

MINISTERE DE LA SANTE

REGION GRAND EST

INSTITUT LORRAIN DE FORMATION DE MASSO-KINESITHERAPIE

DE NANCY

INITIATION A LA RECHERCHE

**LA REALISATION D'UNE SEANCE DE MASSAGE OU DE
CRYOTHERAPIE APRES EFFORT PREVIENT-ELLE LA
SURVENUE DES COURBATURES CHEZ LES COUREURS ?**



Mémoire présenté par **Pauline GYSELINCK**

Etudiante en 3^{ème} année de masso-kinésithérapie,

en vue de l'obtention du

Diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute

2014 - 2017

SOMMAIRE

RESUME

1.	INTRODUCTION.....	1
2.	RAPPELS.....	2
2.1.	Delayed onset muscle soreness.....	2
2.1.1.	Origine des DOMS.....	2
2.1.2.	Les conséquences des DOMS.....	3
2.1.2.1.	Douleurs tardives.....	4
2.1.2.2.	Diminution de la force musculaire.....	4
2.1.3.	Processus adaptatif.....	4
2.2.	Massages.....	4
2.2.1.	Effets du massage.....	5
2.2.1.1.	Effet anti-inflammatoire.....	5
2.2.1.2.	Effet vasomoteur.....	5
2.2.1.3.	Effet psychologique.....	6
2.2.2.	Technique.....	6
2.2.2.1.	Effleurage.....	6
2.2.2.2.	Pression glissée.....	6
2.2.2.3.	Pétrissage profond.....	6
2.2.2.4.	Tapotement.....	7
2.2.3.	Contre indications au massage.....	7
2.3.	Cryothérapie.....	7
2.3.1.	Effets de la cryothérapie.....	8
2.3.1.1.	Effet vasomoteur.....	8
2.3.1.2.	Effet neuromusculaire.....	8
2.3.1.3.	Effet anti-inflammatoire.....	8
2.3.2.	Technique.....	8
2.3.3.	Contre indications de la cryothérapie.....	9
2.4.	Moyens d'évaluations.....	9
2.4.1.	EVA.....	9

2.4.2. Break test à l'aide d'un pèse-personne	10
2.4.3. Single hop test.....	10
3. MATERIEL ET METHODE	10
3.1. Stratégie de recherches documentaires	10
3.2. Etude	11
3.3. Population	12
3.4. Matériel.....	13
3.5. Protocoles expérimentaux.....	13
3.5.1. Evaluations avant la course	13
3.5.1.1. Evaluation de la douleur	13
3.5.1.2. Break test	13
3.5.1.3. Single Hop Test	14
3.5.2. Evaluations et traitements après l'épreuve sportive	14
3.5.2.1. Massage	14
3.5.2.2. Cryothérapie	15
3.5.3. Evaluations 24 heures après l'épreuve	15
3.6. Méthode statistique	15
4. RESULTATS DE L'ETUDE.....	16
4.1. Résultats de la force maximale du quadriceps.....	16
4.2. Résultats de la force maximale des ischio-jambiers (IJ).....	18
4.3. Résultats concernant le paramètre de douleurs.....	19
4.3.1. Présence de douleurs lors de la palpation du quadriceps.....	20
4.3.2. Présence de douleurs lors de la palpation du triceps sural.....	21
4.3.3. Présence de douleurs lors de la palpation des ischio-jambiers	22
4.3.4. Présence de douleurs en décubitus	22
4.3.5. Présence de douleurs lors de la contraction maximale du quadriceps et des IJ	22
4.4. Résultats du single hop test.....	22
5. DISCUSSION	24
5.1. Par rapport aux tests concernant la douleur	24

5.2.	Par rapport aux tests concernant la force musculaire	24
5.3.	Par rapport à l'intensité de la course.....	25
5.4.	Par rapport au traitement.....	26
5.5.	Par rapport aux limites de l'étude	28
5.6.	Propositions	28
6.	CONCLUSION	29

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RESUME :

Objectifs : L'action du froid ou du massage après effort prévient-elle la douleur et la diminution de la force musculaire liées aux courbatures et lequel de ces deux traitements est le plus efficace sur ces paramètres chez les coureurs ?

Matériel et méthode : Trente coureurs ont participé à l'étude. Ils ont tiré au sort leur traitement et le côté du membre inférieur (MI) à traiter. Nous avons effectué un ensemble de tests sur les deux MI avant la course : à l'aide d'une échelle visuelle analogique les sujets ont évalué leurs douleurs en position de décubitus, à la palpation du quadriceps, des ischio-jambiers (IJ) et du triceps sural ; ensuite nous avons réalisé le break test afin de mesurer la force maximale du quadriceps et des IJ ; enfin les participants ont effectué le single hop test. Ils ont également évalué leurs douleurs après chaque test. Les sportifs devaient courir avec une intensité plus importante qu'habituellement, favorisant ainsi l'apparition des courbatures. Après la course, nous avons effectué tous les tests décrits ci-dessus sur les deux MI. Pendant 15 mn, le traitement est réalisé uniquement sur le MI test. Le lendemain, nous accomplissons pour la 3^{ème} fois ces mêmes tests aux deux MI.

Résultats : Les résultats du break test et du single hop test montrent que la force musculaire des MI traités et tests diminue de manière similaire et ceci quelque soit le traitement. Cependant le quadriceps du côté massé présenterait une perte de force musculaire moins importante que celui du côté témoin. De plus le MI massé semble être moins douloureux que le MI témoin 24h après la course. Les résultats du groupe cryothérapie ne montrent pas une nette influence du traitement sur la diminution des douleurs 24h après l'effort physique.

Conclusion : La cryothérapie et le massage après effort ne permettent pas de prévenir la diminution de la force musculaire liée aux DOMS. Aucun des traitements ne prévient l'apparition des douleurs le lendemain de la compétition, cependant le massage rendrait le muscle moins sensible.

Mots-clés : cryothérapie locale, douleurs musculaires d'apparition retardée, massage, récupération musculaire.

Keywords : cold pack, DOMS, muscle soreness, massage, muscle recovery.

1. INTRODUCTION

Qu'ils soient coureurs occasionnels, inscrits dans un club d'athlétisme ou professionnels, leur souhait est de retrouver leur performance le plus rapidement possible entre les différents entraînements ou compétitions. C'est pourquoi nous, masseurs-kinésithérapeutes, devons mettre en place un traitement dans le but de lutter contre les conséquences des courbatures, nom communément donné aux douleurs musculaires d'apparition retardée. Cependant pouvons-nous influencer ce mécanisme physiologique ? Le massage est la première intervention à laquelle nous pensons afin d'atteindre cet objectif, mais est-il vraiment le meilleur traitement post-effort ?

Les douleurs musculaires d'apparition retardée ou DOMS, de l'anglais Delayed Onset Muscle Soreness, sont fréquentes suite à la course à pied. Elles apparaissent 12 à 48 heures après un travail musculaire excentrique inhabituel et/ou intense. Le travail de type excentrique est un travail freinateur qui s'exerce face à une force externe supérieure à celle développée par le muscle en question (1). Ce dernier est alors étiré en même temps qu'il se contracte.

Plusieurs traitements après effort sont décrits dans la littérature dont les étirements, la cryothérapie, les anti-inflammatoires, le massage et la récupération active. Ils ont tous pour objectif de réduire ces douleurs musculaires, mais aucun n'a été validé (1) (2) (3). En effet les chercheurs ne peuvent pas prévenir l'origine de ces DOMS qui reste floue et qui est basée sur de simples hypothèses. De plus, il existe une hétérogénéité des travaux avec un faible nombre d'études contrôlées et randomisées (3).

L'objectif de cette initiation à la recherche est de montrer si l'action du froid ou du massage après effort prévient la douleur et la diminution de la force musculaire liées aux courbatures et lequel de ces deux traitements est le plus efficace sur ces paramètres chez les coureurs.

La cryothérapie et le massage sont deux techniques fréquemment mises en œuvre sur les athlètes mais les effets de récupération post-effort demeurent incertains (3), c'est pourquoi nous allons tenter de les mesurer à l'aide de différents tests.

Notre moyen de comparaison de ces deux techniques sera le single hop test permettant d'évaluer la fatigue musculaire des membres inférieurs, le break test afin d'objectiver la force maximale musculaire isométrique du quadriceps, des ischio-jambiers et pour finir l'auto-évaluation de la douleur grâce à l'échelle visuelle analogique (EVA).

Dans un premier temps nous allons rappeler ce que sont les DOMS et nous allons décrire les effets du massage et de la cryothérapie sur ces courbatures. Dans un second temps, nous présenterons l'étude avec la population et le déroulement du protocole. Pour finir, nous analyserons les résultats obtenus, discuterons sur les limites du protocole et nous concluons.

2. RAPPELS

2.1. Delayed onset muscle soreness

2.1.1. Origine des DOMS

Les douleurs musculaires d'apparition retardée apparaissent lors d'un travail musculaire excentrique. Selon la classification de Durey et Rodineau, elles sont définies comme des lésions musculaires de stade 0. Quelle serait l'origine de ces douleurs ? De nombreux travaux tentent de répondre à cette question. Plusieurs hypothèses, comme le spasme musculaire, l'acidose, les microlésions du tissu conjonctif et musculaire ont été émises mais aucune n'est validée (1). Une seule théorie ne pouvant expliquer l'apparition des DOMS, les chercheurs ont ainsi retenu un enchaînement de séquences. Lors d'un travail excentrique, le muscle résiste à une force externe supérieure à celle qu'il développe. Il est donc étiré en même temps qu'il se contracte, ce qui crée des microlésions des tissus musculaires et conjonctifs si cette activité est pratiquée de façon intense, inhabituelle ou répétée (2). Les zones les plus touchées sont : l'ensemble muscle-tendon, la jonction myo-tendineuse et les sarcomères. Par la suite, un phénomène inflammatoire se met en place pour résorber ces dommages.

Ce processus se fait en 3 phases :

- **1^{ère} phase, autogénique** : dégradation des structures membranaires lésées durant les trois premières heures après l'exercice. Ces lésions sont des lésions primaires.
- **2^{ème} phase, phagocytaire** : transformation des monocytes en phagocytes sur le site lésionnel. Les nocicepteurs de type III et IV présents majoritairement dans les jonctions myo-tendineuses, mais également dans l'ensemble du tissu musculaire et conjonctif, vont être stimulés du fait d'un changement de pression et d'une augmentation de la température interne du muscle dus à l'inflammation (1). Cette dernière crée des lésions musculaires secondaires. Les DOMS activent principalement les nocicepteurs de type IV conduisant à une douleur sourde et diffuse. Ces nocicepteurs, une fois stimulés vont libérer la substance P, neuropeptide transmettant l'information de tout dysfonctionnement, amplifiant cette réponse inflammatoire et entretenant l'hyperalgie.
Pour Lieber et Friden, cette désorganisation prolongée mais réversible des myocytes se trouve dans les fibres musculaires de type II en raison de stries Z plus étroites (1). De plus ces douleurs concernent principalement les groupes musculaires volumineux du membre inférieur et bi-articulaire comme par exemple le quadriceps, les ischio-jambiers ou encore le triceps sural (1) (2) (3).
- **3^{ème} phase, régénération** : elle commence après le 4^{ème}, voire le 6^{ème} jour post exercice (1) (2).

Cependant, à l'heure actuelle cette séquence reste hypothétique (3).

2.1.2. Les conséquences des DOMS

Les DOMS induisent plusieurs troubles comme des douleurs tardives, une diminution de la force musculaire maximale, un œdème, un déficit d'amplitude articulaire ou une diminution de la proprioception (1) (2). Nous nous sommes intéressés aux deux premiers troubles précités.

2.1.2.1. Douleurs tardives

Ces douleurs qui surviennent 12 à 48 heures après l'exercice et qui persistent jusqu'à deux à cinq jours, peuvent varier de la simple raideur musculaire disparaissant rapidement à une douleur intense perdurant dans le temps et perturbant les activités de la vie quotidienne (3). La palpation du muscle est alors sensible et diffuse, notamment à la jonction myo-tendineuse. Le muscle courbaturé est douloureux au repos, à la palpation, à l'étirement et à la contraction ; la douleur sera mieux perçue lors de l'exercice excentrique que concentrique (2).

2.1.2.2. Diminution de la force musculaire

Suite à un exercice excentrique, la force musculaire diminue d'environ 40% (4). En effet, ce type de travail entraîne des dommages au niveau de l'agencement des protéines contractiles perturbant le système de couplage excitation-contraction. De plus l'inflammation crée des lésions musculaires secondaires qui contribuent également à la perte de force (4).

2.1.3. Processus adaptatif

Lorsqu'une répétition d'un stimulus perçu comme douloureux arrive au système nerveux central, un processus adaptatif se met en place, expliquent Junk et Al. Les coureurs ne ressentent donc plus la douleur des courbatures, mais la douleur sera de nouveau perçue lors d'un exercice où l'intensité sera plus importante (5).

2.2. Massages

La solution pour récupérer ces déficits serait le repos (2), mais ce n'est pas toujours possible pour les sportifs qui s'entraînent et concourent régulièrement.

Le massage est une technique souvent utilisée dans le monde athlétique. Le massage post-effort est pratiqué afin d'aider à la récupération et d'augmenter la performance des athlètes (6). D'après l'article R4321-3 du code de la santé publique, le massage est «une manœuvre externe réalisée sur les tissus, dans un but thérapeutique ou non, de façon manuelle ou par l'intermédiaire d'appareils autres que les appareils

d'électrothérapie, avec ou sans l'aide de produits, qui comporte une mobilisation ou une stimulation méthodique, mécanique ou réflexe de ces tissus».

2.2.1. Effets du massage

Les effets apparaissent lorsque le massage est réalisé entre 10 et 30 min (7). Cependant les résultats d'une revue de littérature tendent à montrer que les massages de longue durée (plus de 30 minutes) sur un muscle n'apportent aucun avantage par rapport aux massages de courte durée (5 à 12 minutes) (6).

2.2.1.1. Effet anti-inflammatoire

Après un exercice musculaire intense, le nombre de cytokines pro-inflammatoires telles que l'Interleukine-6 (IL-6) et le Tumor Necrosis Factor α (TNF- α) augmente, générant une inflammation et des dommages musculaires. L'activité physique diminue le nombre de neutrophiles dans le sang au niveau périphérique et d'immunoglobulines A (IgA) salivaires. Le massage post-effort modifie les paramètres immunitaires en diminuant la quantité d'IL-6 et de TNF- α et en augmentant le taux de neutrophiles périphériques et d'IgA. Ces changements sont liés indirectement à une amélioration du système parasympathique ainsi qu'à une meilleure circulation sanguine locale, mais cela demande plus de recherches pour pouvoir être validé (8).

Certains articles expliquent que le massage réalisé immédiatement après l'exercice réduit l'inflammation grâce à une diminution du taux de macrophages et de neutrophiles au niveau de la zone touchée (9). Cependant, Smith, Keating, Holbert, Spratt et McCammon évoquent le fait que le massage réalisé deux heures après l'exercice obtiendrait un meilleur effet immunologique (7).

2.2.1.2. Effet vasomoteur

Le massage augmente le flux lymphatique et la circulation sanguine, ce qui permet de réparer les tissus mais cela reste incertain. Ce mouvement des fluides entraîne moins de douleurs et améliore la performance physique. Un débit sanguin plus important augmente l'apport d'oxygène aux muscles blessés et le retour à l'homéostasie (10).

2.2.1.3. Effet psychologique

Le massage diminue le taux d'hormones du stress comme l'a montré Weerapong. Cependant les mécanismes qui réduisent le taux de cortisol après le massage restent encore inconnus (11).

Le massage permet également d'augmenter le taux d'endorphine, hormone de la relaxation : après une séance de boxe, les sportifs massés ont trouvé que leur perception de récupération était meilleure bien que les données de fatigue physiologique comme le taux de lactate ou le rythme cardiaque n'aient pas changé (12).

Enfin, une étude a montré que 80% de la population interrogée croit en l'efficacité du massage sur la récupération après un effort physique, alors qu'elle n'est que de 43,9% à avoir reçu un massage (13).

2.2.2. Technique

2.2.2.1. Effleurage

L'effleurage est une manœuvre qui consiste à glisser les mains de manière lente et continue sur les téguments sans les entraîner ni déprimer la région sous-jacente. C'est une technique de détente, permettant de diminuer la sensibilité de la peau, d'augmenter la température, amenant ainsi une sensation de détente locale, une décontraction générale et améliorant la perception du bien-être du massé (5). Elle commence et termine une séance de massage et lie les manœuvres entre elles (14).

2.2.2.2. Pression glissée

C'est une compression lente et circulaire des parties molles contre l'os sous-jacent, se faisant du distal au proximal. Cette technique a une action sur la circulation veino-lymphatique favorisant ainsi l'écoulement des fluides tissulaires, l'augmentation de température et une vasodilatation. L'objectif est de réduire l'œdème et l'inflammation (14).

2.2.2.3. Pétrissage profond

Cette manœuvre consiste à soulever les tissus musculaires et à les déplacer les uns par rapport aux autres en réalisant une pression, une torsion et un allongement des

fibres musculaires. Le pétrissage profond entretient la mobilité et l'élasticité musculaire, améliorant ainsi la trophicité du muscle et l'élimination des déchets (14). Il diminue la perception de la fatigue des membres inférieurs et n'améliore pas la concentration en lactate mais il augmente la performance (15).

2.2.2.4. Tapotement

Le thérapeute frappe la peau du patient avec la surface palmaire concave de sa main. Le but du tapotement est de faire vibrer les tissus pour déclencher des réflexes cutanés afin de créer une vasodilatation. Le choc entrave la margination des neutrophiles et réduit la production de prostaglandines ultérieures, réduisant ainsi les dommages associés au processus inflammatoire. L'inflammation et le liquide interstitiel résultant des blessures sont dispersés (16).

2.2.3. Contre indications au massage

- Fragilité du système veineux et capillaire : varices, hémophilie.
- Fragilité cutanée : plaies ouvertes.
- Insuffisance cardiaque.
- Pathologies inflammatoires en phase aiguë.
- Maladies infectieuses au stade évolutif.
- Présence d'une thrombose veineuse profonde ou phlébite.
- Affections cutanées (cancers dermatologiques, dermatoses, mycoses...).
- Cancer.

2.3. Cryothérapie

Lorsque nous parlons de récupération musculaire après une performance sportive, nous entendons entre autres facilitation du retour veineux. Le froid, tout comme la déclive ou la compression permet d'améliorer le retour veineux (4). L'objectif est de refroidir les tissus cutanés, sous cutanés et musculaires pour lutter contre l'inflammation (17) (18).

L'utilisation des cold packs a de nombreux avantages, comme son faible coût et sa simplicité de mise en œuvre. L'échange de chaleur fait appel à la conduction, se transmettant par contact direct (19).

2.3.1. Effets de la cryothérapie

2.3.1.1. Effet vasomoteur

Lorsque le froid est appliqué sur la zone souhaitée, le diamètre des vaisseaux des artères et des veines rétrécit, ce qui entraîne une diminution de la formation de l'œdème et des dommages musculaires.

Les auteurs A. Quesnot, J.C. Chanussot, I. Corbel et Nirascou montrent dans un premier temps un phénomène de vasoconstriction artérielle et capillaire en regard de la zone refroidie, réduisant le flux sanguin localement. La température centrale diminue de façon linéaire et dans une moindre mesure (4). Dans un second temps, lorsque la température cutanée est en dessous de 15°C, le phénomène de vasodilatation entraînant une élévation de la température cutanée locale est observé. Cette alternance de vasodilatation – vasoconstriction permet d'éviter les risques de gelures des tissus en réduisant l'action du froid. C'est le phénomène de Hunting qui survient dès lors que le cold pack est maintenu plus de 2 à 6 minutes (19).

2.3.1.2. Effet neuromusculaire

La cryothérapie possède aussi des effets neuromusculaires. En effet, juste après l'application du froid, Kowal observe une diminution de la force musculaire de 11% suivie par une augmentation de 20 à 30 % entre 40 et 180 minutes post-traitement (19).

2.3.1.3. Effet anti-inflammatoire

A. Dupuy explique que le refroidissement des tissus cutanés et sous cutanés ralentit le métabolisme cellulaire, diminue la production de médiateurs chimiques de l'inflammation et l'activité enzymatique et donc l'inflammation (17) (20). Ainsi les lésions secondaires dues à l'inflammation sont moindres. Les besoins en oxygène sont réduits limitant ainsi les lésions hypoxiques secondaires (17). L'effet anti-inflammatoire s'associe à l'effet antalgique qui apparaît à une température cutanée de 15°.

2.3.2. Technique

Il n'existe pas de mode opératoire standard ni de consensus sur la meilleure méthode d'application du froid (21). La cryothérapie locale permet de diminuer la

température cutanée de façon progressive afin de limiter le risque d'œdème pouvant survenir lors d'un refroidissement brutal (19). En dessous de 10°C, l'œdème augmente (4), un risque de brûlures et de lésions existe si la température descend sous les 5°C. La température cutanée atteint son minimum entre 8 et 9 minutes d'application d'un pack de froid. Utiliser des sangles crée une compression permettant une meilleure pénétration du froid lors de son application (18). Interposer un linge humide entre la peau et la source cryogène permet de faire baisser la température plus rapidement et de garder plus longtemps une basse température homogène. Cette pratique est donc devenue systématique lors de protocoles de cryothérapie.

2.3.3. Contre indications de la cryothérapie

- Cryoglobulinémie.
- Urticaire au froid.
- Syndrome de Raynaud.
- Insuffisance vasculaire périphérique veineuse ou lymphatique.
- Hémoglobinurie paroxystique a frigore.
- Hypoesthésie ou anesthésie.
- Intolérance personnelle : sensation douloureuse (picotement, brûlure) lors de l'application du froid.

2.4. Moyens d'évaluations

2.4.1. EVA

Ce test est le plus souvent utilisé pour évaluer l'intensité des DOMS perçues par les coureurs (22). Cette échelle d'auto évaluation est sensible, fiable et reproductible (23). Une variation de 30 mm est significative (24).

Le masseur-kinésithérapeute présente au sujet une réglette sur laquelle est inscrit à gauche « douleur inimaginable » et à droite « aucune douleur ». Le patient déplace le curseur en fonction de l'intensité de sa douleur. Le thérapeute note le chiffre indiqué au dos gradué de la règle (25).

2.4.2. Break test à l'aide d'un pèse-personne

Ce test, rapide d'utilisation, permet d'évaluer la force d'un groupe musculaire lors d'une contraction isométrique. L'étude de A.V. Bruyneel valide la fiabilité du pèse-personne qui montre des résultats similaires au dynamomètre à pression (26).

2.4.3. Single hop test

Le single hop test, en français le test de saut horizontal unipodal, est fonctionnel et permet de mesurer la puissance musculaire mais également la proprioception et la fatigue musculaire (27). Ce test est fiable pour évaluer la force d'un membre inférieur sur les sujets en bonne santé (28).

3. MATERIEL ET METHODE

3.1. Stratégie de recherches documentaires

Afin de répondre à notre problématique « *Le massage ou la cryothérapie, ont t'ils une action préventive sur la diminution de la force musculaire et sur la douleur liées aux DOMS après une course à pied et de ces deux techniques, laquelle répond au mieux à ces critères ?* », nous avons, dans un premier temps, effectué une recherche documentaire pour prendre possession du sujet et mettre au point les protocoles les mieux adaptés à notre étude. Cette recherche a été réalisée de juin à octobre 2016.

Nos bases de données ont été les suivantes : PubMed, Kinésithérapie la Revue, ou Kiné Scientifique, Google Scholar, ScienceDirect, Cochrane Library, EM consult, Kinédoc. Les mots-clés français ont été : cryothérapie locale, douleurs musculaires d'apparition retardée, massage, récupération musculaire. Les mots-clés anglais utilisés ont été : cold pack, DOMS, muscle soreness, massage, muscle recovery.

Dans un second temps, nous avons poursuivi nos recherches afin de trouver des moyens d'évaluation de la douleur et de la force musculaire maximale : marqueurs sélectionnés pour montrer une éventuelle action du masseur-kinésithérapeute sur la prévention des DOMS et comparer la cryothérapie et le massage.

Nous avons sélectionné les documents en fonction des titres les plus en rapport avec nos mots-clés et suivant leur résumé. Cette recherche s'est effectuée sur une période de publication de 2001 à 2016 avec un article de 1994. Notre bibliographie comporte 34 références.

3.2. Etude

Courant septembre 2016, un questionnaire a été adressé aux coureurs du club d'athlétisme «Courir à Nancy» de Saint-Max afin de mieux cerner la survenue des douleurs musculaires et leurs emplacements (annexe I).

- A la question « Après quelles séances avez-vous des courbatures ? », nous avons obtenu les résultats suivants (voir figure 1).

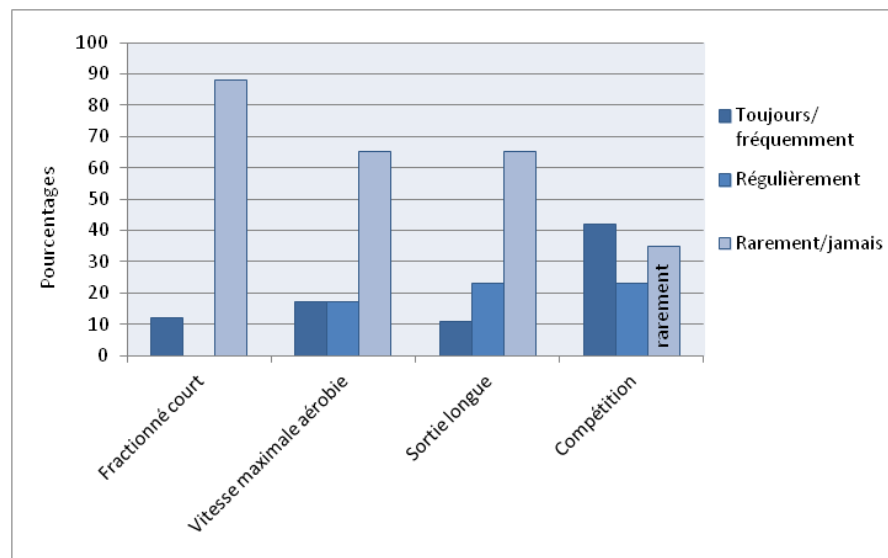


Figure 1 : pourcentages de sujets ayant des DOMS après les différentes séances

Environ 65 % des coureurs disent avoir très fréquemment ou régulièrement des courbatures à la suite de compétitions. Les athlètes présentent plus de DOMS lors des sorties longues que lors d'exercices de fractionnés courts.

- A la question « Ressentez-vous des douleurs musculaires aux deux membres inférieurs ? », 70% d'athlètes répondent « oui ».

- Localisation des courbatures : les muscles les plus sensibles aux courbatures sont le quadriceps, les ischio-jambiers et le triceps sural (voir figure 2).

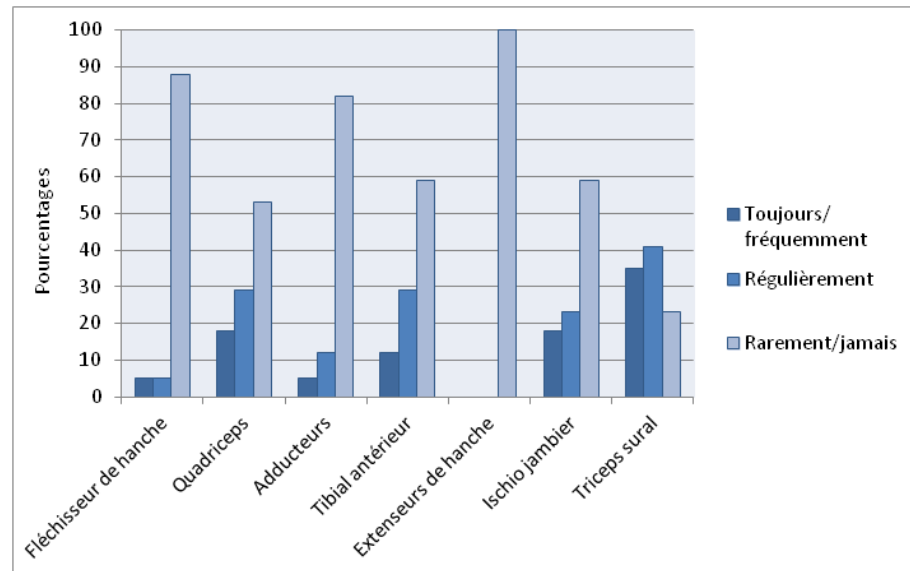


Figure 2 : localisation des courbatures

Les résultats du questionnaire nous ont permis de mieux cibler les muscles et le type d'effort pour lesquels les coureurs risquent d'avoir le plus de courbatures.

L'étude pratique s'est ensuite déroulée du 30 octobre au 19 décembre 2016.

3.3. Population

Des coureurs inscrits au club d'athlétisme «Courir à Nancy» de Saint-Max ainsi que d'autres coureurs réguliers ou occasionnels se sont portés volontaires pour cette étude. La population est composée de 30 coureurs, dont 13 femmes et 17 hommes âgés de 20 et 65 ans.

Les critères d'exclusion ont été les blessures sportives, les contre indications au massage et au froid.

Les critères d'inclusion ont été d'être volontaire, d'avoir rempli le consentement libre et éclairé, de participer à une séance ou une compétition provoquant des DOMS et d'être présent le jour suivant l'épreuve.

3.4. Matériel

Nous avons utilisé :

- un questionnaire (annexe I), un consentement éclairé (annexe II) et une fiche d'évaluations (annexe III),
- pour l'évaluation de la douleur : une échelle visuelle analogique,
- pour le break test : un pèse-personne et une table de massage,
- pour le single hop test : un mètre ruban,
- pour le massage : une table de massage, un chronomètre, deux coussins demi-lune et du talc,
- pour la cryothérapie : des sangles, des serviettes humides, des cold pack, une sonde de température, un coussin triangulaire, un coussin demi-lune et un chronomètre.

3.5. Protocoles expérimentaux

Le protocole expérimental est résumé à l'annexe IV.

Le sujet remplit le consentement libre et éclairé et tire au sort son traitement en choisissant un papier parmi 30, dont 15 marqués « massage » et 15 marqués « cryothérapie ». Il lance ensuite une pièce de monnaie pour connaître le côté du membre inférieur à traiter, pile correspondant au côté droit et face, au côté gauche.

3.5.1. Evaluations avant la course

3.5.1.1. Evaluation de la douleur

A l'aide d'une échelle visuelle analogique, nous demandons au participant d'évaluer leur douleur en décubitus, à la palpation du quadriceps, des ischio-jambiers puis du triceps sural des membres inférieurs gauche et droit.

3.5.1.2. Break test

Nous utilisons le break test afin d'évaluer la force musculaire maximale isométrique des quadriceps et des ischio-jambiers des deux membres inférieurs à l'aide d'un pèse-personne. Pour le quadriceps, le sujet est en décubitus, genou en extension.

Nous lui demandons de tenir la position, appliquons une force progressive au dessus des malléoles. Lorsque son genou déverrouille, nous notons le poids minimal inscrit sur le pèse-personne. Pour les ischio-jambiers, le sujet en procubitus, genou légèrement fléchi nous réalisons le même test. Nous lui demandons enfin d'évaluer sa douleur par l'EVA lors de la contraction.

3.5.1.3. Single Hop Test

Nous finissons les tests par le single hop test. Le sujet est en appui unipodal, mains sur les hanches, l'hallux étant sur le zéro du mètre ruban disposé à coté de lui. La consigne donnée au participant est : « Sautez le plus loin possible en atterrissant sur la même jambe et gardez la position deux secondes ». Il réalise ce test 3 fois par membre inférieur et évalue sa douleur par l'intermédiaire de l'EVA.

Le participant va ensuite effectuer sa course.

3.5.2. Evaluations et traitements après l'épreuve sportive

Nous effectuons à nouveau ces mêmes tests après la course. Un seul membre inférieur reçoit le traitement durant 15mn afin d'avoir un moyen de comparaison.

3.5.2.1. Massage

Le sujet est en décubitus. Nous réalisons les tests de mise en évidence d'une éventuelle phlébite. Le massage est réalisé par le même étudiant afin d'obtenir une meilleure reproductibilité. Nous activons le chronomètre, prenons du talc, produit neutre n'influençant pas les résultats. Nous effectuons des techniques à visées décontracturantes et circulatoires en commençant par la face antérieure de la cuisse selon le protocole indiqué dans le tableau suivant.

Tableau I : protocole de massage

Technique	Durée
Effleurage dans tous les sens	30 s
Pressions glissées, effleurage, pressions glissées	30 s
Pétrissage profond du quadriceps	2 min
Pressions glissées, effleurage, pressions glissées	30 s
Tapotement	1 min
Effleurage	30 s

Puis le participant se met en procubitus et nous effectuons ce même protocole sur les ischio-jambiers et sur le triceps sural. Le massage dure 15 minutes au total.

3.5.2.2. Cryothérapie

Le sujet est en décubitus, le membre inférieur qui reçoit le traitement est en déclive et le membre inférieur ne recevant pas le traitement est en décubitus strict.

Dans un premier temps nous installons une sonde de température sur la face antérieure de la cuisse. Nous enroulons le membre inférieur de serviettes humides. Nous disposons les cold pack à l'aide de sangles sur le quadriceps, les ischio-jambiers et le triceps sural. Ce traitement dure 15 minutes.

3.5.3. Evaluations 24 heures après l'épreuve

Nous réalisons à nouveau ces trois tests 24 heures après la fin de la course.

3.6. Méthode statistique

Le faible effectif de notre population nous a conduits à utiliser des tests non paramétriques. Pour comparer l'évolution des différents paramètres lors des trois temps - avant la compétition, après la compétition et 24h après la compétition - nous avons utilisé le test de Friedman. Puis grâce au test de Wilcoxon nous les avons comparés deux à deux. Pour chaque paramètre, un gain exprimant le pourcentage de variation entre deux moments a été calculé selon la formule suivante : $(24h \text{ après la compétition} - \text{après la compétition} / \text{après la compétition}) \times 100$. Nous avons calculé la moyenne et l'écart-type pour chaque paramètre. Le test de Mann et Withney a été réalisé afin de comparer les

données entre les membres inférieurs (MI) traités. Ont été considérées comme significatives les valeurs de $p \leq 0,05$ et comme tendance significative, les valeurs telles que $0,05 < p \leq 0,10$. Les tests ont été réalisés sur BiostaTGV.

4. RESULTATS DE L'ETUDE

Les résultats des tests de force et du single hop test sont résumés sous forme de graphiques présentant l'évolution des moyennes et sous forme de tableaux représentant les gains et les écart-types lors des trois prises de mesures. Quant à l'évaluation de la douleur, elle est analysée de façon qualitative.

4.1. Résultats de la force maximale du quadriceps

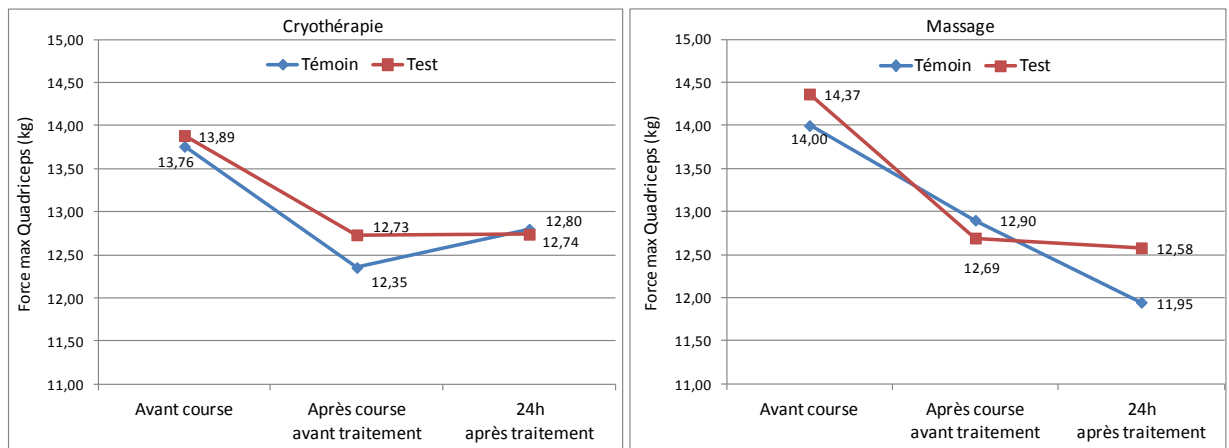


Figure 3 : évolution de la moyenne des forces maximales du quadriceps

Tableau II : présentation des gains et écart-types sur les mesures des forces maximales des quadriceps

	Force max quadriceps	Gain ap/ av %	gain ap+1/ av %	Gain ap+1/ ap %
Cryothérapie	Témoins	-9,91±23,36	-3,08±27,96	4,89±19,9
	Test	-7,66±23,2	-4,23±26,96	1,75±25,63
Massage	Témoins	-9,78±26,69	-14,90±14,15	-6,91±17,89
	Test	-12,84±28,26	-11,43±15,91	0,18±19,68
Cryothérapie/massage	Test cryothérapie	-7,66±23,2	-4,23±26,96	1,75±25,63
	Test massage	-12,84±28,26	-11,43±15,91	0,18±19,68
av:avant la compétition; ap: après la compétition; ap+1: 24h après la compétition				

Dans le groupe cryothérapie (figure 3 – gauche et tableau II) :

Coté témoin : avant la course, la force musculaire du quadriceps est de 13,8 kg. Après la course, elle diminue de 10% atteignant 12,3 kg et 24h après augmente de 5% pour atteindre 12,8 kg.

Coté test : la force musculaire du quadriceps avant la course est de 13,9 kg, diminue de 8% après la course et n'évolue pas 24h après le traitement. La cryothérapie ne semble pas influencer la force du quadriceps.

Le test de Friedman ne montre pas de différence significative dans l'évolution de ce paramètre (coté témoin : $p=0,262$ / coté test : $p=0,420$).

Dans le groupe massage (figure 3 – droite et tableau II) :

Coté témoin : la force musculaire du quadriceps avant la course est de 14 kg, diminue après l'effort de 10% pour atteindre 12,9 kg, puis diminue de 7% atteignant 11,9 kg. Le test de Friedman montre une différence significative ($p=0,002$) entre avant la course et 24h après.

Coté test : la force musculaire du quadriceps avant la course est de 14,4 kg, diminue après la course à 12,7 kg soit 13% puis 24h après traitement reste stable à 12,6 kg. Le test de Friedman montre également une différence significative ($p=0,01$) entre avant la course et 24h après le traitement.

Comparaison cryothérapie/massage sur le MI test (tableau II) :

Comme la cryothérapie n'a pas eu d'effet sur le coté test par rapport au coté témoin, nous ne pouvons pas comparer les deux traitements par les pourcentages de gain de force. Néanmoins, nous pouvons dire de manière qualitative que le massage permet de mieux limiter la perte de force musculaire par rapport au coté témoin que la cryothérapie.

4.2. Résultats de la force maximale des ischio-jambiers (IJ)

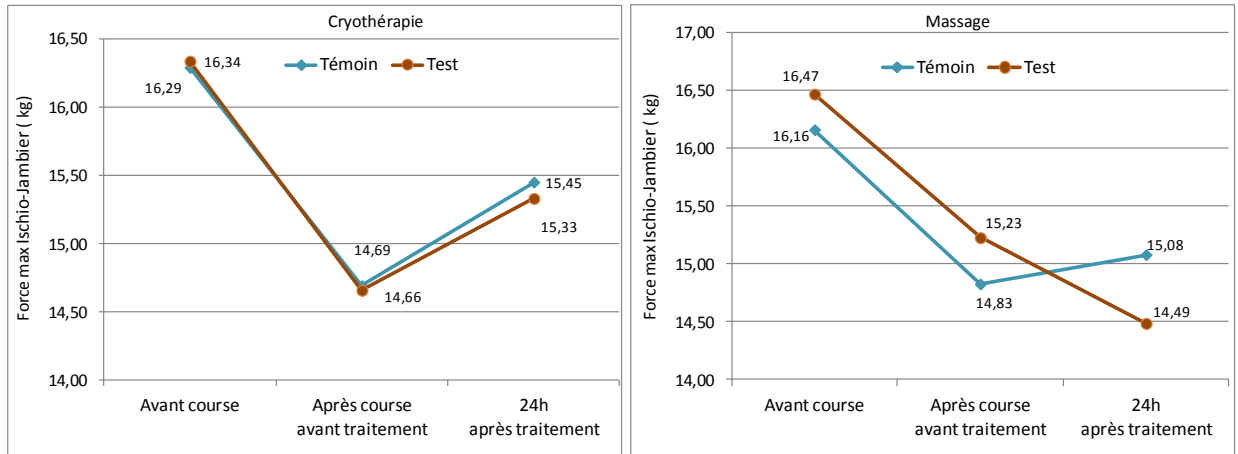


Figure 4 : évolution de la moyenne des forces maximales des ischio-jambiers

Tableau III : présentation des gains et écart-types sur les mesures des forces maximales des IJ

	Force max IJ	Gain ap/ av %	gain ap+1/ av %	Gain ap+1/ ap %
Cryothérapie	Témoin	-11,72±18,23	-3,43±23,58	6,17±18,53
	Test	-10,34±20,87	-4,6±26,96	5,23±26,77
Massage	Témoin	-10,28±19,76	-8,35±12,43	1,83±14,43
	Test	-10,64±13,64	-13,56±12,7	-3,5±18,5
Cryothérapie/massage	Test cryothérapie	-10,34±20,87	-4,6±26,96	5,23±26,77
	Test massage	-10,64±13,64	-13,56±12,7	-3,5±18,5
av:avant la compétition; ap: après la compétition; ap+1: 24h après la compétition				

Dans le groupe cryothérapie (figure 4 – gauche et tableau III) :

Coté témoin : la force musculaire des IJ avant la course est de 16,3 kg puis diminue à 14,7 kg après l'effort soit 12%, puis 24h après cet effort augmente de 6% pour atteindre 15,4 kg.

Coté test : la force musculaire des IJ avant la course est de 16,3 kg, diminue de 10% après l'effort pour atteindre 14,7 kg puis 24h après le traitement augmente à 15,3 kg soit de 5%.

Lorsque nous comparons les deux MI, nous ne trouvons aucun bénéfice du traitement. Le test de Friedman n'indique pas de différence significative concernant ce paramètre (coté témoin : $p=0,090$ / coté test : $p=0,343$).

Dans le groupe massage (figure 4 – droite et tableau III) :

Coté témoin : la force musculaire des IJ est de 16,2 kg, après l'effort passe à 14,8 kg soit une perte de 10% puis 24h après, augmente à 15,1 kg soit 2%. Le test de Friedman montre une différence significative ($p=0,05$) entre avant la compétition et 24h après la compétition.

Coté test : la force musculaire des IJ a une moyenne de 16,5 kg, après l'effort elle diminue à 15,2 kg soit de 11% puis 24h après le traitement diminue à 14,5 kg soit de 3%. Le test de Friedman montre une différence significative ($p=0,02$) entre avant la compétition et après la compétition et entre avant la course et 24h après le traitement ($p=0,005$).

Comparaison cryothérapie/massage sur le MI test (tableau III)

Lorsque nous comparons le MI traité que ce soit par cryothérapie ou par massage par rapport au MI non traité, aucun traitement ne montre un bénéfice. Nous ne pouvons donc pas conclure qu'un traitement est plus efficace que l'autre. Avec le massage nous constatons une perte de force du muscle traité contrairement au muscle témoin, ce qui n'est pas le cas avec la cryothérapie.

4.3. Résultats concernant le paramètre de douleurs

Nous avons demandé aux coureurs d'évaluer l'intensité de leurs douleurs ressenties en décubitus, à la palpation et à la contraction du quadriceps, des ischio-jambiers, à la palpation du triceps sural et lors du single hop test. Seulement deux évaluations ressortent par le nombre important de coureurs donnant des EVA différentes de 0 : lors de la palpation du quadriceps et du triceps sural. Nous avons présenté uniquement ces résultats sous forme d'un tableau présentant l'écart d'intensité de douleur entre les deux MI pour chacun des coureurs présentant une EVA différente de 0, ceci pour les groupes cryothérapie et massage après la course, et 24h après.

4.3.1. Présence de douleurs lors de la palpation du quadriceps

Groupe cryothérapie

Tableau IV : nombre de sujets et écart d'intensité de douleur entre les deux MI

	Douleur MI Test > douleur MI Témoin	Douleur MI Test = douleur MI Témoin	Douleur MI Test < douleur MI Témoin
Après course	1(2)	4	1(1)
24h après course	1(0,5) - 1(1) - 1(1,5)	2	3(1) - 2(0,5)

Lors des trois périodes d'évaluations, 5 personnes sur 15 n'ont eu aucune douleur. Tous les sujets ayant des douleurs après la course les conservent 24h après. A l'exception de deux coureurs, les douleurs sur les deux MI sont inférieures à 3, 24h après la course (annexe V).

Les douleurs ressenties coté témoin sont légèrement plus importantes que du coté traité (tableau IV).

Groupe massage

Tableau V : nombre de sujets et écart d'intensité de douleur entre les deux MI

	Douleur MI Test > douleur MI Témoin	Douleur MI Test = douleur MI Témoin	Douleur MI Test < douleur MI Témoin
Après course	1(1) - 1(2,5)	4	1(0,5)
24 après course	1(1)	4	1(3) - 2(1) - 1(1,5)

Lors des trois périodes d'évaluations, 5 personnes sur 15 n'ont eu aucune douleur. Six sujets ont gardé leurs douleurs 24h après la course (annexe VI).

Globalement les douleurs ressenties coté témoin sont plus importantes que du coté traité puisque lors de la palpation, 4 quadriceps du coté témoin présentent des douleurs supérieures à 3 contre 2 du coté test. Un plus grand nombre de coureurs présente des douleurs plus importantes sur le MI témoin par rapport au MI traité (tableau V).

Comparaison cryothérapie/massage sur le MI test

Nous observons que, dans le groupe massage, un plus grand nombre de coureurs présente des douleurs moins importantes sur le membre traité par rapport au membre non traité que dans le groupe cryothérapie (tableaux IV et V).

4.3.2. Présence de douleurs lors de la palpation du triceps sural

Groupe cryothérapie

Tableau VI : nombre de sujets et écart d'intensité de douleur entre les deux MI

	Douleur MI Test > douleur MI Témoin	Douleur MI Test = douleur MI Témoin	Douleur MI Test < douleur MI Témoin
Après course	2(1) - 1(0,5) - 1(2)	4	1(0,5) - 1(1)
24h après course	1(1,5) - 1(2) - 1(2,5)	3	3(0,5) - 2(1)

Lors des trois périodes d'évaluations, 4 personnes sur 15 n'ont eu aucune douleur (annexe V). Trois coureurs présentent des douleurs plus importantes sur le MI traité par rapport au MI non traité avec une moyenne des écarts de 2. Cinq coureurs présentent des douleurs moins importantes sur le MI traité mais avec une moyenne des écarts plus faible 0.75 (tableau VI).

Groupe massage

Tableau VII : nombre de sujets et écart d'intensité de douleur entre les deux MI

	Douleur MI Test > douleur MI Témoin	Douleur MI Test = douleur MI Témoin	Douleur MI Test < douleur MI Témoin
Après course	1(1)	2	2(0,5) - 1(1,5) - 1(4)
24h après course	0	0	1(0,5) - 3(1) - 1(1,5) - 1(2) - 1(2,5) - 1(3,5)

Lors des trois périodes d'évaluations 6 personnes sur 15 n'ont eu aucune douleur (annexe VI).

Tous les sujets présentent des douleurs plus importantes sur le coté non traité, avec des écarts importants 24h après la course (tableau VII).

Comparaison cryothérapie/massage sur le MI test

Suite à l'analyse des résultats précédents, il semblerait que le massage soit plus efficace pour diminuer les douleurs que la cryothérapie, en comparant les douleurs des membres inférieurs traité et non traité, 24 h après la course.

4.3.3. Présence de douleurs lors de la palpation des ischio-jambiers

Dans le groupe cryothérapie, 4 sujets sur 15 présentent des douleurs seulement au MI témoin 24h après la compétition (voir annexe V).

Dans le groupe massage, 6 personnes sur 15 ont ressenti des douleurs lors de la palpation des IJ, dont 3 sujets ont présenté la même évolution pour les MI témoin et test, 2 sujets ont eu moins de douleurs sur le MI test par rapport au MI témoin et une personne a présenté une diminution de douleur entre après la course et 24h après le traitement sur le membre test (annexe VI).

4.3.4. Présence de douleurs en décubitus

Dans le groupe cryothérapie, seulement 2 personnes sur 15 ont ressenti des douleurs 24h après la compétition sur le MI traité (annexe V).

Dans le groupe massage, aucun coureur n'a ressenti de douleurs sur le MI traité 24h après compétition (annexe VI).

4.3.5. Présence de douleurs lors de la contraction maximale du quadriceps et des IJ

Peu de personnes ont ressenti des douleurs. Nous retrouvons les mêmes personnes qui présentent des douleurs aux deux MI avec une intensité moins importante sur le MI traité (annexe V et VI).

4.4. Résultats du single hop test

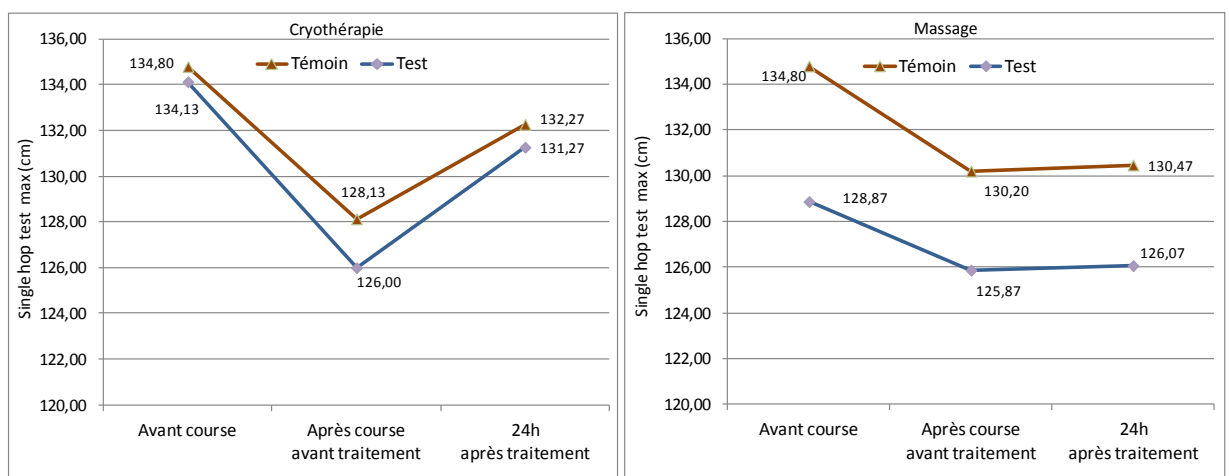


Figure 5 : évolution des moyennes du single hop test maximum

Tableau VIII : présentation des gains et écart-types sur les mesures du single hop test.

	Single Hop Test	Gain ap/ av %	gain ap+1/ av %	Gain ap+1/ ap %
Cryothérapie	Témoin	-4,83±12,1	-0,88±8,22	4,01±8,23
	Test	-6,19±4,69	-1,60±6,25	4,91±7,93
Massage	Témoin	-3,86±8,41	-2,85±8,32	0,79±8,35
	Test	-3,09±9,29	-1,93±9,88	0,92±9,31
Cryothérapie/massage	Test cryothérapie	-6,19±4,69	-1,60±6,25	4,91±7,93
	Test massage	-3,09±9,29	-1,93±9,88	0,92±9,31
av:avant la compétition; ap: après la compétition; ap+1: 24h après la compétition				

Dans le groupe cryothérapie (figure 5 – gauche et tableau VIII) :

Coté témoin : la longueur effectuée est de 135 cm avant la course, puis diminue de 5% atteignant les 128 cm et augmente 24h après la compétition de 4% pour atteindre 132 cm. Le test de Friedman ne montre pas de différence significative dans l'évolution de ce paramètre.

Coté test : avant la course, la longueur du saut est de 134 cm puis après la compétition elle diminue à 126 cm soit de 6% et 24h après le traitement augmente à 131 cm soit de 5%. Le test de Friedman montre seulement une différence significative ($p=0,001$) entre avant la compétition et après.

Dans le groupe massage (figure 5 – droite et tableau VIII) :

Coté témoin : la longueur du saut avant la course est de 135 cm, puis diminue de 4%, atteignant les 130 cm après la compétition et reste équivalente le lendemain.

Coté test : la longueur du saut est de 129 cm avant la course, diminuant à 126 cm soit de 3% et restant également équivalente 24h après le traitement.

Le test de Friedman ne montre pas de différence significative dans l'évolution de la longueur du saut horizontal (coté témoin : $p=0,43$ / coté test : $p=0,59$)

Comparaison cryothérapie/massage sur le MI test (tableau VIII) :

En comparant les résultats du MI traité par rapport au MI non traité pour chacun des groupes, la différence est tellement faible que nous ne pouvons pas conclure que le

traitement a influencé la force globale du MI traité : aucun traitement n'est meilleur que l'autre pour ce test.

5. DISCUSSION

5.1. Par rapport aux tests concernant la douleur

Après la course, nous avons demandé aux sujets de quantifier leurs douleurs, certains en ont ressenties. D'après la définition, un DOMS est une douleur qui survient 12 à 48 heures après l'effort. Si nous nous en tenons à cela, les douleurs ressenties par les coureurs ne sont pas des courbatures, elles étaient de petite intensité et n'étaient pas brutales. Par l'EVA, nous ne pouvons donc pas considérer leurs douleurs comme étant des douleurs musculaires d'apparition retardée. Nous pouvons nous demander quelle est l'origine des écarts de douleurs tout de suite après la course entre les deux membres, étant donné que la course à pied en terrain plat est une activité symétrique.

La comparaison inter-sujets est difficile (23) de par la subjectivité de l'échelle visuelle analogique. Pour une même gêne, la cotation varie en fonction des sujets. Certains athlètes ayant un entraînement intense et régulier ont un seuil de tolérance de la douleur plus élevé que ceux qui pratiquent un sport de manière plus occasionnelle. C'est pourquoi, nous avons choisi de faire la comparaison aux membres inférieurs non traités.

La comparaison des écarts des intensités de douleur 24h après la course entre membres traités et non traités semble montrer une tendance commune : le massage serait plus efficace que la cryothérapie. Ce résultat pourrait être influencé par le contact direct des mains du thérapeute sur le MI du coureur lors du massage, contrairement au coureur recevant un pack de froid sur son membre inférieur. Un effet placebo a pu contribuer à l'efficacité du traitement.

5.2. Par rapport aux tests concernant la force musculaire

Dans notre étude, la perte de force musculaire occasionnée par les DOMS est de 10% alors que d'après la littérature elle serait de 40% (4). Qu'est-ce qui pourrait expliquer un tel écart ?

Le single hop test représente la force musculaire globale du membre inférieur. Il intéresse la chaîne de propulsion c'est-à-dire le grand fessier, le quadriceps et le triceps sural. Ce test évalue toute la chaîne d'extension. Le grand fessier est le muscle le plus mis à contribution dans cet exercice mais nous ne l'avons pas traité, étant le moins touché par les courbatures comme le montraient les réponses au questionnaire adressé aux coureurs en septembre. Le triceps sural et le quadriceps se contractent de façon moins importante lors de ce test : il ne permet peut-être pas de mettre en évidence la perte de force des trois muscles cibles.

Lors du break test, nous n'avons pas pu mesurer la force maximale isométrique du quadriceps car le moment de force de ce muscle est de 60° de flexion de genou, ce qui ne nous permettait pas d'avoir une poussée perpendiculaire au segment de membre et au pèse-personne (26). Cet outil possède plusieurs biais liés à l'évaluateur. En effet, bien que nous nous soyons entraînés à l'utiliser avant le commencement du protocole, nous avons mis un certain temps pour nous adapter à la prise en main de ce matériel. Il aurait fallu maîtriser parfaitement la méthode du pèse-personne avant d'effectuer les tests sur notre population. De plus, lors de l'application de la force, la lecture des mesures n'est pas toujours précise du fait d'un changement rapide du nombre indiqué lié à la difficulté de stabiliser la mesure (29).

La posture du thérapeute n'est pas constamment stable lorsque la force à appliquer est importante. Ce facteur entre en jeu dans la valeur indiquée sur le pèse-personne, dont la précision est de 100 g.

5.3. Par rapport à l'intensité de la course

Nous avons choisi d'intégrer un plus grand nombre de coureurs dans notre étude afin que celle-ci contienne un échantillon significatif, le niveau de performance de notre population est donc hétérogène. Nous leur avons demandé de courir à une vitesse plus importante ou sur une distance plus grande que durant leur entraînement, afin de réaliser un effort inhabituel ce qui devait augmenter les chances de créer des courbatures. Nous n'avons pas pu quantifier l'intensité de l'effort, le sujet était le seul capable d'en juger. Était-il au meilleur de sa capacité ? Était-ce une distance suffisante ou un effort musculaire suffisant pour provoquer des courbatures ?

De plus lors de ces différents tests, le sujet a la motivation de toujours mieux faire, en particulier pour le single hop test, ce qui explique que les résultats sont parfois meilleurs 24 heures après la compétition qu'avant. Les résultats aux tests demandant la participation des sujets sont également influencés par leurs variations de forme physique et/ou morale.

5.4. Par rapport au traitement

Le massage semblerait limiter la perte de la force musculaire seulement pour le quadriceps.

Afin d'être le plus reproductible possible, nous avons choisi d'exercer une pression et un rythme identiques pour chacun des sujets, malgré les différences de morphotypes. Mais il est difficile d'affirmer que nous avons effectué la même mise en œuvre des techniques de massage sur les différents coureurs : un biais intra thérapeute existe donc (30).

En ayant fait ce choix, nous ne nous sommes donc pas adaptés à la variation du volume musculaire de chacun, ce qui amène à la conclusion que les effets du massage pourraient être moins efficaces sur les sujets possédant un volume musculaire plus important.

Pour cette étude, nous nous sommes limités à trois groupes musculaires reconnus être les plus fréquemment touchés par les courbatures : le quadriceps, les ischio-jambiers et le triceps sural. Etant limité par le temps, la durée du massage a été la même malgré les volumes différents de ces muscles. Il aurait été plus pertinent d'adapter la durée du massage en fonction de la masse musculaire, afin d'espérer ressentir les mêmes sensations sur les muscles autres que le triceps sural.

De plus, certains auteurs préconisent de réaliser le massage deux heures après l'effort afin d'obtenir des effets durables (6) (31), ce qui n'a pas été notre cas. Nous avons pratiqué 5 minutes de massage sur chacun des muscles aux coureurs du groupe concerné. Bien que nous ayons lu dans la littérature qu'un massage court de 5 à 12 min est autant efficace qu'un massage long de 30 min, pouvons-nous considérer que 5

minutes sur un muscle volumineux comme les IJ est suffisant ? La disponibilité des athlètes a limité la durée du traitement.

D'après Moraska et Col, le niveau d'expérience du thérapeute dans la pratique du massage influe sur l'intensité des douleurs ressenties par le patient. Le protocole a été effectué par le même étudiant de masso-kinésithérapie. L'expérience du thérapeute de troisième année pourrait ne pas permettre d'avoir un niveau suffisant pour maximiser les effets du massage.

La cryothérapie n'a pas permis d'influencer sur la force musculaire du MI traité étant donné que les résultats ont montré une perte de force musculaire équivalente entre le MI traité et témoin dans chacun des groupes.

Dans nos recherches bibliographiques, nous avons remarqué qu'il y a autant de protocoles de cryothérapie que d'études et nous n'en avons trouvé aucun validé par des résultats significatifs ni aucun protocole standard établi (4). Le protocole mis en place dans cette étude s'est construit suite à la lecture d'articles portant sur la physiologie du froid. Il n'a donc pas été validé comme étant efficace sur les courbatures.

Deux modalités d'application du froid ressortent : celle de la cryothérapie corps entier, en plein développement et à la mode dans le monde des athlètes mais dont l'efficacité reste encore à être démontrée et celle de la cryothérapie locale par convection - immersion en eau froide - qui paraît être la plus efficace (4). Cependant nous avons choisi les cold packs pour leur simplicité d'utilisation, leur facilité de transport, de stockage lors des déplacements et pour leur meilleure tolérance par rapport à la cryothérapie corps entier (32).

Les différents sujets recevant les cold packs ont une épaisseur de tissus adipeux variable. Lorsque cette couche est moins importante, les tissus refroidissent plus rapidement et atteignent des températures plus basses (33). La sonde de température nous a permis de contrôler la température cutanée mais pas celle intramusculaire. Chaque sujet n'a donc pas ressenti les mêmes effets du froid.

5.5. Par rapport aux limites de l'étude

Afin de comparer l'efficacité des deux traitements, nous avons raisonné suivant la méthode décrite à l'annexe VII. Si nous analysons seulement les résultats du MI traité par cryothérapie par rapport au MI traité par massage en faisant abstraction du MI témoin de chacun des groupes, nous pourrions conclure que la cryothérapie est plus efficace pour limiter la perte de force musculaire 24h après le traitement par rapport à avant la compétition : les mesures ont été faites avec une population de coureurs différente et effectuant des exercices physiques différents. Avant toute comparaison des traitements, il nous semble important de conclure à une efficacité du MI traité par rapport au MI témoin.

Afin d'espérer avoir des résultats significatifs sur au moins un des paramètres sélectionnés, nous avons utilisé plusieurs tests. Les nombreuses données à traiter ont rendu l'analyse complexe. Le protocole serait à simplifier.

5.6. Propositions

Pour avoir des résultats plus fiables, nous aurions dû trouver un nombre plus important de coureurs réalisant des compétitions ou des efforts plus longs et plus importants que ceux effectués par la plupart des sujets de notre échantillon.

Afin de mieux pouvoir interpréter les résultats dans la comparaison des deux traitements, nous aurions dû reprendre les mêmes coureurs lors d'une deuxième course et effectuer le traitement non reçu lors de la première compétition.

Le protocole serait à élaborer en sélectionnant les tests les plus pertinents. De nombreux coureurs ont remarqué des différences de sensations entre les deux membres inférieurs immédiatement après le traitement, en descendant les escaliers notamment. Ils ont dit « présenter des douleurs de moindre intensité et plus diffuses » au membre inférieur traité et « le ressentir plus léger, moins lourd, moins dur, moins fatigué et avoir moins de gêne ». Il serait préférable de se limiter à évaluer la douleur lors d'une épreuve fonctionnelle en excentrique. Quant à la force musculaire, un moyen de mesure plus fiable, plus reproductible serait à utiliser comme par exemple l'isocinétisme.

6. CONCLUSION

Dans le milieu du sport de haut niveau, la récupération est une étape à ne pas négliger. Après une compétition, l'objectif du sportif est de retrouver son état physique antérieur pour continuer ses entraînements en ayant le moins de séquelles induites par la compétition.

Le masseur-kinésithérapeute est au cœur de cette récupération. En effet, un exercice musculaire intense a tendance à créer des DOMS chez les sportifs. Ceux-ci se manifestent, entre autres, par une perte de force musculaire et des douleurs. Nous avons donc voulu, dans notre étude, savoir d'une part si le massage ou la cryothérapie influence ces deux paramètres cités et d'autre part connaître le traitement le plus efficace. Les résultats de notre étude n'ont pas montré d'effet préventif de ces traitements-là sur la diminution de la force musculaire, cependant le massage sur le quadriceps l'a limitée. Le massage et la cryothérapie n'ont pas permis de prévenir des douleurs 24h après la compétition mais le massage a eu un impact positif sur l'intensité de la douleur par rapport au membre non traité.

Comme l'explique l'article de Nelson (34), il existe un nombre important de preuves scientifiques pour dire que le massage permet de diminuer les douleurs dues aux DOMS, mais peu de preuves scientifiques concernant la prévention de la diminution de la force musculaire.

Il serait intéressant de faire une étude sur une population de sportifs de haut niveau pratiquant des courses à pied de type « trail », créant ainsi plus de courbatures et de les suivre sur deux courses afin d'appliquer les deux traitements. Il serait préférable de se restreindre à un ou deux tests plus pertinents comme une épreuve fonctionnelle excentrique afin de mieux évaluer les douleurs musculaires du quadriceps.

Comme le dit M. Gedda, *«ce n'est pas parce que l'efficacité d'une technique n'est pas prouvée qu'il est prouvé qu'elle est inefficace»* (30).

BIBLIOGRAPHIE

1. Coudreuse J-M, Dupont P, Nicol C. Douleurs musculaires post-effort. [Httpwwwem-Premiumcomdatarevues0762915X00240002103](http://www.em-premium.com/data/revues/0762915X00240002103) [Internet]. 19 févr 2008 [cité 18 mars 2017]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com.bases-doc.univ-lorraine.fr/article/86859/resultatrecherche/6>
2. Cohen J, Cantecorp K. Les DOMS : compréhension d'un mécanisme en vue d'un traitement masso-kinésithérapique préventif. [Httpwwwem-Premiumcomdatarevues177901230011011315](http://www.em-premium.com/data/revues/177901230011011315) [Internet]. 20 juin 2011 [cité 26 juin 2016]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com.bases-doc.univ-lorraine.fr/article/297291/resultatrecherche/1>
3. Cheung K, Hume PA, Maxwell L. Delayed Onset Muscle Soreness: Treatment Strategies and Performance Factors. *Sports Med.* 15 janv 2003;33(2):145-64.
4. White GE, Wells GD. Cold-water immersion and other forms of cryotherapy: physiological changes potentially affecting recovery from high-intensity exercise. *Extreme Physiol Med.* 2013;2:26.
5. Visconti L, Capra G, Carta G, Forni C, Janin D. Effect of massage on DOMS in ultramarathon runners: A pilot study. *J Bodyw Mov Ther.* juill 2015;19(3):458-63.
6. Poppendieck W, Wegmann M, Ferrauti A, Kellmann M, Pfeiffer M, Meyer T. Massage and Performance Recovery: A Meta-Analytical Review. *Sports Med Auckl NZ.* févr 2016;46(2):183-204.
7. Mancinelli CA, Davis DS, Aboulhosn L, Brady M, Eisenhofer J, Foutty S. The effects of massage on delayed onset muscle soreness and physical performance in female collegiate athletes. *Phys Ther Sport.* févr 2006;7(1):5-13.
8. Tejero-Fernández V, Membrilla-Mesa M, Galiano-Castillo N, Arroyo-Morales M. Immunological effects of massage after exercise: A systematic review. *Phys Ther Sport.* mai 2015;16(2):187-92.
9. Haas C, Butterfield TA, Abshire S, Zhao Y, Zhang X, Jarjoura D, et al. Massage timing affects postexercise muscle recovery and inflammation in a rabbit model. *Med Sci Sports Exerc.* juin 2013;45(6):1105-12.
10. Manual Massage and Recovery of Muscle Function Following Exercise: A Literature Review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1 févr 1997;25(2):107-12.
11. Weerapong P, Hume PA, Kolt GS. The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sports Med Auckl NZ.* 2005;35(3):235-56.
12. Moraska A. Therapist Education Impacts the Massage Effect on Postrace Muscle Recovery. *Med Sci Sports Exerc Off J Am Coll Sports Med.* 2007;(1):34.

13. Moraska A. Massage Efficacy Beliefs for Muscle Recovery from a Running Race. *Int J Ther Massage Bodyw.* 3 juin 2013;6(2):3-8.
14. 0301_-_Massage.pdf [Internet]. [cité 13 sept 2016]. Disponible sur: https://cyberlearn.hes-so.ch/pluginfile.php/143827/mod_resource/content/0/0301_-_Massage.pdf
15. Ogai R, Yamane M, Matsumoto T, Kosaka M. Effects of petrissage massage on fatigue and exercise performance following intensive cycle pedalling. *Br J Sports Med.* 1 oct 2008;42(10):834-8.
16. Goats GC. Massage--the scientific basis of an ancient art: Part 1. The techniques. *Br J Sports Med.* 1 sept 1994;28(3):149-52.
17. Demoulin C, Vanderthommen M. Cryothérapie et maladies rhumatismales. *Rev Rhum.* déc 2011;78(6):500-2.
18. Richendollar ML, Darby LA, Brown TM. Ice Bag Application, Active Warm-Up, and 3 Measures of Maximal Functional Performance. *J Athl Train.* 2006;41(4):364-70.
19. Ks - La cryothérapie en rééducation : revue de la littérature [Internet]. [cité 6 nov 2016]. Disponible sur: <http://www.ks-mag.com/article/6287-la-cryotherapie-en-reeducation-revue-de-la-litterature>
20. Comparison of gaseous cryotherapy with more traditional forms of cryotherapy following total knee arthroplasty [Internet]. [cité 6 nov 2016]. Disponible sur: http://ac.els-cdn.com/bases-doc.univ-lorraine.fr/S1877065712000486/1-s2.0-S1877065712000486-main.pdf?_tid=b26cdfd8-a43c-11e6-ace7-00000aab0f02&acdnat=1478449308_874dd67bf9e51250403dc0efda61a386
21. Nemet D, Meckel Y, Bar-Sela S, Zaldivar F, Cooper DM, Eliakim A. Effect of local cold-pack application on systemic anabolic and inflammatory response to sprint-interval training: a prospective comparative trial. *Eur J Appl Physiol.* 4 août 2009;107(4):411.
22. Lau WY, Muthalib M, Nosaka K. Visual Analog Scale and Pressure Pain Threshold for Delayed Onset Muscle Soreness Assessment. *J Musculoskelet Pain.* 1 déc 2013;21(4):320-6.
23. Bragard D, Decruynaere C. Évaluation de la douleur : aspects méthodologiques et utilisation clinique. *EMC - Kinésithérapie - Médecine Phys - Réadapt.* janv 2010;6(3):1- 10.
24. L'échelle visuelle analogique est-elle un outil valide et utilisable en routine ? Pour ! [Httpwwwem-Premiumcomdatarevues1279796000030003195](http://www.em-premium.com/bases-doc.univ-lorraine.fr/article/156817/resultatrecherche/1) [Internet]. 30 avr 2008 [cité 25 juin 2016]; Disponible sur: <http://www.em-premium.com/bases-doc.univ-lorraine.fr/article/156817/resultatrecherche/1>

25. notice_echelle_visuelle_analogique.pdf [Internet]. [cité 28 nov 2016]. Disponible sur: http://www.sfetd-douleur.org/sites/default/files/u3349/evaluation/notice_echelle_visuelle_analogique.pdf
26. Masson E. Évaluation de la reproductibilité du test de force isométrique sur balance et par dynamomètre à pression pour les muscles extenseurs de genou [Internet]. EM-Consulte. [cité 6 avr 2017]. Disponible sur: <http://www.em-consulte.com/article/739497/figures/evaluation-de-la-reproductibilite-du-test-de-force>
27. Augustsson J, Thomeé R, Lindén C, Folkesson M, Tranberg R, Karlsson J. Single-leg hop testing following fatiguing exercise: reliability and biomechanical analysis. *Scand J Med Sci Sports*. avr 2006;16(2):111-20.
28. Test-Retest Reliability of 4 Single-Leg Horizontal Hop Tests... : The Journal of Strength & Conditioning Research [Internet]. LWW. [cité 27 oct 2016]. Disponible sur: http://journals.lww.com/nsca-jscr/Fulltext/2002/11000/Test_Retest_Reliability_of_4_Single_Leg_Horizontal.21.aspx
29. Masson E. Évaluation de la force des ischio-jambiers en contraction isométrique à l'aide d'un pèse-personne [Internet]. EM-Consulte. [cité 11 nov 2016]. Disponible sur: <http://www.em-consulte.com/article/951260/alertePM>
30. Ks - Etude des effets du massage sur la perception de la récupération musculaire chez des sportifs de haut niveau [Internet]. [cité 6 avr 2017]. Disponible sur: <http://www.ks-mag.com/article/6095-etude-des-effets-du-massage-sur-la-perception-de-la-recuperation-musculaire-chez-des-sportifs-de-haut-niveau>
31. Brummitt J. The Role of Massage in Sports Performance and Rehabilitation: Current Evidence and Future Direction. *North Am J Sports Phys Ther NAJSPT*. févr 2008;3(1):7-21.
32. Jastrzabek R, Straburzyńska-Lupa A, Rutkowski R, Romanowski W. Effects of different local cryotherapies on systemic levels of TNF- α , IL-6, and clinical parameters in active rheumatoid arthritis. *Rheumatol Int*. août 2013;33(8):2053-60.
33. Hohenauer E, Taeymans J, Baeyens J-P, Clarys P, Clijsen R. The Effect of Post-Exercise Cryotherapy on Recovery Characteristics: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLOS ONE*. 28 sept 2015;10(9):e0139028.
34. Nelson N. Delayed onset muscle soreness: Is massage effective? *J Bodyw Mov Ther*. 1 oct 2013;17(4):475-82.

ANNEXES

- **Annexe I** : questionnaire adressé aux coureurs.
- **Annexe II** : formulaire de consentement écrit.
- **Annexe III** : fiche d'évaluations.
- **Annexe IV** : synoptique du protocole.
- **Annexe V** : résultats des évaluations de la douleur - groupe cryothérapie.
- **Annexe VI** : résultats des évaluations de la douleur - groupe massage.
- **Annexe VII** : synoptique d'analyse des résultats.

ANNEXE I : QUESTIONNAIRE ADRESSE AUX COUREURS

QUESTIONNAIRE : Douleurs musculaires

Je suis Pauline Gyselinck, étudiante en troisième année de kinésithérapie. Je fais mon mémoire sur l'efficacité du massage, de la récupération spontanée et de la cryothérapie sur les douleurs musculaires présentes chez les coureurs de longues distances. Pour faire cette recherche, j'ai besoin de vous. Si vous n'avez pas de blessures sportives et si vous souhaitez m'aider à réaliser ce mémoire merci de répondre à ce questionnaire.

Si vous êtes atteint de blessures sportives merci de ne pas répondre à ce questionnaire.

Age

Sexe Masculin Féminin

Depuis combien de temps pratiquez-vous la course à pied ?

Plan d'entraînement de la semaine :

- *Lundi : 30 min de footing + fractionné court (pente ou 30s rapide/30s lente)*
- *Jeudi : 30 min de footing + vitesse maximale aérobie : 200, 300 ou 500 mètres*
- *Samedi : 30 min de footing + sortie longue 1000, 2000, 3000 mètres*
- *Dimanche : Compétition*

A quelles séances d'entraînement participez-vous ?

	Toujours	Régulièrement	Occasionnellement	Jamais
Lundi				
Jeudi				
Samedi				
Dimanche				

Avez-vous des douleurs musculaires (=douleurs musculaires venant 24h à 48h après avoir couru et durant 2 à 5 jours) :

	Toujours	Fréquemment	Régulièrement	Rarement	Jamais
Après la séance du lundi					
Après la séance du jeudi					
Après la séance du samedi					
Après les compétitions					

Ressentez-vous des douleurs musculaires ?

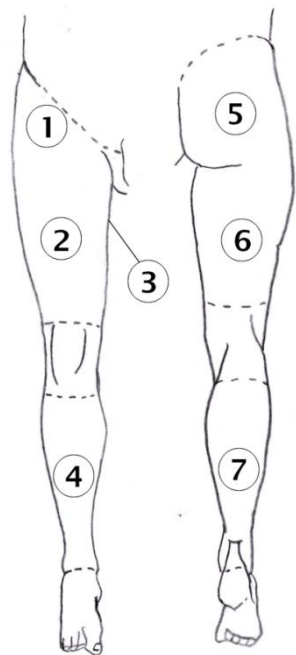
- Aux deux membres inférieurs
- A un seul membre inférieur
- Toujours au même membre inférieur
- Parfois à l'un, parfois à l'autre

Les douleurs musculaires sont elles situées au même endroit du membre inférieur ?

- Toujours
- Régulièrement
- Occasionnellement
- Rarement
- Jamais

Où se situent le plus souvent vos douleurs musculaires ? (voir schéma ci dessous)

	Toujours	Fréquemment	Régulièrement	Rarement	Jamais
Zone 1					
Zone 2					
Zone 3					
Zone 4					
Zone 5					
Zone 6					
Zone 7					



devant derrière

ANNEXE II : FORMULAIRE DE CONSENTEMENT ECRIT

Je soussigné(e) donne mon consentement éclairé, après avoir reçu les informations, indications et contre indications nécessaires concernant la recherche sur la prévention de l'apparition des douleurs musculaires.

Je certifie

- Ne présenter aucune blessure sportive.
- Ne pas présenter de contre indications au massage telles que :
 - fragilité du système veineux et capillaire : varices, hémophilie
 - fragilité cutanée : plaies ouvertes
 - insuffisance cardiaque
 - pathologies inflammatoires en phase aiguë
 - maladies infectieuses au stade évolutif
 - en présence d'hémorragie Thrombose veineuse profonde ou phlébite
 - affections cutanées (cancers dermatologiques, dermatoses, mycoses...)
 - cancer
- Ne pas présenter de contre indications à la cryothérapie telles que :
 - cryoglobulinémie : présence anormale de protéine appelées cryoglobuline.
 - urticaire au froid
 - syndrome de Raynaud
 - insuffisance vasculaire périphérique veineuse ou lymphatique
 - hémoglobinurie paroxystique a frigore : anémie hémolytique auto-immune
 - hypoesthésie ou anesthésie
 - intolérance personnelle : sensation douloureuse (picotement, brûlure) lors de l'application du froid

Je certifie avoir été pleinement informé(e) :

Que j'ai la possibilité de poser toutes les questions qui me semblent utiles pour la bonne compréhension de cette recherche à Pauline GYSELINCK

Que je me porte volontaire à cette étude en sachant que je peux interrompre ma participation à tout moment sans justification.

Que pour le bon déroulement de cette étude, je n'utiliserai aucun autre moyen de récupération tel que des anti-inflammatoire, étirement, boisson, électrothérapie ...

Dans le cas contraire, je m'engage à signaler toute prise de médicament anti-inflammatoire, ou autre qui pourrait influencer sur les résultats de cette recherche.

Fait à le

Signature précédée de la mention « lu et approuvé »

ANNEXE III : FICHE D'ÉVALUATIONS

Nom- Prénom :

Traitement reçu :

MI traité :

Taille :

Poids :

Avant compétition :

EVA en décubitus :

Droite :

Gauche :

EVA à la palpation :

* **Quadriceps :**

Droite :

Gauche :

* **Ischio jambiers :**

Droite :

Gauche :

* **Triceps sural :**

Droite :

Gauche :

Poids du thérapeute :

Force maximale du Quadriceps :

Droite :

EVA :

Gauche :

EVA :

Force maximale des IJ :

Droite :

EVA :

Gauche :

EVA :

Single hop test :

Droite : 1 :

2 :

3 :

EVA :

Gauche : 1 :

2 :

3 :

EVA :

Après compétition, avant traitement :

EVA en décubitus :

Droite :

Gauche :

EVA à la palpation :

* **Quadriceps :**

Droite :

Gauche :

* **Ischio jambiers :**

Droite :

Gauche :

* **Triceps sural :**

Droite :

Gauche :

Poids du thérapeute :

Force maximale du Quadriceps :

Droite :

EVA :

Gauche :

EVA :

Force maximale des IJ :

Droite :

EVA :

Gauche :

EVA :

Single hop test :

Droite : 1 :

2 :

3 :

EVA :

Gauche : 1 :

2 :

3 :

EVA :

Le jour après la compétition :

EVA en décubitus :

Droite :

Gauche :

EVA à la palpation :

*** Quadriceps :**

Droite :

Gauche :

*** Ischio jambiers :**

Droite :

Gauche :

*** Triceps sural :**

Droite :

Gauche :

Poids du thérapeute :

Force maximale du Quadriceps :

Droite :

EVA :

Gauche :

EVA :

Force maximale des IJ :

Droite :

EVA :

Gauche :

EVA :

Single hop test :

Droite : 1 :

2 :

3 :

EVA :

Gauche : 1 :

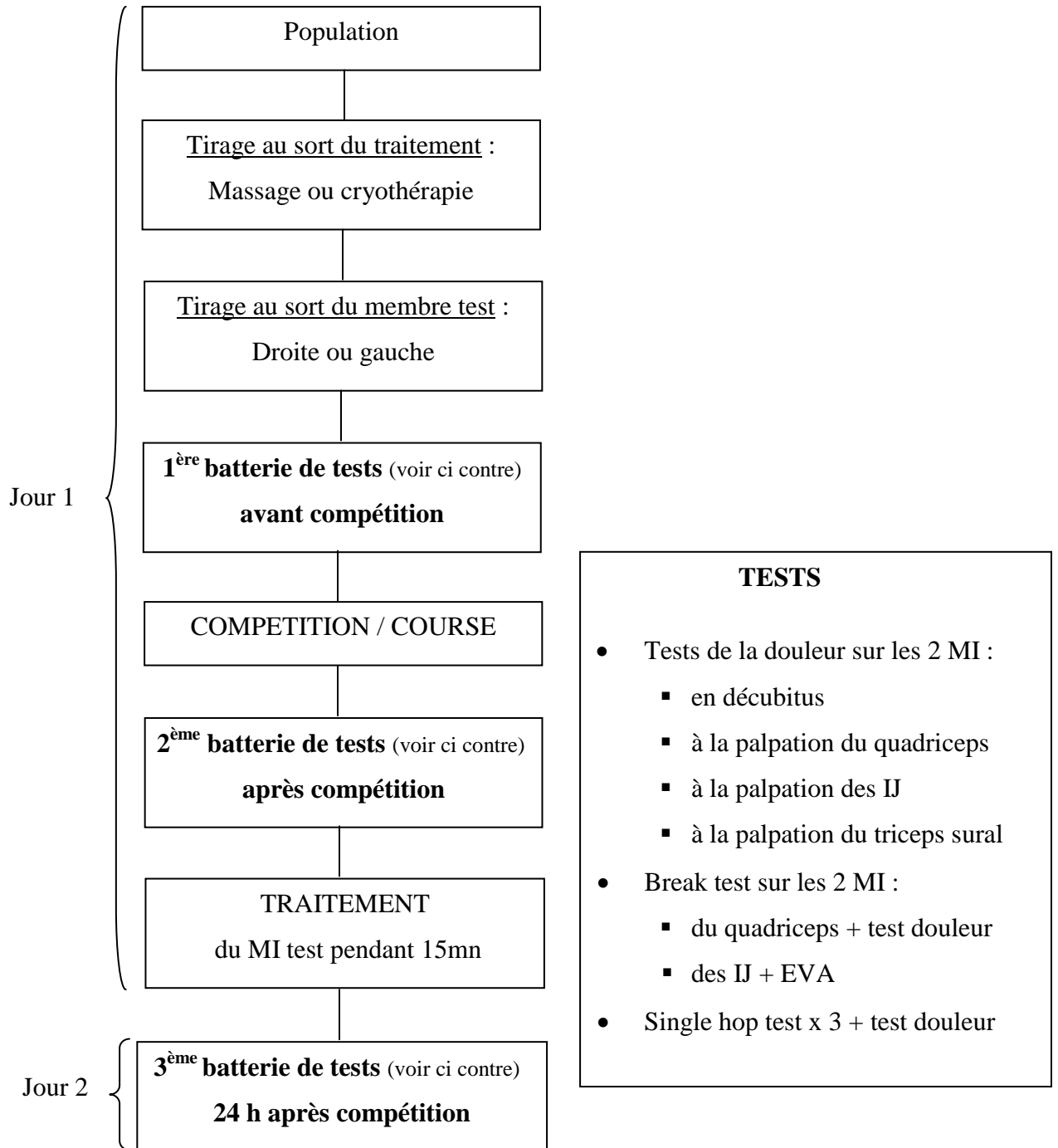
2 :

3 :

EVA :

Observations du coureur :

ANNEXE IV : SYNOPTIQUE DU PROTOCOLE



MI : membre inférieur IJ : ischio-jambiers

**ANNEXE V : RESULTATS DES EVALUATIONS DE LA DOULEUR – GROUPE
CRYOTHERAPIE**

GROUPE CRYOTHERAPIE		en décubitus			palpation Q			palpation IJ			palpation TS			force max Q			force max IJ		
		av	ap	ap+1	av	ap	ap+1	av	ap	ap+1	av	ap	ap+1	av	ap	ap+1	av	ap	ap+1
sujet 1	temoin		1,0			0,5	1,5					3,0	1,0						
	test		1,5			0,5	0,5					4,0							
sujet 10	temoin					2,5	4,5		1,5	1,0		1,0	1,0						
	test		1,5			2,5	6,0					1,0	0,5						
sujet 3	temoin					1,0	1,0										3,0		
	test					1,0	1,0				0,5	2,0	1,5				1,0		
sujet 8	temoin				1,5	1,5	1,0			0,5	1,0	0,5	0,5				0,5		
	test				1,5	0,5	1,5					0,5	0,5				0,5		0,5
sujet 17	temoin				2,0	2,0	2,0			0,5		0,5	1,0						
	test				2,0	2,0	1,5			0,5			1,0						
sujet 2	temoin						2,5					0,5	2,5						
	test						2,5					0,5	2,5						
sujet 12	temoin		1,0				3,5		1,5			2,0	0,5						2,0
	test		1,0				2,5					2,0							
sujet 14	temoin						1,0						2,0						
	test						0,5						1,5						
sujet 11	temoin						1,0			1,0		1,0	1,0						
	test																		
sujet 18	temoin											2,0							
	test					2,0	1,0		2,0			3,0	2,0						
sujet 9	temoin									2,0		1,0							
	test			1,5								1,5	2,5						
sujet 13	temoin																		
	test			2,0															
sujet 15	temoin																		
	test																		
sujet 16	temoin																		
	test																		
sujet 4	temoin																		
	test																		

av : avant compétition ap : après compétition ap+1 : 24 h après compétition

Q = quadriceps IJ = ischio-jambier TS = triceps sural

témoin = membre inférieur non traité test = membre inférieur traité

ANNEXE VI : RESULTATS DES EVALUATIONS DE LA DOULEUR – GROUPE MASSAGE

GROUPE MASSAGE		en décubitus			palpation Q			palpation IJ			palpation TS			force max Q			force max IJ		
		av	ap	ap+1	av	ap	ap+1	av	ap	ap+1	av	ap	ap+1	av	ap	ap+1	av	ap	ap+1
sujet 7	temoin						1,0		2,0										
	test						1,0		2,0										
sujet 26	temoin						3,5							2,0					
	test						0,5												
sujet 25	temoin						1,0												
	test						1,0												
sujet 6	temoin					1,0	1,5				0,5	2,0	1,5						1,0
	test					1,0	0,5				1,0	2,0	1,0						
sujet 27	temoin		1,0			1,0	1,5			1,0		1,5	1,0						1,0
	test					1,0	1,5					1,5							
sujet 22	temoin		2,0	1,0		1,5	3,5				0,5	3,0	3,0		1,5	3,0		3,0	3,0
	test					1,5	2,0					2,5	1,5		1,5	2,0		1,5	1,0
sujet 23	temoin					0,5	2,5					1,0	2,0						1,5
	test					0,5	1,5	2,5		1,0	0,5		0,5	1,0			0,5		1,0
sujet 29	temoin					2,0	3,0	3,0	0,5	1,0	0,5								
	test					2,0	3,0	4,0		1,0	0,5	1,0	1,0						
sujet 20	temoin					3,0						3,0	4,0	2,5					
	test					2,5													
sujet 30	temoin		1,5				4,5			1,0		2,5	2,0						
	test		1,5			2,5	3,5			1,0		1,0	1,0						
sujet 24	temoin																		
	test																		
sujet 28	temoin																		
	test																		
sujet 21	temoin																	1,0	
	test		0,5																
sujet 5	temoin																		
	test																		
sujet 19	temoin									2,0			3,5						3,5
	test									1,0									2,0

av : avant compétition ap : après compétition ap+1 : 24 h après compétition

Q = quadriceps IJ = ischio-jambier TS = triceps sural

temoin = membre inférieur non traité test = membre inférieur traité

ANNEXE VII : SYNOPTIQUE D'ANALYSE DES RESULTATS

L'analyse des résultats a concerné le break test et le single hop test.

