

L'efficacité de l'utilisation du *foam roller* sur l'extensibilité musculaire des ischio-jambiers: étude pilote randomisée contrôlée

Matteo Cometta – Benoit Falquet

Anne-Gabrielle Mittaz Hager – Directrice du travail de Bachelor

Introduction

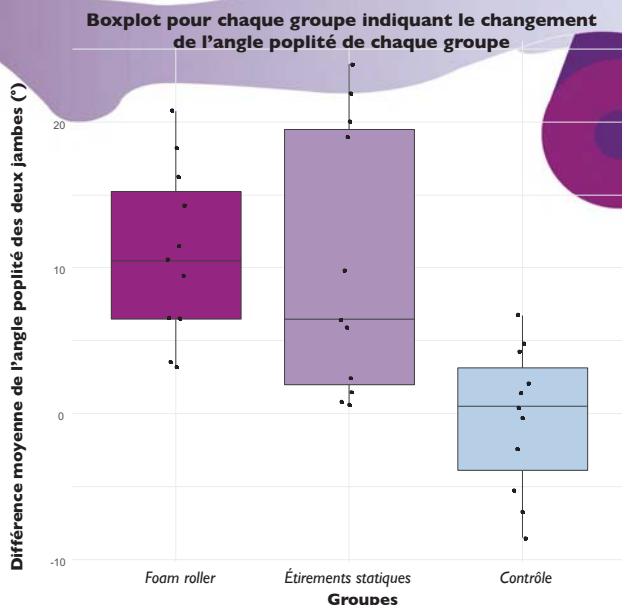
Dans le milieu du sport comme en physiothérapie, les étirements sont omniprésents. Le groupe musculaire des ischio-jambiers est celui qui mérite une attention particulière. L'utilisation du *foam roller*, qui permet d'agir sur la musculature, est de plus en plus répandue et sa littérature est émergente¹.

Méthode

Étude pilote randomisée contrôlée sur huit semaines avec trois groupes : étirements à l'aide du *foam roller*, étirements statiques et un groupe contrôle.

Résultats

La faisabilité a été démontrée par le nombre de participants recrutés (n=33), le respect de la planification des processus prévus, l'adéquation des documents utilisés et par l'adhésion des sujets aux programmes proposés. Une amélioration statistiquement significative de l'extensibilité des ischio-jambiers a été observée dans les groupes *foam roller* et étirements statiques ($p < 0.001$). La différence entre les deux groupes n'est pas statistiquement significative.



Discussion

L'étude à grande échelle est réalisable avec des adaptations mineures. Le programme d'étirements de la chaîne postérieure avec *foam roller* est au moins aussi efficace que le programme d'étirements statiques sur l'extensibilité du groupe musculaire des ischio-jambiers sur une durée de huit semaines.

Références bibliographiques [1]

Beardsley, C., & Škarabot, J. (2015). Effects of self-myofascial release: A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(4), 747-758.

Cheatham, S.W., Kolber, M.J., Cain, M., & Lee, M. (2015). THE EFFECTS OF SELF-MYOFASCIAL RELEASE USING A FOAM ROLL OR ROLLER MASSAGER ON JOINT RANGE OF MOTION, MUSCLE RECOVERY, AND PERFORMANCE: A SYSTEMATIC REVIEW. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 827-838.

Schroeder, A. N., & Best, T. M. (2015). Is self-myofascial release an effective preexercise and recovery strategy? A literature review. *Current Sports Medicine Reports*, 14(3), 200-208. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000148>.

Take home message

**Une étude à grande échelle est réalisable.
Le *foam roller* se démontre au moins aussi efficace que les étirements statiques lors d'une hypoextensibilité des muscles ischio-jambiers.**

**L'efficacité de l'utilisation du *foam roller*
sur l'extensibilité musculaire des ischio-jambiers :
une étude pilote randomisée contrôlée**

MATTEO COMETTA

Etudiant HES – Filière Physiothérapie

BENOIT FALQUET

Etudiant HES – Filière Physiothérapie

Directrice de travail de Bachelor : ANNE-GABRIELLE MITTAZ HAGER

TRAVAIL DE BACHELOR

Déposé à Loèche-les-Bains (VS-CH) le 8 juin 2018

En vue de l'obtention d'un

Bachelor of Science HES-SO in Physiotherapy

Résumé

Introduction:

Dans le milieu du sport comme en physiothérapie, les étirements sont omniprésents. Le groupe musculaire des ischio-jambiers est celui qui mérite une attention particulière. L'utilisation du *foam roller* qui permet d'agir sur la musculature, est de plus en plus fréquente.

Objectif:

L'objectif de ce travail est d'évaluer la faisabilité d'une étude pilote randomisée contrôlée pour évaluer les effets du *foam roller* sur l'extensibilité des ischio-jambiers.

Méthode:

Étude pilote randomisée contrôlée sur huit semaines avec trois groupes : étirements à l'aide du *foam roller*, étirements statiques et groupe contrôle.

Résultats:

La faisabilité a été démontrée par le nombre de patients recrutés (n=33), le respect de la planification des processus prévus, l'adéquation des documents utilisés et par l'adhésion des sujets aux programmes proposés. Une amélioration statistiquement significative de l'extensibilité des ischio-jambiers a été observée dans les groupes *foam roller* et étirements statiques ($p < 0.001$). La différence entre les deux groupes n'est pas statistiquement significative.

Discussion et Conclusion:

L'étude à grande échelle est réalisable avec des adaptations mineures. Le programme d'étirements de la chaîne postérieure avec *foam roller* est au moins aussi efficace que le programme d'étirements statiques sur l'extensibilité du groupe musculaire des ischio-jambiers sur une durée de huit semaines.

Mots-clés:

Foam roller, MFR, SMFR, SMR, étirements statiques, extensibilité ischio-jambiers.

Riassunto

Introduzione:

Nell'ambito sportivo e fisioterapico lo stretching è onnipresente. Il gruppo muscolare degli ischio-crurali è quello che merita un'attenzione particolare. L'uso del *foam roller*, che agisce direttamente sulla muscolatura, è sempre più utilizzato.

Obiettivo:

L'obiettivo di questo lavoro è di valutare la fattibilità di uno studio pilota randomizzato controllato per valutare gli effetti del *foam roller* sull'estensibilità dei muscoli ischio-crurali.

Metodo:

Studio pilota controllato randomizzato su una durata di otto settimane con tre gruppi: stretching con *foam roller*; stretching statico e gruppo di controllo.

Risultati:

La fattibilità è stata dimostrata dal numero di pazienti reclutati ($n = 33$), dal rispetto della pianificazione prevista dei processi, dalla pertinenza dei documenti utilizzati e dall'aderenza dei soggetti ai programmi proposti. È stato osservato un miglioramento statisticamente significativo dell'estensibilità dei muscoli posteriori della coscia nei gruppi *foam roller* e stretching statico ($p < 0.001$). La differenza tra i due gruppi non è statisticamente significativa.

Discussione e conclusione:

Lo studio su larga scala è fattibile con adattamenti minori. Il programma di allungamento con il *foam roller* è efficace almeno quanto il programma di stretching statico sull'estensibilità del gruppo muscolare degli ischio-crurali su un periodo di otto settimane.

Parole-chiave:

Foam roller, MFR, SMFR, SMR, stretching statico, estensibilità dei muscoli ischio-crurali

Zusammenfassung

Einleitung:

Im Bereich des Sports und der Physiotherapie ist Stretching allgegenwärtig. Die ischiocrurale Muskeln verdienen besondere Aufmerksamkeit. Die Verwendung eines *foam roller*, der auf die Muskulatur einwirken kann, wird mehr und mehr genutzt.

Ziel:

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Machbarkeit einer randomisierten, kontrollierten Pilotstudie zu evaluieren, um die Auswirkungen von Schaumstoffrollen auf die Dehnbarkeit der ischiocrurale Muskeln zu untersuchen.

Methode:

Randomisierte kontrollierte Pilotstudie über acht Wochen mit drei Gruppen: Dehnung mit *foam roller*; Statischen Dehnung und Kontrollgruppe.

Ergebnisse:

Die Durchführbarkeit wurde anhand der Anzahl der rekrutierten Patienten ($n = 33$), der Einhaltung der geplanten Prozessplanung, die Relevanz den verwendeten Dokumenten und der Einhaltung der vorgeschlagenen Programme durch die Probanden nachgewiesen. Eine statisch signifikante Verbesserung der Dehnbarkeit der ischiocruralen Muskeln wurde in den Gruppen der *foam roller* und der statischen Dehnung beobachtet ($p < 0.001$). Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen ist statistisch nicht signifikant.

Diskussion und Schlussfolgerung:

Eine groß angelegte Studie ist mit geringen Anpassungen durchführbar. Das Dehnungsprogramm mit dem *foam roller* ist mindestens so effizient wie das statische Dehnungsprogramm für die Dehnbarkeit der ischiocrurale Muskelgruppe über einen Zeitraum von acht Wochen.

Stichwörter:

Foam roller, MFR, SMFR, SMR, statisches Stretching, Dehnbarkeit der ischiocrurale Muskeln.

Abstract

Introduction:

In sports and physiotherapy, stretching is ubiquitous. The hamstring muscle group is the one that deserves special attention. The use of *foam roller* which allows to act on the musculature, is more and more used.

Objective:

The objective of this work is to evaluate the feasibility of a randomized controlled pilot study to evaluate the effects of *foam roller* on the extensibility of the hamstring muscles.

Methods:

Randomized controlled pilot study over eight weeks with three groups: stretching with *foam roller*; static stretching and control group.

Results:

The feasibility was demonstrated by the number of patients recruited ($n = 33$), the respect of the planned process planning, the relevance of the documents used and the adherence of the subjects to the programs. A statistically significant improvement in the extensibility of the hamstrings was observed in the *foam roller* and static stretching groups. The difference between the two groups is not statistically significant.

Discussion and Conclusion:

The large-scale study is feasible with minor adaptations. The *foam roller* stretching program is at least as effective as the static stretching program on the extensibility of the hamstring muscle group over a period of eight weeks.

Key-Words:

Foam roller, MFR, SMFR, SMR, static stretching, hamstring extensibility.

“AVERTISSEMENT”

Les prises de position, la rédaction et les conclusions de ce travail n’engagent que la responsabilité de ses auteurs et en aucun cas celle de la Haute Ecole de Santé Valais-Wallis, du Jury ou de la Directrice du Travail de Bachelor.

Nous attestons avoir réalisé seuls le présent travail, sans avoir utilisé d’autres sources que celles indiquées dans la liste de références bibliographiques.

Loèche-les-Bains, le 08.06.2018

Matteo Cometta et Benoit Falquet

Remerciements

Nous tenons à adresser nos sincères remerciements aux personnes suivantes :

Madame **Anne-Gabrielle Mittaz-Hager**, directrice de notre travail de Bachelor et Professeur ordinaire à la HES-SO Valais-Wallis, pour sa disponibilité, ses remarques pertinentes, ses corrections et ses nombreux conseils.

Monsieur **Roger Hilfiker**, Professeur ordinaire à la HES-SO Valais-Wallis, pour sa disponibilité, ses remarques et conseils judicieux.

Monsieur **Thomas Mullis**, Président-Directeur Général de *Blackroll*® Suisse, pour le matériel fourni ainsi que pour les références apportées.

Madame **Elena Roos**, athlète de l'Équipe Nationale Suisse de course d'orientation, Monsieur **Pierrick Saintrond**, responsable physiothérapeute du sport CSS-UNIL-EPFL et LUC, Monsieur **Fabio Truaisch**, physiothérapeute et préparateur athlétique à *Swiss-Ski* et physiothérapeute chef du cabinet Fisio Truaisch ainsi que Monsieur **François Letoucq**, physiothérapeute chef à l'hôpital de Montreux, membres de la commission d'experts, pour leurs conseils, corrections et pistes d'amélioration des programmes d'étirements.

Sandro Cometta, Laura Cometta, Maryline Falquet, Sandrine Falquet, Maria Pongracz, Anna Rossetti, Giovanni Rossetti et Elisabeth Rossetti-Wiget pour les traductions et les relectures de notre travail.

Tous les trente-trois participants pour leur disponibilité, leurs retours et leur respect de l'intervention.

Nos proches, pour leur soutien, de près ou de loin, tout au long de la réalisation de ce travail.

Table des matières

Liste des abréviations.....
1. Introduction	1
1.1. Anatomie – physiologie des ischio-jambiers.....	2
1.1.1. Structure des muscles.....	2
1.1.2. Les fascias	2
1.2. Hypoextensibilité musculaire	3
1.2.1. Tensions musculaires	4
1.2.2. Déséquilibre musculaire.....	4
1.2.3. Système réflexe	5
1.2.4. Influence des antagonistes	5
1.3. Traitements de l’hypoextensibilité	6
1.3.1. Étirements	6
1.3.2. Massage.....	7
1.3.3. <i>Self Myofascial release (SMR)</i>	8
1.4. <i>Foam roller</i>	8
1.5. Problématique.....	10
1.6. Objectifs	10
1.6.1. Objectifs de l’étude pilote	10
1.6.2. Objectifs de l’étude finale	11
1.7. Question de recherche	11
1.8. Hypothèses	11
2. Méthode.....	11
2.1. <i>Design</i> de l’étude.....	11
2.2. Critères d’éligibilité.....	11
2.2.1. Critères d’inclusion.....	11
2.2.2. Critères d’exclusion	12
2.3. Recrutement des participants.....	12
2.4. <i>Participant timeline</i>	12
2.5. Intervention	13
2.6. Issues (<i>Outcomes</i>).....	14
2.7. Taille de l’échantillon.....	15
2.8. Randomisation.....	15
2.9. <i>Blinding</i>	16
2.10. Recueil des données	16
2.11. Gestion des données	16
2.12. Méthode statistique.....	17
2.13. Surveillance	17
2.14. Aspects éthiques	17
3. Résultats	18
3.1. <i>Participant flow</i>	18

3.2.	Description de l'échantillon	19
3.3.	Issue primaire : faisabilité	20
3.4.	Issue secondaire :	21
4.	Discussion	24
4.1.	Interprétation des résultats.....	24
4.1.1.	Issue primaire : faisabilité	24
4.1.2.	Issue secondaire	26
4.1.2.1.	Groupe <i>foam roller</i>	26
4.1.2.2.	Groupe étirements statiques	28
4.1.2.3.	Groupe contrôle.....	30
4.2.	Limitations.....	31
4.2.1.	Participants.....	31
4.2.2.	Risque de biais	31
4.2.3.	Améliorations possibles	32
4.3.	Forces	33
4.4.	Application en physiothérapie.....	33
4.5.	Recherches futures.....	34
5.	Conclusion.....	35
6.	Références bibliographiques	I
7.	Liste des illustrations.....	VI
8.	Liste des tableaux.....	VI
9.	Annexes.....	VII
9.1.	Annexe 1 : Lettre d'information courte.....	VII
9.2.	Annexe 2 : Déclaration de consentement	X
9.3.	Annexe 3 : Programme d'étirements avec foam roller.....	XII
9.4.	Annexe 4 : Processus de validation des programmes et commission d'experts.....	XX
9.5.	Annexe 5 : Programme d'étirements statiques	XXI
9.6.	Annexe 6 : Questionnaire de faisabilité des programmes	XXV
9.7.	Annexe 7 : Calcul taille échantillon de l'étude à grande échelle	XXVII
9.8.	Annexe 8 : Randomisation des participants	XXVIII
9.9.	Annexe 9 : Recueil des données initiales	XXIX
9.10.	Annexe 10 : Recueil des données finales	XXX

Liste des abréviations

ATP:	Adénosine triphosphate
BMI:	<i>Body Mass Index</i>
BPM:	Battement Par Minute
CRF:	<i>Case Report Form</i>
DegExtDrIn:	Degré Extension jambe Droite Initiale
DegExtGaIn:	Degré Extension jambe Gauche Initiale
DOMS:	<i>Delayed Onset Muscle Soreness</i>
HES-SO:	Haute École Spécialisée – Suisse Occidentale
ICC:	<i>Intraclass Correlation Coefficient</i>
ID:	Identifiant
MDD ₉₅ :	<i>Minimal Detectable Difference</i>
Min.:	Minute
MFR:	<i>Myofascial Release</i>
OFSP:	Office Fédéral de la Santé Publique
OMS:	Organisation Mondiale de la Santé
PKET:	<i>Passive Knee Extension Test</i>
PNF:	<i>Proprioceptive Neuromuscular Facilitation</i>
ROM:	<i>Range Of Motion</i>
SD:	<i>Standard Deviation</i>
Sec.:	Seconde
SMR:	<i>Self Myofasciale Release</i>
TrP:	<i>Trigger Point</i>

1. Introduction

La mobilité est considérée comme un important facteur de bien-être physique. L'amplitude des mouvements est une partie fondamentale du fonctionnement normal du système musculosquelettique. Un certain degré de mobilité est indispensable pour assurer la réussite des mouvements. Les changements de capacité d'étirement peuvent entraîner des problèmes dans le fonctionnement du système locomoteur. Les raccourcissements des muscles entraînent une baisse des amplitudes articulaires et une diminution de l'efficacité des schémas moteurs. Cela engendre des augmentations des contraintes articulaires qui sont souvent source de douleurs et d'inflammations (Ylinen & Pillu, 2009).

De plus, une réduction de l'extensibilité musculaire diminue non seulement le niveau fonctionnel, mais provoque également des dommages musculosquelettiques en raison d'une surutilisation. De tels dommages se produisent principalement dans les muscles pluriarticulaires qui ont de grands mouvements fonctionnels et un pourcentage élevé de fibres musculaires à contraction rapide. Les ischio-jambiers sont le groupe musculaire pluriarticulaires qui est le plus souvent endommagé dans le corps humain (Lim, Nam, & Jung, 2014).

En physiothérapie, plusieurs méthodes et outils thérapeutiques sont disponibles pour remédier à ces raccourcissements. Outre différentes sortes d'étirements, la thermothérapie, les massages et ses dérivés, des moyens auxiliaires ont aussi été inventés dans le but de simplifier et d'améliorer le quotidien de tous les patients. Nous allons nous concentrer sur l'une des techniques qui pourrait être utilisée dans les cas de raccourcissement musculaire : Le *Self Myofascial Release* (SMR) par le biais d'un rouleau d'automassage, appelé *foam roller*.

Son utilisation semble être efficace pour améliorer la mobilité articulaire (Cheatham, Kolber, Cain, & Lee, 2015). Cependant les modalités d'un programme optimal n'ont pas encore été définies. L'utilisation du *foam roller* semble améliorer l'extensibilité et réduire les courbatures musculaires sans influencer la performance athlétique chez les sportifs comme dans la population générale. Une réponse quant à l'amélioration de l'extensibilité musculaire à long terme reste à prouver (Schroeder & Best, 2015).

Sur la base des résultats de ces deux revues systématiques, nous avons développé un programme détaillé d'utilisation du *foam roller*. Pour évaluer les effets de ce programme

sur l'extensibilité musculaire sur une durée de huit semaines, nous avons réalisé une étude pilote randomisée contrôlée comprenant trois groupes.

1.1. Anatomie – physiologie des ischio-jambiers

Les ischio-jambiers sont un groupe musculaire contenu dans la loge postérieure de la cuisse. Leurs fonctions principales sont l'extension de la hanche et la flexion du genou (Kapandji, 2009). Ils se composent des muscles *biceps femoris*, *semimembranosus* et *semitendinosus*. Tous les trois ont pour origine la tubérosité ischiatique et s'insèrent entre la tête de la fibula et la partie proximale du tibia. Ces muscles sont innervés majoritairement par le nerf *tibialis* (Platzer, Bourjat, & Spitzer, 2014).

1.1.1. Structure des muscles

Chacun des muscles ischio-jambiers se compose d'un nombre variable de faisceaux anatomiquement discrets. Chaque faisceau est composé de plusieurs fibres musculaires (myofibrilles). Chaque fibre musculaire est une cellule individuelle composée de multiples myofibrilles, les éléments contractiles du muscle, également connues comme l'unité motrice. Les myofibrilles sont composées d'éléments récurrents d'actine et de filaments de protéine de myosine qui forment les sarcomères. Les fibres musculaires des ischio-jambiers ont une relativement grande proportion de fibres à contraction rapide qui permettent une courte période de latence pour développer la tension musculaire maximale. Les contractions musculaires sont ainsi plus rapides et d'une plus grande intensité dans un environnement anaérobie (Linklater, Hamilton, Carmichael, Orchard, & Wood, 2010). La proportion de fibres rapides varie selon les individus. Par exemple, un sprinter peut présenter jusqu'à 79 % de fibres rapides (type II) tandis qu'un coureur de marathon en contiendrait entre 15 et 24 %. De manière générale, les ischio-jambiers possèderaient plus de fibres rapides que de fibres lentes comparativement aux quadriceps (Dellal, 2017).

1.1.2. Les fascias

Le fascia est *“le tissu mou, composante du tissu conjonctif, imprègne le corps humain formant une matrice tridimensionnelle continue dans le corps entier et constitue un support structurel. Il interpénètre et entoure tous les organes, les muscles, les os et les fibres nerveuses, créant un environnement unique pour le fonctionnement des systèmes du corps”* (Findley, Chaudhry, Stecco, & Roman, 2012).

Deux éléments sont à signaler : l'omniprésence de cette structure dans l'organisme et le fait qu'elle soit continue. Cela signifie qu'à la suite d'une altération ou d'un raccourcissement dans une région du corps, il pourrait y avoir aussi des répercussions dans d'autres régions (Smaniotto & Sterner, 2006).

Le rôle structurel du fascia est décrit comme “*un organe innervé, continu, fonctionnel de stabilité et de mouvement qui est formé par des matrices de collagène tridimensionnelles*”. Ce tissu possède une fonction proprioceptive et présente une série de plusieurs terminaisons nerveuses, par conséquent le fascia est un organe sensoriel de grande importance (Schleip & Müller, 2013).

Enfin, “*les fascias contiennent des cellules contractiles et se trouvent dans une action réciproque avec le système neuro-végétatif de façon qu'on puisse l'influencer en traitant les fascias*”(Schleip, 2004).

1.2. Hypoextensibilité musculaire

L'hypoextensibilité et les raccourcissements musculaires sont un problème courant chez les sportifs. Il faut distinguer deux types de raccourcissement musculaire : le raccourcissement structurel et l'hypertonus musculaire.

Le raccourcissement structurel est indolore. Il est causé par la formation de *Crosslinks* pathologiques dans le tissu conjonctif intramusculaire et le raccourcissement réflexe douloureux, qui est lui-même dû à un raccourcissement des sarcomères (que nous appelons souvent hypertonus). Dans le cas du raccourcissement structurel, des étirements réguliers sont nécessaires pour tenter de stimuler les fibroblastes qui se trouvent dans le tissu conjonctif intramusculaire. Les étirements permettent d'obtenir une libération de la collagénase qui décompose les *Crosslinks* pathologiques et permettent au réseau intramusculaire de retrouver sa capacité à s'allonger.

L'hypertonus musculaire est avant tout un manque de relâchement. Les sarcomères du muscle hypertonique restent dans un état de contraction qui réduit le flux sanguin. Les cellules concernées ne peuvent plus produire suffisamment d'adénosine triphosphate (ATP) pour transporter le calcium intracellulaire hors de la cellule. Mais tant que le calcium reste à l'intérieur de la cellule, la myosine ne pourra pas dissoudre sa connexion avec sa chaîne d'actine et l'état de contraction perdure. Pour réduire l'hypertonie d'un muscle, il faut donc augmenter le flux sanguin (Bant, Haas, & Steverding, 2011). Les ischio-jambiers sont par exemple, selon la moyenne homme/femme, hypoextensibles à

partir d'un angle poplité inférieur à 74.6° lors du *Passive Knee Extension Test* (PKET) (« Passive knee extension test », 2018).

1.2.1. Tensions musculaires

La physiologie musculaire s'adapte pour maintenir une tension sur le long terme ; c'est ce qu'on appelle une hypertonie. Cette tension exagérée, protectrice dans un premier temps, devient ensuite génératrice de désordres (Tixa & Péninou, 2011).

La présence de tensions musculaires va limiter la mobilité, gêner, voire empêcher la mobilisation. De plus, non traitée, cette tension musculaire, en agissant tant sur le tissu contractile que sur le tissu conjonctif musculaire, va entraîner une perte de mobilité qui s'étendra de point en point, formant à la fin une chaîne musculo-aponévrotique à l'origine d'une véritable fixation squelettique, responsable d'attitudes posturales figées. Les contraintes ainsi engendrées sur les différentes structures seront génératrices de douleurs (Barette, Cérioli, Dufour, & Barillec, 2011).

Ensuite, une augmentation de la tension d'un groupe musculaire associée à un *Trigger Point* (TrP), également appelé « point gâchette », peut engendrer une contrainte de mouvement. Alternativement, il se peut que les *inputs* sensoriels anormaux provenant de l'hypomobilité articulaire puissent activer de façon réflexe les TrP. Il est également concevable que ceux-ci fournissent un barrage nociceptif aux neurones de la corne dorsale et facilitent l'hypomobilité articulaire (Fernández-de-las-Peñas, 2009).

Un TrP est une zone hypersensible, douloureuse ou très irritable, d'une grandeur de quelques millimètres qui est localisé dans un muscle strié ou dans son fascia. Très souvent présent sous forme latente, le TrP provoque une raideur ou une restriction de mobilité lors d'activités normales (De Laere & Tixa, 2012).

1.2.2. Déséquilibre musculaire

Les limitations du mouvement entraînent par compensation d'autres limitations de mouvement. En effet, une hypoextensibilité d'un maillon de la chaîne postérieure entraînera une compensation musculaire. Elle va entraîner un déséquilibre sur une autre chaîne qui va devenir antagoniste plutôt que complémentaire (Gauthier, 2016).

Le déséquilibre musculaire est souvent mis en avant dans la physiopathologie des lésions de l'appareil locomoteur. Le rétablissement de cet équilibre serait un bon indicateur de récupération après une lésion traumatique ou chirurgicale. L'analyse de la

physiopathologie des lésions de l'appareil locomoteur met en avant le rôle de l'insuffisance musculaire excentrique dans la physiopathologie des lésions musculaires, tendineuses et ligamentaires (Middleton et al., 2013).

1.2.3. Système réflexe

Les fuseaux neuromusculaires, les organes tendineux de Golgi et les mécanorécepteurs des capsules articulaires sont importants pour le fonctionnement réflexe du muscle. Ils envoient des informations au système nerveux central concernant la longueur du muscle, son état de tension et la position des articulations. Le réflexe myotatique permet la régulation de la tension musculaire, aidé par les sensations afférentes. Le système neuromusculaire essaie de maintenir le niveau de tonus musculaire nécessaire au fonctionnement normal de chaque muscle. L'activité des motoneurons dépend de la longueur du muscle et du niveau de tension, régulée par les mécanorécepteurs situés dans le muscle aussi bien que par les messages envoyés automatiquement par le système nerveux central pour réguler et maintenir la posture. Le rôle des fuseaux musculaires est de réguler la longueur du muscle, tandis que les organes de Golgi régulent la tension musculaire pendant la contraction (Ylinen & Pillu, 2009).

1.2.4. Influence des antagonistes

Selon la théorie simplifiée de l'innervation réciproque, quand des muscles agonistes du mouvement se contractent, les antagonistes sont supposés se décontracter à cause de l'innervation réciproque réglée par le système nerveux central (Sherrington, 1908). En réalité, dans la réalisation de nombreux mouvements les antagonistes se contractent en même temps que les agonistes (co-contraction) dans le but de stabiliser l'articulation. Quand un muscle est étiré intensément, l'augmentation de la tension dans les fuseaux neuromusculaires active le réflexe de réaction de ce muscle. Le réflexe myotatique inverse entraîne une inhibition du nerf moteur et une réduction rapide de la tension musculaire. L'activation des nerfs grâce à certains exercices peut parvenir à des changements structurels et fonctionnels du système nerveux central qui peuvent modifier et améliorer l'activité et la coordination musculaire. L'amélioration des fonctions neurologiques rendent de meilleure qualité la contraction et le relâchement des muscles agonistes et antagonistes (Ylinen & Pillu, 2009).

1.3. Traitements de l'hypoextensibilité

Il existe différentes modalités qui permettent de réduire l'hypoextensibilité musculaire, dans un but préventif mais également dans un but thérapeutique : les étirements, le massage et le *Myofascial Release* (MFR).

1.3.1. Étirements

Le mouvement requiert une certaine mobilité articulaire et du tissu conjonctif. Dans de nombreux sports, une capacité d'allongement musculaire et une amplitude articulaire exceptionnelles sont nécessaires pour obtenir de bons résultats. Cette capacité d'étirement musculo-articulaire est d'une importance capitale dans tous les sports demandant des mouvements très amples (Ylinen & Pillu, 2009).

Mise à part l'amélioration du mouvement, les étirements ont aussi un rôle dans la récupération post effort. En effet, l'augmentation de l'activité nerveuse due au travail intensif va petit à petit agrandir la tension musculaire pendant la période de repos suivant la performance active. Les charges excessives (extrinsèques ou le volume de travail) vont aussi activer les récepteurs de la douleur, lesquels, à travers le système nerveux central, vont augmenter la tension nerveuse. Ceci entraînera par la suite une irritation des récepteurs de la douleur et créera un cercle vicieux. Les étirements amènent à une relaxation et réduisent la tension musculaire. Les étirements vont aussi affecter les gaines des muscles, diminuant la pression intramusculaire et augmentant la circulation dans les tissus environnants. De plus, les étirements améliorent la normalisation à la fois dans les systèmes locomoteur et nerveux.

Des changements se produiront dans tous les tissus pendant un étirement. Ces changements dépendent de la force et de la durée des techniques d'étirements utilisées (Ylinen & Pillu, 2009).

Il existe quatre types principaux d'étirements : statiques, balistiques, la *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation* (PNF) et dynamiques. Le plus commun est l'étirement statique. Un muscle particulier ou un groupe de muscles est maintenu en étirement sur un laps de temps déterminé sans mouvement. Les étirements balistiques impliquent des mouvements de rebondissement et pas de maintien de l'étirement sur un certain temps. Le mouvement est obtenu par une contraction musculaire forte et répétitive des muscles agonistes pour étirer les muscles antagonistes. Les étirements en PNF sont un ensemble de techniques utilisant la contraction musculaire agoniste ou antagoniste, la relaxation

post-isométrique, l'étirement ou l'inhibition réciproque (Sherrington, 1908). Après avoir parcouru toute l'amplitude du mouvement, le muscle est détendu et reposé avant d'être à nouveau étiré. Ce type d'étirement peut nécessiter une seconde personne. L'étirement dynamique suppose que le muscle soit étiré en mobilisant une articulation dans la direction de l'étirement du muscle et retourne immédiatement dans la direction inverse. Il faut l'effectuer de nombreuses fois, en accentuant petit à petit l'amplitude du mouvement de façon à étirer graduellement les tissus (Nelson & Kokkonen, 2014 ; Ylinen & Pillu, 2009).

Dans notre travail, nous avons choisi d'utiliser les étirements statiques pour plusieurs raisons. En premier lieu, c'est une des formes les plus sûres et les plus efficaces des étirements et ils ne présentent qu'un risque très limité d'accident ou de blessure (Walker, 2013). Ensuite, de nombreux articles, dont une récente revue systématique avec méta-analyse (Diulian Muniz Medeiros & Martini, 2017) affirment qu'il n'y a pas de différence entre les étirements statiques et les étirements PNF : les deux sont efficaces. Finalement ce type d'étirements est plus facile à réaliser et permet à un large public d'effectuer les différents exercices correctement et de manière autonome. Pour ce qui est du temps d'application, il est recommandé de tenir l'étirement pendant un minimum de 20 secondes afin de laisser au muscle le temps de se détendre correctement et de commencer à s'allonger. Au-delà de 45 à 60 secondes d'étirement, on peut noter une diminution progressive de « rentabilité » de l'exercice (Walker, 2013). Nous avons donc choisi une durée de 30 secondes. De plus, dans la littérature, la majorité des étirements statiques se font idéalement pendant 30 secondes (Ylinen & Pillu, 2009).

1.3.2. Massage

Selon l'*American Massage Therapy Association*, les bienfaits physiques du massage sont les suivants : soulagement des tensions et des raideurs musculaires, réduction des douleurs musculaires, des œdèmes et des spasmes, une plus grande souplesse articulaire, une guérison plus rapide des muscles tendus et des entorses ligamentaires ainsi qu'une performance athlétique améliorée (Schroeder & Best, 2015).

Le massage améliore également l'homéostasie, augmente la circulation sanguine et le retour veineux, libère des adhérences et implique le système nerveux et la dimension émotionnelle (Bruno, 2014).

1.3.3. Self Myofascial release (SMR)

La libération myofasciale ou MFR est utilisée pour traiter les adhérences des tissus mous, soulager la douleur et réduire la sensibilité des tissus, l'œdème et l'inflammation tout en améliorant la récupération musculaire.

Le SMR propose une technique de libération myofasciale auto-administrée. Cette technique aurait des effets similaires à ceux du massage. Le SMR est une technique censée être similaire au MFR dans laquelle les individus utilisent leur propre masse corporelle ou la force du haut du corps ainsi qu'un objet adapté pour exercer une pression sur les tissus mous touchés, réduisant le besoin d'un thérapeute qualifié. Bien qu'il n'y ait que peu de recherches sur le SMR, son utilisation pour traiter les adhérences aponévrotiques et restaurer l'extensibilité normale des tissus mous est en augmentation (Schroeder & Best, 2015).

La littérature démontre qu'il semble y avoir une certaine base pour l'utilisation de la technique SMR par le biais du *foam roller* ou le rouleau de massage pour les échauffements, pour la maintenance et pour aider à la récupération après l'exercice. Il a été observé que le SMR diminue l'apparition des *Delayed Onset Muscle Soreness* (DOMS), communément appelées courbatures. Ceci peut indirectement améliorer la performance en permettant à l'individu de faire de l'exercice plus longtemps et de manière plus intensive. Un autre avantage du SMR est sa capacité à augmenter l'amplitude articulaire (*Range Of Motion*, ROM) (Schroeder & Best, 2015).

Différents outils sont utilisés pour la pratique du SMR : le *foam roller*, le *roller massager*, la *mobility sphere*, le *trigger point wand*, la *massage ball*. Il est également possible aux usagers de créer leur propre outil de SMR (Reinold, 2017). Les outils les plus utilisés pour le SMR sont toutefois le *roller massager* et le *foam roller* (Cheatham, Kolber, Cain, & Lee, 2015).

1.4. Foam roller

Le *foam roller* est un outil utilisé pour le SMR. Il s'agit d'un rouleau cylindrique, fabriqué à base de mousse ou de polyester. La taille, la rigidité et l'éventuel relief présent sont propres à chaque marque. Son utilisation est simple. Le sujet pose le *foam roller* sur une surface rigide comme le sol ou un mur, puis le fait rouler lentement avec son corps en réalisant des mouvements de va-et-vient plus ou moins grands avec la surface du corps

choisie. La pression est donc amenée par le poids du corps et peut être modifiée en fonction de la position du sujet.

L'histoire du *foam roller* commence au début du 20^{ème} siècle (Stull, 2017). En Europe dans les années 1920, Joseph Pilates développait la méthode portant son nom. Il utilisera plus tard des tapis, des balles, des rouleaux ainsi que d'autres outils pour travailler et renforcer la musculature sans douleur. Ce n'est que plus tard, en s'inspirant du Pilates, qu'un certain Moshé Feldenkrais, créateur de la méthode Feldenkrais, utilisa le *foam roller* (littéralement « rouleau de mousse »), comme soutien corporel ainsi que pour travailler l'équilibre avec ses clients (Houglum, 2016). Dans les années 1980, le physiothérapeute et étudiant de M. Feldenkrais, Sean Gallagher a commencé à utiliser ces rouleaux de mousse comme outil d'auto massage. Ce dernier a pris contact avec Jerome Robbins, étoile montante de la danse à Broadway. Les deux hommes discutèrent des avantages des rouleaux pour les douleurs musculaires que subissaient les artistes. Robbins a demandé à ses collègues d'expérimenter l'auto massage à l'aide du *foam roller* qui, par la suite, a été jugé positivement (Healthsure Physiotherapy Group, 2017 ; Heffernan, 2016). En 1996, Jennifer M. Gamboa et Sean P. Gallagher publiaient « *Developing a Comprehensive Warm-Up and Conditioning Program for Performing Artists* » qui présente le premier programme de réhabilitation utilisant le *foam roller* comme technique d'auto massage (Gamboa & Gallagher, 1996). Dans les années 2000, Cassidy Phillips développait de nouvelles techniques d'applications du *foam roller* dans le traitement des TrP (Stull, 2017).

Il aura fallu plus d'un siècle d'évolution avec l'aide d'athlètes médiatisés pour que les scientifiques s'intéressent aux réels effets de ce rouleau en mousse. Depuis, trois revues systématiques ont été publiées (Beardsley & Škarabot, 2015 ; Cheatham, Kolber, Cain, & Lee, 2015 ; Schroeder & Best, 2015).

La littérature est encore émergente, mais les interventions avec le SMR semblent être efficaces pour améliorer la performance articulaire et musculaire avant et après l'exercice. Il reste pourtant une hétérogénéité des méthodes sans aucun consensus sur le programme optimal (Cheatham, Kolber, Cain, & Lee, 2015).

D'autres auteurs démontrent que son utilisation amènerait une diminution des DOMS. L'effet direct sur la performance n'a pas encore été démontré. En revanche, il semble n'y avoir aucun effet négatif. Cependant, peu de travaux sont publiés sur le mécanisme du SMR (Schroeder & Best, 2015).

Enfin, le SMR semble augmenter l'extensibilité et réduire la douleur musculaire, il n'entrave pas la performance athlétique mais il existe des résultats contradictoires au sujet de l'amélioration de l'extensibilité à long terme (Beardsley & Škarabot, 2015).

À notre connaissance, il n'existe donc pas de programme décrivant précisément le rythme, la pression et la durée des mouvements à réaliser avec le *foam roller*. Certaines entreprises telles que *Blackroll*® et *Trigger Point Therapy*® par exemple ou *SUVALiv* ont rédigé des protocoles décrivant les positions de départ et de fin des différents exercices. Pour l'instant les instructions sont individuelles et se réfèrent souvent à l'expérience personnelle.

Plus qu'un effet de mode, cet outil thérapeutique, avant tout utilisé par les athlètes, pourrait avoir sa place dans les cabinets de rééducation et de physiothérapie, notamment pour les exercices à domicile. En effet, son utilisation simple ainsi que sa médiatisation pourraient être un outil redoutable dans le traitement de certaines pathologies.

1.5. Problématique

Dans le milieu du sport comme dans la physiothérapie, les étirements sont omniprésents. Aussi bien en cabinet que dans les milieux hospitaliers, des physiothérapeutes sont amenés à proposer une série d'exercices d'étirements ou des programmes que les patients pourront reproduire à domicile dans le but d'améliorer la longueur ou l'extensibilité d'un muscle ou d'un groupe musculaire. Dans ce même but, divers outils thérapeutiques sont commercialisés pour rendre les patients indépendants. C'est le cas du *foam roller*. Son utilisation est de plus en plus répandue dans divers domaines, mais ses effets sont encore mal connus et peu étudiés. Des études spécifiques sur le sujet donneraient la possibilité aux physiothérapeutes de varier leurs programmes et de les rendre plus attractifs.

1.6. Objectifs

1.6.1. Objectifs de l'étude pilote

Vérifier la faisabilité de l'étude finale selon les points suivants :

- Procédure de recrutement.
- *Case Report Form* (CRF)
- Processus d'intervention
- Évaluation qualitative des programmes

1.6.2. Objectifs de l'étude finale

Évaluer les effets d'un programme utilisant le *foam roller* sur l'extensibilité des ischio-jambiers en comparaison avec un programme d'étirements statiques sur une période de huit semaines.

1.7. Question de recherche

L'utilisation du *foam roller* sur une période de huit semaines a-t-elle une influence sur l'extensibilité musculaire des ischio-jambiers dans une population active présentant un raccourcissement de ces derniers en comparaison avec des étirements statiques et un groupe contrôle ?

1.8. Hypothèses

Notre hypothèse principale est que l'étude finale est réalisable à grande échelle sur la base de notre étude pilote ainsi que de nos considérations.

Notre hypothèse secondaire pour les deux études est que le programme de huit semaines d'étirements avec le *foam roller* est au moins aussi efficace que celui de la même durée d'étirements statiques sur l'extensibilité des ischio-jambiers raccourcis dans une population active.

2. Méthode

2.1. Design de l'étude

Il s'agit d'une étude pilote randomisée contrôlée avec trois groupes : le premier avec des étirements à l'aide du *foam roller*, le deuxième avec des étirements statiques et le troisième de contrôle. L'étude a été réalisée selon les recommandations d'usage (Schulz, Altman, & Moher, 2010 ; Thabane et al., 2010).

2.2. Critères d'éligibilité

2.2.1. Critères d'inclusion

Les participants à l'étude devaient avoir entre 18 et 50 ans. Ils pouvaient être de sexe masculin ou féminin. La valeur de l'angle poplité devait être inférieure à 75° lors du test PKET décrit par (Reurink et al., 2013).

2.2.2. Critères d'exclusion

Les participants faisant partie de l'étude, ne devaient pas avoir eu de blessure aux membres inférieurs, telles que fracture, déchirure musculaire ou tendinopathie durant les six derniers mois, sous peine d'être exclus de l'étude. Les mêmes conditions seront respectées lors de l'étude finale.

2.3. Recrutement des participants

Les participants ont été recrutés sur le site de formation de la filière physiothérapie de la HES-SO Valais-Wallis à Loèche-les-Bains. Nous avons organisé des présentations du projet pour les étudiants et avons distribué des lettres d'information aux participants [Annexe 1], et des formulaires de consentement éclairés [Annexe 2].

2.4. Participant timeline

Le meilleur moment pour planifier les séances d'exercices de groupe a été choisi en fonction du calendrier des étudiants de l'école HES-SO Valais-Wallis, filière physiothérapie de Loèche-les-Bains. Le tableau 1 présente le calendrier de l'étude.

Groupe <i>foam roller</i>	Groupe étirements statiques	Groupe contrôle
Bilan initial 26 janvier (15 min)	Bilan initial 26 janvier (15 min)	Bilan initial 26 janvier (15 min)
Séances en groupe: 29 janvier 17h30-18h00 31 janvier 17h00-17h30	Séances en groupe: 29 janvier 17h00-17h30 31 janvier 17h30-18h00	Bilan final: Lundi 26-27 mars (15 min)
Séances individuelles: 3 x par semaine pendant 8 semaines	Séances individuelles: 3 x par semaine pendant 8 semaines	
Bilan final: 26-27 mars (15 min)	Bilan final: 26-27 mars (15 min)	

Tableau 1 : Calendrier de l'étude pilote

2.5. Intervention

L'étude pilote se compose de trois groupes : *foam roller*, étirements statiques et contrôle.

Les participants faisant partie du groupe *foam roller* ont suivi obligatoirement deux séances d'exercices de groupe d'une durée de 30 minutes environ. Ces séances se sont déroulées pendant la première semaine d'intervention, avec un jour de pause entre deux, et ce sont les deux investigateurs qui ont enseigné et corrigé les différents exercices aux participants. La première séance consistait en l'apprentissage des différents exercices, tandis que la deuxième a été consacrée aux corrections individuelles. Le programme *foam roller* [Annexe 3], validé par la commission d'experts [Annexe 4], a été distribué à chaque participant au même titre que le *foam roller Blackroll® standard 30x15cm*. Les participants se sont engagés à effectuer le programme reçu trois fois par semaine pendant huit semaines en notifiant le nombre de minutes de chaque séance sur le tableau joint au programme. Aucune importance n'a été attribuée aux jours de la semaine et à l'horaire, cependant il était important d'avoir un jour de repos entre deux séances et ne pas avoir réalisé de séance dans les douze heures qui précédaient le bilan final. Les participants ont été contactés une fois, après quatre semaines d'intervention, par les investigateurs afin de vérifier l'adhésion au programme ainsi que pour répondre aux éventuelles questions.

Le groupe d'intervention étirements statiques a aussi suivi deux séances d'exercices de groupe d'une durée de 30 minutes environ pendant la première semaine d'intervention. Un jour de pause entre les deux a été respecté. Ce sont toujours les deux investigateurs qui ont enseigné et corrigé les différents exercices aux participants. Comme auparavant, la première séance consistait en l'apprentissage des différents exercices, tandis que la deuxième avait comme but d'effectuer les corrections individuelles pour chaque exercice du programme. Les deux groupes d'intervention ont suivi ces cours séparément.

Comme pour le premier groupe, les participants ont effectué le programme reçu [Annexe 5] trois fois par semaine pendant huit semaines en notifiant le nombre de minutes de chaque séance sur le tableau joint au programme. Aucune importance n'a été attribuée aux jours de la semaine et à l'horaire, cependant il était important d'avoir un jour de repos entre deux séances et ne pas avoir réalisé de séance dans les douze heures qui précédaient le bilan final. Les participants ont aussi été contactés une fois, après quatre semaines d'intervention, par les investigateurs afin de vérifier l'adhésion au programme ainsi que pour répondre à leurs doutes.

Le dernier groupe, contrôle, n'avait aucun programme à suivre. Les participants ont uniquement dû participer aux deux bilans : initial et final.

2.6. Issues (*Outcomes*)

L'issue primaire de l'étude pilote est la faisabilité de l'étude à plus grande échelle. Les programmes ont été évalués, de manière qualitative, par les participants à la fin de la période d'intervention à l'aide d'un questionnaire [Annexe 6].

La faisabilité de l'étude à grande échelle a été définie selon les critères suivants :

- Réussir à recruter 18 participants en un mois.
- L'ensemble des documents prévus pour le recueil des données (*Case Report Form* = CRF) est pertinent et utilisable sans modifications majeures.
- Les processus d'intervention et la planification sont respectés et applicables sans modifications majeures.
- Les programmes proposés sont cohérents et compréhensibles.
- Avoir un pourcentage inférieur à 20% de participants exclus de l'étude pendant la période d'intervention à cause d'un problème physique ou la non-régularité lors des séances d'étirements.

L'issue secondaire était l'extensibilité des ischio-jambiers évaluée à l'aide du PKET (Figure 1). Ce test permet d'évaluer l'angle poplité selon un protocole bien établi. Le participant se trouvait en décubitus dorsal avec les mains croisées sur le ventre. Un inclinomètre (*Plurimeter Dr. Jules Rippstein*) était fixé à la limite antérieure du tibia à mi-chemin entre le bord inférieur de la patella sur la ligne médiane inter-malléolaire. Un deuxième inclinomètre était placé sur la face antérieure de la cuisse à environ 10 cm proximal du bord supérieur de la patella. La hanche de la jambe à tester était amenée à 90° de flexion et fixée par un des investigateurs. La jambe controlatérale restait à plat pendant tout le test.

Le deuxième investigateur amenait passivement le genou à 90° de flexion et réglait l'inclinomètre afin de visualiser 0°. Par la suite, le genou était amené en extension passive jusqu'au point d'étirement maximal toléré et l'angle était retenu.

La moyenne homme/femme de la valeur normale selon (« Passive knee extension test », 2018) de l'angle poplité est de 74.6°, pour simplifier la lecture des données nous avons retenu la valeur de 75°.



Figure 1 : Prise de mesure de l'angle poplité à l'aide du PKET.

2.7. Taille de l'échantillon

Pour notre étude pilote, nous avons déterminé un échantillon minimal de dix-huit personnes réparties dans les trois groupes. Nous estimions que ce nombre était suffisant afin d'évaluer les critères de faisabilité et aurait pu donner une idée approximative des résultats futurs. L'étude à grande échelle devra compter 138 participants. Nous l'avons calculé à l'aide du programme *Power Calculators* de *sealed envelope*TM [Annexe 7] (Sealed Envelope, 2018). Ils seront répartis en deux groupes seulement, *foam roller* et étirements statiques. Le groupe contrôle ne sera pas nécessaire car l'efficacité des étirements statiques sur l'extensibilité musculaire a déjà été démontré (Diulian M Medeiros, Cini, Sbruzzi, & Lima, 2016). Ceci permet de réduire le nombre de participants nécessaires.

2.8. Randomisation

Afin que les deux sexes soient équitablement répartis dans les trois groupes, nous avons créé un groupe Femme et un groupe Homme. La randomisation a été réalisée à l'aide du programme *Graph Pad* [Annexe 8].

Les investigateurs ont communiqué le soir même de la journée dédiée aux bilans initiaux le groupe d'appartenance de chaque participant.

2.9. Blinding

Seul le bilan initial a été réalisé en aveugle par les deux investigateurs Par la suite les participants savaient dans quel groupe ils avaient été attribués en raison du programme qu'ils ont reçu. Enfin, vu le nombre limité de participants, les deux investigateurs connaissaient approximativement leur groupe d'appartenance au moment de la prise de mesure du bilan final.

2.10. Recueil des données

Les données des sujets ont été recueillies à deux moments : avant leur participation à l'étude (bilan initial) et après les huit semaines d'intervention (bilan final).

Lors du bilan initial, nous avons relevé les coordonnées des participants ainsi que les données de base nous permettant de décrire l'échantillon [Annexe 9] : sexe, âge, taille, poids, jambe dominante, blessures, opérations, activité physique et mesure de l'angle poplité (PKET).

Sur ce même document, nous avons attribué un code d'identification (ID) à chaque participant, en fonction de leur ordre d'arrivée. Le PKET a été réalisé comme décrit au chapitre 2.6 (Figure 1). Du fait qu'il est préférable d'échauffer la musculature avant de la mettre en tension (Fradkin, Zazryn, & Smoliga, 2010), les participants ont réalisé un léger *jogging* d'une durée de cinq minutes avant l'évaluation du PKET. Pour l'évaluation de l'angle poplité, nous avons réalisé deux mesures par côté. Les moyennes en degrés ont été retenues comme valeurs initiales.

Tous les sujets ont participé au bilan final [Annexe 10] après huit semaines d'intervention. L'échauffement ainsi que la prise des mesures étaient identiques au bilan initial. De plus, nous avons demandé aux sujets des deux groupes intervention de compléter un questionnaire pour nous permettre d'évaluer le programme d'étirements qu'ils avaient reçu [Annexe 6].

2.11. Gestion des données

Toutes les valeurs ont été relevées dans un document EXCEL puis exportées dans deux logiciels d'analyse statistiques, STATA (version 15.1) et SPSS (version 22) avant d'être analysées.

2.12. Méthode statistique

Premièrement, nous avons calculé le *intraclass correlation coefficient* (ICC) ainsi que la *minimal detectable difference* (MDD₉₅) afin de reconsidérer le ICC relativement faible du protocole PKET que nous avons appliqué (Reurink et al., 2013).

La normalité des données a été évaluée à l'aide du Shapiro-Wilk test (Razali & Wah, 2011). Les données de base sont exprimées en moyenne, valeur minimale et maximale, et écart-type.

Pour comparer les effets des interventions, nous avons utilisé un modèle hiérarchique pour mesures répétées ou *mixed model*. Cette méthode permet plus de flexibilité qu'une analyse de covariance (Ancova) et prend en compte le fait que chaque participant est mesuré deux fois (West, Welch, & Galecki, 2014).

Nous avons tout d'abord représenté graphiquement le changement moyen de l'extension passive du genou pour chaque groupe. Cela nous a permis de comparer l'efficacité des interventions en faisant abstraction de la moyenne initiale de l'angle poplité des trois groupes. Nous avons ensuite représenté les différences moyennes des mesures des angles poplités des deux membres inférieurs de chaque participant à l'aide d'un *Boxplot* pour chaque groupe. Chaque *Boxplot* présente également la médiane du groupe.

Nous avons considéré que les résultats étaient statistiquement significatifs dès lors que la valeur p est inférieure ou égale à 0.05.

2.13. Surveillance

La surveillance des données n'est pas nécessaire car les seules données qui sont mesurées sont celles du bilan initial et final.

Les deux enquêteurs ont pris contact avec les participants au milieu de la période d'intervention afin de s'assurer du respect des programmes. Ils étaient également à disposition pendant toute la période des huit semaines de l'étude afin de répondre à leurs questions. En cas de problème physique des participants, ce sont les enquêteurs qui décidaient de leur exclusion éventuelle de l'étude.

2.14. Aspects éthiques

Aucune demande à la commission d'éthique n'a été soumise. L'étude respecte en effet les règles éthiques en vigueur en Suisse en ce qui concerne la recherche sur l'être humain, résumées sur le site de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP). Une lettre

d'information [Annexe 1] et une lettre de consentement [Annexe 2] ont été distribuées aux participants.

3. Résultats

3.1. Participant flow

Au total, 33 sujets ont participé à cette étude. La figure 2 présente le flux des participants du recrutement aux analyses.



CONSORT 2010 Flow Diagram

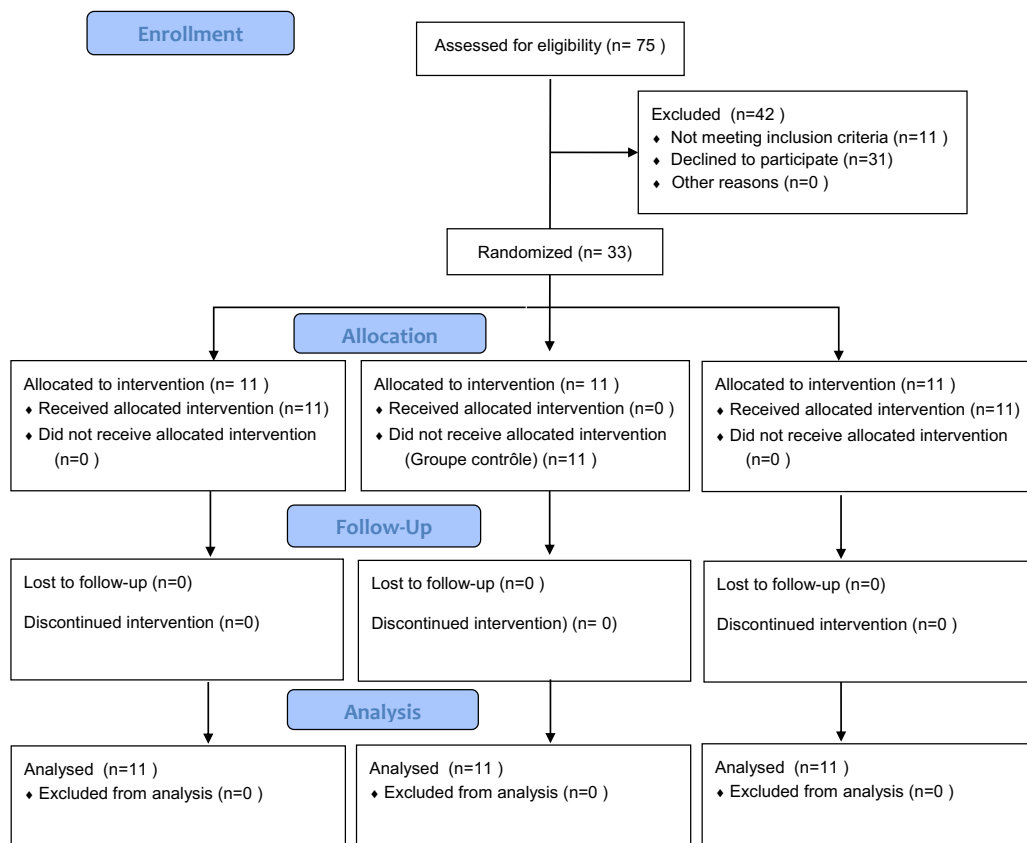


Figure 2 : Flow chart Consort

3.2. Description de l'échantillon

Notre échantillon était composé de douze hommes (36%) et vingt-et-une femmes (64%).

L'âge moyen était de 22.9 ans avec un écart type de 3.3 ans (Tableau 2).

	Moyenne	Écart type
Âge (années)	22.88	3.25
BMI	22.05	1.96
DegExtDrIn (degrés)	62.45	10.35
DegExtGaIn (degrés)	61.06	9.85

Légende : BMI=Body Mass Index ; DegExtDrIn= degré d'extension genou droit valeur initiale ; DegExtGaIn= degré d'extension genou gauche valeur initial

Tableau 2 : Description de l'échantillon

Les participants pratiquaient en moyenne 4,5 heures d'activité physique hebdomadaire avec une déviation standard de 2,8 heures. 58% des participants pratiquaient, entre autres, la course à pied.

Quatorze d'entre eux ont subi au moins une blessure aux membres inférieurs, antérieure à six mois avant le début de notre étude. Quatre d'entre eux avaient souffert d'une entorse de cheville, à différents stades. Trois d'entre eux ont subi une déchirure des muscles ischio-jambiers, un participant a souffert d'une tendinopathie du tendon d'Achille, tandis qu'une participante a subi une déchirure du même tendon. Enfin, une personne a souffert d'une sésamoïdite et une autre d'une périostite tibiale.

Seuls deux participants ont subi une intervention chirurgicale. Il s'agissait d'une plastie du ligament croisé antérieur et d'une plastie bilatérale du même ligament.

Chacun des trois groupes comprenaient quatre hommes et sept femmes. Le tableau 3 permet un aperçu des données initiales des sujets des trois groupes.

Groupe		Minimum	Maximum	Moyenne	Écart type
<i>Foam roller</i>	Âge (années)	20	36	23.91	4.53
	BMI	19.20	24.60	22.55	1.61
	DegExtDrIn (degrés)	43.50	72.00	60.00	9.18
	DegExtGaIn (degrés)	44.50	74.00	57.86	10.17
Étirements statiques	Âge (années)	19	28	23.00	2.93
	BMI	19.60	23.00	21.34	1.07
	DegExtDrIn (degrés)	46.00	74.50	62.09	10.55
	DegExtGaIn (degrés)	45.00	75.00	62.86	9.93
Contrôle	Âge (années)	20	24	21.73	1.42
	BMI	18.30	27.10	22.27	2.76
	DegExtDrIn (degrés)	46.50	80.00	65.27	11.49
	DegExtGaIn (degrés)	43.00	75.00	62.46	9.56

Légende : BMI=Body Mass Index ; DegExtDrIn= degré d'extension genou droit valeur initiale ; DegExtGaIn= degré d'extension genou gauche valeur initial

Tableau 3 : Description des trois groupes

Les groupes sont relativement similaires même si le seul critère utilisé lors de la randomisation était le sexe. En effet, nous voulions le même nombre d'hommes que de femmes dans chaque groupe.

3.3. Issue primaire : faisabilité

- Recrutement : En l'espace d'une semaine nous avons recruté 33 participants répondant aux critères d'inclusion parmi les étudiants de la filière physiothérapie de la HES-SO Valais-Wallis à Loèche-les-Bains.
- L'ensemble des documents que nous avons préparés pour les données de base et les bilans initiaux et finaux ont été utilisés sous forme « papier » tels qu'ils avaient été pensés. Ils permettent de relever toutes les données nécessaires utiles à la future étude.
- Processus d'intervention : La durée pour réaliser les bilans, 15 min par participant, correspond à ce qui était prévu. Les deux groupes intervention ont bénéficié de

deux séances d'introduction au programme d'exercices. Chacune de ces séances a duré 30-35 minutes. La planification globale prévue a été respectée.

- Les programmes proposés : Les participants des deux groupes d'intervention ont exprimé leurs avis sur les programmes d'étirements qu'ils avaient reçus. L'impression générale des programmes d'étirements avec le *foam roller* a été évaluée à une moyenne de 8.6 sur 10 (SD=0.8). Ceux comprenant les étirements statiques ont obtenus une moyenne de 8.1 sur 10 (SD=0.9).
- Aucun participant n'a été exclu de l'étude pendant la période d'intervention à cause d'un problème physique ou de la non-régularité lors des séances d'étirements.

En ce qui concerne le programme avec *foam roller*, les images et les descriptions de chaque exercice n'ont eu que des retours positifs. Une diminution de la douleur lors de l'utilisation du rouleau a été constatée au fil du temps par neuf personnes sur onze. Une diminution des courbatures et de la fatigue musculaire après une séance sportive intensive a été reportée par six participants.

Deux participants ont trouvé que les exercices nécessitaient beaucoup de force des membres supérieurs et que les contraintes étaient importantes pour les poignets.

Enfin, neuf participants ont jugé les séances avec le *foam roller* ludiques, faciles à réaliser et qui ne demandaient pas excessivement de temps.

Les images et les descriptions du programme d'étirements statiques ont reçu un feed-back positif de la part de tous les participants. La plupart souligne que les séances de groupe ont été essentielles afin de réaliser correctement chaque exercice.

Selon quatre participants sur onze, certains exercices n'étaient pas efficaces. Les séances d'étirements ont été jugées comme étant simples, rapides à réaliser et sans besoin de matériel par cinq personnes. Pour conclure, sept participants ont ressenti un effet du programme sur la souplesse musculaire pendant la période d'intervention.

3.4. Issue secondaire :

Le $ICC_{2,k}$ calculé est égal à 0.98. Ce qui nous a permis par la suite d'obtenir une MDD_{95} de 3.94° avec la formule $SEM = SD \cdot \sqrt{1-ICC}$ et $MDD_{95} = 1.96 \cdot \sqrt{2} \cdot SEM$ (ou : $2.77 \cdot SEM$).

Les données des degrés d'angle poplité étaient normalement distribuées (Shapiro Wilk $p=0.335$).

L'extensibilité des ischio-jambiers a été améliorée dans les deux groupes d'intervention et le groupe contrôle. La figure 3 montre l'évolution des angles poplités pour les trois groupes. Nous observons que le changement est plus important (pente plus raide) pour les deux groupes d'intervention comparés au groupe contrôle (*foam roller* versus contrôle : $p < 0.001$; étirements statiques versus contrôle : $p < 0.001$). Cependant, l'amélioration du groupe *foam roller* n'est pas statistiquement supérieure à l'amélioration du groupe étirements statiques ($p = 0.719$). Il présente une augmentation moyenne de 10.98° . L'intervention par étirements statiques a augmenté l'angle poplité d'une moyenne de 10.23° . Pour ce qui est du groupe contrôle, l'augmentation moyenne est de 2.05° .

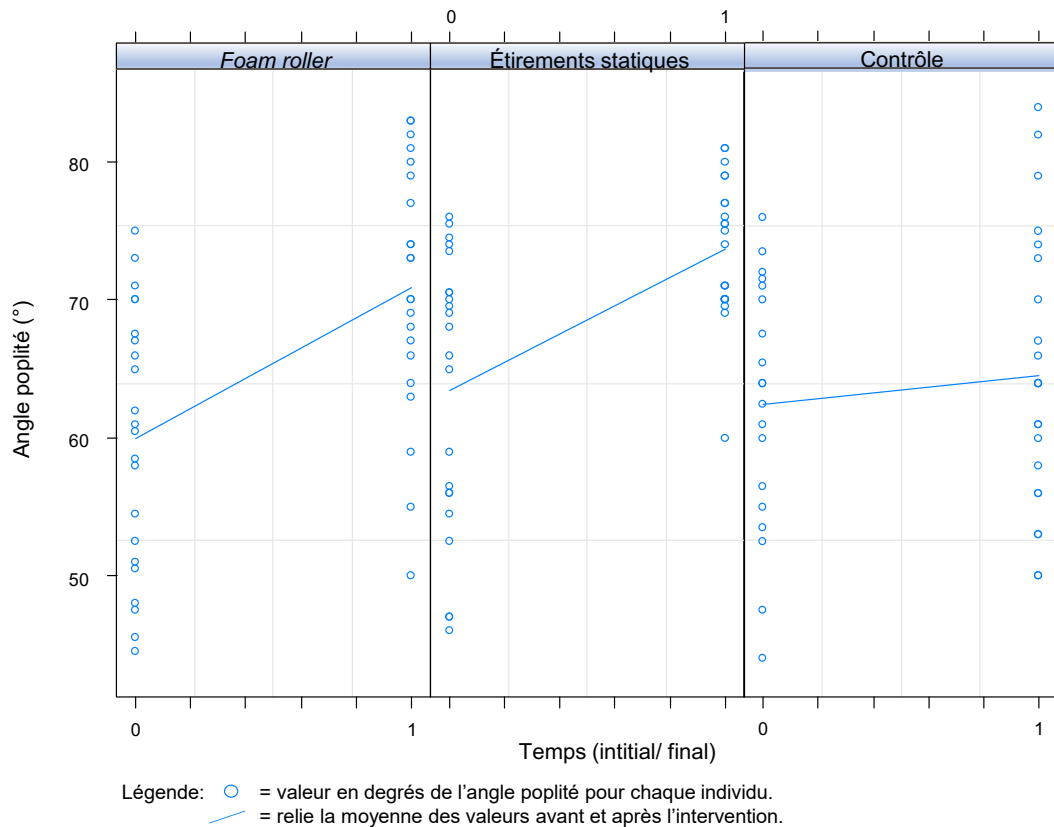


Figure 3: Évolution de l'angle poplité pour chaque intervention

La figure 4 représente les *Boxplots* des trois groupes indiquant le changement moyen de l'angle poplité des deux jambes pour chaque participant. Nous observons que la médiane est plus importante pour la groupe *foam roller* (10.5° , $SD = 5.88^\circ$) que pour le groupe étirements statiques (6.5° , $SD = 9.24^\circ$) et le groupe contrôle (0.5° , $SD = 4.76^\circ$). Dans ce dernier, nous observons une diminution de l'angle poplité chez cinq participants.

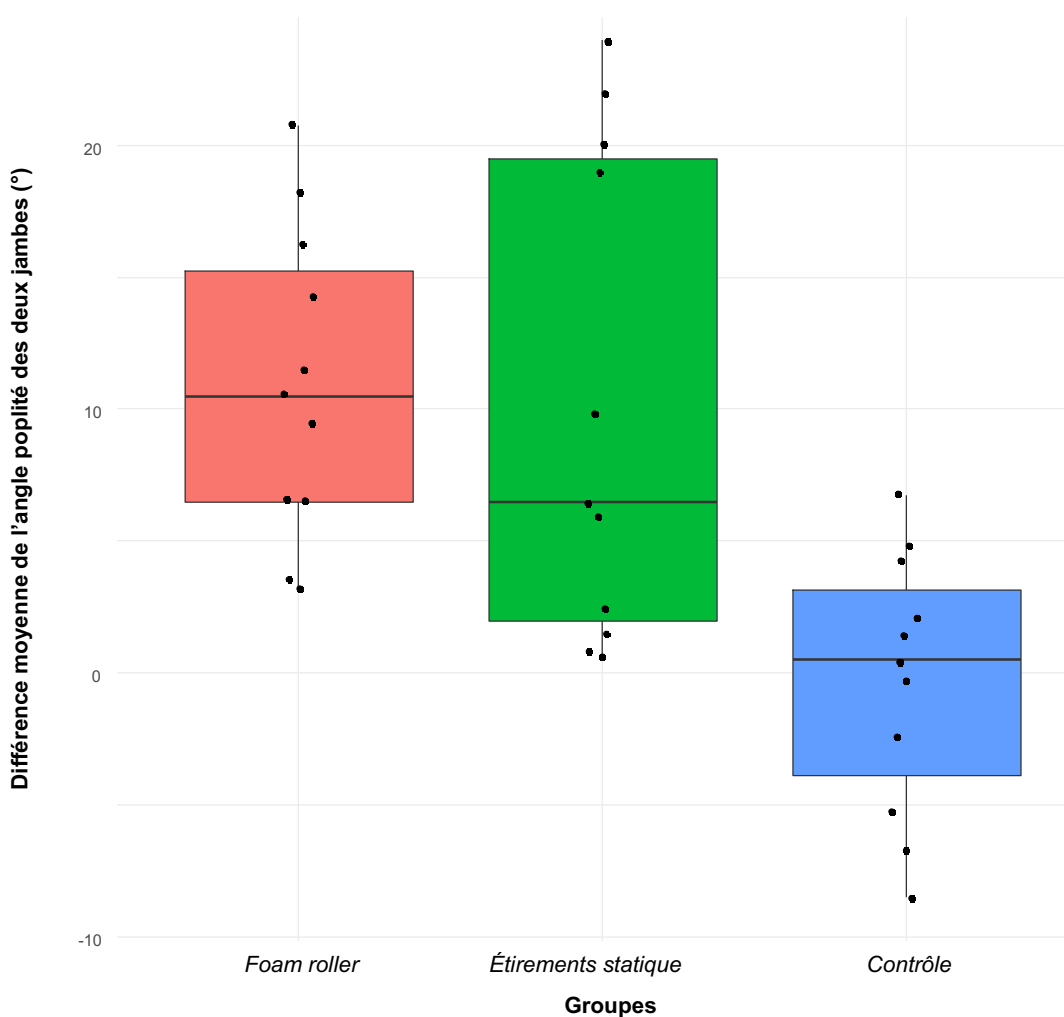


Figure 4 : Boxplots de la médiane de la différence de l'angle poplité pour chaque groupe.

4. Discussion

4.1. Interprétation des résultats

Les trois groupes étaient homogènes en ce qui concerne l'âge, avec une moyenne de 22.9 ans et l'écart type de 3.2, ainsi que le *Body Mass Index* (BMI), avec une moyenne de 22 et l'écart type de 2. L'âge n'est malheureusement pas représentatif de la population souhaitée. Cependant, nous pourrions nous attendre à des résultats identiques dans une tranche d'âge de 18 à 50 ans dans laquelle les participants seraient capable de réaliser l'intervention. Le BMI représente une corpulence normale qui, selon l'OMS, se situe entre 18.50 et 24.99 (World Health Organization, 2000). Le BMI moyen en Suisse était de 25 en 2015, ce qui représente la limite inférieure de la catégorie pré-obèse (Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires, 2016). Lors de l'étude à grande échelle, l'échantillon sera probablement plus représentatif de la population cible. Les participants pratiquaient en moyenne 4,5 heures d'activité physique hebdomadaire avec une déviation standard de 2,8. Nous considérons cette population comme sportivement active car la moyenne Suisse est de 2 heures par semaine d'activité physique (Lamprecht, Fischer, & Stamm, 2014). En ce qui concerne les types de sport pratiqués, aucune homogénéité n'a été observée. Nous ne pouvons donc en tirer aucune conclusion. En outre, il y avait une plus grande proportion de femmes, soit 12 hommes et 21 femmes, réparties en nombre égal dans chaque groupe. Ce rapport ne respecte pas la proportion nationale qui est d'environ 50 % d'hommes et de femmes (Office fédéral de la statistique, 2015).

En conclusion, les participants de notre étude pilote ne sont pas entièrement représentatif de la population souhaitée. Le nombre plus élevé de participants à l'étude finale permettra probablement d'obtenir une meilleure corrélation avec les moyennes nationales.

4.1.1. Issue primaire : faisabilité

Le premier critère de faisabilité était de réussir à recruter 18 participants en un mois. Nous en avons recruté 33 en une semaine. L'environnement favorable, la disponibilité des autres étudiants ainsi que l'adaptation du calendrier à l'organisation de l'école de physiothérapie de la HES-SO Valais-Wallis justifient en partie cette réussite. Cependant, nous pensons que recruter 138 participants reste entièrement faisable, notamment en raison de l'intérêt porté au *foam roller* ainsi que du nombre de potentiels patients qui présentent une hypoextensibilité au niveau des ischio-jambiers. En effet, il semble que

cette situation est fréquente chez les personnes dont les professions obligent des assises prolongées (Fatima, Qamar, Hassan, & Basharat, 2017).

Le deuxième critère concerne le CRF. Les documents qui ont été utilisés pour les bilans initiaux et finaux étaient complets, pertinents et simples d'utilisation tels qu'ils ont été pensés. Ils ont permis de relever toutes les données nécessaires à l'élaboration des résultats et n'ont pas besoin de modifications du contenu pour l'étude à grande échelle. En revanche, une informatisation de ces documents, faciliterait l'extraction des données. Pour la future étude, nous suggérons d'utiliser un logiciel de recueil de données tel que REDCap (*Research Electronic Data Capture*) (REDCap, 2018). REDCap est une application informatique sécurisée développée pour la création et la gestion en ligne de bases de données qui en facilite l'extraction.

En ce qui concerne le processus d'intervention, les bilans initiaux et finaux ont été facilement réalisés. De plus, le protocole du PKET s'est démontré précis et applicable. Du point de vue méthodologique, l'étude est donc réalisable. En ce qui concerne la faisabilité temporelle, nous avons constaté un respect des délais sans retard notable. La durée de 30 minutes pour les deux séances de groupe a été nécessaire afin de faire connaître et d'apprendre les bons mouvements à chacun. À la suite des retours du questionnaire de faisabilité, nous proposons une séance supplémentaire afin de vérifier la qualité des exercices et pour répondre aux questionnements des participants. Une séance personnalisée pourrait également être envisageable, suivant la méthode utilisée dans cette étude, pour le recrutement ainsi que l'organisation des futurs intervenants. Pour l'étude principale, la planification du recrutement, des bilans, l'intervention ainsi que l'interprétation des résultats devront être ajustés proportionnellement au nombre de participants. En ce qui concerne l'étude principale, nous suggérons un recrutement ainsi que des interventions planifiées dans différents centres physiothérapeutiques, cabinets ou hôpitaux proposant des prestations ambulatoires.

D'autre part, les résultats du questionnaire de faisabilité distribué aux deux groupes expérimentaux ont été favorables. Ils ont démontré une satisfaction globale évaluée à 8.3 sur 10 pour les deux programmes. Les images, descriptions et marches à suivre les concernant n'ont eu que des retours positifs, ce qui est encourageant pour l'étude à grande échelle.

Ensuite, aucun participant n'a été exclu de l'étude pendant la période d'intervention à cause d'un problème physique ou de la non-régularité lors des séances d'étirements. Tous ont effectué un minimum de 80% des séances individuelles. Ce résultat valide le dernier critère de faisabilité établi. Notons tout de même une potentielle augmentation du pourcentage de *drop out* lors de l'étude finale.

Pour conclure, la faisabilité de l'étude à grande échelle est confirmée par les points précités. Grâce au sponsor, au matériel prêté, à la disponibilité des salles de pratique de la filière de physiothérapie de l'HES-SO Valais-Wallis et surtout grâce à la coopération des volontaires, l'étude pilote s'est démontrée réaliste et réalisable. Cependant, nous soulignons le fait de devoir reconsidérer le budget en cas d'impossibilité d'obtenir un sponsor ou un financement pour les *foam roller*.

4.1.2. Issue secondaire

Les résultats de l'ICC et du MDD₉₅ que nous avons calculés justifient les modifications mineures apportées au protocole du PKET (Reurink et al., 2013). La prise de mesure par deux investigateurs, responsable d'un inclinomètre chacun ainsi que la moyenne (de deux mesures) retenue permettent d'obtenir un test de meilleure qualité.

4.1.2.1. Groupe *foam roller*

Notre étude pilote nous a permis de démontrer que l'utilisation du programme de *foam roller*, augmentait l'angle poplité en moyenne de 10.98° lors de la prise de mesure du PKET. Compte tenu de l'augmentation considérable de cette valeur par rapport au MDD₉₅ = 3.94° nous pouvons affirmer une efficacité de l'intervention. Ce résultat est statistiquement significatif par rapport au groupe contrôle qui n'a pas eu d'intervention. Cependant, en raison de la taille de notre échantillon de onze participants par groupe expérimental, il n'est pas statistiquement significatif que le *foam roller* soit plus efficace que les étirements statiques dans des conditions similaires. Nous constatons que notre programme de *foam roller* est au moins aussi efficace que celui des étirements statiques. En revanche, une étude à plus grande échelle est nécessaire afin de valider ou d'invalider notre conclusion.

Concernant la représentation graphique en *Boxplots* [Figure 4], nous observons que la taille de la boîte représentant le groupe *foam roller* est relativement petite par rapport à

celle du deuxième groupe d'intervention. De plus, l'augmentation médiane de l'angle poplité est supérieure dans le groupe *foam roller* (10.5°, SD = 5.88). Nous pouvons en déduire que l'homogénéité des résultats et son efficacité médiane sont meilleures.

À la suite des séances personnelles à leur domicile, neuf participants sur onze ont décrit une diminution globale des douleurs musculaires. Pour six d'entre eux, une diminution des courbatures et de la fatigue musculaire après des efforts physiques a été ressentie. Les bienfaits du *foam roller* concernant ce type d'effets ont déjà été démontrés dans la littérature (Schroeder & Best, 2015). Ceci pourrait être un facteur de qualité de l'exécution des exercices par les participants. Même si neuf protagonistes ont jugé les séances ludiques, faciles à réaliser et ne demandant pas excessivement de temps, quelques améliorations pourraient être effectuées afin de raccourcir ou supprimer certains exercices mais une durée minimale de dix minutes est cependant recommandée (Schleip & Bayer, 2016).

Néanmoins, deux personnes ont noté qu'il était nécessaire, pour pouvoir exécuter le programme, de recruter beaucoup de force au niveau des membres supérieurs et qu'il y avait des contraintes importantes au niveau des poignets. Nous l'avons également constaté. Ceci confirme l'importance d'un thérapeute responsable de la vérification de la condition physique de l'utilisateur, ainsi que de la qualité de l'exécution des exercices et sera capable de proposer les adaptations nécessaires.

Les modalités d'application et d'utilisation du SMR par le biais du *foam roller* en ce qui concerne le temps, le rythme ainsi que les muscles proposés dans notre programme semblent être efficace pour l'amélioration de l'extensibilité musculaire des ischio-jambiers. Les recherches actuelles ne nous permettent pas de connaître les meilleures modalités afin d'être le plus influent possible sur l'extensibilité musculaire.

Une récente étude propose d'ajouter un mouvement articulaire actif à la séance de *foam roller*. En effet, il semble avoir un effet plus important sur les amplitudes des articulations en y ajoutant du mouvement. Selon les auteurs, les changements observés peuvent être influencés par l'activité musculaire agoniste pendant le mouvement actif. Cette activité peut moduler la réponse du muscle antagoniste par inhibition réciproque ou d'autres voies neurales. Des recherches futures sont nécessaires pour confirmer ces résultats (Cheatham & Stull, 2018).

Nous émettons l'hypothèse que l'âge, le BMI, le type d'activités physiques et leurs fréquences pourraient avoir une influence sur les résultats. Malgré cela, le respect de la qualité des étirements devrait réduire cette variation comme pourrait en témoigner l'homogénéité de résultats de cette étude.

4.1.2.2. Groupe étirements statiques

Grâce aux résultats de notre étude pilote, nous pouvons vérifier que l'utilisation d'un programme d'étirements statiques de la chaîne postérieure a une influence sur l'extensibilité des ischio-jambiers. Nous avons constaté que l'utilisation du programme augmentait l'extensibilité musculaire des ischio-jambiers en moyenne de 10.23° lors du PKET. Cette augmentation est aussi considérable par rapport au $MDD_{95} = 3.94^\circ$. Nous pouvons de nouveau affirmer une efficacité de l'intervention. Ce résultat est également statistiquement significatif par rapport au groupe contrôle.

En analysant les *Boxplots* de la figure 4, nous observons que la taille de la boîte représentant le groupe étirements statiques est particulièrement grande par rapport à celles des deux autres. Nous pouvons observer une différence considérable entre les deux extrêmes ($0.5^\circ - 24^\circ$). Deux sous-groupes se distinguent par rapport à la variation de l'extensibilité. Quatre personnes manifestent une augmentation de l'angle poplité entre 0.5° et 1.5° . Ce résultat pourrait se justifier par deux hypothèses. La première est que l'exécution du programme n'ait pas été réalisée de manière régulière, malgré la confirmation écrite des participants. De plus, le programme standard pourrait ne pas avoir été adapté à ces participants, ceci pourrait être la seconde hypothèse. Nous sommes confiants de l'efficacité du programme en raison des résultats des sept autres participants et des conclusions relevées dans la littérature (Diulian M Medeiros et al., 2016).

Pour les raisons précédemment évoquées, l'augmentation médiane de l'angle poplité est inférieure dans le groupe étirements statiques par rapport au groupe *foam roller*.

Différentes théories mécaniques peuvent expliquer l'augmentation de l'extensibilité musculaire : les déformations viscoélastiques, l'augmentation des sarcomères en série et la relaxation neuromusculaire.

Déformations viscoélastiques

Une augmentation immédiate de la longueur du muscle peut se produire en raison du comportement visqueux des muscles lorsqu'ils subissent une extension d'amplitude, de durée ou de fréquence suffisantes (Weppler & Magnusson, 2010). Cette explication ne vaut pas pour cette étude, car il avait été précisé aux participants de ne pas s'étirer douze heures avant les mensurations, afin d'éviter les augmentations immédiates de l'extensibilité des ischio-jambiers.

Déformations plastiques du tissu conjonctif

Le modèle classique de la déformation plastique nécessite un étirement avec une tension suffisante pour tirer sur le tissu conjonctif du muscle au-delà de la limite élastique. Lorsque la force d'étirement cesse d'agir, le muscle ne reviendrait pas à sa longueur d'origine, mais resterait en permanence dans un état allongé. Toutefois, il n'y a pas d'évidence clinique soutenant cette théorie (Weppler & Magnusson, 2010).

Augmentation des sarcomères en série

Des études sur les animaux suggèrent que les muscles s'adaptent aux nouvelles longueurs fonctionnelles en changeant le nombre et la longueur des sarcomères en séries afin d'optimiser la production de force à la nouvelle longueur fonctionnelle. Malgré des différences substantielles entre les immobilisations musculaires et les étirements intermittents, cette recherche suggère que l'étirement à court terme (de 3 à 8 semaines) chez l'être humain provoque une augmentation similaire des sarcomères en série et augmente simultanément la longueur des muscles étirés (Weppler & Magnusson, 2010).

Relaxation neuromusculaire

Certains auteurs ont suggéré que les réflexes neuromusculaires s'adaptent à l'étirement répété au fil du temps, ce qui améliorerait l'étirement musculaire, la capacité de relaxation et provoquerait l'augmentation de l'extensibilité musculaire. Mais au vu des résultats des études citées par (Weppler & Magnusson, 2010), l'augmentation des angles articulaires ne peut être, par conséquent, attribuée à la relaxation neuromusculaire.

Théorie sensorielle

Plus récemment, une théorie sensorielle a été proposée suggérant que l'augmentation de l'extensibilité musculaire serait due à une modification de la sensation. La plupart de ces

études suggèrent que l'augmentation de l'extensibilité musculaire observée après des étirements à court terme (3-8 semaines) est due à la modification des sensations. Les effets biomécaniques à long terme (plus de 8 semaines) et les programmes d'étirements chroniques n'ont cependant pas encore été évalués (Weppeler & Magnusson, 2010).

Pour terminer, nous pensons qu'il est probable que des facteurs psychologiques puissent jouer un rôle dans l'augmentation de l'extensibilité des ischio-jambiers. En effet, il est impossible d'intervenir de manière aveugle lors d'une pareille étude. Les sujets peuvent donc démontrer une augmentation de l'extensibilité parce qu'ils s'attendent à une amélioration des résultats ou ont la volonté d'augmenter leur tolérance à l'étirement.

Comme pour le *foam roller* nous émettons l'hypothèse que l'âge, le BMI, le type d'activités physiques et leurs fréquences pourraient avoir une influence sur les résultats. Malgré cela, une personnalisation du programme amènerait de possibles meilleurs résultats. La littérature récente confirme l'efficacité de ces exercices (Diulian M Medeiros et al., 2016).

4.1.2.3. Groupe contrôle

L'analyse des résultats démontre une amélioration moyenne de l'extensibilité de 2.05° et médiane de 0.5° ($SD = 4.76^\circ$). Sur la figure 4, la boîte représentant le groupe contrôle est la plus petite des trois. Ce qui témoigne d'une homogénéité des résultats. Malgré les améliorations moyenne et médiane positives, cinq participants ont diminué leur extensibilité pendant les huit semaines. Ce résultat pourrait être justifié par plusieurs facteurs : le type de sport (Petersen & Hölmich, 2005) ainsi que la position assise prolongée des étudiants (Fatima et al., 2017). De plus ce résultat est inférieur $MDD_{95} = 3.94^\circ$. Ce qui témoigne une augmentation non significative de l'angle poplité. Enfin, nous pensons qu'une intervention est nécessaire pour améliorer l'extensibilité musculaire.

4.2. Limitations

4.2.1. Participants

La totalité des participants de l'étude a été recrutée sur le site de formation de la filière physiothérapie de la HES-SO Valais-Wallis à Loèche-les-Bains. Il s'agit donc, d'une population de jeunes étudiants actifs. L'échantillon est relativement homogène mais ne représente pas exactement la population cible de notre étude, âgée de 18 à 50 ans.

4.2.2. Risque de biais

Ce chapitre se base sur les recommandations de Cochrane en ce qui concerne les biais des études randomisés contrôlés (Mansournia, Higgins, Sterne, & Hernán, 2017).

Biais de sélection

Les participants de cette étude pratiquaient des activités physiques très différentes entre elles, à des niveaux différents et avec une régularité différente. Ces variables n'ont pas été prises en compte lors de la création des groupes, ce qui pourrait constituer un biais de sélection.

Biais de performance

Le programme d'étirements à l'aide de *foam roller* et celui d'étirements statiques sont standards. Quelques participants, dans le questionnaire final d'évaluation, ont fait la remarque que certains exercices, selon eux, n'étaient pas si efficaces. Probablement qu'une personnalisation du programme à suivre aurait pu amener à de meilleurs résultats pour les deux groupes d'intervention.

Chaque participant a dû compléter un tableau, lors de chaque séance d'étirements effectuée, pour reporter le nombre de minutes dédiés aux exercices. Un des critères de *drop out*, inconnu des participants, était d'effectuer un minimum de 80% des séances individuelles. Le fait qu'aucun des participants n'ait manqué plus que quatre séances est relativement étonnant. D'autre part, il est vrai que les participants étaient libres de choisir quand s'étirer en respectant les directives. Néanmoins il se peut que certains participants aient noté avoir effectué une ou plusieurs séances sans les avoir faites.

La totalité des participants faisant partie des groupes d'intervention a participé aux deux séances en groupe. Certains d'entre eux exprimaient de la facilité alors que d'autres avaient plus de difficulté à réaliser le programme reçu. Il est donc impossible de connaître la qualité des séances individuelles durant les deux mois d'intervention. Lors de la prise de contact avec les participants, à mi-étude environ, les investigateurs ont répondu à des questions techniques, limitant ainsi le risque de mauvaise interprétation des programmes. Afin de réduire le biais de la qualité d'exécution, une possibilité aurait été d'introduire une ou plusieurs séances en groupe pendant les huit semaines d'intervention.

Biais de détection

En ce qui concerne la prise de mesure de l'angle poplité à l'aide PKET, les deux investigateurs ont strictement suivi le protocole (Reurink et al., 2013). Deux modifications ont été apportées : la moyenne de deux mesures était retenue et les deux investigateurs se partageaient les tâches du protocole. Un d'entre eux était responsable de garder la hanche du participant à 90° de flexion et d'observer d'éventuels mouvements de compensation, tandis que le deuxième amenait le genou en extension maximale et mesurait l'angle poplité. Les rôles étaient fixes et identiques lors des deux bilans et tous les participants ont été mesurés par les deux mêmes investigateurs. Nous avons pris deux mesures pour chaque jambe et retenu la moyenne. Le risque de biais de détection a été ainsi réduit au maximum. Néanmoins, la limite d'extensibilité maximale est individuelle et subjective. La consigne était identique pour tout le monde : «*the maximal tolerable stretch*» (Reurink et al., 2013) mais probablement qu'une trop grande possibilité d'interprétation était possible. Une description plus spécifique de la limite d'extension à laquelle arrêter l'investigateur permettrait potentiellement de réduire ce biais.

4.2.3. Améliorations possibles

Plusieurs améliorations pourraient être appliquées pour l'étude future, en fonction des ressources économiques et du temps à disposition. Afin d'avoir un meilleur contrôle sur la qualité des séances d'étirements, l'introduction de séances en groupe supplémentaires pendant la période d'intervention pourrait être une mesure plus efficace.

Il serait également intéressant de répartir les participants dans les différents groupes en tenant compte d'un plus grand nombre de variables, en obtenant ainsi des groupes les plus homogènes possibles. Pour cela un logiciel de randomisation stratifiée pourrait être utilisé.

4.3. Forces

Notre étude est la première, même si elle a été réalisée à petite échelle, à évaluer l'effet du *foam roller* sur l'extensibilité musculaire sur une période de huit semaines. Jusqu'à présent une seule étude a testé le *foam roller* sur cette période (Miller & Rockey, 2006). Mais elle a été jugée de très faible qualité (Beardsley & Škarabot, 2015). Les autres études publiées jusqu'à présent sur l'utilisation régulière de cet outil ont été réalisées sur une durée qui varie entre une et trois semaines (Cheatham, Kolber, Cain, & Lee, 2015).

Il s'agit aussi de la première étude, à notre connaissance, qui propose un programme clair et détaillé avec le *foam roller*. La plupart des programmes existant ne tiennent pas compte de la stabilité lombaire et de la relaxation du muscle à masser. Pour cette raison nous avons préféré réaliser nous-même les photographies des exercices. Aucun des programmes que nous avons visualisés ne définissaient clairement et de façon standardisée le rythme auquel effectuer les mouvements avec le *foam roller*. Probablement que la vitesse d'exécution choisie n'est pas la plus efficace pour tous les muscles et la plus adaptée à chaque patient. Toutefois, l'introduction de ce facteur répond à une des critiques de la littérature ayant analysé toutes les études publiées à ce sujet avant 2015 (Cheatham, Kolber, Cain, & Lee, 2015).

4.4. Application en physiothérapie

D'après les premiers résultats, qui devront être confirmés par l'étude à grande échelle, le *foam roller* se démontre au moins aussi efficace que les étirements statiques lors d'un raccourcissement des muscles ischio-jambiers. Il est vrai que le rouleau a un certain coût, qu'il nécessite une certaine force au niveau des membres supérieurs et de la stabilité au niveau du tronc. Lors des premières utilisations, il peut être désagréable mais représente une alternative valide aux étirements statiques. Il est intéressant pour les patients sportifs, mais aussi pour tous ceux qui ont de la peine à s'étirer régulièrement.

En plus d'améliorer l'extensibilité musculaire, le *foam roller* permet également de bénéficier des autres effets comme un certain renforcement de la musculature et une réduction significative des DOMS entre autre (Schroeder & Best, 2015). L'utilisation du

foam roller devrait être évaluée par le thérapeute afin d'éviter des effets indésirables et en optimiser les effets. Les étirements statiques se confirment comme étant une technique efficace pour améliorer l'extensibilité musculaire, praticable partout et sans matériel nécessaire.

4.5. Recherches futures

Une étude à grande échelle est nécessaire afin de vérifier les résultats. Dans ce cas une soumission à la commission d'éthique devra être envisagée.

D'autre part, il serait intéressant de pouvoir combiner le *foam roller* aux étirements afin d'évaluer si l'effet sur l'extensibilité musculaire en est augmenté. Une autre possibilité serait d'étudier l'influence du rythme et de la durée des exercices avec le *foam roller*. Enfin, une vérification de l'efficacité de chaque exercice proposé dans le programme, pourrait permettre des adaptations dans le but d'obtenir de meilleurs résultats.

5. Conclusion

En conclusion, cette étude pilote confirme notre hypothèse principale. Elle démontre qu'avec quelques ajustements, l'étude à grande échelle est faisable et réalisable.

Par ailleurs, les résultats obtenus mettent en évidence l'efficacité de l'utilisation du *foam roller* pour l'amélioration de l'extensibilité musculaire des ischio-jambiers d'une population hypoextensible. Cependant, vue la taille restreinte de notre échantillon, nous ne pouvons confirmer notre seconde hypothèse. En effet, la comparaison entre les deux groupes expérimentaux n'établit pas de résultat statistiquement significatif.

Néanmoins, les aboutissements de ce travail sont encourageants pour la poursuite des recherches. D'autres part, l'état actuel de la littérature justifie l'intérêt à porter au prolongement de cette étude. Différentes perspectives d'approches peuvent être envisagées comme l'utilisation sur une période de plus de huit semaines, l'addition du *foam roller* aux étirements statiques ou l'influence du rythme d'exécution des exercices.

6. Références bibliographiques

- Bant, H., Haas, H.-J., & Steverding, M. (2011). *Sportphysiotherapie*. (S.l.) : Thieme;
- Barette, G., Cérioli, A., Dufour, X., & Barillec, F. (2011). Traiter les tensions musculaires en thérapie manuelle. *Kinesither Sci*, 519;
- Beardsley, C., & Škarabot, J. (2015). Effects of self-myofascial release: A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(4), 747-758. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.08.007>;
- Bruno, I. (2014). *Massages du monde: Californien, lomi-lomi, ayurvédique, suédois et autres horizons...* (Anne Le Meur). Espagne : Hachette Pratique;
- Cheatham, S. W., Kolber, M. J., Cain, M., & Lee, M. (2015). THE EFFECTS OF SELF-MYOFASCIAL RELEASE USING A FOAM ROLL OR ROLLER MASSAGER ON JOINT RANGE OF MOTION, MUSCLE RECOVERY, AND PERFORMANCE: A SYSTEMATIC REVIEW. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 827-838;
- Cheatham, S. W., & Stull, K. R. (2018). Comparison of a foam rolling session with active joint motion and without joint motion: A randomized controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*;
- De Laere, J., & Tixa, S. (2012). *Le Syndrome Neurog Ene Douloureux*. (S.l.) : Elsevier Health Sciences France;
- Dellal, A. (2017). *Une saison de préparation physique en football*: (S.l.) : De Boeck supérieur. Repéré à https://books.google.ch/books?id=ifQ_DgAAQBAJ;
- Fatima, G., Qamar, M. M., Hassan, J. U., & Basharat, A. (2017). Extended sitting can cause hamstring tightness. *Saudi Journal of Sports Medicine*, 17(2), 110;
- Fernández-de-las-Peñas, C. (2009). Interaction between trigger points and joint hypomobility: a clinical perspective. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 17(2), 74-77;

- Findley, T., Chaudhry, H., Stecco, A., & Roman, M. (2012). Fascia research--a narrative review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 16(1), 67-75. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2011.09.004>;
- Fradkin, A. J., Zazryn, T. R., & Smoliga, J. M. (2010). Effects of warming-up on physical performance: a systematic review with meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 140-148;
- Gamboa, J., & Gallagher, S. (1996). Developing a Comprehensive Warm-Up and Conditioning Program for Performing Artists. *ORTHOPAEDIC PHYSICAL THERAPY CLINICS OF NORTH AMERICA*, 5, 515-546;
- Gauthier, J. (2016). *Chaines musculaires*. (S.l.) : Amphora. Repéré à <https://books.google.ch/books?id=z69EDwAAQBAJ>;
- Healthsure Physiotherapy Group. (2017, 3 mars). Rid yourself of Tight Muscles and Trigger Points with Foam Rolling. *Medium.com*. Repéré à <https://medium.com/@healthsuregroup/rid-yourself-of-tight-muscles-and-trigger-points-with-foam-rolling-ec25eb30f6bd>;
- Heffernan, C. (2016, 2 février). The History of the Foam Roller. *Physical culture study*. Repéré à <https://physicalculturestudy.com/2016/02/02/the-history-of-the-foam-roller>;
- Houglum, P. A. (2016). Therapeutic Exercise for Musculoskeletal Injuries 4th Edition. Dans *Therapeutic Exercise for Musculoskeletal Injuries 4th Edition* (Human Kinetics, pp. 470-471). United States : Human Kinetics;
- Kapandji, A. I. (2009). *Anatomie fonctionnelle membre inférieur* (Maloine, Vol. 2). Paris : (s.n.);
- Lamprecht, M., Fischer, A., & Stamm, H. (2014). *Sport Suisse 2014: Activité et consommation sportives de la population suisse*. (S.l.) : Observatoire sport et activité physique Suisse c/o Lamprecht & Stamm Sozialforschung und Beratung AG;
- Lim, K.-I., Nam, H.-C., & Jung, K.-S. (2014). Effects on hamstring muscle extensibility, muscle activity, and balance of different stretching techniques. *Journal of physical therapy science*, 26(2), 209-213;

Linklater, J. M., Hamilton, B., Carmichael, J., Orchard, J., & Wood, D. G. (2010). Hamstring injuries: anatomy, imaging, and intervention (Vol. 14, pp. 131-161). Communication présentée au Seminars in musculoskeletal radiology, © Thieme Medical Publishers;

Mansournia, M. A., Higgins, J. P., Sterne, J. A., & Hernán, M. A. (2017). Biases in Randomized Trials: A Conversation Between Trialists and Epidemiologists. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 28(1), 54-59;

Medeiros, D. M., Cini, A., Sbruzzi, G., & Lima, C. S. (2016). Influence of static stretching on hamstring flexibility in healthy young adults: Systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy theory and practice*, 32(6), 438-445;

Medeiros, D. M., & Martini, T. F. (2017). Chronic effect of different types of stretching on ankle dorsiflexion range of motion: Systematic review and meta-analysis. *The Foot*.
Middleton, P., Gaujard, E., Petit, H., Guillermo, A., Vidal, M., Bientz, I., & Monguillot, P. (2013). L'équilibre musculaire. *La Lettre de médecine physique et de réadaptation*, 29(2), 64-69;

Miller, J. K., & Rockey, A. M. (2006). Foam rollers show no increase in the flexibility of the hamstring muscle group. *UW-L Journal of Undergraduate Research*, 9, 1-4.

Nelson, A., & Kokkonen, J. (2014). *Stretching Anatomy-2nd Edition: (S.1.)* : Human Kinetics. Repéré à <https://books.google.ch/books?id=XXsnAQAAQBAJ>;

Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires. (2016). Indice de masse corporelle (IMC) en Suisse en 2014 et 2015. Confédération suisse.

Office fédéral de la statistique. (2015). La population de la Suisse 2014. Confédération suisse;

Passive knee extension test. (2018, 13 avril). *Physiopeedia*. Repéré à https://www.physiopeedia.com/Passive_knee_extension_test#cite_note-davis-6;

Petersen, J., & Hölmich, P. (2005). Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *British journal of sports medicine*, 39(6), 319-323;

Platzer, W., Bourjat, P., & Spitzer, G. (2014). *Atlas de poche d'anatomie. (S.1.)* : Lavoisier Médecine-Sciences. Repéré à <https://books.google.ch/books?id=cD7HrQEACAAJ>;

- Razali, N. M., & Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. *Journal of statistical modeling and analytics*, 2(1), 21-33;
- REDCap. (2018, mai). Research Electronic Data Capture. Repéré à <https://www.project-redcap.org>;
- Reinold, M. (2017). The Best Self Myofascial Release Tools. Repéré à <https://mikereinold.com/tag/massage>;
- Reurink, G., Goudswaard, G. J., Oomen, H. G., Moen, M. H., Tol, J. L., Verhaar, J. A., & Weir, A. (2013b). Reliability of the active and passive knee extension test in acute hamstring injuries. *The American journal of sports medicine*, 41(8), 1757-1761;
- Schleip, R. (2004). Die Bedeutung der Faszien in der manuellen Therapie. *DO-Deutsche Zeitschrift für Osteopathie*, 2(01), 10-16;
- Schleip, R., & Bayer, J. (2016). *Faszien-Fitness: vital, elastisch, dynamisch in Alltag und Sport* (7^e éd.). München : Riva Verlag;
- Schleip, R., & Müller, D. G. (2013). Training principles for fascial connective tissues: scientific foundation and suggested practical applications. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 17(1), 103-115. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2012.06.007>;
- Schroeder, A. N., & Best, T. M. (2015). Is self myofascial release an effective preexercise and recovery strategy? A literature review. *Current Sports Medicine Reports*, 14(3), 200-208. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000148>;
- Schulz, K. F., Altman, D. G., & Moher, D. (2010). CONSORT 2010 statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMC medicine*, 8(1), 18;
- Sealed Envelope. (2018, mai). POWER (Sample size) CALCULATOR. *Sealed Envelope*. Repéré à <https://www.sealedenvelope.com/power/binary-superiority>;
- Sherrington, C. (1908). Reciprocal innervation of antagonistic muscles. Thirteenth note.—On the antagonism between reflex inhibition and reflex excitation. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 80(544), 565-578;

Smaniotta, J., & Sterner, R. (2006). Effects of Myofascial Release on Increasing Function;

Stull, K. (2017). *Complete Guide to Foam Rolling*. (S.l.) : Human Kinetics;

Thabane, L., Ma, J., Chu, R., Cheng, J., Ismaila, A., Rios, L. P., ... Goldsmith, C. H. (2010). A tutorial on pilot studies: the what, why and how. *BMC medical research methodology*, 10(1), 1;

Tixa, S., & Péninou, G. (2011). *Les tensions musculaires: Du diagnostic au traitement*. (S.l.) : Elsevier Health Sciences France. Repéré à <https://books.google.ch/books?id=Pzwwq07BYoUEC>;

Walker, B. (2013). *Anatomie du stretching* (Budo Éditions). 77123 Noisy-sur-École : (s.n.);

Wepler, C. H., & Magnusson, S. P. (2010). Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation? *Physical therapy*, 90(3), 438-449;

West, B. T., Welch, K. B., & Galecki, A. T. (2014). *Linear mixed models: a practical guide using statistical software*. (S.l.) : CRC Press;

World Health Organization. (2000). *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. (S.l.) : World Health Organization;

Ylinen, J., & Pillu, M. (2009). *Etirements musculaires en thérapie manuelle: théorie et pratique*. (S.l.) : ELSEVIER.

7. Liste des illustrations

<i>Figure 1 : Prise de mesure de l'angle poplité à l'aide du PKET.</i>	15
<i>Figure 2 : Flow chart Consort</i>	18
<i>Figure 3: Évolution de l'angle poplité pour chaque intervention</i>	22
<i>Figure 4 : Boxplots de la médiane de la différence de l'angle poplité pour chaque groupe.</i>	23

8. Liste des tableaux

<i>Tableau 1 : Calendrier de l'étude pilote</i>	12
<i>Tableau 2 : Description de l'échantillon</i>	19
<i>Tableau 3 : Description des trois groupes</i>	20

9. Annexes

9.1. Annexe 1 : Lettre d'information courte

Lettre d'information aux participants

HES-SO Valais-Wallis

Information courte destinée aux participants de l'étude exploratoire.

Madame, Monsieur

Nous nous appelons Matteo Cometta et Benoit Falquet, étudiants au sein de l'HES-SO Valais dans la filière physiothérapie sur le site de Loèche-les-Bains. Vous trouverez dans ce document les informations relatives au déroulement de notre étude et relatives à votre participation.

Promoteur :

Cette étude est organisée par la HES-SO Valais-Wallis, Haute école de santé, filière physiothérapie.

Titre abrégé :

Foam roller / Ischio-jambiers

Titre complet de l'étude pilote :

Les effets de l'utilisation du *foam roller* (définition voir lexicque page 3) à moyen terme sur l'extensibilité des ischio-jambiers (définition voir lexicque page 3) en comparaison avec un programme d'étirements statiques et un groupe contrôle : étude exploratoire randomisée contrôlée.

Les raisons pour lesquelles nous nous adressons à vous :

Vous avez été sélectionné car vous présentez un raccourcissement des muscles postérieurs de vos cuisses. Nous faisons appel à vous pour tester un protocole d'étude et évaluer les effets de l'utilisation du *foam roller* sur l'extensibilité musculaire.

Les objectifs que nous voulons atteindre avec notre étude pilote :

Cette étude pilote a pour objectif de tester un protocole d'étude qui vise l'évaluation de l'utilisation du *foam roller* comme outil thérapeutique pour améliorer l'extensibilité musculaire des ischio-jambiers.

Les objectifs que nous voulons atteindre avec notre étude finale :

L'étude finale a pour objectif d'évaluer les effets de l'utilisation à moyen terme du *foam roller* sur l'extensibilité.

Ce que votre participation à l'étude pilote signifie pour vous :

Du fait que cette étude pilote est une étude randomisée contrôlée, vous serez attribué à l'un des trois groupes de manière aléatoire. Le groupe intervention participera au programme qui utilise le *foam roller*, le groupe comparaison participera au programme qui utilise les étirements

statiques et le groupe contrôle n'aura aucun programme. Si vous êtes attribué au groupe intervention ou au groupe contrôle, votre participation consiste à participer à

- 2 séances d'évaluation (semaine 4 et 13) de 15 minutes chacune.
- 2 séances en groupe de 45 minutes environ (semaine 5).
- Entraînement individuel selon instruction durant 8 semaines.

Si vous êtes attribués au groupe contrôle, vous serez invité seulement aux 2 séances d'évaluation (semaine 4 et 13).

Les bénéfices et les risques que l'étude pilote représentent pour vous :

Votre participation à cette étude vous permet de bénéficier gratuitement de séances d'évaluation de vos muscles ischio-jambiers. Si vous êtes dans le groupe intervention ou dans le groupe comparaison, vous bénéficierez de quatre séances de physiothérapie de groupe ainsi que d'un programme d'exercices et d'étirement musculaire. En guise de remerciement, chaque participant recevra un « Blackroll® ».

Les étirements musculaires sont pratiqués de manière usuelle en physiothérapie et ne présentent aucun risque pour autant qu'ils soient pratiqués selon les recommandations des physiothérapeutes. Il est donc important que vous respectiez ces recommandations en termes de durée et mise en tension musculaire.

Vos droits si vous participez à l'étude pilote :

Vous êtes libre d'accepter ou de refuser de participer à l'étude. Si vous décidez d'accepter, vous pourrez à tout moment revenir sur votre décision sans avoir besoin de vous justifier.

Vos obligations si vous participez à l'étude pilote :

Si vous décidez de participer à cette étude, nous vous demandons d'être disponible pour les séances de tests et pour les séances de thérapie en groupe et de bien effectuer le programme tel qu'il est décrit.

Ce qu'il adviendra de vos données :

Nous respectons toutes les dispositions légales relatives à la protection des données. Nous utiliserons vos données uniquement dans le cadre de l'étude. Toutes les personnes impliquées sont soumises au secret professionnel.

Ce que votre consentement signifie :

En signant la déclaration de consentement éclairé, vous déclarez accepter l'intégralité du document.

Les personnes à qui vous pouvez vous adresser :

Directeur du travail de Bachelor :

Anne-Gabrielle Mittaz Hager
HES-SO Valais
Rathausstrasse 8
3954 Leukerbad
079 609 90 63

Investigateurs de l'étude pilote :

Matteo Cometta
via Case Sulgoni 50
6710 Biasca
076 450 80 26

Benoit Falquet
Impasse du Dontsi 11
1699 Pont (Veveyse)
078 891 59 01

Lexique

Foam roller :

Sa traduction littérale est rouleau de mousse mais il est utilisé comme rouleau d'automassage. Depuis quelques années, l'automassage se développe de manière très importante, surtout dans le milieu sportif. Rouler une partie de son corps sur ce rouleau en mousse plus ou moins dure permet aux personnes de tous les âges et niveaux sportifs d'améliorer leur extensibilité musculaire à court terme, leur mobilité, leur équilibre et leur force avec différents types d'exercices. Il est également utile dans la diminution de la sensation des courbatures et procure un bien-être subjectif après son utilisation.

Ischio-jambier :

Les muscles ischio-jambiers sont situés sur la partie postérieure de la cuisse. Ils se composent de trois différents muscles : le biceps fémoral, le sémi-tendineux et le semi-membraneux. Les muscles ischio-jambiers prennent leurs origines au niveau de la fesse, sur l'ischion et s'insèrent derrière le genou, sur le tibia et la fibula. Ce groupe musculaire est responsable de la flexion et la rotation externe du genou ainsi que de l'extension du fémur et de la hanche.

Lieu, date	Signature du participant / de la participante
------------	---

Attestation du physiothérapeute-investigateur : Par la présente, j’atteste avoir expliqué au participant / à la participante la nature, l’importance et la portée de l’étude pilote. Je déclare satisfaire à toutes les obligations en relation avec ce projet conformément au droit en vigueur. Si je devais prendre connaissance, à quelque moment que ce soit durant la réalisation du projet, d’éléments susceptibles d’influer sur le consentement du participant / de la participante à prendre part au projet, je m’engage à l’en informer immédiatement.

Lieu, date	Nom et prénom du physiothérapeute-investigateur aux participants en caractères d’imprimerie. Signature du physiothérapeute-investigateur
------------	---

9.3. Annexe 3 : Programme d'étirements avec *foam roller*

PROGRAMME D'ÉTIREMENTS DE LA CHAÎNE POSTÉRIEURE AVEC *FOAM ROLLER*

Conseils généraux :

- Ne pas contracter activement les muscles à étirer pendant la séance.
- Pensez à contracter vos abdominaux sans bloquer la respiration.
- Veillez à respirer le plus naturellement possible.
- Insister plus longtemps sur les points douloureux (5 secondes au maximum avant de reprendre le rythme normal).
- Variez la pression individuellement, par ex. en prenant appui sur les bras ou en posant une jambe sur l'autre pour alourdir certaines parties des muscles.
- Gardez le dos le plus droit possible.
- **Trois entraînements individuels par semaine** avec au moins un jour de repos entre une séance et la suivante.
- À chaque séance **tous les exercices doivent être effectués en suivant l'ordre présenté.**
- Durée estimée 10-15 minutes.
- **Télécharger l'application gratuite *Pro Metronome*® afin de pouvoir respecter le rythme.**

Sensation à ressentir :

- La plus grande pression possible. La qualité et la durée de l'exercice doivent être respectées.

VOÛTE PLANTAIRE

- **Instructions :** Positionnez-vous debout avec le rouleau sous les talons. Glissez lentement le rouleau en avant et en arrière sous vos pieds en gardant l'équilibre. Si l'exercice est trop difficile aidez-vous à l'aide d'une chaise ou un mur comme support.
- **Position de départ :** Face plantaire du pied, sous le talon.
- **Position de fin :** Base de la phalange proximale du 1er orteil.
- **Rythme :** 4 secondes pour chaque mouvement complet (2 sec. avant et 2 sec. arrière = 30 BPM).
- **Répétitions :** 10 mouvements complets.



- Variante :**
- Faites le même exercice décrit ci-dessus sur un pied. Si l'exercice est trop difficile prenez appui sur une chaise ou un mur. Dans ce cas effectuer 10 répétitions pour chaque côté.



MOLLETS (GASTROCNEMIUS + SOLEUS)

- Instructions : Asseyez-vous par terre avec les jambes tendues. Placez le rouleau sous votre tendon d'Achille. Gardez la jambe détendue, prenez appui sur les mains et la jambe libre (sans rouleau), puis massez votre mollet en effectuant des mouvements d'avant en arrière sur le rouleau.
- Position de départ: Tendon d'Achille, le plus près possible du talon.
- Position de fin : ~2 cm plus bas que le pli du genou.
- Rythme : 6 secondes pour chaque mouvement complet (3 sec. avant et 3 sec. arrière = 20 BPM).
- Répétitions : 10 mouvements complets de chaque côté.



Variante : Faites le même exercice décrit ci-dessus avec la jambe libre (sans rouleau) croisée sur la jambe à étirer.



ISCHIO-JAMBIERS (SEMI-TENDINOSUS, SEMI-MEMBRANOSUS, BICEPS FERMORIS)

- Instructions : Asseyez-vous par terre avec les jambes tendues. Placez le rouleau sous une des deux cuisses en la gardant toujours tendue. Prenez appui sur les mains et la jambe libre (sans rouleau) puis massez votre cuisse en effectuant des mouvements d'avant en arrière sur le rouleau.
- Position de départ : Les fessiers.
- Position de fin : ~2 cm au-dessus du pli du genou (creux poplité).
- Rythme : 6 secondes pour chaque mouvement complet (3 sec. avant et 3 sec. arrière = 20 BPM).
- Répétitions : 10 mouvements complets de chaque côté.



- Variante :
- Faites le même exercice décrit ci-dessus avec la jambe libre (sans rouleau) croisée sur la jambe à étirer.



FACE LATÉRALE DE LA CUISSE (TENSOR FASCIA LATAE)

- Instructions : Allongez-vous sur le côté, prenez appui sur l'avant-bras, placez le rouleau 2 cm plus haut que le genou et repliez l'autre jambe devant vous. Faites des mouvements d'avant en arrière en remontant jusqu'au bassin.
- Position de départ : ~2 cm plus haut du genou, sur sa face latérale.
- Position de fin : Hanche.
- Rythme : 6 secondes pour chaque mouvement complet (3 sec. avant et 3 sec. arrière = 20 BPM).
- Répétitions : 10 mouvements complets de chaque côté.

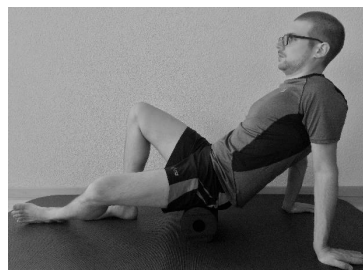


Variante : Faites le même exercice décrit ci-dessus avec la jambe libre (sans rouleau) posée sur la jambe à étirer.



FESSIERS (GLUTEUS MINIMUS, GLUTEUS MEDIUS, GLUTEUS MAXIMUS)

- Instructions : Asseyez-vous par terre avec les jambes légèrement fléchies. Placez le rouleau sous une de vos fesses. Gardez les jambes fléchies, prenez appui sur les bras, puis massez votre fesse en effectuant des mouvements d'avant en arrière sur le rouleau du bas de la fesse jusqu'au bas du dos.
- Position de départ : Bas de la fesse.
- Position de fin : Bas du dos.
- Rythme : 4 secondes pour chaque mouvement complet (2 sec. avant et 2 sec. arrière = 20 BPM).
- Répétitions : 10 mouvements complets de chaque côté.



- Variante :
- Faites le même exercice décrit ci-dessus avec la jambe libre (sans rouleau) croisée sur la jambe à étirer.



RÉGION DORSO-LOMBAIRE GLOBALE

- **Instructions :** Positionnez-vous debout contre un mur avec le rouleau au milieu du dos. Eloignez les pieds du mur en vous appuyant contre le rouleau tout en fléchissant légèrement les genoux. Tendez puis fléchissez les genoux afin de masser votre dos.
- **Position de départ :** Bas du dos.
- **Position de fin :** Haut du dos, sans rouler sur la nuque.
- **Rythme :** 6 secondes pour chaque mouvement complet (3 sec. avant et 3 sec. arrière = 20 BPM).
- **Répétitions :** 10 mouvements complets.



Variante (si excellent contrôle du tronc) :

- **Instructions :** Asseyez-vous par terre avec les jambes légèrement fléchies. Placez le rouleau sous votre dos. Gardez les jambes fléchies. Croisez les mains sur la nuque, puis massez votre dos en effectuant des mouvements d'avant en arrière sur le rouleau du bas du dos jusqu'au haut du dos, sans rouler sur la nuque. Les abdominaux doivent rester bien contractés et le rachis reste droit tout au long de l'exercice.
- **Position de départ :** Bas du dos.
- **Position de fin :** Haut du dos, sans rouler sur la nuque.
- **Rythme :** 6 secondes pour chaque mouvement complet (3 sec. avant et 3 sec. arrière = 20 BPM).
- **Répétitions :** 10 mouvements complets.



<i>Veuillez noter les durées de vos entraînements</i>	Durée en minutes de vos entraînements individuels		
	Entraînement 1	Entraînement 2	Entraînement 3
Semaine 1			
Semaine 2			
Semaine 3			
Semaine 4			
Semaine 5			
Semaine 6			
Semaine 7			
Semaine 8			

9.4. Annexe 4 : Processus de validation des programmes et commission d'experts

Processus de validation des programmes

Nous avons créé une première version des programmes. Nous avons ensuite contacté des experts qui intègrent régulièrement le *foam roller* et les étirements statiques dans leurs activités professionnelles et personnelles respectives. Après l'obtention de leur accord, nous leur avons envoyé cette première version. Les experts ont eu le temps de lire, pratiquer et corriger les différents exercices avant de nous faire un retour écrit. Leurs commentaires ont été retenus afin de créer les versions finales.

Commission d'experts

Elena Roos

Athlète tessinoise de l'Équipe Nationale Suisse A de course d'orientation depuis 2017. L'année passée, elle a remporté deux étapes de la coupe du monde, en longue distance et en relais. Avec l'équipe Suisse elle est arrivée troisième lors du relais sprint des championnats du monde qui ont eu lieu en Estonie en 2017 et a gagné deux médailles d'or aux championnats d'Europe en Suisse en 2018. Elena intègre régulièrement le *foam roller* dans son plan d'entraînement.

Pierrick Saintrond

Responsable physiothérapeute du sport du Centre Sport et Santé UNIL-EPFL et physiothérapeute du LUC Volleyball, champions suisses 2017/18.

Fabio Truaisch,

Physiothérapeute et préparateur athlétique à *Swiss-Ski* en Coupe d'Europe et Coupe du Monde et physiothérapeute chef du cabinet Fisio Truaisch. Fabio utilise régulièrement le *foam roller* avec ces athlètes.

François Letoucq

Physiothérapeute chef à l'hôpital de Montreux. Notamment formé en yoga thérapeutique, François emploie volontiers le *foam roller* avec différents patients.

9.5. Annexe 5 : Programme d'étirements statiques

PROGRAMME D'ÉTIREMENTS STATIQUES DE LA CHAÎNE POSTÉRIEURE

Conseils généraux :

- Pour chaque étirement, veillez à garder le dos droit et le bassin en position neutre.
- Pensez à contracter vos abdominaux sans bloquer la respiration.
- Soyez ergonomique.
- En aucun cas, vous devez ressentir de la douleur mais une sensation de tension à l'endroit mentionné.
- Placez votre corps dans la position déterminée en laissant vos muscles détendus.
- Une fois dans la bonne position, déplacez votre corps avec précaution afin d'accroître la tension dans le muscle ou groupe musculaire mentionné.
- Pensez à respirer lentement avec des mouvements amples tout en cherchant la détente dans chaque position.
- **Trois entraînements individuels par semaine** avec au moins un jour de repos entre une séance et la suivante.
- À chaque séance **tous les exercices doivent être effectués en suivant l'ordre présenté.**
- Durée estimée 10 minutes.

VOÛTE PLANTAIRE

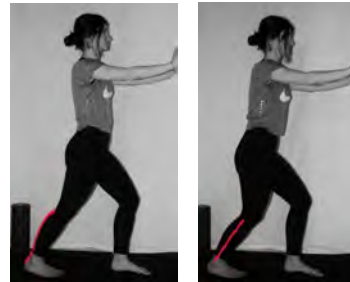
- Face au mur, appuyez vos mains.
- Déposez les orteils du pied droit contre le mur.
- Avancez le genou droit au plus proche de ce dernier.
- La jambe gauche reste en retrait, le pied parallèle au droit.
- Restez dans cette position 30 secondes.
- Répétez l'exercice du côté gauche.



- Variante : si l'exercice est trop facile, soulevez le talon en gardant la base des orteils au sol.

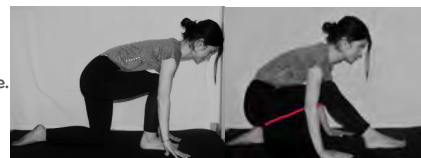
MOLLETS (GASTROCNEMIUS + SOLEUS)

- Face au mur, tendez les bras et appuyez vos mains.
- Déposez le pied droit proche du mur.
- La jambe gauche est tendue loin derrière, selon le confort.
- Les talons sont au sol et les pieds sont parallèles.
- Restez dans cette position 30 secondes.
- Répétez l'exercice avec la jambe gauche pliée 30 secondes.
- Répétez les deux exercices du côté droit.



ISCHIO-JAMBIERS (SEMI-TENDINOSUS, SEMI-MEMBRANOSUS, BICEPS FEMORIS)

- Se positionner au sol en chevalier servant.
- Déposez le pied droit le plus loin possible.
- Appuyez vos mains au sol afin d'être stable.
- Déplacez votre poids vers l'arrière afin d'étirer le muscle.
- Maintenez le dos bien droit.
- Restez dans cette position 30 secondes.
- Répétez l'exercice du côté gauche.



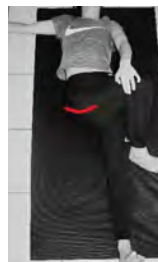
FACE LATÉRALE DE LA CUISSE (TENSOR FASCIA LATAE)

- Face au mur, appuyez vos mains.
- Amenez la jambe droite derrière la gauche puis décalez-la au plus loin vers la gauche.
- Rentrez le ventre et serrez les fesses.
- Déplacez votre poids vers le bas et la droite pour augmenter la tension.
- Restez dans cette position 30 secondes.
- Répétez l'exercice du côté gauche.



FESSIERS (GLUTEUS MINIMUS, GLUTEUS MEDIUS, GLUTEUS MAXIMUS)

- Allongez-vous au sol sur le dos.
- Pliez la jambe droite et amenez-la du côté gauche du genou gauche.
- Le bras droit prend appui à 90° contre le sol.
- Déposez la main gauche sur la face droite du genou droit.
- Exercez une force pour amener le genou droit au sol et étirer les muscles.
- Restez dans cette position 30 secondes.
- Répétez l'exercice du côté gauche.



- Asseyez-vous jambes tendues, dos au mur.
- Pliez la jambe droite et déposez-la à côté de la face gauche du genou gauche.
- Attrapez le genou avec les deux mains.
- Tirez le genou vers vous pour imprimer une tension.
- Restez dans cette position 30 secondes.
- Répétez l'exercice du côté gauche.



RÉGION DORSO-LOMBAIRE GLOBALE

- Mettez-vous au sol à quatre pattes.
- Veillez à garder un angle de 90° au niveau du genou.
- Tout en laissant tomber la tête, faites le dos rond en expirant.
- Restez dans cette position 30 secondes.



- Remettez-vous à quatre pattes.
- Déplacez votre poids vers l'arrière en vous asseyant sur vos talons.
- Tendez les bras le plus loin devant.
- Restez dans cette position 30 secondes.



Veuillez noter les durées de vos entraînements	Durée en minutes de vos entraînements individuels		
	Entraînement 1	Entraînement 2	Entraînement 3
Semaine 1			
Semaine 2			
Semaine 3			
Semaine 4			
Semaine 5			
Semaine 6			
Semaine 7			
Semaine 8			

9.6. Annexe 6 : Questionnaire de faisabilité des programmes

Matteo Cometta &
Benoit Falquet



Questionnaire de faisabilité des programmes

Veuillez répondre aux questions suivantes. Ce questionnaire sert à évaluer qualitativement la faisabilité, la compréhension et la qualité des programmes que nous vous avons donnés.

Entourez : Quel programme avez-vous reçus ? Foam roller Étirements statiques

1. L'aspect général du programme vous convenait-il ? (Couleur, écriture, lisibilité, ...)

Oui | Plutôt oui | Plutôt non | Non.

Remarques : _____

2. Les consignes étaient-elles claires et bien expliquées ?

Oui | Plutôt oui | Plutôt non | Non.

Remarques : _____

3. Les consignes étaient-elles suffisantes ?

Oui | Plutôt oui | Plutôt non | Non.

Remarques : _____

4. Les images étaient-elles utiles ?

Oui | Plutôt oui | Plutôt non | Non.

Remarques : _____

5. Les images étaient-elles suffisantes ?

Oui | Plutôt oui | Plutôt non | Non.

Remarques : _____

6. Les images étaient-elles suffisamment claires et compréhensibles ?

Oui | Plutôt oui | Plutôt non | Non.

Remarques : _____

7. Les exercices proposés étaient-ils intéressants ?

Oui | Plutôt oui | Plutôt non | Non.

Remarques : _____

8. Les exercices proposés étaient-ils faisables et réalisables ?

Oui | Plutôt oui | Plutôt non | Non.

Remarques : _____

9. Avez-vous eu du plaisir à utiliser ce programme ?

Oui | Plutôt oui | Plutôt non | Non.

Remarques : _____

10. Avez-vous ressenti des différences grâce aux exercices ?

Oui | Plutôt oui | Plutôt non | Non.

Remarques : _____

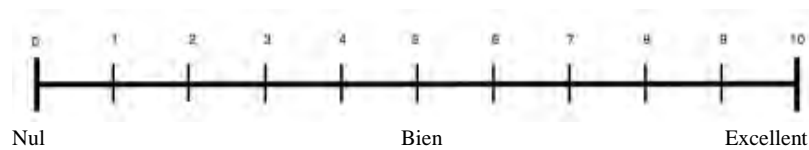
11. Quels sont les points forts de ce programme ?

Remarques : _____

12. Quels sont les points à améliorer pour ce programme ?

Remarques : _____

13. Notez le programme sur une échelle de 1 à 10.



9.7. Annexe 7 : Calcul taille échantillon de l'étude à grande échelle

POWER (SAMPLE SIZE) CALCULATORS

Calculate how big your clinical trial needs to be with our easy to use online calculators

There are several different sample size calculators - choose the correct one according to the type of clinical trial you are planning (superiority/equivalence/non-inferiority) and the nature of the primary outcome variable (binary/continuous).

A superiority trial is one where you want to demonstrate that one treatment or intervention is better than another (or better than no treatment/intervention). An equivalence trial is where you want to demonstrate that a new treatment is no better or worse than an existing treatment and non-inferiority is to show that a new treatment is not worse than an existing treatment.

These calculators are based on approximations to the Normal distribution and may not be suitable for small sample sizes. These calculators have been [tested for accuracy](#) against published papers.

Continuous outcome non-inferiority trial

This calculator is designed for continuous outcomes (such as walking distance, blood pressure, white blood cell count) in parallel group non-inferiority trials.

The mean outcome is compared between the experimental and standard treatment groups.

The null hypothesis is that the experimental treatment is inferior to the standard treatment. We write this as the mean in the standard treatment group (μ_S) is better than the mean in the experimental treatment group (μ_E) by an amount d :

$$H_0: \mu_S \geq \mu_E + d$$

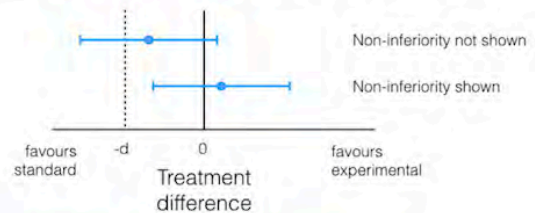
which can be re-written

$$H_0: \mu_E - \mu_S \leq -d$$

The alternative hypothesis is that the experimental treatment is non-inferior to the standard treatment:

$$H_1: \mu_E - \mu_S > -d$$

You must choose the non-inferiority limit, d , to be the largest difference that is clinically acceptable, so that a difference bigger than this would matter in practice. This difference should also not be greater than the smallest effect size that the standard treatment would be reliably expected to have compared with control.



Significance level (alpha)	5%
Power (1-beta)	90%
Standard deviation of outcome	10
Non-inferiority limit, d	5
Calculate sample size	
Sample size required per group	69
Total sample size required	138

You could say:

If there is truly no difference between the standard and experimental treatment, then 138 patients are required to be 90% sure that the lower limit of a one-sided 95% confidence interval (or equivalently a 90% two-sided confidence interval) will be above the non-inferiority limit of -5.

9.8. Annexe 8 : Randomisation des participants



Scientific Software Data Analysis Resource Center

QuickCalcs

1. Select category

2. Choose calculator

3. Enter data

4. View results

Hommes

Assign subjects to groups

Subject #	Group Assigned
1	B
2	B
3	B
4	A
5	C
6	C
7	A
8	B
9	C
10	C
11	A
12	A

Femmes

Assign subjects to groups

Subject #	Group Assigned
1	A
2	A
3	A
4	A
5	C
6	B
7	C
8	C
9	C
10	B
11	A
12	B
13	A
14	B
15	B
16	B
17	C
18	C
19	C
20	B
21	A

How it works: The random number generator is seeded with the time of day, so it works differently each time you use it. Each subject is first assigned to a group nonrandomly. Then the assignment of each subject is swapped with the group assignment of a randomly chosen subject. This should suffice, but the entire process is repeated twice to make sure it is really random. Note that you can copy and paste the values from the web page into Excel.

Groupe A: *Foam roller*

Groupe B: *Etirement statiques*

Groupe C: *Contrôle*

9.9. Annexe 9 : Recueil des données initiales

Physiothérapeutes évaluateurs :
Matteo Cometta & Benoit Falquet



Recueil des données initiales

Date :

Code
participant : __

Données personnelles : Nom : Prénom :

Féminin Masculin Âge : Taille (cm) : Poids (Kg) :

Jambe dominante : Gauche Droite

Blessure du membre inférieur : Oui Non

Si oui, quel type ? _____ Quand ? _____

Opération du membre inférieur : Oui Non

Si oui, quel type ? _____ Quand ? _____

Activités physiques : Oui Non

Si oui, type(s) d'activité(s) : _____

Nombre d'heures/semaine : _____ h/s.

Extensibilité musculaire des ischio-jambiers :

	Jambe gauche			Jambe droite		
	Mesure 1	Mesure 2	Moyenne	Mesure 1	Mesure 2	Moyenne
Angle poplité de côté en °						
Remarque						

Questions, remarques : _____

9.10. Annexe 10 : Recueil des données finales

Physiothérapeutes évaluateurs :
Matteo Cometta & Benoit Falquet



Recueil des données finales

Date :

Code
participant : OO_

Extensibilité musculaire des ischio-jambiers

	Jambe gauche			Jambe droite		
	Mesure 1	Mesure 2	Moyenne	Mesure 1	Mesure 2	Moyenne
Angle poplité de côté en °						
Remarque						

Questions, remarques :