipides est très élevé (24).



La dégradation du glycogène continue avec une décarboxylation. La dégradation des lipides produit des acides gras libres. Dans la mitochondrie, ils sont alors transformés en acétyl-CoA et peuvent ainsi pénétrer sous cette forme dans le cycle de Krebs. Ces dégradations vont créer les molécules d'ATP, de CO₂ et d'H₂O (24).

2.2.2. La fatigue musculaire

2.2.2.1. Définition

Selon Scherrer et Monod (1960), la fatigue musculaire se décrit comme « une baisse transitoire de la capacité de travail du muscle, consécutive à l'activité musculaire survenant pour un niveau constant d'incitation des centres moteurs et réversible par le repos ».

Elle se définit donc comme une diminution de la capacité de contraction du muscle soit en termes de force soit en termes de durée. Cette réduction de la capacité de contraction est liée à une activité musculaire antérieure intense et/ou longue. Elle est réversible et disparaît après une période de repos. C'est un ensemble de phénomènes limitant la poursuite d'une activité motrice ou retardant la restauration de la capacité de travail en temps normal.

Cela se traduit lors d'une activité de force élevée d'un individu par l'apparition d'une incapacité pour maintenir la contraction avec la même force. Les muscles sont alors fatigués. Un temps de repos devient indispensable (24).

Une fatigue dite normale apparaît immédiatement, de façon aiguë lors d'une activité trop intense, trop longue et trop fréquente (24).

2.2.2.2. Les types de fatigues et les mécanismes d'apparition

Il existe plusieurs types de fatigue. Une fatigue objective où l'intensité est mesurable par un observateur indifférent et des enregistrements. A celle-ci s'oppose la fatigue subjective évaluable par les informations du sujet. La fatigue locale est celle qui apparaît pour une action réalisée par un petit nombre de muscles alors que la fatigue générale concerne un très grand nombre de muscles. Dans la fatigue générale, les fonctions vitales, comme la respiration ou bien la circulation sanguine s'adaptent au type d'exercice (24).

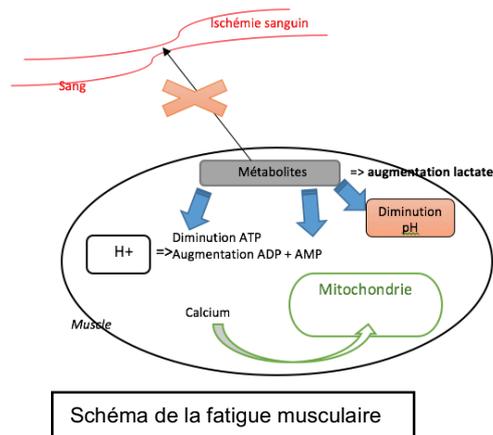
La fatigue peut avoir deux origines différentes : l'une dite centrale ou nerveuse et une autre périphérique ou musculaire. L'origine musculaire est la conséquence d'altérations qui surviennent au niveau du muscle lui-même. Elle dépend de facteurs musculaires (typologie du muscle etc...) et prend aussi en compte des facteurs métaboliques (20).

Un couplage excitation-contraction déficitaire peut être une des raisons de l'apparition de l'épuisement musculaire. Le signal électrique n'arrive plus au point où s'effectue le passage de l'excitation de la fibre à la contraction musculaire. Ce signal ne déclenche plus de réaction musculaire. C'est le système tubulaire transverse qui sert à transférer l'excitation à l'ensemble des sarcomères d'une même myofibrille, d'une même fibre ou d'une même unité motrice. Ainsi lors d'une fatigue, la propagation est insuffisante et provoque une diminution de la capacité de travail musculaire (24).

La fatigue est un processus d'installation progressive. Elle touche dans un premier temps quelques sarcomères ou myofibrilles puis se propage au niveau des fibres des unités motrices initialement activées. Lorsque certaines fibres sont fatiguées, l'unité motrice mobilise d'autres fibres qui étaient au repos pour continuer la contraction. Le processus se répète jusqu'à l'apparition du seuil d'épuisement. La performance musculaire ne peut plus être poursuivie avec un même niveau de travail (24).

Au niveau local, on retrouve une augmentation spatio-temporelle des fibres musculaires qui s'accompagne non seulement d'une élévation de la fréquence cardiaque mais aussi de la pression artérielle. Ces adaptations retardent l'installation de l'ischémie. Une diminution du contrôle de la position des segments anatomiques, l'apparition de tremblement, la modification du rythme respiratoire ainsi que la diffusion des contractions aux groupes musculaires voisins sont des signes qui surviennent peu de temps avant l'épuisement musculaire (24).

Des facteurs métaboliques sont des éléments importants qui génèrent cette fatigue musculaire. Ils peuvent bloquer le couplage excitation/contraction en limitant la propagation du potentiel d'action à l'ensemble des sarcomères. Parmi eux, le potassium joue un rôle important. Il existe aussi une élévation dans le plasma de la créatine phosphokinase. Et enfin, les radicaux libres pourraient être un autre facteur métabolique. Par différents moyens, ces effets métaboliques empêchent la réalisation du couplage y compris lorsque le signal électrique est présent (24).



Lors d'une activité élevée d'un muscle, il apparaît une insuffisance du débit sanguin local. Cette ischémie limite la durée du travail local. Le muscle ne peut plus éliminer les déchets dus à la contraction. Le métabolisme anaérobie lactique est alors déclenché. Il y a alors une accumulation d'ions H⁺ qui provoque un blocage des réactions enzymatiques dont celles intervenant dans la dégradation de l'ATP. Une baisse de pH est observée. Ceci crée une diminution de concentration du calcium ionisé dans le sarcoplasme. Le

calcium est re-pompé du sarcoplasme vers le réticulum et accumulé dans les mitochondries. L'acidose induite suscite une diminution de la durée de la performance. C'est l'accumulation des lactates qui détermine la chute du pH intracellulaire et qui entraîne non seulement une diminution de la concentration de phosphocréatine mais aussi une accumulation d'ADP et d'AMP (24).

Selon l'activité pratiquée, tout muscle du corps humain peut se fatiguer. Un des muscles puissants et superficiels est le quadriceps. Sa bonne trophicité est indispensable au bon fonctionnement articulaire du genou. Sans lui, la stabilité de cette articulation est impossible (25).

2.2.3. Le quadriceps

2.2.3.1. Anatomie

Le quadriceps est un muscle volumineux de la face antérieure de la cuisse et paire. Il est constitué de quatre faisceaux : le vaste médial, le vaste latéral, le droit fémoral et le vaste intermédiaire. Il fait partie du groupe de l'appareil extenseur du genou. Seul le droit fémoral est bi-articulaire (Annexe III).

Insertions proximales : Les insertions proximales des quatre faisceaux sont toutes différentes.

Le droit fémoral a des insertions proximales au niveau de la partie supérieure de l'épine iliaque antéro-inférieure, du sillon supra-acétabulaire et de la face antérieure du grand trochanter. Il est constitué de trois tendons : un direct, un réfléchi, un récurrent.

Le vaste intermédiaire s'insère sur les 2/3 supérieures du corps du fémur, à la face antérieure et latérale mais aussi sur les bords latéraux.

Le vaste latéral prend son insertion proximale sur la lèvre latérale et le versant latéral de la ligne âpre du corps du fémur, sur la branche latérale et le versant latéral de la trifurcation de l'extrémité supérieure du fémur, allant jusqu'au grand trochanter et sur la branche latérale, versant latéral de la bifurcation de l'extrémité inférieure du fémur.

Le vaste médial, lui, s'insère sur les mêmes parties du fémur que le vaste latéral mais du côté de la lèvre médiale, la branche médiale, le petit trochanter du fémur (26).

Insertions distales : Ces quatre faisceaux musculaires se terminent tous sur la patella.

Plus précisément, le vaste intermédiaire prend sa terminaison au niveau de la partie postérieure de la base de la patella.

Le droit fémoral s'insère sur la partie antérieure de la base de la patella et sur l'extrémité supérieure du tibia.

Le vaste latéral, lui, se termine au niveau du bord latéral de la patella ainsi qu'à la base. Certaines de ses fibres se terminent également au niveau des crêtes obliques de l'extrémité supérieure du tibia.

Enfin, le vaste médial prend la même terminaison que le vaste latéral mais du côté médial de la patella.

Selon Dufour, ces faisceaux musculaires se rejoignent pour former le tendon quadricipital.

Trajet : Le droit fémoral a donc un trajet vertical. Le vaste intermédiaire est lui oblique en bas et en dedans (comme l'axe de la diaphyse). Les vastes latéral et médial prennent eux une diagonale oblique en bas et nettement en dedans.

Vascularisation / Innervation : L'artère du quadriceps (branche collatérale de l'artère fémorale) vascularise ce muscle. Il est innervé par le nerf fémoral (ou nerf crural) venant des racines L2-L3-L4.

Actions : Le quadriceps a pour principale fonction l'extension du genou en chaîne cinétique ouverte. Sa fonction partielle est la flexion de la hanche et ceci grâce au droit fémoral. Les vastes ont une composante rotatoire : rotation médiale pour le vaste médiale et rotation latérale pour le vaste latéral (26). Le muscle n'est pas activé lors de l'hyper-extension. Il fonctionne à partir du moment où commence la moindre flexion. Il sert à retenir la flexion du genou (25).

2.2.3.2. Intérêt du quadriceps

Les propriétés physiologiques du quadriceps font de lui un muscle très puissant. Sa surface de section est de 148 cm² et sa puissance est de 42 kgm. Au quotidien, c'est un muscle qui lutte contre la pesanteur, il est donc trois fois plus puissant que ses antagonistes, les muscles fléchisseurs (25).

Ce muscle fait partie de la famille des muscles striés squelettiques. Il est richement vascularisé grâce à un système artério-veineux. Le système artériel alimente les fibres musculaires en dioxygène et en nutriments nécessaires au travail fourni. Le système veineux permet non seulement de dissiper la chaleur produite par la contraction mais aussi de relâcher les déchets musculaires produits (dioxyde de carbone et acide lactique). Le quadriceps est un des muscles importants du corps humain de par sa surface, sa fonction, sa puissance et sa vascularisation. Le fonctionnement correct de ce muscle est donc fondamental.

En effet, une atrophie, un déficit fonctionnel, un manque de force ou encore un problème vasculaire touchant ce muscle peuvent provoquer une incapacité et un handicap dans la vie quotidienne.

Par exemple, le quadriceps a pour particularité de contenir un os sésamoïde entre le tendon quadricipital en haut et le ligament rotulien en bas : la patella. Elle sert à augmenter l'efficacité du muscle en dirigeant la force de traction vers l'avant (25). Cet os peut être mis en cause dans une situation de déficit fonctionnel ou de douleur quadricipitale.

Par ailleurs, le vaste interne est beaucoup plus puissant que le vaste externe. Anatomiquement, ce corps musculaire descend plus bas que le vaste externe et a pour but d'éviter la luxation de la patella qui a pour mauvaise tendance de « s'échapper » vers le dehors. La luxation de la rotule peut se dérouler lorsque le vaste externe est plus fort que le vaste interne (25). Ceci est en effet une des nombreuses causes possibles.

Le chef musculaire appelé droit antérieur est le seul bi-articulaire. Ceci lui confère des propriétés différentes des autres chefs. En effet, lors du pas postérieur réalisé pendant la course, la marche, les fibres musculaires sont tendues entre les deux insertions et ainsi le droit antérieur est encore plus efficace. Le quadriceps est alors à sa puissance maximale notamment grâce à ce chef bi-articulaire. Le droit antérieur provoque la flexion de la hanche et l'extension de genou. Le phénomène a lieu lors de l'avancée du membre oscillant pendant la période d'appui unilatéral de la marche (25).

Enfin, c'est le seul chef à ne pas perdre son efficacité au cours du mouvement. Il se contracte lors du relèvement de la position accroupie ou encore lors d'un saut genoux fléchis (25).

Le quadriceps est donc un muscle utilisé inconsciemment dans la vie quotidienne (25).

2.3. Problématique

Depuis le début de nos études à l'institut de formation en masso-kinésithérapie, la technique de kinesio-taping® (KT) est beaucoup remise en question par les différents intervenants qui viennent nous faire cours. Certains défendent les mérites du KT alors que d'autres au contraire ne trouvent aucune preuve scientifique fiable qui les fassent adhérer à cette méthode. Ce sujet polémique m'a dès la première année beaucoup intéressée et a éveillé ma curiosité.

En effet, selon différentes études réalisées, le kinesio-taping® montre parfois un effet bénéfique sur la force musculaire du quadriceps (20) ou une amélioration du temps nécessaire pour atteindre la force maximale (18). Au contraire, d'autres études montrent qu'aucun effet sur le muscle n'est observé lors de la pose de ce type de bande. Par exemple pour les muscles rotateurs de l'épaule, les amplitudes de mouvement ne montrent aucune différence significative entre le groupe placebo, le groupe KT et le groupe témoin (19). C'est le cas aussi dans une recherche menée sur la force du quadriceps chez des sportifs sains (4).

De plus, autour de moi et surtout dans le milieu sportif, plusieurs personnes ont eu recours à ce bandage adhésif thérapeutique. En échangeant sur l'avis et sur l'expérience des utilisateurs, beaucoup d'entre eux restent satisfaits. Entre la pratique et la théorie, les avis divergent et c'est ce qui a suscité mon intérêt.

Plusieurs actions concernant cette technique sont décrites et exploitées par les créateurs. De par mes lectures sur la thématique du KT, je me suis focalisée principalement sur la possible répercussion musculaire. Étant donné que la bibliographie est très détaillée et variée, cette possible action sur le muscle a éveillé ma curiosité.

Par ailleurs, cet effet musculaire pourrait être très utile pour les soins dans le cas de pathologie musculo-squelettique. Encore une fois, des revues systématiques ont recensé plusieurs études sur ce sujet. La conclusion de certaines n'amène aucune preuve de l'efficacité du KT sur les troubles musculo-squelettiques (27,28). Au contraire, d'autres revues de littérature abordent le fait que les études, concernant toujours ce type de pathologie, manquent de méthodologie pour se résoudre à un résultat scientifiquement significatif (3,22). Les conclusions des recherches divergent et restent critiquables sur divers points. Il semble donc important que les études continuent dans ce domaine.

Beaucoup de pathologies comme le syndrome fémoro-patellaire (29–32), la dislocation traumatique de la rotule (33) ou encore la prise en charge post-opératoire d'une ligamentoplastie du ligament croisé antérieur (34) une réadaptation musculaire du quadriceps est nécessaire.

Ce muscle est utilisé dans énormément d'activités de la vie quotidienne. Il sert à marcher, à se déplacer, à se lever, et donc à effectuer tout type de transfert (25). C'est donc un muscle essentiel qui peut être régulièrement la cause d'inconfort.

De nos jours, la question d'effet placebo de la technique du kinesio-taping® a suscité quelques réflexions. Dans une lettre adressées aux rédacteurs du journal *Manual Therapy*, des chercheurs dont Stefano Vercelli, posent la question d'un possible effet placebo du kinesio-taping® sur la force musculaire (35). J'ai donc d'abord pensé comparer l'avis subjectif des sujets de mon étude avec des données objectives obtenues grâce à la machine d'isocinétisme. Les sujets sains auraient effectué le test de fatigue musculaire sur la machine d'isocinétisme. Directement après le test, avec l'aide d'un questionnaire de satisfaction, ils auraient donné leur avis sur leur ressenti avec le KT, sans bande et avec la bande placebo. Cependant, sous le conseil de professionnels dans le domaine de la recherche cette première thématique a été abandonnée car il m'était impossible d'exploiter les résultats. Je ne pouvais pas faire une corrélation scientifique entre des données qualitatives et quantitatives. De plus, le questionnaire n'était pas fiable car il était réalisé par moi-même. Les résultats obtenus ne pouvaient donc pas être exploitables scientifiquement.

Au fil des lectures d'études scientifiques faites sur la force musculaire et les effets du kinesio-taping®, je me suis demandée si l'amélioration de la circulation sanguine pouvait avoir un effet bénéfique sur l'échange des métabolites entre le muscle et le système circulatoire.

La force musculaire est un point important des effets de cette technique, mais qu'en est-il de la fatigue musculaire ?

Le kinesio-taping® pourrait-il avoir une action circulatoire qui provoquerait un effet sur la fatigue musculaire du quadriceps ?

2.4. Hypothèses

La bande conventionnelle est conçue pour immobiliser les articulations et limiter le plus possible les mouvements. Selon Kenzo Kase, lorsqu'elle est positionnée, elle réalise une pression pouvant entraîner l'obstruction des fluides corporels. Le kinesio-taping® évite cet effet qui est, d'après lui, indésirable (9). Le créateur défend l'idée que cette méthode chercherait à garder la mobilité et la liberté dans le mouvement afin de permettre au corps de se soigner bio-mécaniquement.

En raison d'un blocage de la circulation dans le muscle lors d'une contraction continue longue ou d'une fréquence de mouvements trop intenses, un épuisement local musculaire apparaît. Ce blocage n'affecte pas l'irrigation sanguine du muscle à condition seulement que les contractions soient assez espacées. Des temps de pause doivent être importants. Dans le cas contraire, une pression musculaire comprime les capillaires (24). Cette ischémie est due à l'augmentation de la pression intramusculaire (36). Selon Kenzo Kase (9), lorsque les muscles sont enflammés, raides ou gonflés à cause de la fatigue, la compression de l'espace entre la peau et le muscle entraîne une constriction à l'écoulement des fluides lymphatiques et circulatoires.

De plus, les mécanorécepteurs et les nocicepteurs envoient un message au système nerveux afin de l'informer sur l'inconfort musculaire. La douleur peut alors apparaître (9).

En outre, l'élimination des métabolites est moins bien réalisée (24). Ce déficit d'évacuation des métabolites est dû à l'ischémie des vaisseaux. Une insuffisance au niveau des échanges a donc pour conséquence l'installation progressive de la fatigue musculaire.

Grâce aux propriétés spécifiques du KT décrites précédemment (2,15), la pose de cette bande sur le muscle pourrait créer, d'après les adeptes, une augmentation de l'espace sous-cutané. La perfusion musculaire nécessaire serait donc prolongée. **Il y aurait alors une amélioration de la circulation sanguine dans le muscle (9,23) qui faciliterait l'augmentation du temps de contraction du quadriceps. L'hypothèse est donc que le kinesio-taping® réduirait ainsi la fatigue musculaire (9).**

L'hypothèse contraire peut être aussi envisagée : **aucun résultat significatif montre un effet bénéfique du KT sur la fatigue musculaire du quadriceps.** De plus, nous pouvons nous demander si l'amélioration de la circulation diminue vraiment l'apparition de l'épuisement musculaire.

La fatigue musculaire est un processus difficile à quantifier. L'isocinétisme est un outil important pour la rééducation. Il fournit des mesures objectives concernant l'état et l'évolution du patient. C'est le gold standard de l'évaluation musculaire (37). La force musculaire maximale est la principale mesure examinée à l'aide de cette machine. Cependant, il est possible d'étudier un autre item : la fatigue musculaire en isocinétique. Cet outil est bénéfique. Il a pour avantage d'enregistrer la force maximale volontaire d'un sujet avec des mouvements de même amplitude et de même vitesse (38).

L'utilisation de la machine d'isocinétisme peut servir pour effectuer l'évaluation de la fatigue musculaire du quadriceps. Ainsi, une meilleure fiabilité des résultats est recherchée. Dans cette étude, seul un test de fatigue isocinétique est proposé aux sujets. Celui-ci permettra une analyse quantitative et graphique des résultats.

Selon une étude récente datant de 2014, il y aurait une efficacité sur la réduction de la fatigue musculaire des extenseurs du rachis chez des sujets sains (39). Le test de fatigue utilisé est le test Biering-Sorensen. Paradoxalement, d'autres études ne montrent pas de diminution de la fatigue musculaire (40). Cependant, toutes ces recherches restent critiquables de par leur méthodologie.

3. Méthodologie de l'étude

3.1. Population

L'étude a été réalisée à l'hôpital Morvan, CHRU de Brest. Il s'agit d'une étude croisée (cross-over) avec tirage au sort. Chaque sujet est son propre témoin. Ils ont tous reçu le traitement étudié (kinesio-taping®), la bande placebo et le traitement contrôle. Dix sujets volontaires ont participé à cette étude (8 femmes et 2 hommes). Trois groupes ont été formés :

- Un groupe contrôle sans traitement
- Un groupe test avec la bande de kinesio-taping®
- Un groupe de comparaison avec la bande placebo

Une lettre d'information a été distribuée à tous les participants afin de les informer sur le but de ce protocole ainsi que sur les risques existants. (Annexe IV)

Un formulaire de consentement a également été signé par tous les volontaires pour s'assurer de leur consentement clair, libre et éclairé. (Annexe V)

Des critères d'inclusion et de non inclusion ont été mis en place pour assurer non seulement une plus grande cohérence au niveau des caractéristiques mais aussi une plus grande fiabilité.

3.1.1. Critères d'inclusion

Les sujets inclus doivent être :

- sains pour réduire les complications qui peuvent apparaître lors du test
- des femmes et des hommes pour être plus représentatif de la population qui peut utiliser le kinesio-taping®
- âgés 18 à 60 ans (des personnes majeures jusqu'à l'âge de la vieillesse selon l'OMS (41)) afin de limiter au maximum les effets indésirables qui peuvent être dus au test isocinétique

3.1.2. Critères de non inclusion :

Les sujets ne peuvent pas rentrer dans l'étude s'ils comportent :

- Des antécédents (traumatisme ou chirurgicaux) du genou droit et de la hanche droite
- Des antécédents de déchirure musculaire (inférieur à 7 jours) ou ligamentaire (supérieur au premier degré) profondes de la jambe droite
- Des problèmes cardio-vasculaires
- Des troubles neurologiques
- Des problèmes de peau (plaie ouverte ou cicatrice, allergie à la bande, ou une quelconque affection cutanée)
- Une connaissance sur la technique ou s'ils ont déjà utilisé le kinesio-taping® et ont donc déjà un avis sur l'efficacité de cette technique
- Des douleurs au genou
- Une maladie neuromusculaire

Ce sont les contre-indications pour utiliser la machine d'isocinétisme et pour poser une bande de kinesio-taping® ou placebo (2,17,42).

3.2. Matériel et méthode

3.2.1. Description des bandes utilisées

Différentes marques existent sur le marché mais le choix pour cette étude s'est porté sur le Kinesio Tex Tape®. En effet, Kenzo Kase, le créateur de cette technique, fait spécifiquement référence à cette marque dans ses livres (9,15). Dans le but de nous rapprocher au maximum de la technique décrite par le créateur, le Kinesio Tex Tape® est utilisée dans ce protocole.

La bande placebo de marque Elastoplast® a été récupérée en pharmacie. C'est une bande adhésive élastique qui a différentes actions : une thérapeutique puisqu'elle favorise la cicatrisation et l'action circulatoire, une préventive car elle protège et limite les mouvements douloureux ou dangereux tout en permettant l'activité. Elle aide aussi à réduire le risque de récurrences en reprise après une blessure chez un sportif. Elle est constituée d'un support en coton. Elle est hypoallergénique, perméable à l'air et laisse respirer la peau. Elle est très souvent utilisée comme contention en cas d'entorse de cheville. Elle a une élasticité qui est uniquement en longueur (16).



La différence entre les deux bandes concerne l'élasticité de bande de kinesio-taping®. Celle-ci a non seulement une élasticité longitudinale mais aussi un étirement transversal provoqué par la colle acrylique. De plus, elle est prétendue à 10% sur son support (2,15).

La bande KT mesure 5 cm sur 5 mètres alors que l'Elastoplast® fait 6 cm sur 2,5 mètres. Il existe donc une différence visuelle entre les deux bandes.

Dans le cas du kinesio-taping®, les couleurs pourraient avoir une influence thérapeutique sur le sujet (2,17). Cependant, nous ne traiterons pas ce sujet très controversé. Afin d'éviter tout effet possible, la couleur blanche (couleur neutre) a été choisie pour cette étude. Par ce choix, nous cherchons aussi à éviter l'effet placebo : les sujets ne seront pas mis au courant du bandage qu'ils portent. La couleur est une indication au type de bande testée. L'effet placebo est également déterminé par les résultats obtenus avec le groupe contrôle (sans aucune bande).

3.2.2. Pose des bandes

La bande est installée selon la méthode décrite par Kenzo Kase. Elle est positionnée en fonction des insertions du droit fémoral. Elle part de l'épine iliaque antéro-inférieure et de la gouttière sus-cotyloïdienne pour aller se terminer à la pointe de la rotule (9).

Selon Kenzo Kase, le sens de la pose a une influence sur l'effet de la bande. Si la direction se fait de l'insertion distale à l'origine, la bande a un effet d'inhibition sur la fonction motrice. Au contraire, si la bande est dirigée de l'origine proximale à l'insertion distale, elle a un effet de facilitation musculaire (15). L'application dans ce protocole se fait selon la théorie facilitatrice c'est-à-dire allant de l'insertion proximale jusqu'à l'insertion distale du muscle.

La peau du sujet est préparée en amont : elle doit être propre et aucune huile ou crème ne doit être appliquée. Une petite quantité de poils est acceptée. Dans le cas contraire, un rasage doit être mis en place par le sujet avant de réaliser la pose (15).



Le patient est installé en position étirée du muscle. Allongé en décubitus dorsal, la jambe du sujet est pendante au bord d'une table et son genou est fléchi.

Le praticien effectue la même pose et les mêmes gestes que ce soit pour le kinesio-taping® ou pour la bande placebo. L'expérience du praticien a un impact sur la mise en place de la bande. Plus celui-ci a déjà utilisé ces deux types de bandes plus il maîtrise la technique de pose et moins il y a d'erreur. Durant tout le protocole, le thérapeute reste le même. Avant de commencer, celui-ci marque au crayon dermatographique les insertions proximales et distales afin de les faire ressortir et d'être plus reproductible par la suite. Il mesure la distance entre l'épine iliaque antéro-inférieure et la base de la patella et reporte cette mesure dans un tableau (Annexe VI). Celle-ci lui servira non seulement comme repère lors de la pose de l'autre bande mais aussi pour découper la bande à tester.

Le praticien arrondit les bordures de la bande afin d'augmenter le temps d'adhérence sur la peau (Annexe VII). Pour le kinesio-taping®, la pose de la bande à la base se fait sans étirement (15). Puis le thérapeute effectue une traction tout le long du muscle. La tension imposée lors de l'application est de 50% de la tension disponible. Comme pour l'ancrage initial, au niveau de la pointe de la rotule il n'y a plus de traction réalisée. La base de la bande est toujours démarrée et terminée sans tension (15). La patella se retrouve maintenue et entourée par la bande (9). A la fin, le masseur-kinésithérapeute frotte la bande afin de renforcer l'adhésion à la peau. La seule différence avec la bande placebo est que le praticien effectue une tension tout le long du muscle y compris sur les insertions.

Pour le retrait de la bande, il est préférable de le faire de haut en bas, dans le sens des poils. De plus, pour limiter l'inconfort, une éponge humide peut être appliquée sur la bande.

Après la pose de chacune des bandes, des informations sont données au sujet. Celui-ci doit garder la bande jusqu'à la prochaine mesure c'est-à-dire pendant quatre jours. Le retrait du bandage se fait à chaque fois après avoir réalisé le test de fatigue. Le participant a pour consigne de continuer à vivre normalement. Il peut réaliser ses activités de la vie quotidienne sans aucun changement. Après une douche, le sujet s'essuie en tapotant sur la bande et non pas en frottant, afin d'éviter que celle-ci s'enlève. Si la bande s'enlève, la consigne est de ne rien faire. En cas de démangeaison, de rougeur ou autre inconfort extrême l'individu peut retirer le bandage.

Les mesures se font tous les quatre jours. Le protocole a une durée de deux semaines. Suite à chaque bilan de la fatigue musculaire en isocinétisme, un questionnaire (Annexe VIII) est donné aux sujets afin d'évaluer s'ils ont eu un changement dans leurs activités quotidiennes qui pourrait agir sur les données.

3.2.3. Présentation de la machine d'isocinétisme

L'isocinétisme a été inventé à partir des travaux de la NASA à la fin des années 60 pour évaluer l'atrophie musculaire des astronautes. Dans les années 80, cet outil fait son entrée en France.



Selon l'HAS, le dynamomètre informatisé permet « d'établir un diagnostic fonctionnel en précisant les niveaux d'incapacité et les déficits de performance résultant d'une pathologie d'un organe ou d'un système ». Les appareils d'isocinétisme servent non seulement à évaluer la fonction musculaire en pré ou postopératoire mais aussi à évaluer la préparation sportive. Ces outils proposent aussi des protocoles de rééducation pour l'appareil locomoteur. L'isocinétisme est un mode de contraction musculaire volontaire dynamique qui se déroule à vitesse constante. La résistance est adaptée à l'individu. Le travail est basé sur la résistance maximale supportée en tout point du mouvement à une vitesse donnée. Cet appareil est reconnu utile pour évaluer l'état musculaire, tendineux ou articulaire des sujets sains ou ayant une pathologie (43).

L'évaluation de l'état musculaire concerne la force et la fatigue d'un muscle. Un test de fatigue peut être mis en place en isocinétique : le sujet effectue plusieurs mouvements sans pause avec la même amplitude articulaire. Il doit développer pendant toute la durée de ce test sa force maximale volontaire (44).

Le protocole choisit dans cette étude se base sur les études de Croisier et al. (45). Le thérapeute mesure le pourcentage de perte de force maximale au bout d'un nombre de mouvements prédéfinis. Un temps donné correspond également à ce pourcentage. Selon Croisier et al., l'épreuve de fatigue du quadriceps la plus reproductible se fait à 180°/s pour 30 répétitions. Ceci concerne les sujets masculins sains (45). Nous extrapolerons ces résultats aux sujets sains féminins. De plus, ceci se confirme selon une étude de Paulus et al., les critères de fatigue calculés par la machine sont plus reproductibles lors d'un protocole de 30 répétitions (46).

Dans ce test de fatigue musculaire, le processus énergétique principalement observé est l'anaérobie lactique (45). En effet, la durée de l'effort est brève (seulement quelques minutes). La fatigue est donc liée à l'augmentation de l'acide lactique dans le muscle. Ce déchet peu évacué provoque la diminution du pH. Ce qui engendre non seulement la diminution de la production en ATP mais également un affaiblissement du processus contractile des myofibrilles. Selon la théorie de Kenzo Kase, le kinesio-taping® peut faciliter les échanges entre le muscle et les vaisseaux sanguins. L'hypothèse est que le KT peut alors améliorer l'évacuation de l'acide lactique et donc limiter la diminution d'ATP ainsi que l'affaiblissement musculaire.

L'évaluation est chiffrée, objective, fiable, reproductible sur un même appareil. Ceci présente un grand intérêt. Elle est considérée comme le gold standard pour l'évaluation. C'est un appareil sécurisé, efficace, qui donne des mesures précises.

L'HAS constate que la mesure de la fatigue musculaire est reproductible sous certaines conditions précises, et a un intérêt pour le patient (43).

Le dynamomètre isocinétique est régulièrement utilisé pour l'articulation du genou (43).

3.2.4. Protocole de fatigue musculaire

Avant tout commencement, le thérapeute rentre le nom, la taille et le poids du sujet dans le système informatique de la machine.

La machine d'isocinétisme utilisée est de marque : Contrex®.

3.2.4.1. Echauffement



Pour débuter le test de fatigue musculaire, un échauffement de dix minutes est indispensable afin de mettre en condition les systèmes cardio-respiratoire et musculaire. Un vélo ergométrique avec une faible résistance est mis à disposition. Un temps de repos est laissé aux sujets avant de commencer le test.

3.2.4.2. Installation sur la machine

L'installation se doit d'être rigoureuse et reproductible pour garantir la fiabilité des mesures. Le test est réalisé uniquement sur la jambe droite (membre qui a bénéficié ou pas des bandes).

- Le sujet est en position assise.
- Le dossier a un angle de 80° par rapport à l'horizontale (47).
- La profondeur du siège est de deux travers de doigt par rapport au creux poplité du sujet afin de ne pas compresser le réseau artério-veineux (47).
- La résistance est positionnée à deux travers de doigt au dessus de la malléole interne au niveau de la face antérieure de la jambe. Ceci définit la longueur du levier (47).



- La jambe gauche est bloquée afin d'éviter toute compensation.
 - L'axe de rotation du dynamomètre est mis en place de façon à ce qu'il soit aligné avec l'axe de rotation articulaire du genou (42). Il est placé en face du condyle fémoral externe.
 - Le sujet est sanglé au niveau du thorax et du bassin pour éviter toute compensation.
 - Le thérapeute détermine le zéro anatomique puis les butées qui limiteront l'amplitude articulaire pendant le test.
 - L'amplitude de mouvement choisie pour tous les sujets est de 80° (47).
- Pour terminer les réglages, une mesure du poids de la jambe est réalisée par le système informatique. En effet, un calculateur rectifie la mesure globale. Celle-ci

est liée à l'effet de la masse musculaire associé à celui lié à la masse du bras de levier de la machine (42).

Tous ces réglages sont enregistrés dans la machine pour que le test soit exactement reproduit de la même manière les deux fois suivantes. Ces réglages concernent : la profondeur du siège, l'inclinaison du dossier, la position des butées de limitation d'amplitude articulaire, la position du siège par rapport à l'axe du dynamomètre et la longueur du bras de levier.

3.2.4.3. Consignes données aux sujets

L'explication du test et du but de ce test est absolument indispensable pour obtenir une excellente coopération de la part du sujet. Celui-ci a pour consigne de croiser ses bras sur son thorax. Il va d'abord réaliser un essai de trois mouvements d'extension-flexion afin de se familiariser avec la machine. Il est prévenu que c'est un essai et qu'il ne faut donc pas se donner au maximum. « La machine va tendre votre genou, vous vous laissez faire. Puis une fois la jambe tendue, le test commence ». Un temps de repos de trente secondes est accordé avant de commencer le test de fatigue.

Le sujet devra réaliser ensuite trente mouvements de flexion-extension à 180°/s. Le but est de développer un maximum de force pendant ces trente répétitions. Le test est en mode concentrique/concentrique aussi bien pour les ischio-jambiers que pour le quadriceps. Ceci correspond à une contraction physiologique de ces muscles c'est-à-dire au raccourcissement des fibres I, IIa et IIb.

Alors que le biofeedback est exempté afin d'éviter de fausser les résultats, des encouragements standardisés (47) sont donnés au sujet pendant toute la durée du test : « pliez, tendez, pliez, tendez, allez courage, pliez, tendez, pliez, tendez, on continue ... ». A partir des trois derniers mouvements le thérapeute annonce le nombre de répétitions qu'il reste à réaliser.

Le but du sujet est d'accélérer la vitesse de mouvement qui est pré-réglée. La résistance prédéfinie empêche le sujet d'obtenir satisfaction. Les résultats sont obtenus grâce aux forces appliquées sur le levier.

3.2.4.4. Les critères d'interprétation de la fatigue musculaire

Grâce au système informatique relié au dynamomètre, trois graphiques et un tableau avec des données quantitatives sont obtenus par le thérapeute. (Annexe VIII)

Le travail est le paramètre choisi pour analyser les résultats. Selon Maffiuletti et al., il est le plus représentatif et le plus reproductible comparé au moment de force maximum (48). En effet, le moment de force maximum est calculé à partir d'une seule position angulaire alors que le travail porte sur la totalité de l'amplitude articulaire (47).

Parmi ces données, la fatigue musculaire est quantifiée grâce à un calcul informatique automatique qui se base sur la capacité du muscle à maintenir un effort dynamique. Il est représenté par l'index de fatigue en J/s : l'ordinateur mesure le

pourcentage de perte de force entre les trois dernières répétitions et les trois premières contractions musculaires. Ceci permet alors de quantifier la baisse de la force et de la puissance du muscle liée à l'apparition de la fatigue.

Selon Bosquet et al. (49), l'index de fatigue (IF) a comme formule :

$$IF = 100 - [(moyenne\ 3\ dernières\ répétitions)/(moyenne\ 3\ premières\ répétitions) \times 100]$$

Un pourcentage de décroissance de la performance (DP) est mesurable et se calcule d'après la formule (49) :

$$DP = 100 - [(travail\ total\ cumulé)/(travail\ maximal \times nombre\ de\ répétitions) \times 100]$$

L'index de fatigue peut aussi s'évaluer avec la pente de décroissance de la performance ou bien grâce à l'analyse de la moyenne du moment de force sur toutes les répétitions ou enfin grâce au travail total délivré sur la totalité des mouvements (49).

Lors de l'épreuve nous avons donc dû surveiller que le moment de force maximal soit accompli à chaque fois dans les trois premières répétitions afin de pouvoir analyser les résultats à partir de l'index de fatigue (47).

Les graphiques obtenus par l'ordinateur procurent un autre avantage. Ils fournissent une appréciation visuelle de l'effort fourni et permettent de surveiller la validité du test.

Les trois courbes présentent :

- Le couple de force en fonction du temps
- La position articulaire en fonction du temps
- Le couple de force en fonction de la position

Ces graphiques servent à détecter une anomalie qui n'est pas forcément visible sur les données quantifiées (50). Pour notre étude, ils servent à vérifier visuellement la diminution de la force musculaire au fur et à mesure des contractions répétées (Annexe IX).

4. Résultats

Les données ont été recueillies dans un intervalle de quatre jours : le 09/03/2017, le 13/03/2017 et le 17/03/2017 entre 16h et 18h30 à chaque séance.

4.1. Description des participants

Lors de la première mesure, chaque sujet a dû répondre à un questionnaire (Annexe XX) dans le but d'indiquer au thérapeute leurs caractéristiques (Annexe XXI).

Sujets	Femmes	Hommes
Nombre	8 (80%)	2 (20%)
Age (année)	21,5 [20-22]	[22-36]
Taille (cm)	167 [160-174]	176,5 [175-178]
Poids (kg)	57,1 [51-70]	69,5 [67-72]
Membre dominant	75% Droit	100% Droit
Activité sportive régulière	75% aucune	aucune
Sport sollicitant membre inférieur	75% aucun	aucun

Tableau 1: Caractéristiques des sujets

La population incluse dans l'étude est principalement constituée de femmes (80%) avec seulement 20% d'hommes.

Parmi les femmes, l'âge varie peu, on note une moyenne de 21,5 ans. La moyenne de la taille est de 167cm et une moyenne de poids de 57,1 kg. Le membre dominant est pour 75% des participantes le droit. Nous pouvons les considérer comme des sédentaires car 75% d'entre elles ne pratiquent aucun sport. Pour les 25% restantes, le sport pratiqué est de maximum 4h par semaine. L'activité sportive pour ces jeunes filles sollicite les membres inférieurs (course à pied).

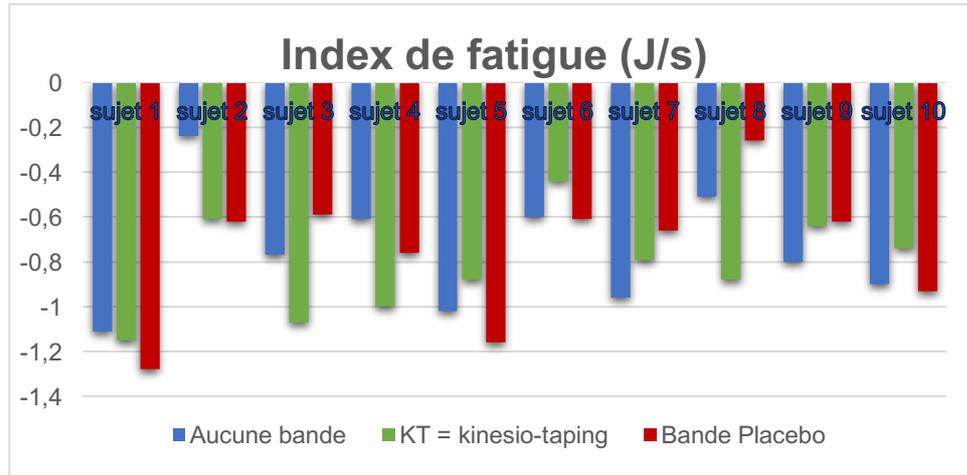
Parmi les hommes, l'âge des participants s'étend de 22 à 36 ans. La moyenne de la taille est de 176,5 cm et pour le poids de 69,5 kg. Les sujets masculins ont tous pour membre dominant le droit et ne font aucune activité sportive régulière.

Globalement, les sujets sont jeunes, sédentaires et ont principalement comme membre dominant le droit.

4.2. Résultats des tests de fatigue musculaire

L'étude est réalisée en cross-over ce qui signifie que les participants sont leur propre témoin (Annexe XXII). Nous allons donc analyser les résultats selon chaque sujet. Les sujets 3 et 10 sont des hommes, tous les autres sont des femmes. L'analyse des résultats est réalisée d'après l'index de fatigue obtenu. Celui-ci s'exprime en donnée négative : plus cette donnée est négative, plus la fatigue est élevée.

Le graphique ci-dessous a été réalisé à partir des données brutes (Annexe XXIII). Pour chaque individu, les trois tests sont représentés par les trois colonnes : la première représente le résultat obtenu pour le test réalisé sans aucune bande, la deuxième exprime les valeurs des index de fatigue de tous les sujets avec le kinesio-taping® et enfin la dernière donne les résultats pour l'épreuve avec la bande placebo.

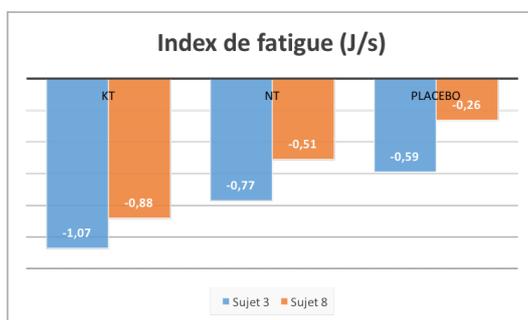


Graphique montrant les index de fatigues (J/s) pour chaque sujet

4.2.1. Analyse des résultats selon l'index de fatigue

Les tests statistiques sont utilisés lorsque trente sujets au minimum sont inclus dans l'étude. Seulement dix sujets ont participé à cette recherche. Les données quantitatives (l'index de fatigue) obtenues par la machine et l'exploitation des résultats sont donc analysées par des pourcentages. Cette méthode d'analyse présente des limites. Il est donc impossible d'extrapoler les résultats. Il est aussi difficile d'obtenir une valeur scientifique élevée. De plus, les tests statistiques ne peuvent être faits en inter-sujets car l'index de fatigue dépend de la force maximale. Or, aucun sujet ne développe la même force maximale. L'analyse se fait donc entre les trois épreuves pour un même sujet.

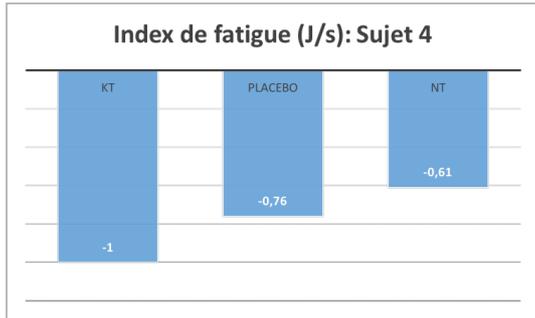
Les graphiques en barres ci-dessous représentent à chaque fois le test de fatigue pratiqué : avec la bande de kinesio-taping® KT, avec la bande Placebo et enfin sans aucune bande NT. Afin de faciliter l'analyse et la compréhension des données, les sujets sont regroupés selon la tendance d'évolution de l'index de fatigue avec le KT, sans bande et avec la bande placebo.



Graphique des index de fatigues pour les sujets 3 et 8

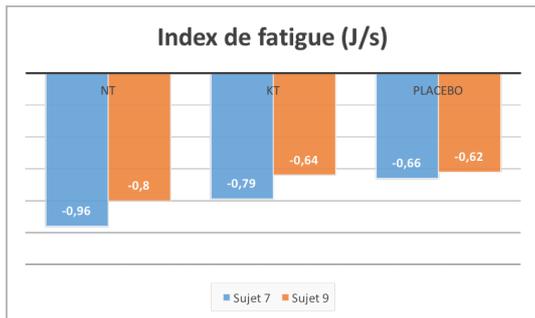
Ce graphique présente l'index de fatigue obtenu pour deux sujets.

On observe que la fatigue est plus importante lorsque le sujet réalise le test avec la bande de kinesio-taping® par rapport au test réalisé sans bande. L'index de fatigue est le plus faible lorsque le sujet dispose de la bande placebo.



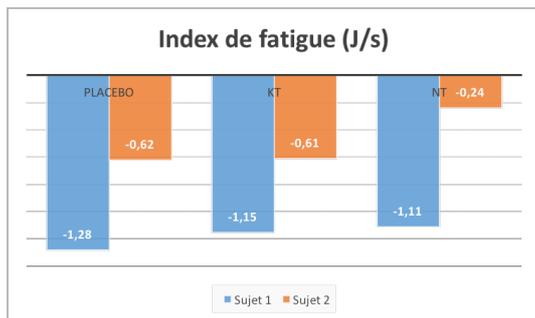
Graphique de l'index de fatigue pour le sujet 4

Le graphique ci-contre montre que la fatigue du sujet 4 a été la plus élevée lorsque celui-ci portait la bande de kinesio-taping® par rapport au test effectué avec la bande placebo. Le quadriceps de ce sujet est moins épuisé quand aucune bande est appliquée.



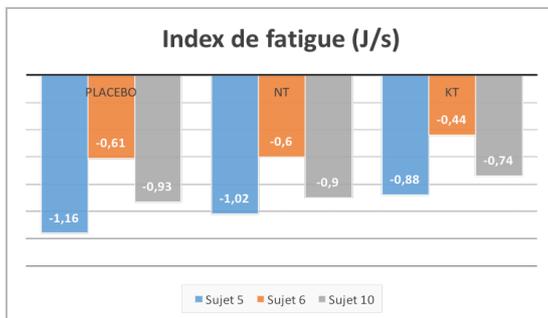
Graphique des index de fatigues pour les sujets 7 et 9

Les résultats de deux sujets affichent un travail plus fatiguant pour un quadriceps ne possédant aucune bande par rapport à un quadriceps qui bénéficie du kinesio-taping®. Pour ces deux participants, le test de fatigue musculaire isocinétique est plus facilement réalisé avec la bande placebo.



Graphique des index de fatigues pour les sujets 1 et 2

Chez ces deux sujets, le graphique affiche un index de fatigue plus faible lorsque le test est réalisé sans bande. L'épuisement est augmenté lors du port d'une bande placebo par rapport au port de la bande de KT.



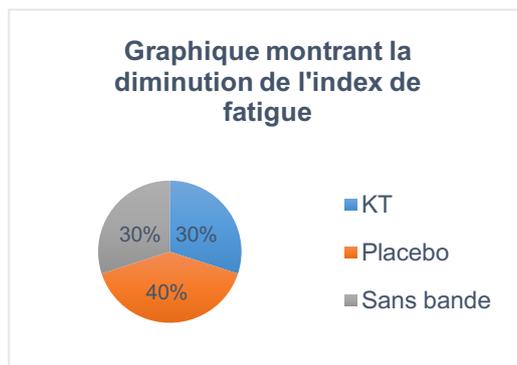
Graphique des index de fatigues pour les sujets 5, 6 et 10

Pour trois participants, les données sur la fatigue montrent qu'avec le kinesio-taping® l'épuisement est plus faible que sans bande ou qu'avec la bande placebo. C'est avec cette dernière que le test est le plus fatiguant.

Ces graphiques ne prennent pas en compte la différence de sexes. Pourtant celle-ci a une influence sur les résultats. Les femmes et les hommes ne présentent pas les mêmes caractéristiques anatomiques et physiologiques. Les hommes peuvent développer plus de force que les femmes. D'après une étude d'Anderson et al. sur le quadriceps, la force isocinétique testée avec des vitesses élevées est supérieure pour l'homme par rapport à la force développée chez la femme (51). L'index de fatigue en isocinétisme, calculé selon la force musculaire maximale, est alors forcément différent pour les hommes.

Les deux hommes (sujet 3 et 10) obtiennent des résultats discordants. Pour l'un (sujet 3), c'est avec la bande placebo que l'index de fatigue était le plus faible. Pour celui-ci, c'est avec le kinesio-taping® que la fatigue musculaire a été la plus élevée. Les résultats du second sujet masculin (sujet 10) expriment un index de fatigue plus élevé lors du test avec la bande placebo par rapport au test sans bande. Le test avec kinesio-taping® pour ce participant a montré un index de fatigue plus faible par rapport aux deux autres épreuves.

Sur les huit femmes, une seule obtient des résultats similaires au sujet 3. Une seule présente un index de fatigue avec le KT supérieur à celui avec le placebo qui est lui-même supérieur à l'index sans bande. Deux participantes sur dix obtiennent un index de fatigue pour le test sans bande supérieur à celui avec le KT, lui-même supérieur à l'index de fatigue pour le test avec le placebo. Deux sujets montrent un épuisement supérieur avec la bande placebo par rapport avec la bande de KT. Mais c'est sans bande que l'index de fatigue est le plus faible chez ces deux participantes. Enfin, les résultats des deux derniers sujets sont semblables au second sujet masculin.



Finalement, sur la totalité des participants, 30% d'entre eux ont vu leur fatigue musculaire diminuer après le port du kinesio-taping®. 40% d'entre eux ont diminué leur index de fatigue par l'utilisation du placebo. De plus, nous remarquons que 30% des sujets n'ayant bénéficié d'aucune bande ont un meilleur index de fatigue que lorsqu'ils portent une bande quelle que soit (placebo ou kinesio-taping®).

4.3. Analyse des questionnaires

Le protocole a été mis en place sur deux semaines. Tous les quatre jours, les sujets ont testé leur force sur la machine d'isocinétisme de l'Hôpital Morvan. Après chaque test, selon le groupe auquel ils appartenaient, le thérapeute leur posait une bande (placebo ou kinesio-taping®).

Un questionnaire a été rempli à la fin de tous les tests afin d'avoir le plus d'informations sur les activités ou le mode de vie des sujets entre les mesures (Annexe VII). En effet, pendant les quatre jours qui séparaient les mesures, les sujets pouvaient augmenter leur activité sportive ou encore consommer de l'alcool par rapport à leurs habitudes de vie. Ceci peut fausser les résultats obtenus.

Grâce aux réponses des sujets, nous avons remarqué que durant les quatre jours avant le premier test seulement une personne a augmenté sa pratique sportive. Deux d'entre elles ont eu une hygiène de vie différente par rapport à leurs habitudes. Elles ont consommé de l'alcool. Un seul sujet a été malade durant les jours précédents (rhume) mais n'a pas pris de médicament.

Entre le premier test et le deuxième, des sensations inhabituelles ont été ressenties par deux sujets qui portaient une bande de kinesio-taping®. Ces sensations étaient localisées soit au niveau de la crête iliaque ou bien au niveau de l'interligne articulaire fémoro-tibial. Le participant malade au premier test était toujours enrhumé lors du second test.

Les quatre jours avant le dernier test de fatigue, seulement un participant a réalisé ce test alors qu'il avait travaillé la nuit. Un sujet a annoncé un léger décollement de la bande au niveau des extrémités et un seul a ressenti des démangeaisons au niveau de la cuisse et du genou. Ce dernier portait la bande placebo.

Ces questionnaires servent à prendre en compte les possibles biais qui peuvent apparaître entre chaque test : fatigue, alcoolémie, maladie, augmentation de la pratique sportive, décollement des bandages (KT ou placebo). Ils permettent aussi de connaître les sensations des sujets pendant ces quelques jours de vie avec une bande.

Les résultats des sujets qui ont mentionnés qu'ils avaient eu un comportement qui changeait de leurs habitudes n'ont pas révélés une différence significative par rapport aux deux autres tests.

5. Discussion

5.1. Critique de l'étude

5.1.1. La population

Dans cette étude, l'échantillon comporte seulement dix sujets. Ce qui ne semble pas assez important pour pouvoir extrapoler les résultats. De plus, les participants ont été répartis dans trois groupes et ont réalisé le test avec les différentes bandes selon un certain ordre annoncé par un tirage au sort. Pour être plus significatif, une augmentation du nombre de sujets est fondamentale. Avec plus de temps pour mettre en œuvre ce protocole, une répartition des sujets en six groupes aurait plus de sens. En effet, grâce à ces six groupes, les résultats auraient été plus significatifs car tous les sujets auraient réalisé le test de fatigue dans le même ordre. Par exemple, chaque groupe aurait à un moment donné réalisé les tests d'abord avec le kinesio-taping® puis sans aucune bande et enfin avec la bande placebo.

Cependant, l'étude se serait alors déroulée sur sept semaines ce qui n'était pas faisable (Annexe XIV).

La recherche pour trouver des sujets volontaires a été faite par un réseau social : facebook. Les sujets sont principalement des étudiants de la filière santé (médecine, sage femme, masseur-kinésithérapeute). Ceci peut avoir un impact sur les résultats car les participants peuvent plus facilement identifier la différence entre une bande classique et le kinesio-taping® même s'ils ne connaissent pas le KT. Afin d'améliorer la valeur scientifique de cette étude, la population aurait dû être élargie à tous les individus jeunes : travailleurs, étudiants, chômeurs etc... Ainsi, la population aurait été plus représentative des sujets jeunes en France. Cependant, la quête des participants aurait donc demandé plus de temps.

5.1.2. Les limites du protocole

Durée de l'étude

Peu d'études s'intéressent aux effets du kinesio-taping® sur du long terme (plusieurs jours). En effet, les études actuelles se concentrent sur l'intérêt de ce type de bande directement après la pose. C'est le cas pour l'étude de Simon S. Yeung et al. qui évalue l'effet du kinesio-taping® sur les quadriceps. La mesure est réalisée directement à la suite de la pose de la bande et 5 à 10 minutes après un exercice d'extension en isométrique (20). Dans une étude sur la fatigue musculaire, l'endurance des extenseurs du tronc a été mesurée directement après la pose du kinesio-taping® (39). Une autre étude, qui porte sur la fatigue musculaire du grand fessier chez des joueurs de rugby, analyse l'effet du KT par rapport à une bande placebo et à un groupe contrôle. Le protocole de fatigue ainsi que la mesure sont effectués dès la fin de l'application des bandes (40).

Dans la pratique quotidienne d'un masseur-kinésithérapeute le patient a la possibilité de porter pendant plusieurs jours le bandage. Le thérapeute lui propose la bande lors d'une séance et le patient peut la garder jusqu'à la prochaine séance. Le patient garde plus ou moins longtemps la bande, cela peut aller de plusieurs jours à plusieurs heures. Néanmoins cette augmentation de la durée d'application avant la prise des données augmente non seulement le nombre de biais possibles mais aussi l'éventualité d'une perte de participants. L'observance peut donc être diminuée.

Pose des bandes

Selon Kenzo Kase, si l'application de la bande n'est pas réalisée correctement le résultat de cette technique peut être réduit. Toutes les étapes de la technique sont importantes en commençant par la préparation de la peau en amont et allant jusqu'au retrait de la bande après le test. Un bon décrochement du kinesio-taping® sur le support papier, un choix précis de la longueur de la bande selon le sujet, ainsi qu'une bonne tension exercée sur la bande sont indispensables pour obtenir un effet optimal de la technique (15). La pose de la bande de kinesio-taping® se fait selon la morphologie du patient c'est-à-dire selon sa longueur de muscle, ses insertions musculaires, la position de la patella etc... Elle n'est pas reproductible entre les sujets, vu qu'elle dépend de leur anatomie respective de chacun. L'application a pu également différer entre celle du KT et celle de la bande placebo. Celles-ci n'étant pas fabriquées avec les mêmes matières, la pose est différente.

Dans cette étude, j'ai effectué la pose des deux types de bande sur tous les sujets. Un professionnel formé m'a expliqué et appris à réaliser le montage sur le quadriceps. Cependant, le manque d'expérience peut être un biais. De plus, il existe une difficulté pour nous assurer que la pose soit toujours reproductible intra-sujet (sur le même sujet).

La pose du KT est décrite avec 50% de la tension maximale de la bande. Néanmoins, la tension imposée par le thérapeute est approximative et dépendante de celui-ci. La vérification de cette tension appliquée est difficilement réalisable. D'un sujet à l'autre, l'étirement de la bande peut être plus ou moins important. Par ailleurs, l'étirement entre le placebo et le KT est différent de par leur composition non identique. La comparaison semble alors critiquable.

De plus, d'après le créateur, le sens de l'application de la bande proximo-distale provoquerait un effet d'activation musculaire. Au contraire lorsque le KT est positionné des insertions distales aux insertions proximales il y aurait un effet d'inhibition. Cette théorie a été beaucoup critiquée. Des études montrent qu'il n'existe pas d'influence de la direction d'application proximo-distale ou disto-proximale sur la force musculaire (52). L'étude de Stefano Vercelli et al. ne présente aucun effet significatif sur la force du quadriceps selon l'application, soit en inhibition ou en facilitation (5). Une autre étude de A. Sartre et al. s'intéresse à l'effet possible de ce sens de disposition des bandes sur l'activité musculaire des épicondyliens. Les résultats sont positifs pour la pose disto-proximale, contrairement à la pose proximo-distale (53).

Pour l'étude, cette théorie de Kenzo Kase a été appliquée. Selon les études, une remise en question de la technique de pose du kinesio-taping® est indispensable. Il existe encore trop de discordance dans les recherches scientifiques qui empêchent des conclusions sur le sujet.

Test de fatigue musculaire isocinétique

Durant le test sur la machine d'isocinétisme, des problèmes sont apparus. Pour les sujets masculins l'appui qui maintenait la cheville s'est détaché deux fois sur les trois tests lorsque la force développée par les sujets était trop élevée. Les participants ne se sont pas arrêtés mais cela a provoqué une gêne pour réaliser le mouvement. De plus, pour six participantes le thérapeute a dû installer un torchon plié entre les deux mousses utilisées pour attacher la jambe testée à la machine car la sangle était trop longue pour fixer le membre. Pour un seul sujet masculin, le blocage de la jambe controlatérale s'est détaché lors du test. Une compensation est apparue pour un sujet masculin : sa cuisse droite non sanglée s'est soulevée de la machine.

Le protocole mis en place dans cette étude se base sur des travaux de Croisier et al (45) et est fait sur une machine d'isocinétisme de marque Contrex®. Or, ces chercheurs ont réalisé leurs mesures sur une machine de marque Biodex® 3 (47). D'après des recherches de Paulus et al. (54), la reproductibilité des mesures inter-dynamomètres n'est pas fiable. L'extrapolation des résultats de Croisier et al. sur le choix du protocole de fatigue musculaire peut donc être remis en question.

Durant le 16^{ème} congrès international de l'Association des Chercheurs en Activités Physiques et Sportives (ACAPS) en Octobre 2015, Paulus, Bosquet, Krecke et d'autres chercheurs ont montré dans une étude qu'il n'y avait pas de reproductibilité

intra-dynamomètre. Ils concluent que les index de fatigue ne peuvent pas être employés pour des analyses scientifiques. Celles-ci ne sont donc pas validées scientifiquement. Cette recherche met alors en cause l'analyse et la pertinence des résultats obtenus. Cependant, l'étude a été menée sur une population de seulement dix-huit hommes sains (54). L'extrapolation de leurs résultats reste critiquable mais leur recherche n'est tout de même pas à négliger.

De plus, dans l'étude sur la reproductibilité de l'index de fatigue en isocinétique Paulus et al ont cherché à déterminer quel indice était le plus fiable. Pour les muscles extenseurs du genou, l'étude conclut que les indicateurs mesurés par la machine sont plus fiables que ceux qui concernent les fléchisseurs. Cependant, la fiabilité observée reste modérée voire faible y compris pour les extenseurs du genou (46).

Le ressenti des sujets

Certains sujets ont senti des différences au niveau des bandes. La composition différente est un élément qui leur a provoqué des sensations disparates d'une bande à l'autre. Une amélioration peut simplement avoir eu lieu grâce à un possible effet psychologique. Le ressenti du sujet lors du test avec le bandage adhésif élastique peut provoquer une impression d'aide au maintien de la contraction. Ainsi, la motivation personnelle du sujet peut améliorer la durée de la contraction musculaire. Pour éviter au maximum cet effet placebo, les sujets ne sont pas mis au courant du type de bande avec laquelle ils font le test de fatigue. De plus, les bandes de KT sont de la même couleur que les bandes placebo. Un groupe témoin est aussi utile pour mettre en évidence l'effet placebo. La motivation ne doit pas intervenir dans ce test car celui-ci est trop court pour que les sujets aient besoin de faire appel à leur détermination psychologique (47).

Cependant, dans une lettre écrite par Vercelli et al. (35), les chercheurs font référence à une de leurs études (5) qui révèle que la perception subjective de la force augmente lorsque les participants portent le KT.

La motivation du patient pendant le test de fatigue a semblé se modifier selon le jour où le test est réalisé. Lors du premier test, les sujets étaient dans la découverte de la machine et du déroulement du protocole. La motivation était plus forte que lors du deuxième test, quatre jours plus tard. Une baisse de motivation a été radicale. Les sujets connaissaient déjà la machine et ses effets. Pendant le dernier test, les sujets se sont montrés plus motivés car psychologiquement ils savaient que c'était la dernière fois. J'ai donc remarqué de façon subjective que la motivation des participants avait varié durant les deux semaines de protocole.

5.2. A propos de

La technique du kinesio-taping®

Après avoir réalisé cette étude, une question se pose : comment pouvons-nous faire pour rendre les recherches sur ce type spécifique de bande plus fiables scientifiquement. En effet, la pose des bandes dépend du thérapeute. C'est lui qui va étirer la bande à 50% de sa capacité pour ensuite la poser sur le patient. Mais comment pouvons-nous nous assurer que chaque bande est étirée à 50% pour chaque patient ? Existe-t-il un moyen de contrôler ceci de la manière la plus objective possible ?

Plusieurs facteurs lors de la pose de la bande semblent difficiles à objectiver pour obtenir des résultats fiables.

De plus, le double aveugle pour cette technique semble compliqué car le thérapeute qui pose le KT est obligatoirement au courant du type de bande qu'il utilise. De par leur composition, les bandes sont spécifiques. Pour améliorer la validité de cette étude, la présence d'un troisième thérapeute pour poser non seulement les bandes de KT ainsi que les bandes placebo aurait été un avantage. Ainsi, le thérapeute aurait été différent de celui qui réalise l'étude et analyse les résultats.

Cependant, le ressenti du sujet lors de la pose des deux bandes reste impossibles à éviter. La qualité optimale des études scientifiques sur ce sujet semble difficilement réalisable. Ceci explique peut-être le fait que jusqu'à aujourd'hui aucune étude n'a été très fortement recommandée. Pour beaucoup de méta-analyses et de revues de littératures, la conclusion est que la recherche sur les effets de cette technique doit continuer (3,21,55).

Test isocinétisme

Afin d'améliorer la reproductibilité du test de fatigue musculaire avec la machine d'isocinétisme, une vérification du fonctionnement correct de la machine aurait pu être effectuée. Les problèmes purement matériels, comme le détachement de l'appui jambier auraient ainsi pu être anticipés. Si une sangle au niveau de la cuisse avait été installée cela aurait limité la compensation d'un des participants. En testant la machine d'isocinétisme avant de mettre en place notre protocole, la sangle qui était trop longue pour certains sujets aurait ainsi pu être changée et adaptée à tous les participants. Ainsi, aucun sujet n'aurait eu besoin d'un torchon interposé entre les deux mousses.

De plus, la seule machine d'isocinétisme utilisable et disponible pour cette étude était de marque Contrex®. Dans le cas où nous aurions eu le choix entre une machine d'isocinétisme de marque Biodex® 3 ou Contrex®, le protocole aurait été appliqué sur l'outil de Biodex® 3. Par conséquent, les résultats obtenus auraient été plus fiables. Ainsi, le protocole de Croisier et al. avec 30 répétitions à 180°/s aurait donné une épreuve de fatigue musculaire plus reproductible si l'étude avait été faite sur une machine Biodex®.

Enfin, la machine d'isocinétisme est un outil de bilan intéressant qui nécessite un élargissement de la recherche. En effet, l'index de fatigue est une donnée critiquée par plusieurs chercheurs (46). Cependant, les études mises en place pour analyser la validité scientifique de ces données ne sont pas encore assez développées. En effet, ces recherches sont réalisées sur une faible cohorte. Il pourrait être intéressant de développer la recherche sur ce point-là pour pouvoir connaître quels sont les indicateurs les plus fiables. Afin d'augmenter la fiabilité de notre étude, les paramètres mesurant la meilleure répétition, le cumul total ou partiel, pourraient être intéressants à analyser. Selon Paulus et al., ils auraient une meilleure reproductibilité. La qualité des résultats serait ainsi largement supérieure (56).

6. Conclusion

Le kinesio-taping® est une technique qui, depuis quelques années, fait débat chez les thérapeutes. De nombreuses études ont été réalisées dans le but d'objectiver les différentes indications de cette méthode. Des méta-analyses (3) ainsi que des revues systématiques (21,57) ont été publiées concernant principalement les effets de la force musculaire du KT sur des patients ayant des pathologies musculo-squelettiques. Certaines revues concluent qu'il n'existe aucun effet scientifiquement significatif (28,57). D'autres abordent le fait que les études doivent être plus approfondies afin de préciser les conséquences de l'application de ce type de bande (3,28,54).

Une revue systématique française (58) a recensé treize revues et méta-analyses pour évaluer leur qualité méthodologique. Le niveau de preuve est très varié. Le niveau de recommandation est faible et la méthodologie est peu significative. Les études avec le plus haut niveau de preuve ne valident pas la technique du kinesio-taping® dans différents domaines. Malgré cela, l'utilisation de cette bande augmente et les professionnels se forment de plus en plus (58). Cependant, toutes les indications décrites par le créateur et les adeptes ne font pas encore toutes l'objet d'études approfondies. L'impact sur la force est très étudié mais qu'en est-il de l'effet du KT sur l'épuisement musculaire ?

Le but de cette étude est de comparer l'impact du kinesio-taping® par rapport à une bande placebo sur la fatigue du quadriceps. Le protocole a été conçu en cross-over et évalué par l'isocinétisme chez des sujets sains.

D'après les résultats obtenus sur une population saine, la diminution de la fatigue musculaire avec le kinesio-taping® est observée majoritairement pour les sujets faisant le test avec la bande placebo. Les résultats ne montrent pas d'effet bénéfique du kinesio-taping® par rapport aux deux autres conditions testées. Cependant, de par la faible cohorte, ces conclusions ne peuvent pas être extrapolées ni interprétées scientifiquement.

Ce travail a été réalisé à partir de dix sujets sains. En augmentant le nombre de participants, les résultats seraient plus significatifs. En outre, il pourrait par la suite être intéressant de tester l'intérêt de l'application du kinesio-taping® pour des patients atteints de pathologie où la fatigue musculaire est handicapante. Une étude de Timur Ekiz et al. (59) a cherché à évaluer l'impact du KT sur la force du quadriceps chez des patients ayant subi un AVC. Le kinesio-taping® est utilisé comme adjuvant au protocole de rééducation habituel. Un effet bénéfique a été mis en évidence en isocinétisme pour le groupe portant la bande. Ce bénéfice n'est cependant pas retrouvé dans les activités fonctionnelles.

Chez des patients atteints d'une bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO), les gênes sont multiples. Parmi elles, la fatigue est un point important. L'intolérance à l'effort dans cette maladie provoque un handicap sévère dans la vie quotidienne des patients. Plusieurs études montrent une diminution considérable de la force et de l'endurance des muscles de l'appareil locomoteur (60,61). Le kinesio-taping®, utilisé comme adjuvant entre les séances de rééducation ; pourrait-il avoir un impact sur l'épuisement musculaire chez ces patients ? Ainsi leur qualité de vie pourrait-elle s'améliorer ?

Enfin, lors de ma réflexion sur ma problématique, je me suis intéressée à l'impact psychologique que cette technique peut provoquer. Mon idée était de questionner les sujets sur leur ressenti après un test de fatigue musculaire du quadriceps avec le KT, sans bande et avec une bande placebo. Or, il n'existe aucun questionnaire français reconnu scientifiquement qui analyse le ressenti de la fatigue locale d'un patient. La création d'un questionnaire de ce type pourrait être alors intéressante.

7. Bibliographie

1. Bureau E, Hermann-Mesfen J. Les patients contemporains face à la démocratie sanitaire. *Anthropol Santé Rev Int Francoph Anthropol Santé*. 31 mai 2014;(8).
2. Ilbeygui R. *Taping, Techniques, effets, applications cliniques*. Elsevier. 2016. 282 p.
3. Sean Williams, Chris Whatman, Patria A. Hume and Kelly Sheerin. *Kinesio Taping in Treatment and Prevention of Sports Injuries*. *Sports Med*.2012;40(2):153-164.
4. Tieh-Cheng Fu et al. Effect of Kinesio taping on muscle strength in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2008(11) :198-201.
5. Stefano Vercelli et al. Immediate Effects of Kinesiotaping on Quadriceps Muscle Strength: A Single-Blind, Placebo-Controlled Crossover Trial. *Clin J Sport Med* 2012;22:319–326.
6. A.V. Du beau, du bon, du nouveau. *DNA/ Sports*. 2008. Numéro 20.
7. *Gymnastique Holistique - Méthode du Dr Ehrenfried*. [En ligne] <http://www.gym-dr-ehrenfried.fr/>. Consulté le 29 mars 2017.
8. *Méthode Mézières : l'harmonie du corps retrouvée*. La Méthode Mézières. [En ligne] cité 29 mars 2017] http://www.mezieres.eu/la_methode.php#m9. Consulté le 29 mars 2017
9. Kenzo Kase, D.C. *Illustrated Kinesio Taping*. fourth edition. Heather Murray, Ph. D, PT, CKTI; 199.
10. *Kinesport*. La situation réelle du Taping en France. [En ligne] http://www.kinesport.info/La-situation-reelle-du-Taping-en-France_a1181.html. Consulté le 2 février 2017
11. *Kine Actualite*. Comment prolonger l'action manuelle du kinésithérapeute? 2009. n°1172:18-21.
12. B. Dréno. *Anatomie et physiologie de la peau*. 2009. 136, supplément 6, S247-S251.
13. *Ann Dermatol Venereol*. Histologie et histophysiologie de la peau et de ses annexes. 2005;132:8S5-48. [En ligne] <http://www.sfdermato.org/media/pdf/formation-en-dpc/formation/3-structuredelapeau.pdf>. Consulté le 5 mars 2017
14. F.M. Hendriks. *Mechanical Behaviour of Human Skin in Vivo*. [En ligne] <https://pdfs.semanticscholar.org/975e/38a4599ac81ad440dcca6ebee6a31417655e.pdf>. Consulté le 5 mars 2017

15. Kenzo Kase, Wallis Jim, Kase Tsuyoshi. Clinical Therapeutic applications of the kinesio taping method. 2nd Edition. 249 p.
16. Elastoplast Bande adhésive élastique. [En ligne]
<http://www.elastoplast.fr/produits/Gamme-sport/bande-adhesive-elastique>. Consulté le 1 mars 2017
17. Kinésithérapie la revue. Bandage adhésif de couleur ou taping: matériel et méthodes. 2014; 14(147):22-26.
18. Wong OMH, Cheung RTH, Li RCT. Isokinetic knee function in healthy subjects with and without kinesio taping. PhysTherSport. 2012 :1-4.
19. S. Alam et al. Immediate effect of Kinesio taping on shoulder muscle strength and range of motion in healthy individuals. Physiotherapy Journal. 2015;33:80-88
20. Simon S et al. Acute Effects of Kinesio Taping on Knee Extensor Peak Torque and Electromyographic Activity After Exhaustive Isometric Knee Extension in Healthy Young Adults. Clin J Sport Med. 2015;25(number3):284-290.
21. D. Morris, MSc, PT1, D. Jones, MSc, PT2, H. Ryan, MSc, PT3, and C. G. Ryan, PhD, PT2. The clinical effects of Kinesio® Tex taping: A systematic review. Physiotherapy Theory and Practice, Early Online. 2012: 1-12
22. A.Kalron, S. Bar-sela. A systematic review of the effectiveness of Kinesio Taping-Fact or fashion ? Eur J phys rehabil med. 2013(49):699-709.
23. Kenzo Kase, DC, CKTI and Tatsuyuki Hashimoto, PhD. Changes in the Volume of the Peripheral Blood Flow by using Kinesio Taping®. 1997-1998 [En ligne]
http://www.sportmedicine.ru/articles/changes_in_the_volume_of_the_peripheral_blood_flow_by_using_kinesio_taping.htm. Consulté le 15 février 2017
24. Hugues Monod, Roland Flandrois. Physiologie du sport: bases physiologiques des activités physiques et sportives. Masson. Vol. 5. 2003. 266 p.
25. IA Kapandji. Physiologie articulaire membre inférieur. Tome 2. Maloine.
26. Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur, membre inférieur: Tome 1. 2e édition. Paris : Elsevier Masson, 2007. 236-242 p.
27. Mehran Mostafavifar et al. A Systematic Review of the Effectiveness of Kinesio Taping for Musculoskeletal Injury. The physician and Sportsmedicine.2012;40(issue4):33-40.
28. Parreira PdCS, Costa LdCM, Hespanhol Junior LC, Lopes AD, Costa LOP. Current evidence does not support the use of Kinesio Taping in clinical practice: a systematic review. Journal Of Physiotherapy 60.2014:31-39.

29. Aytar A, Ozunlu N, Surenkok O, et, al. Initial effects of kinesio taping in patients with patellofemoral pain syndrome: a randomized, double- blind study. *Isokinetics and Exercise Science*. 19:135-42.
30. Akbas E, Atay AO, Yuksel I. The effects of additional kinesio taping over exercise in the treatment of patellofemoral pain syndrome. *Acta Orthop Traumatol Turc* . 2011;45:335–341.
31. Chen PL, Hong WH, Lin CH, Chen WC. Biomechanics effects of kinesio taping for persons with patellofemoral pain syndrome during stair climbing. *Biomed*. 2008;21:395—7.
32. Bayrakci Tunay V, Akyüz A, Önal S, Guder Usgu G, Dogan G, Teker B, et al. Comparison of the instant effects of Kinesio and McConell patellar taping on performance in patellofemoral pain syndrome. *Fyzioter Rehabil*. 2008;19: 104—9.
33. Osterhues DJ. The use of Kinesio Taping in the management of traumatic patella dislocation. A case study. *Physiother Theory Pract*. 2004;20:267—70.
34. Murray MM. Effects of Kinesio Taping on muscle strength after ACL repair. 2003.
35. Vercelli S, Ferriero Giorgio. How much is Kinesio taping a psychological crutch? 7 sept 2012
36. Opatogui E. Curvas de fatiga isométricas e isotónicas bajo condiciones normales e isquémicas. 2000; 1-15
37. Dvir, Z., Relevant, less relevant and irrelevant isokinetic strength test parameters: Some critical comments. *Mov Sport Sci/Sci Mot*, 2014(85): p. 15-21.
38. Elio Di Palma. Isocinétisme, dossier scientifique. 2009: 1-18
39. S. Alvarez-Alvarez et al. Effects of kinesio tape in low back muscle fatigue. *Journal of Back and musculoskeletal rehabilitation*27. 2014:203-212.
40. Gerda Strutzenberger et al. Effects of gluteal kinesio-taping on performance with respect to fatigue in rugby players. *European College of Sport Science*. 2015:1-7.
41. OMS | Santé mentale et vieillissement WHO. [En ligne] <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs381/fr/>. Consulté le 5 avril 2017
42. HAS. Les appareils d'isocinétisme en évaluation et en rééducation musculaire: intérêt et utilisation. 2001: 113p
43. HAS. Mesure de la force, du travail et de la puissance musculaire, par

dynamomètre informatisé et motorisé. 2006.

44. Elio Di Palma. Isocinétisme, dossier scientifique. 2009

45. J.L. Croisier et al. Quel protocole pour l'évaluation de la résistance à la fatigue du genou ? G.I.B.L. 2015: 7

46. Paulus J et al. Fatigue index reproducibility in isokinetic testing. European college of sport science. 2014.

47. Pascal Edouard, Francis Degache. Guide d'isocinétisme, l'évaluation isocinétique des concepts aux conditions sportives et pathologiques. Elsevier. 2016. 327 p.

48. Maffiuletti NA et al. Reliability of knee extension and flexion measurements using the Con-Trex isokinetic dynamometer. Clin Physiol Funct Imaging. 2007; 27 (6):346-53.

49. Bosquet et al. Effect of the lengthening of the protocol on the reliability of muscle fatigue indicators. Int J Sports Med. 2010; 31(2):82-8.

48. M. Pocholle et P. Codine. Isocinétisme et médecine sportive. Masson. Collection Abrégés de Traumatologie du Sport Paris; 1998. 174 p.

51. P. Legros, M. Rieu. L'aptitude physique: étude comparée chez l'homme et la femme. Science & Sports (1990) 5: 203-213.

52. Elisha Vered, BPT, MEd , Liron Oved, BPT , Daniel Zilberg, BPT , Leonid Kalichman, PT, PhD*. Influence of kinesio tape application direction on peak force of biceps brachii muscle: A repeated measurement study. Journal of Bodywork & Movement Therapies. 2015. 1-5

53. A. Sartre et al. Effect of the kinesio taping® way of laying on epycondylians. Journal de Traumatologie du Sport 30. 2013. 141–145.

54. Paulus J. et al. Evaluation isocinétique de la fatigabilité musculaire du genou: qu'en est-il de la reproductibilité intra-dynamomètre et de la compatibilité inter-dynamomètre? 16ème Congrès International A.C.A.P.S. 2015.

55. Kalron A, Bar-Sela S. A systematic review of the effectiveness of Kinesio Taping® - Fact or fashion? Eur J Phys Rehabil Med 2013; 49:699-709

56. Julien Paulus et al. Que garder parmi les index de résistance à la fatigue? Médimex. 2015.

57. Espejo L, Apolo MD. Revisión bibliográfica de la efectividad del kinesiotaping. 2011;(45):148-58.

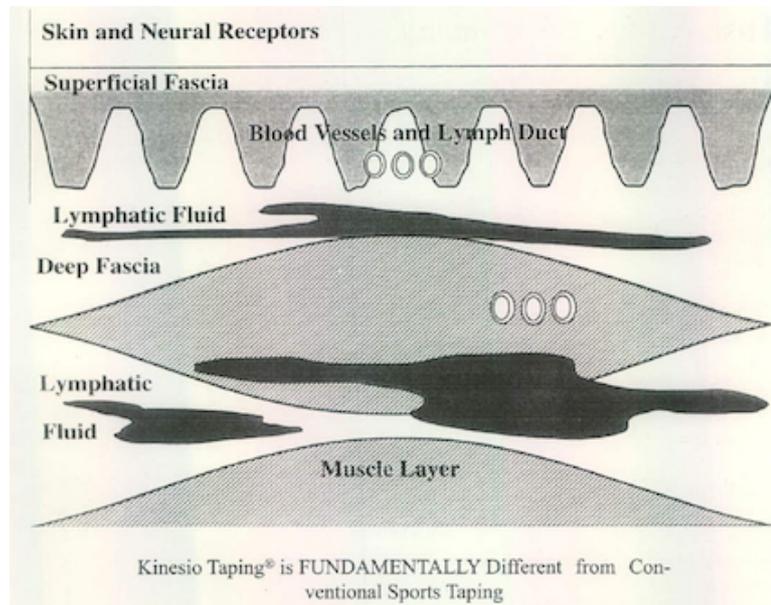
58. Aurélie Morichon, Adrien Pallot. Le taping: à l'épreuve des faits ? Revue des revues systématiques. *Kinesither Rev* 2014; 14(147): 34-66
59. Ekiz T, Aslan MD, Özgirgin N. Effects of Kinesio Tape application to quadriceps muscles on isokinetic muscle strength, gait, and functional parameters in patients with stroke. *J Rehabil Res Dev*. 2015;52(3):323-32.
60. Allaire J, Maltais F, Doyon J-F, Noël M, LeBlanc P, Carrier G, et al. Peripheral muscle endurance and the oxidative profile of the quadriceps in patients with COPD. *Thorax*. 1 août 2004;59(8):673-8.
61. Bernard S, LeBlanc P, Whittom F, Carrier G, Jobin J, Belleau R, et al. Peripheral Muscle Weakness in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 1 août 1998;158(2):629-34.

8. Annexes

TABLE DE MATIERE DES ANNEXES

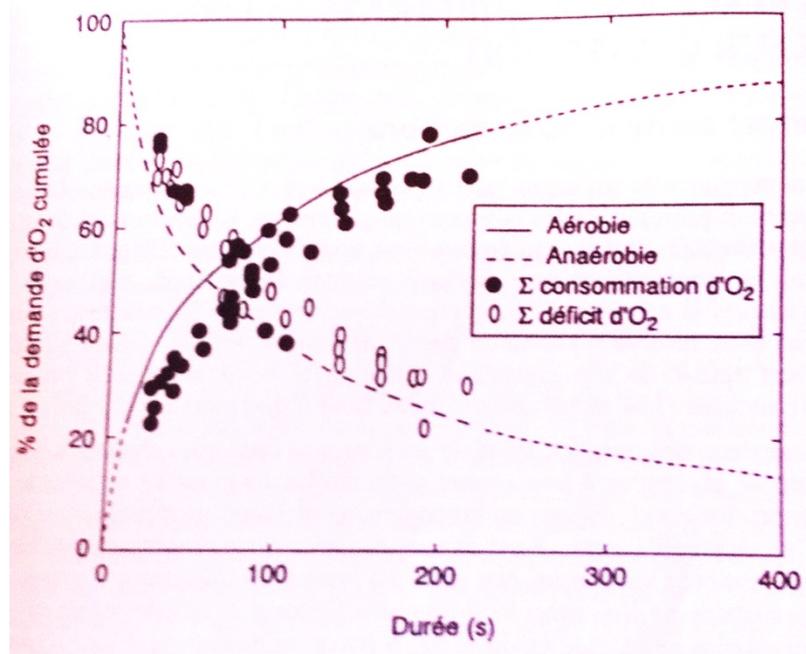
ANNEXE I : Schéma expliquant l'effet physiologique du kinesio-taping® sur la peau et les structures sous-jacentes	39
ANNEXE II : Graphique montrant le pourcentage de demande d'O₂ en fonction de la durée (s) en anaérobie et aérobie	40
ANNEXE III : Schéma du quadriceps	41
ANNEXE IV : Lettre d'information pour les participants	42
ANNEXE V : Formulaire de consentement pour les participants	43
ANNEXE VI : Tableau présentant les longueurs des quadriceps de chaque sujet	45
ANNEXE VII : Photographie de la pose du kinesio-taping® sur le quadriceps	46
ANNEXE VIII : Questionnaire entre chaque test de fatigue musculaire	47
ANNEXE XIX : Fiche de résultat obtenue grâce à la machine d'isocinétisme	49
ANNEXE XX : Graphique montrant la diminution de la force développée	50
ANNEXE XXI : Premier questionnaire pour les participants	51
ANNEXE XXII : Caractéristiques des sujets (tableau détaillé)	53
ANNEXE XXIII : Tableau montrant la répartition en cross-over des sujets sur les trois tests	54
ANNEXE XIV : Tableau des données brutes (Index de fatigue) obtenues avec la machine d'isocinétisme	55
ANNEXE XV : Tableau expliquant la répartition en cross-over sur sept semaines des sujets	56

ANNEXE I : Schéma expliquant l'effet physiologique du kinesio-taping® sur la peau et les structures sous-jacentes



Source : schéma du livre de Kenzo Kase et al. « Illustrated Kinesio Taping »

ANNEXE II : Graphique montrant le pourcentage de demande d'O₂ en fonction de la durée (s) en anaérobie et aérobie



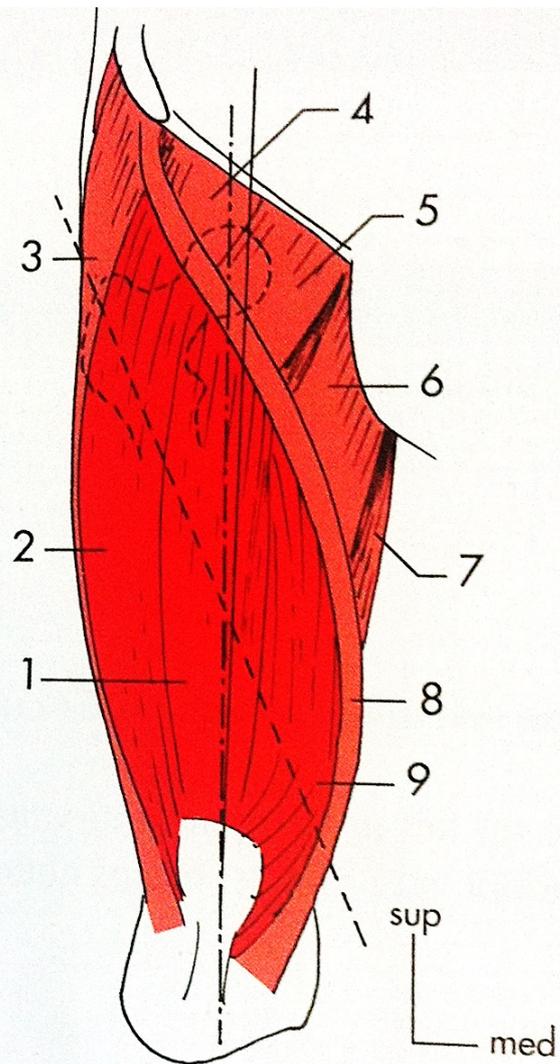
Source : Livre de Hugues Monod et al. « Physiologie du sport : bases physiologiques des activités physiques et sportives »

ANNEXE III : Schéma du quadriceps

4-86

Axe oblique
du quadriceps (pointillé).

1. droit fémoral
2. vaste latéral
3. TFL
4. psoas-iliaque
5. pectiné
6. long adducteur
7. gracile
8. sartorius
9. vaste médial



Source : Schéma du livre « Anatomie de l'appareil locomoteur, membre inférieur: Tome 1 » 2e édition. Paris : Elsevier Masson, 2007

ANNEXE IV : Lettre d'information pour les participants

Madame, Monsieur,

Actuellement étudiante à l'institut de formation de masso-kinésithérapie de Brest, je réalise, dans le cadre de l'obtention de mon diplôme de fin d'études, une recherche sur l'effet du kinesio-taping dans le cadre d'une fatigue musculaire provoquée sur le quadriceps par isocinétisme chez des sujets sains.

Le kinesio-taping est une bande adhésive utilisée couramment chez les sportifs à des fins thérapeutiques. D'après les études actuelles, son efficacité reste encore à prouver. Ce type de bande pourrait avoir un effet sur la fatigue musculaire.

Pour mettre en place cette étude, la machine d'isocinétique est utilisée. C'est un outil qui non seulement peut provoquer grâce à un protocole spécifique la fatigue au niveau d'un muscle mais aussi permet par la suite d'analyser les résultats correspondant.

Cette étude ne comporte pas de risques majeurs pour les sujets. Le kinesio-taping est une technique bien supportée. Les seuls risques possibles sont ceux dus à une réaction de la peau face à la bande (phlyctènes, rougeur etc...) et des démangeaisons.

Selon l'HAS, il existe très peu de risques liés à l'utilisation des appareils d'isocinétisme. Au niveau du genou, les effets adverses décrits sont : la lésion méniscale, la lésion rotulienne (douleur, subluxation, syndrome fémoro-patellaire), l'apparition d'un hématome en regard du point d'appui du levier isocinétique, l'apparition d'un malaise vagal ou hypoglycémique.

Je reste à votre disposition pour plus d'information.

Je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de mes sincères salutations.

Lucile Lemoine-Gouédard.

ANNEXE V : Formulaire de consentement pour les participants

Effet du kinesio-taping sur la fatigue musculaire du quadriceps chez des personnes saines.

Résumé de l'objectif de la recherche : Comparer l'effet du kinesio-taping par rapport à une bande placebo sur la fatigue musculaire du quadriceps afin d'évaluer l'impact de ce type de bande sur le muscle chez des sujets sains.

Je soussigné.....déclare avoir lu le document d'information et accepte de participer à l'étude.

1. J'ai reçu une explication concernant la nature, le but, la durée de l'étude et j'ai été informé de ce qu'on attend de ma part. On m'a remis une copie de ce formulaire de consentement éclairé, signé et daté, précédé d'un résumé de l'objectif de la recherche.
2. Je suis libre de participer ou non, de remplir le questionnaire ou non, d'abandonner ma participation à l'étude à tout moment sans qu'il soit nécessaire de justifier ma décision.
3. Les catégories de données qui seront utilisées dans le cadre de cette étude sont :
 - Les réponses données aux questionnaires de l'enquête
 - Les réponses données à l'enregistrement pour le test sur la machine d'isocinétique
 - Les résultats obtenus au test de fatigue musculaire réalisé
4. J'accepte que ces données fassent l'objet de traitements ultérieurs à des fins scientifiques en relation directe avec les objectifs de la recherche ci-dessus. Mon nom, mes réponses données et mes informations personnelles seront gardés confidentiels. Les réponses scientifiques de cette étude et les personnes qui traiteront les données s'engagent à respecter cette confidentialité de données.
5. J'accepte que les résultats de cette étude, qui seront toujours anonymes, soient diffusés à des fins scientifiques et en respectant les règles déontologiques de la communauté scientifique.
6. Je peux à tout moment demander la consultation des données à caractère personnel collectées ou leurs rectifications conformément aux dispositions de la loi relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés (loi du 6 janvier 1978 modifiée en 2004). Ces données sont conservées durant le temps nécessaire à leur analyse, et ce, jusqu'à un maximum de dix années. Le responsable du traitement de ces données Lemoine-Gouédard Lucile peut être contactée à l'adresse suivante :

17 rue Victor Hugo 29200 Brest au 0658589032

7. Je consens de mon plein gré à participer à cette étude.

Nous vous remercions d'apposer la mention « lu et approuvé »

Signature du sujet/patient
(jour/mois/année)

Date

Je confirme que j'ai expliqué la nature, le but et la durée de l'étude à la personne mentionné ci-dessus.

Le sujet confirme son accord de participation par sa signature personnelle datée.

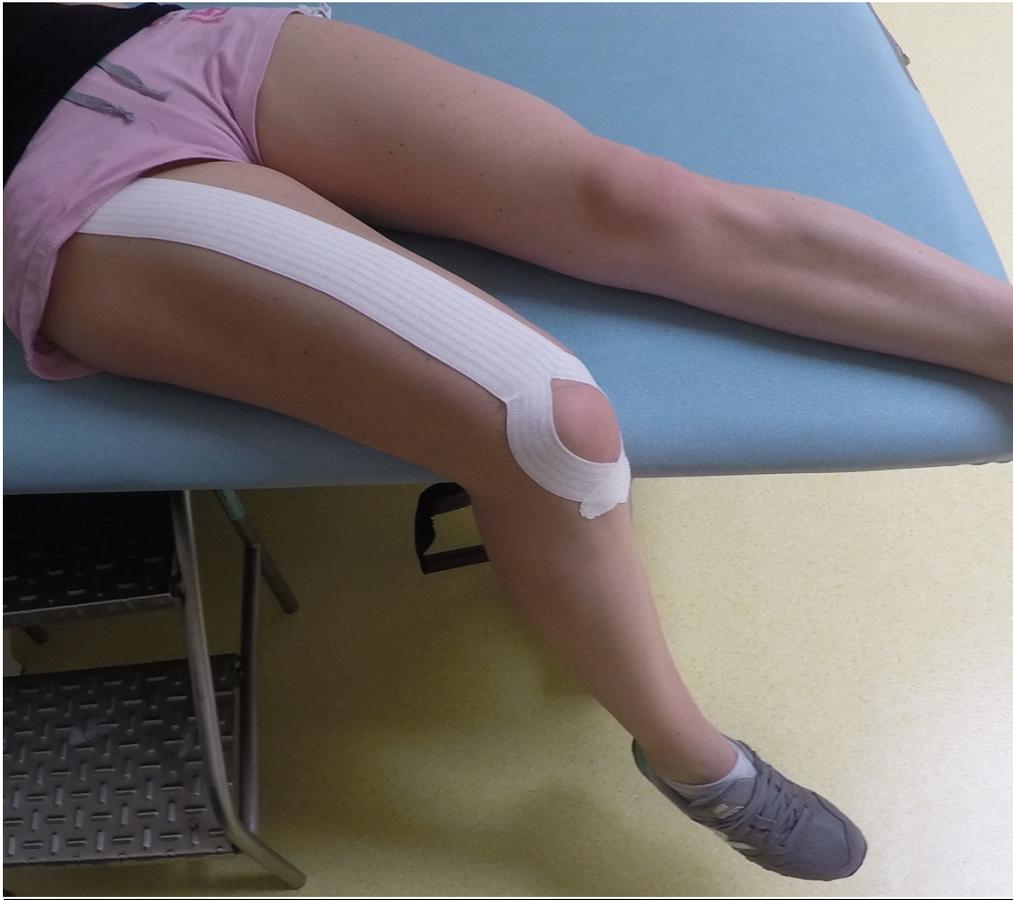
Signature de la personne qui procure l'information
Date(jour/mois/année)

Nom en lettres capitales de la personne qui procure l'information

ANNEXE VI : Tableau présentant les longueurs des quadriceps de chaque sujet

Sujet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Longueur du quadriceps (cm)	46	41	47,5	42,5	49	46	45,5	47,5	43	44

ANNEXE VII : Photographie de la pose du kinesio-taping® sur le quadriceps



Source : Photographie effectuée pendant les tests de fatigue musculaire

ANNEXE VIII : Questionnaire entre chaque test de fatigue musculaire

Vous avez passé plusieurs jours entre chaque test isocinétique. Voici un questionnaire concernant vos activités que vous avez pu réaliser entre temps. Pour toute incompréhension, n'hésitez pas à demander des précisions à l'enquêteur.

Nom :
Prénom :
Date de naissance :
Date :
Taille :
Poids :

Durant les jours précédents :

1. Avez-vous intensifié votre pratique sportive ?
 - Oui
 - Non

2. Avez-vous eu une hygiène de vie différente de d'habitude (alcoolémie, fast food...) ?
 - Oui
 - Non

3. Avez-vous eu un événement qui vous a perturbé psychologiquement ?
 - Oui
 - Non

4. Avez-vous été malade (fièvre, rhume, grippe etc...) ?
 - Oui
 - Non

5. Avez-vous eu des sensations inhabituelles ?
 - Oui
 - Non
 - a. Si oui, où ? (cuisse, hanche, genou...)

 - b. Si oui, quels types de sensations avez-vous eu ? (chaleur, sensation gênante...)

6. Avez-vous eu des douleurs inhabituelles (à la cuisse ou bien à la hanche ou des douleurs musculaires, ou viscérales etc...) ?
- Oui
 - Non
- a. Si oui, avez-vous pris un traitement quelconque pour lutter contre cette douleur ?
- Oui
 - Non
7. Si vous avez bénéficié d'une bande, a-t-elle tenue les 3 jours ?
- Oui
 - Non
- a. Si non, pourquoi ?

ANNEXE XIX : Fiche de résultat obtenue grâce à la machine d'isocinétisme



C.H.U BREST

Service de rééducation fonctionnelle



Vitesse Contrôlée

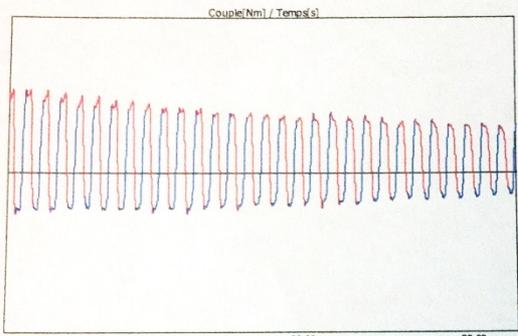
Con-Trex MJ, human kinetics 1.7.5 Filter V 1.7.3

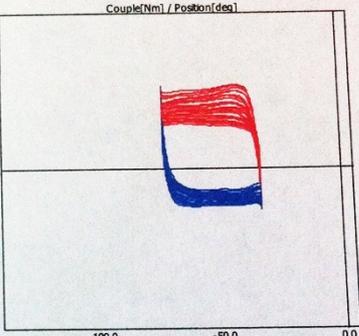
Droite Genou Ext/Flex 250 Nm Isocinétique classique Con/Con 180/180
 Test 30 répét. pause 30s, Compensation Active, Correction Gravité, Frottement compensé

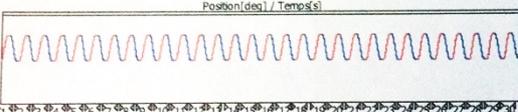
16/03/2017
17:58:04

ID	Date de Naissance	Côté Lésé	Aucun
Nom	Sexe	Date Accident	//
Prénom	Poids [kg]	Date Opération	//
Rue	Taille [cm]	Diagnostic	
Ville	Niveau Sportif	Médecin	
Code postal	Type d'activité	Opérateurs	
Tél. Privé	Sports	Assurance	
Tél. Travail			

Commentaires









Description	Unité	Ext	Flex	Flex/Ext [%]
Nombre de répétitions	[n]	30	30	
Mouvement Max.	[deg]	-32.9	-73.1	
Couple max	[Nm]	132.9	131.2	98.7
Couple max moy.	[Nm]	100.2	94.7	94.5
Couple max moy. / kg	[Nm/kg]	1.76	1.66	94.3
Puissance moy.	[W]	126.5	60.7	48.0
Travail moy.	[J]	63.0	30.6	48.6
Travail fatigue	[J/s]	-1.28	-0.59	46.1
Travail Total	[J]	1891.2	918.5	48.6

Notes

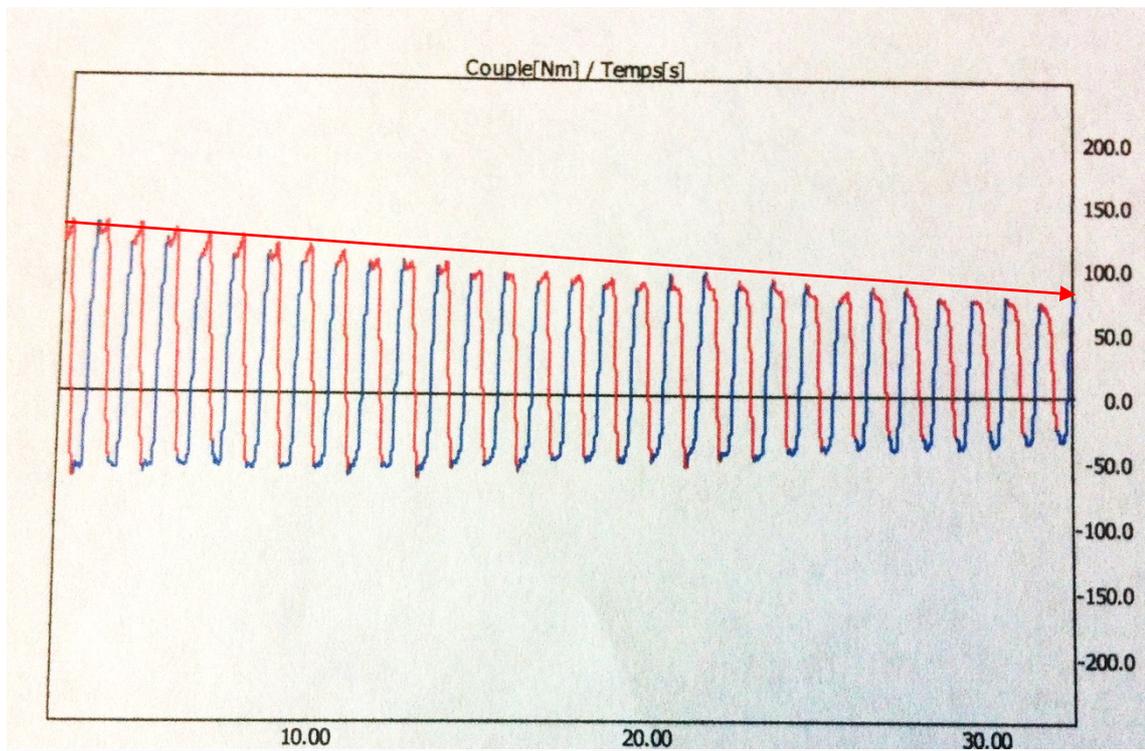
CON-TREX human kinetics

imprimé: 16/03/2017 18:24:27



page 1 / 1

ANNEXE XX : Graphique montrant la diminution de la force développée



ANNEXE XXI : Premier questionnaire pour les participants

Questionnaire :

Vous avez passé plusieurs jours entre chaque test isocinétique. Voici un questionnaire concernant vos activités que vous avez pu réaliser entre temps. Pour toute incompréhension n'hésitez pas à demander des précisions à l'enquêteur.

Nom :
Prénom :
Date de naissance :
Date :
Taille :
Poids :

1. Etes-vous :

- Une femme
- Un homme

2. Quel est votre membre dominant ? (Cochez la réponse)

- Droit
- Gauche

3. Pratiquez-vous une activité sportive régulière (toutes les semaines) ?

- Oui
- Non

4. Si oui, combien de temps par semaine en moyenne :

- Quelques minutes à 2h
- 2h à 4h
- 4h et plus

5. Pratiquez-vous un sport qui sollicite plus les membres inférieurs (foot, basketball, rugby, athlétisme ...) ? *Si vous doutez sur votre sport demandez à l'enquêteur*

- Oui
- Non

Durant les jours précédents :

6. Avez-vous intensifié votre pratique sportive ?

- Oui
- Non

7. Avez vous eu une hygiène de vie différente de d'habitude (alcoolémie, fast food...) ?

- Oui
- Non

8. Avez-vous eu un événement qui vous a perturbé psychologiquement ?

- Oui
- Non

9. Avez-vous été malade (fièvre, rhume, grippe etc...) ?

- Oui
- Non

10. Avez-vous eu des sensations inhabituelles ?

- Oui
- Non

a. Si oui, où ? (cuisse, hanche, genou...)

b. Si oui, quels types de sensations avez-vous eu ? (chaleur, sensation gênante...)

11. Avez-vous eu des douleurs inhabituelles (à la cuisse ou bien à la hanche ou des douleurs musculaires, ou viscérales etc...) ?

- Oui
- Non

a. Si oui, avez-vous pris un traitement quelconque pour lutter contre cette douleur ?

- Oui
- Non

12. Si vous avez bénéficié d'une bande, a-t-elle tenue les 3 jours ?

- Oui
- Non

a. Si non, pourquoi ?

ANNEXE XXII : Caractéristiques des sujets (tableau détaillé)

Sujets	Age (année)	Taille (cm)	Poids (kg)	Sexe	Membre dominant	Activité sportive régulière	Sport sollicitant membre inférieur
1	22	167	57	Femme	Droit	Non	Non
2	20	160	52	Femme	Droit	Non	Non
3	36	178	72	Homme	Droit	Non	Non
4	22	161	51	Femme	Droit	Oui	Oui
5	22	174	70	Femme	Droit	Non	Non
6	20	171	52	Femme	Gauche	Non	Non
7	22	166	54	Femme	Gauche	Oui	Oui
8	22	173	70	Femme	Droit	Non	Non
9	22	164	51	Femme	Droit	Non	Non
10	22	175	67	Homme	Droit	Non	Non

ANNEXE XXIII : Tableau montrant la répartition en cross-over des sujets sur les trois tests

Sujets	Sans bande	Kinesio-taping®	Placebo
1	Test 1	Test 2	Test 3
2	Test 3	Test 1	Test 2
3	Test 1	Test 2	Test 3
4	Test 1	Test 2	Test 3
5	Test 2	Test 3	Test 1
6	Test 3	Test 1	Test 2
7	Test 3	Test 1	Test 2
8	Test 2	Test 3	Test 1
9	Test 1	Test 2	Test 3
10	Test 2	Test 3	Test 1

Groupes	1	2	3
Sujets	1-3-4-9	2-6-7	5-8-10

ANNEXE XIV : Tableau des données brutes (Index de fatigue) obtenues avec la machine d'isocinétisme

Index de fatigue (J/s)	Aucune bande	KT = kinesio-taping	Bande Placebo
sujet 1	-1,11	-1,15	-1,28
sujet 2	-0,24	-0,61	-0,62
sujet 3	-0,77	-1,07	-0,59
sujet 4	-0,61	-1	-0,76
sujet 5	-1,02	-0,88	-1,16
sujet 6	-0,6	-0,44	-0,61
sujet 7	-0,96	-0,79	-0,66
sujet 8	-0,51	-0,88	-0,26
sujet 9	-0,8	-0,64	-0,62
sujet 10	-0,9	-0,74	-0,93

ANNEXE XV : Tableau expliquant la répartition en cross-over sur sept semaines des sujets

Groupe	KT/Placebo/NT	KT/NT/Placebo	Placebo/KT/NT	Placebo/NT/KT	NT/KT/Placebo	NT/Placebo/KT
1	Semaine 1-2	semaine 2-3	Semaine 3-4	Semaine 4-5	Semaine 5-6	Semaine 6-7
2	Semaine 2-3	Semaine 1-2	Semaine 4-5	Semaine 3-4	Semaine 6-7	Semaine 5-6
3	Semaine 3-4	Semaine 4-5	Semaine 6-7	Semaine 5-6	Semaine 1-2	Semaine 2-3
4	Semaine 4-5	Semaine 5-6	Semaine 1-2	Semaine 6-7	semaine 2-3	Semaine 3-4
5	Semaine 5-6	Semaine 6-7	semaine 2-3	Semaine 1-2	Semaine 3-4	Semaine 4-5
6	Semaine 6-7	Semaine 3-4	Semaine 5-6	Semaine 2-3	Semaine 4-5	Semaine 1-2