HAL
open science

Etude de faisabilité : l'intérêt des étirements musculaires des membres inférieurs dans la prévention des accidents musculo-tendineux suite à un effort sportif

Edouard Patey

To cite this version:

Edouard Patey. Etude de faisabilité : l'intérêt des étirements musculaires des membres inférieurs dans la prévention des accidents musculo-tendineux suite à un effort sportif. Sciences du Vivant [q-bio]. 2013. hal-01734206

HAL Id: hal-01734206

https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01734206v1

Submitted on 14 Mar 2018

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

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

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4
Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10
http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php
http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm

UNIVERSITE DE LORRAINE
2013

FACULTE DE MEDECINE DE
NANCY

THESE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement dans le cadre du troisième cycle de Médecine Générale

Par L'Interne des Hôpitaux des Armées

Edouard PATEY

Ancien élève de l'Ecole du Service de Santé des Armées de Lyon

Le 19 septembre 2013

ETUDE DE FAISABILITÉ: L'INTÉRÊT DES ÉTIREMENTS MUSCULAIRES DES MEMBRES INFÉRIEURS DANS LA PRÉVENTION DES ACCIDENTS MUSCULO-TENDINEUX SUITE À UN EFFORT SPORTIF

Monsieur le Professeur Jean PAYSANT	Président de Jury
Monsieur le Professeur Laurent GALOIS	Juge
Monsieur le Maître de Conférence Mathias POUSSEL	Juge
Monsieur le Professeur Denis LAGAUCHE	Directeur de Thèse

UNIVERSITE DE LORRAINE
2013

FACULTE DE MEDECINE DE
NANCY

THESE

Pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE

Présentée et soutenue publiquement dans le cadre du troisième cycle de Médecine Générale

Par L'Interne des Hôpitaux des Armées

Edouard PATEY

Ancien élève de l'Ecole du Service de Santé des Armées de Lyon

Le 19 septembre 2013

ETUDE DE FAISABILITÉ: L'INTÉRÊT DES ÉTIREMENTS MUSCULAIRES DES MEMBRES INFÉRIEURS DANS LA PRÉVENTION DES ACCIDENTS MUSCULO-TENDINEUX SUITE À UN EFFORT SPORTIF

Monsieur le Professeur Jean PAYSANT	Président de Jury
Monsieur le Professeur Laurent GALOIS	Juge
Monsieur le Maître de Conférence Mathias POUSSEL	Juge
Monsieur le Professeur Denis LAGAUCHE	Directeur de Thèse

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

Président de l'Université de Lorraine : Professeur Pierre MUTZENHARDT

Doyen de la Faculté de Médecine : Professeur Henry COUDANE

Vice Doyen « Pédagogie » : Professeur Karine ANGIOI
Vice Doyen *Mission « sillon lorrain »* : Professeur Annick BARBAUD
Vice Doyen *Mission « Campus »* : Professeur Marie-Christine BÉNÉ
Vice Doyen *Mission « Finances » :* Professeur Marc BRAUN
Vice Doyen Mission « *Recherche »* : Professeur Jean-Louis GUÉANT

Assesseurs :	
- 1er Cycle :	**Professeur Bruno CHENUEL**
- « Première année commune aux études de santé (PACES) et universitarisation études para-médicales »	**M. Christophe NÉMOS**
- 2ème Cycle :	**Professeur Marc DEBOUVERIE**
- 3ème Cycle :	
« DES Spécialités Médicales, Chirurgicales et Biologiques »	**Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI**
« DES Spécialité Médecine Générale	**Professeur Paolo DI PATRIZIO**
- Filières professionnalisées :	**M. Walter BLONDEL**
- Formation Continue :	**Professeur Hervé VESPIGNANI**
- Commission de Prospective :	**Professeur Pierre-Edouard BOLLAERT**
- Recherche :	**Professeur Didier MAINARD**
- Développement Professionnel Continu :	**Professeur Jean-Dominique DE KORWIN**
Assesseurs Relations Internationales	**Professeur Jacques HUBERT**

DOYENS HONORAIRES

Professeur Adrien DUPREZ – Professeur Jean-Bernard DUREUX
Professeur Jacques ROLAND – Professeur Patrick NETTER

==========

PROFESSEURS HONORAIRES

Jean-Marie ANDRE - Daniel ANTHOINE - Alain AUBREGE - Gérard BARROCHE - Alain BERTRAND - Pierre BEY Patrick BOISSEL - Jacques BORRELLY - Michel BOULANGE - Jean-Claude BURDIN - Claude BURLET - Daniel BURNEL - Claude CHARDOT - François CHERRIER - Jean-Pierre CRANCE - Gérard DEBRY - Jean-Pierre DELAGOUTTE - Emile de LAVERGNE - Jean-Pierre DESCHAMPS - Jean DUHEILLE - Adrien DUPREZ - Jean-Bernard DUREUX - Gérard FIEVE - Jean FLOQUET - Robert FRISCH - Alain GAUCHER - Pierre GAUCHER - Hubert GERARD Jean-Marie GILGENKRANTZ - Simone GILGENKRANTZ - Oliéro GUERCI - Pierre HARTEMANN - Claude HURIET Christian JANOT - Michèle KESSLER - Jacques LACOSTE - Henri LAMBERT - Pierre LANDES - Marie-Claire LAXENAIRE - Michel LAXENAIRE - Jacques LECLERE - Pierre LEDERLIN - Bernard LEGRAS Michel MANCIAUX - Jean-Pierre MALLIÉ – Philippe MANGIN - Pierre MATHIEU - Michel MERLE - Denise MONERET-VAUTRIN - Pierre MONIN - Pierre NABET - Jean-Pierre NICOLAS - Pierre PAYSANT - Francis PENIN - Gilbert PERCEBOIS Claude PERRIN - Guy PETIET - Luc PICARD - Michel PIERSON - Jean-Marie POLU - Jacques POUREL Jean PREVOT - Francis RAPHAEL - Antoine RASPILLER - Michel RENARD - Jacques ROLAND - René-Jean ROYER Daniel SCHMITT - Michel SCHMITT - Michel SCHWEITZER - Claude SIMON - Danièle SOMMELET Jean-François STOLTZ - Michel STRICKER - Gilbert THIBAUT - Augusta TREHEUX - Hubert UFFHOLTZ Gérard VAILLANT - Paul VERT - Colette VIDAILHET - Michel VIDAILHET - Michel WAYOFF - Michel WEBER

==========

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS PRATICIENS HOSPITALIERS

(Disciplines du Conseil National des Universités)

42ème Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE
1ère sous-section : *(Anatomie)*
Professeur Gilles GROSDIDIER
Professeur Marc BRAUN

2ème sous-section : *(Cytologie et histologie)*
Professeur Bernard FOLIGUET
3ème sous-section : *(Anatomie et cytologie pathologiques)*
Professeur François PLENAT – Professeur Jean-Michel VIGNAUD

43ème Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE
1ère sous-section : *(Biophysique et médecine nucléaire)*
Professeur Gilles KARCHER – Professeur Pierre-Yves MARIE – Professeur Pierre OLIVIER
2ème sous-section : *(Radiologie et imagerie médicale)*
Professeur Denis REGENT – Professeur Michel CLAUDON – Professeur Valérie CROISÉ-LAURENT
Professeur Serge BRACARD – Professeur Alain BLUM – Professeur Jacques FELBLINGER
Professeur René ANXIONNAT

44ème Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION
1ère sous-section : *(Biochimie et biologie moléculaire)*
Professeur Jean-Louis GUÉANT – Professeur Jean-Luc OLIVIER – Professeur Bernard NAMOUR
2ème sous-section : *(Physiologie)*
Professeur François MARCHAL – Professeur Bruno CHENUEL – Professeur Christian BEYAERT
3ème sous-section : *(Biologie Cellulaire)*
Professeur Ali DALLOUL
4ème sous-section : *(Nutrition)*
Professeur Olivier ZIEGLER – Professeur Didier QUILLIOT - Professeur Rosa-Maria RODRIGUEZ-GUEANT

45ème Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE
1ère sous-section : *(Bactériologie – virologie ; hygiène hospitalière)*
Professeur Alain LE FAOU - Professeur Alain LOZNIEWSKI – Professeur Evelyne SCHVOERER
3ème sous-section : *(Maladies infectieuses ; maladies tropicales)*
Professeur Thierry MAY – Professeur Christian RABAUD

46ème Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ
1ère sous-section : *(Épidémiologie, économie de la santé et prévention)*
Professeur Philippe HARTEMANN – Professeur Serge BRIANÇON - Professeur Francis GUILLEMIN
Professeur Denis ZMIROU-NAVIER – Professeur François ALLA
2ème sous-section : *(Médecine et santé au travail)*
Professeur Christophe PARIS
3ème sous-section : *(Médecine légale et droit de la santé)*
Professeur Henry COUDANE
4ème sous-section : *(Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication)*
Professeur François KOHLER – Professeur Éliane ALBUISSON

47ème Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE
1ère sous-section : *(Hématologie ; transfusion)*
Professeur Pierre BORDIGONI - Professeur Pierre FEUGIER
2ème sous-section : *(Cancérologie ; radiothérapie)*
Professeur François GUILLEMIN – Professeur Thierry CONROY
Professeur Didier PEIFFERT – Professeur Frédéric MARCHAL
3ème sous-section : *(Immunologie)*
Professeur Gilbert FAURE – Professeur Marie-Christine BENE
4ème sous-section : *(Génétique)*
Professeur Philippe JONVEAUX – Professeur Bruno LEHEUP

48ème Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE
1ère sous-section : *(Anesthésiologie - réanimation ; médecine d'urgence)*
Professeur Claude MEISTELMAN – Professeur Hervé BOUAZIZ
Professeur Gérard AUDIBERT – Professeur Thomas FUCHS-BUDER – Professeur Marie-Reine LOSSER
2ème sous-section : *(Réanimation ; médecine d'urgence)*
Professeur Alain GERARD - Professeur Pierre-Édouard BOLLAERT
Professeur Bruno LÉVY – Professeur Sébastien GIBOT
3ème sous-section : *(Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie)*
Professeur Patrick NETTER – Professeur Pierre GILLET
4ème sous-section : *(Thérapeutique ; médecine d'urgence ; addictologie)*
Professeur François PAILLE – Professeur Faiez ZANNAD - Professeur Patrick ROSSIGNOL

49ème Section : PATHOLOGIE NERVEUSE ET MUSCULAIRE, PATHOLOGIE MENTALE, HANDICAP ET RÉÉDUCATION

1ère sous-section : *(Neurologie)*

Professeur Hervé VESPIGNANI - Professeur Xavier DUCROCQ – Professeur Marc DEBOUVERIE
Professeur Luc TAILLANDIER – Professeur Louis MAILLARD

2ème sous-section : *(Neurochirurgie)*

Professeur Jean-Claude MARCHAL – Professeur Jean AUQUE – Professeur Olivier KLEIN
Professeur Thierry CIVIT – Professeur Sophie COLNAT-COULBOIS

3ème sous-section : *(Psychiatrie d'adultes ; addictologie)*

Professeur Jean-Pierre KAHN – Professeur Raymund SCHWAN

4ème sous-section : *(Pédopsychiatrie ; addictologie)*

Professeur Daniel SIBERTIN-BLANC – Professeur Bernard KABUTH

5ème sous-section : *(Médecine physique et de réadaptation)*

Professeur Jean PAYSANT

50ème Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE et CHIRURGIE PLASTIQUE

1ère sous-section : *(Rhumatologie)*

Professeur Isabelle CHARY-VALCKENAERE – Professeur Damien LOEUILLE

2ème sous-section : *(Chirurgie orthopédique et traumatologique)*

Professeur Daniel MOLE - Professeur Didier MAINARD
Professeur François SIRVEAUX – Professeur Laurent GALOIS

3ème sous-section : *(Dermato-vénéréologie)*

Professeur Jean-Luc SCHMUTZ – Professeur Annick BARBAUD

4ème sous-section : *(Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)*

Professeur François DAP – Professeur Gilles DAUTEL

51ème Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE et VASCULAIRE

1ère sous-section : *(Pneumologie ; addictologie)*

Professeur Yves MARTINET – Professeur Jean-François CHABOT – Professeur Ari CHAOUAT

2ème sous-section : *(Cardiologie)*

Professeur Etienne ALIOT – Professeur Yves JUILLIERE – Professeur Nicolas SADOUL
Professeur Christian de CHILLOU

3ème sous-section : *(Chirurgie thoracique et cardiovasculaire)*

Professeur Jean-Pierre VILLEMOT – Professeur Thierry FOLLIGUET

4ème sous-section : *(Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)*

Professeur Denis WAHL – Professeur Sergueï MALIKOV

52ème Section : MALADIES DES APPAREILS DIGESTIF et URINAIRE

1ère sous-section : *(Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie)*

Professeur Marc-André BIGARD - Professeur Jean-Pierre BRONOWICKI – Professeur Laurent PEYRIN-BIROULET

3ème sous-section : *(Néphrologie)*

Professeur Dominique HESTIN – Professeur Luc FRIMAT

4ème sous-section : *(Urologie)*

Professeur Jacques HUBERT – Professeur Pascal ESCHWEGE

53ème Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE et CHIRURGIE GÉNÉRALE

1ère sous-section : *(Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie)*

Professeur Jean-Dominique DE KORWIN – Professeur Pierre KAMINSKY
Professeur Athanase BENETOS - Professeur Gisèle KANNY – Professeur Christine PERRET-GUILLAUME

2ème sous-section : *(Chirurgie générale)*

Professeur Laurent BRESLER - Professeur Laurent BRUNAUD – Professeur Ahmet AYAV

54ème Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION

1ère sous-section : *(Pédiatrie)*

Professeur Jean-Michel HASCOET - Professeur Pascal CHASTAGNER
Professeur François FEILLET - Professeur Cyril SCHWEITZER – Professeur Emmanuel RAFFO

2ème sous-section : *(Chirurgie infantile)*

Professeur Pierre JOURNEAU – Professeur Jean-Louis LEMELLE

3ème sous-section : *(Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale)*

Professeur Jean-Louis BOUTROY - Professeur Philippe JUDLIN

4ème sous-section : *(Endocrinologie, diabète et maladies métaboliques ; gynécologie médicale)*

Professeur Georges WERYHA – Professeur Marc KLEIN – Professeur Bruno GUERCI

55ème Section : PATHOLOGIE DE LA TÊTE ET DU COU
1ère sous-section : *(Oto-rhino-laryngologie)*
Professeur Roger JANKOWSKI – Professeur Cécile PARIETTI-WINKLER
2ème sous-section : *(Ophtalmologie)*
Professeur Jean-Luc GEORGE – Professeur Jean-Paul BERROD – Professeur Karine ANGIOI
3ème sous-section : *(Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie)*
Professeur Jean-François CHASSAGNE – Professeur Etienne SIMON – Professeur Muriel BRIX

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS

61ème Section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL
Professeur Walter BLONDEL

64ème Section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE
Professeur Sandrine BOSCHI-MULLER

PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE
Professeur Jean-Marc BOIVIN

==========

PROFESSEUR ASSOCIÉ
Médecine Générale
Professeur associé Paolo DI PATRIZIO

==========

MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS

42ème Section : MORPHOLOGIE ET MORPHOGENÈSE
1ère sous-section : *(Anatomie)*
Docteur Bruno GRIGNON – Docteur Thierry HAUMONT – Docteur Manuela PEREZ
2ème sous-section : *(Cytologie et histologie)*
Docteur Edouard BARRAT - Docteur Françoise TOUATI – Docteur Chantal KOHLER
3ème sous-section : *(Anatomie et cytologie pathologiques)*
Docteur Aude BRESSENOT

43ème Section : BIOPHYSIQUE ET IMAGERIE MÉDICALE
1ère sous-section : *(Biophysique et médecine nucléaire)*
Docteur Jean-Claude MAYER - Docteur Jean-Marie ESCANYE
2ème sous-section : (Radiologie et imagerie médicale)
Docteur Damien MANDRY

44ème Section : BIOCHIMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE ET MOLÉCULAIRE, PHYSIOLOGIE ET NUTRITION
1ère sous-section : *(Biochimie et biologie moléculaire)*
Docteur Sophie FREMONT - Docteur Isabelle GASTIN – Docteur Marc MERTEN
Docteur Catherine MALAPLATE-ARMAND - Docteur Shyue-Fang BATTAGLIA
2ème sous-section : ***(Physiologie)***
Docteur Mathias POUSSEL – Docteur Silvia VARECHOVA
3ème sous-section : ***(Biologie Cellulaire)***
Docteur Véronique DECOT-MAILLERET

45ème Section : MICROBIOLOGIE, MALADIES TRANSMISSIBLES ET HYGIÈNE
1ère sous-section : *(Bactériologie – Virologie ; hygiène hospitalière)*
Docteur Véronique VENARD – Docteur Hélène JEULIN – Docteur Corentine ALAUZET
2ème sous-section : *(Parasitologie et mycologie)*
Madame Marie MACHOUART

46ème Section : SANTÉ PUBLIQUE, ENVIRONNEMENT ET SOCIÉTÉ
1ère sous-section : *(Epidémiologie, économie de la santé et prévention)*
Docteur Alexis HAUTEMANIÈRE – Docteur Frédérique CLAUDOT – Docteur Cédric BAUMANN
2ème sous-section *(Médecine et Santé au Travail)*
Docteur Isabelle THAON
3ème sous-section *(Médecine légale et droit de la santé)*
Docteur Laurent MARTRILLE
4ère sous-section : *(Biostatistiques, informatique médicale et technologies de communication*
Docteur Nicolas JAY

47ème Section : CANCÉROLOGIE, GÉNÉTIQUE, HÉMATOLOGIE, IMMUNOLOGIE
2ème sous-section : *(Cancérologie ; radiothérapie : cancérologie (type mixte : biologique)*
Docteur Lina BOLOTINE
3ème sous-section : *(Immunologie)*
Docteur Marcelo DE CARVALHO BITTENCOURT
4ème sous-section : *(Génétique)*
Docteur Christophe PHILIPPE – Docteur Céline BONNET

48ème Section : ANESTHÉSIOLOGIE, RÉANIMATION, MÉDECINE D'URGENCE, PHARMACOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE
3ème sous-section : *(Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique)*
Docteur Françoise LAPICQUE – Docteur Marie-José ROYER-MORROT
Docteur Nicolas GAMBIER – Docteur Julien SCALA-BERTOLA

50ème Section : PATHOLOGIE OSTÉO-ARTICULAIRE, DERMATOLOGIE et CHIRURGIE PLASTIQUE
1ère sous-section : ***(Rhumatologie)***
Docteur Anne-Christine RAT
3ème sous-section : *(Dermato-vénéréologie)*
Docteur Anne-Claire BURSZTEJN
4ème sous-section : ***(Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique ; brûlologie)***
Docteur Laetitia GOFFINET-PLEUTRET

51ème Section : PATHOLOGIE CARDIO-RESPIRATOIRE ET VASCULAIRE
4ème sous-section : ***(Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire)***
Docteur Stéphane ZUILY

53ème Section : MÉDECINE INTERNE, GÉRIATRIE et CHIRURGIE GÉNÉRALE
1ère sous-section : *(Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; médecine générale ; addictologie)*
Docteur Laure JOLY

54ème Section : DÉVELOPPEMENT ET PATHOLOGIE DE L'ENFANT, GYNÉCOLOGIE-OBSTÉTRIQUE, ENDOCRINOLOGIE ET REPRODUCTION
3ème sous-section :
Docteur Olivier MOREL
5ème sous-section : *(Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale)*
Docteur Jean-Louis CORDONNIER

==========

MAÎTRE DE CONFÉRENCE DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE

Docteur Elisabeth STEYER

==========

MAÎTRES DE CONFÉRENCES

5ème section : SCIENCE ÉCONOMIE GÉNÉRALE
Monsieur Vincent LHUILLIER

19ème section : SOCIOLOGIE, DÉMOGRAPHIE
Madame Joëlle KIVITS

40ème section : SCIENCES DU MÉDICAMENT
Monsieur Jean-François COLLIN

60ème section : MÉCANIQUE, GÉNIE MÉCANIQUE ET GÉNIE CIVILE
Monsieur Alain DURAND

61ème section : GÉNIE INFORMATIQUE, AUTOMATIQUE ET TRAITEMENT DU SIGNAL
Monsieur Jean REBSTOCK

64ème section : BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLÉCULAIRE
Mademoiselle Marie-Claire LANHERS – Monsieur Pascal REBOUL – Mr Nick RAMALANJAONA

65ème section : BIOLOGIE CELLULAIRE
Mademoiselle Françoise DREYFUSS – Monsieur Jean-Louis GELLY
Madame Ketsia HESS – Monsieur Hervé MEMBRE – Monsieur Christophe NEMOS - Madame Natalia DE ISLA
Madame Nathalie MERCIER – Madame Céline HUSELSTEIN

66ème section : PHYSIOLOGIE
Monsieur Nguyen TRAN

MAÎTRES DE CONFÉRENCES ASSOCIÉS

Médecine Générale
Docteur Sophie SIEGRIST
Docteur Arnaud MASSON
Docteur Pascal BOUCHE

========

PROFESSEURS ÉMÉRITES

- Professeur Daniel ANTHOINE - Professeur Gérard BARROCHE
Professeur Pierre BEY - Professeur Patrick BOISSEL - Professeur Michel BOULANGÉ
Professeur Jean-Pierre CRANCE - Professeur Jean-Pierre DELAGOUTTE - Professeur Jean-Marie GILGENKRANTZ
Professeur Simone GILGENKRANTZ - Professeur Michèle KESSLER -
- Professeur Pierre MONIN - Professeur Jean-Pierre NICOLAS
Professeur Luc PICARD - Professeur Michel PIERSON – Professeur Michel SCHMITT
Professeur Jean-François STOLTZ - Professeur Michel STRICKER -
Professeur Hubert UFFHOLTZ - Professeur Paul VERT
Professeur Colette VIDAILHET - Professeur Michel VIDAILHET – Professeur Michel WAYOFF

DOCTEURS HONORIS CAUSA

Professeur Norman SHUMWAY (1972)
Université de Stanford, Californie (U.S.A)
Professeur Paul MICHIELSEN (1979)
Université Catholique, Louvain (Belgique)
Professeur Charles A. BERRY (1982)
Centre de Médecine Préventive, Houston (U.S.A)

Professeur Pierre-Marie GALETTI (1982)
Brown University, Providence (U.S.A)
Professeur Mamish Nisbet MUNRO (1982)
Massachusetts Institute of Technology (U.S.A)

Professeur Mildred T. STAHLMAN (1982)
Vanderbilt University, Nashville (U.S.A)

Harry J. BUNCKE (1989)
Université de Californie, San Francisco (U.S.A)
Professeur Daniel G. BICHET (2001)
Université de Montréal (Canada)
Professeur Brian BURCHELL (2007)
Université de Dundee (Royaume Uni)

Professeur Théodore H. SCHIEBLER (1989)
Institut d'Anatomie de Würtzburg (R.F.A)
Professeur Maria DELIVORIA-PAPADOPOULOS (1996)
Université de Pennsylvanie (U.S.A)

Professeur Mashaki KASHIWARA (1996)
Research Institute for Mathematical Sciences de Kyoto (JAPON)

Professeur Ralph GRÄSBECK (1996)
Université d'Helsinki (FINLANDE)
Professeur James STEICHEN (1997)
Université d'Indianapolis (U.S.A)
Professeur Duong Quang TRUNG (1997)
Centre Universitaire de Formation et de Perfectionnement des Professionnels de Santé d'Hô Chi Minh-Ville (VIÊTNAM)
Professeur Marc LEVENSTON (2005)
Institute of Technology, Atlanta (USA)
Professeur David ALPERS (2011)
Université de Washington (USA)
Professeur Yunfeng ZHOU (2009)
Université de WUHAN (CHINE)

Remerciements

A notre Maître et Président de Jury

Monsieur le Professeur Jean PAYSANT

Professeur de médecine physique et de Réadaptation

Vous nous faites l'honneur de présider notre jury de thèse. Nous vous remercions de la confiance et de l'intérêt que vous avez bien voulu porter à ce travail. Nous vous prions d'accepter l'expression de notre gratitude et de notre plus profond respect.

Remerciements

A notre Maître et Juge

Monsieur le Professeur Laurent GALOIS

Professeur de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique

Nous vous remercions d'avoir bien voulu nous montrer votre intérêt pour notre travail en acceptant de siéger parmi notre jury de thèse. Veuillez accepter notre sincère gratitude.

Remerciements

A notre Maître et Juge

Monsieur le Professeur Denis LAGAUCHE

Professeur de Médecine Physique et de Réadaptation

Vous nous avez fait l'immense honneur de diriger cette étude, dont vous avez permis la réalisation et l'aboutissement. Nous vous remercions pour vos conseils et votre patience, ainsi que pour la confiance que vous nous avez accordée tout au long de ce travail. Soyez assuré de mon respect et de ma gratitude les plus sincères.

Remerciements

A notre Maître et Juge

Monsieur le Docteur Mathias POUSSEL

Maître de Conférence des Universités de Physiologie

Nous vous remercions d'avoir accepté de siéger à notre jury de thèse, et de l'intérêt que vous témoignez par là à notre travail. Soyez assuré de ma profonde gratitude.

ÉCOLE DU VAL-DE-GRÂCE

A Monsieur le Médecin Général Inspecteur Maurice VERGOS

Directeur de l'École du Val de Grâce

Professeur Agrégé du Val de Grâce

Commandeur de la Légion d'Honneur

Officier de l'Ordre National du Mérite

Récompenses pour travaux scientifiques et techniques – échelon vermeil

Médaille d'honneur du Service de Santé des Armées

A Monsieur le Médecin Général Jean-Didier CAVALLO

Directeur adjoint de l'École du Val de Grâce

Professeur Agrégé du Val de Grâce

Chevalier de la Légion d'Honneur

Officier de l'Ordre National du Mérite

Chevalier des Palmes Académiques

Mes remerciements s'adressent également à:

Dr Benoît GINON, Dr Pierre CHOUVET, Dr Clément DERKENNE, Dr Christophe BALDY

Merci à vous d'avoir accepté de prendre de votre temps pour mettre la main à la pâte. Merci pour votre enthousiasme et pour vos conseils. J'espère avoir très vite l'occasion de gravir des sommets avec vous.

Barbara ANDREANI

Sans ton aide précieuse, ce travail n'aurait jamais pu voir le jour. Merci pour tous tes conseils et ta patience, le tout toujours avec le sourire !

Dr Nicolas Vertu, Dr Paul BERNARD

Merci à mes anciens qui m'ont fait bénéficier de leur expérience et de leurs conseils. A bientôt sur un théâtre d'opérations !

Médecin en Chef Philippe SOCKEEL

Merci à vous, mon Colonel, qui m'avez vu arriver tout jeune interne. Vous m'avez permis, par votre bonne humeur et votre sens pédagogique, de grandir sous votre aile...

Médecin en Chef Jean-François GONZALEZ

Je tiens à vous faire savoir ma gratitude pour l'enseignement solide que vous avez pris le temps de me dispenser au cours de mon bref passage dans votre service.

Médecin en Chef Bruno GRAFFIN

Merci pour le temps passé dans votre service. Il aura été, grâce à vous, très riche en enseignements médicaux et humains.

Médecin en Chef Henri LE HOT

Nous vous remercions pour le moment passé dans un service palpitant sous votre tutelle. Pensez à nous lorsque vous serez arrivé à Nouméa !

Médecin en Chef Olivier GACIA

Merci pour vos conseils et votre aide à la réalisation de notre projet.

Dr Nicolas BILLAUD

Pour les six mois au cours desquels vous nous avez accueilli dans votre service, soyez assuré de ma gratitude.

A mes parents

Merci de m'avoir fait grandir et de m'avoir mené jusqu'ici. Vous m'avez donné de voler de mes propres ailes tout en m'entourant chaque jour, de près ou de loin. Je mesure chaque jour la chance que j'ai eue et que j'ai de vous avoir.

A mes grands-parents

Merci pour les parents que vous m'avez donnés, et pour le temps que nous avons passé ensemble.

A Florence, Sophie, Ludovic, Clémence et Augustin, ainsi qu'à toutes les pièces rapportées...

Merci de m'avoir supporté durant toute notre enfance, et de continuer à me supporter en silence. Vous êtes en partie responsable de ce que je suis devenu...

A Raph, Thiboo, Ghisloute, Doudou et Victor.

Vous savez ce que je pense de vous. Ne me forcez pas à répéter.

A mes co-internes messins: Edouard, Martin, Popol, Ludivine, Amaury, Jean-Marie, Guillaume, Lise, Hélène, Mathieu, Raph et Gratien.

Franchement, on formait une équipe du tonnerre. On se refait un internat quand vous voulez. Ou pas.

Maiso, Candice, Tito, Mazock, Coquin, Nico, Alex, la Rousse, la Blonde, au XV de la Boâte

Dans l'ordre ou dans le désordre. Je ne savais pas comment vous départager. Vous avez tous pris une place importante dans ma vie à un moment ou à un autre. Puis vous êtes partis. Ou bien c'est moi, je ne sais plus. Mais promis, on s'appelle et on reparle du bon temps !

A l'ensemble du secteur Lyon-Sud et de la Boâte. A la famille.

Le plus beau des secteurs, la plus belle des écoles.

A Sébastien et M-V. Et à toute l'équipe de Bitche.

Parce que je sais que si je ne vous inclus pas dans mes remerciements, je risque d'en entendre parler durant quelques années. Mais en vrai, merci pour votre accueil qui m'a beaucoup touché.

A Fabien

Même si tu n'as rien à voir avec la médecine, je me voyais mal faire quatre pages de remerciements sans t'inclure dedans. Tu sais pourquoi.

SERMENT

"Au moment d'être admis à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me le demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçu à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses; que je sois déshonoré et méprisé si j'y manque."

Table des matières

Table des figures 24
Liste des abréviations 25

Introduction 26

I. Rappels physiopathologiques et état de l'art 28

1. Rappels anatomiques: le membre inférieur 28

1.1. Mobilisateurs de la hanche 28

1.1.1. Les fléchisseurs de la hanche 28

1.1.2. Les extenseurs de la hanche 29

1.1.3. Les abducteurs de la hanche 30

1.1.4. Les adducteurs de la hanche 31

1.1.5. Les rotateurs externes de la hanche 32

1.2. Mobilisateurs du genou 32

1.2.1. Les extenseurs du genou 32

1.2.2. Les fléchisseurs du genou 33

1.3. Mobilisateurs de la cheville 34

1.4. Les muscles extrinsèques du pied 37

2. Le muscle 38

2.1. Organisation du muscle: de la fibrille au corps musculaire 38

2.1.1. Organisation générale. 39

2.1.2. Les filaments d'actine et de myosine 40

Actine 40

Myosine 41

2.1.3. La contraction musculaire 42

2.1.4. Les sources d'énergie de la contraction musculaire 44

La voie anaérobie alactique 44

La voie anaérobie lactique 44

La voie aérobie 44

2.2. Les différents types de fibres musculaires 45

2.3. Les lésions musculaires 46

2.3.1. Les lésions intrinsèques 46

2.3.2. Les lésions extrinsèques 47
2.3.3. Place de l'imagerie dans le diagnostic 48
3. Le tendon 52
3.1. Organisation générale du tendon 52
3.1.1. Le collagène 53
3.1.2. L'élastine 54
3.1.3. La substance fondamentale 54
3.1.4. Jonction avec le muscle et l'os 54
3.2. Les lésions tendineuses 55
3.2.1. Tendinopathies du corps des tendons 55
3.2.2. Ténosynovites et péritendinites 56
3.2.3. Maladies d'insertion ou enthésopathies 56
3.2.4. Classification des lésions tendineuses 56
3.2.5. Bilan paraclinique des lésions tendineuses 57
4. Les étirements musculo-tendineux 57
4.1. Les effets des étirements 57
4.1.1. Le tendon 58
4.1.2. La jonction myo-tendineuse 59
4.1.3. Le muscle 59
4.1.4. Le tissu conjonctif. 60
4.1.5. Phénomènes liquidiens et vasculaires 61
4.2. Les effets des étirements selon la technique utilisée 61
4.2.1. Les techniques passives 61
4.2.2. Les techniques actives 62
4.2.3. Les techniques activo-passives 63

II. Matériel et méthodes 65
1. Mise en place du protocole 65
1.1. Population source 65
1.2. Critères d'inclusion et de non-inclusion 65
1.3. Nombre de sujets nécessaires 65
1.4. Mode et faisabilité du recrutement 66
1.5. Nature de l'enquête 66
1.6. Choix du protocole d'étirements 67

2. Déroulement de l'étude 67
2.1. Information et mise en place 67
2.1.1. Information des personnels médicaux 67
2.1.2. Information de l'encadrement sportif 67
2.1.3. Information et consentement des sujets 68
2.2. Programme sportif suivi 68
2.3. Suivi des sujets 68
2.2.1. Initiation du protocole 68
2.2.2. Recueil des données 69
3. Questionnaire de fin d'étude 69
4. Analyse statistique 69
4.1. Variables relevées 69
4.1.1. Survenue d'une lésion 69
4.1.2. Gravité des lésions observées 70
4.1.3. Antériorité sportive 70
4.1.4. Antécédent traumatique de même siège 70
4.1.5. Type de séance 71
4.1.6. Chaussures 71
4.1.7. Ressenti des participants 71
4.1.8. Respect du protocole 71
4.1.9. Intérêt pour l'étude 72
4.1.10. Ressenti de contrainte supplémentaire. 72
4.1.11. Ressenti de morbidité 72
4.1.12. Taux de participation hypothétique à l'étude 72
4.2. Analyse statistique 73

III. Résultats 74
1. Résultats bruts de l'échantillon 74
1.1. Taux de participation 74
1.2. Les blessures observées 74
1.2.1. Type de blessures 74
1.2.2. Gravité des blessures 76
1.2.3. Blessure et antériorité sportive 77
1.2.4. Blessure et récidive 78

1.2.5. Blessure et type de séance 79
1.2.6. Blessure et chaussures 79
1.2.7. Ressenti des sportifs au décours de l'effort 80
1.2.8. Ressenti des sportifs le soir après l'effort 81
1.2.9. Ressenti des sportifs le lendemain de l'effort 82
2. Adhésion des intervenants 83
2.1. Adhésion des sujets 83
2.1.1. Respect du protocole 83
2.1.2. Intérêt pour l'étude 84
2.1.3. Ressenti de la contrainte supplémentaire 84
2.1.4. Ressenti de morbidité 84
2.1.5. Participation hypothétique au projet d'étude 84
2.2. Adhésion des cadres 85
2.2.1. Intérêt pour l'étude 85
2.2.2. Ressenti de la contrainte supplémentaire 85
2.2.3. Ressenti de morbidité 85
2.2.4. Participation hypothétique au projet d'étude 85
2.3. Adhésion des médecins 86
2.3.1. Intérêt pour l'étude 86
2.3.2. Ressenti de la contrainte supplémentaire 86
2.3.3. Participation hypothétique au projet d'étude 86

IV. Discussion 91
1. Comparabilité et représentativité 92
2. Taux de participation 92
3. Intérêt des variables relevées 93
3.1. Variables relevées 93
3.1.1. Survenue d'une lésion 93
3.1.2. Gravité des lésions observées 93
3.1.3. Antériorité sportive 93
3.1.4. Antécédent traumatique de même siège 94
3.1.5. Type de séance 94
3.1.6. Chaussures 95
3.1.7. Ressenti 95

3.2. Adhésion des intervenants....96
3.2.1. Adhésion des sujets....96
Respect du protocole....96
Intérêt pour l'étude....97
Ressenti de contrainte supplémentaire....97
Ressenti de morbidité....97
Taux de participation hypothétique à l'étude....98
3.2.2. Adhésion des cadres.... 98
Intérêt pour l'étude....98
Ressenti de contrainte supplémentaire....98
Ressenti de morbidité....99
Taux de participation hypothétique à l'étude....99
3.2.3. Adhésion des médecins....100
Intérêt pour l'étude....100
Ressenti de la contrainte supplémentaire....100
Participation hypothétique au projet d'étude....100
4. Biais et solutions....101
4.1. Sélection....101
4.2. Biais de mesure....101
4.3. Biais de déclaration....102
5. Difficultés techniques....102
6. Faisabilité....103
6.1. Contourner les biais....103
6.2. Calcul de la population nécessaire et de la durée d'étude....104
6.3. Acceptation des participants....105

Conclusion....106

Bibliographie....107

Annexe: Protocole d'étude....109

Table des figures

Figure 1 : Plans musculaires antérieurs de la cuisse....29
Figure 2 : La cuisse - face externe....30
Figure 3 : Abducteurs et adducteurs de la hanche....31
Figure 4 : Les mobilisateurs du genou - extension....33
Figure 5 : Plans musculaires postérieurs de la cuisse....34
Figure 6 : Jambe et cheville - face externe....35
Figure 7 : Le mollet - plan superficiel....36
Figure 8 : Organisation générale du muscle strié....39
Figure 9 : Le myofilament....40
Figure 10 : Le filament de myosine....41
Figure 11 : Le cycle de raccourcissement actine-myosine....43
Figure 12 : échographie musculaire dynamique....49
Figure 13 : Lésion stade 2 du droit fémoral vu en IRM....50
Figure 14 : lésion stade 3 muscle droit fémoral....51
Figure 15 : Hématome du droit fémoral vu à l'échographie à J7....51
Figure 16 : Organisation générale du tendon....53
Figure 17 : Réponse mécanique du tendon à la déformation....58
Figure 18 : Courbe de contrainte suite à l'allongement du muscle....60
Figure 19 : Exemple d'étirement passif: gastrocnémiens et soléaire....61
Figure 20 : Exemple de posture étirant toute la chaîne postérieure....62
Figure 21 : Exemple d'étirements activo-dynamiques des ischio-jambiers....64
Figure 22 : Blessures recensées....75
Figure 23 : Ressenti des sujets....83
Figure 24. Tableau descriptif des caractéristiques des participants....87
Figure 25. Tableau comparatif des groupes (étirement vs non étirements)....89

Liste des abréviations

ADP : Adénosine Di-Phosphate

ATP : Adénosine Tri-Phosphate

ATPase : Catalyseur de l'Adénosine Tri-Phosphate en Adénosine Di Phosphate

CFIM : Centre de Formation Initiale Militaire

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

EVAT : Engagé Volontaire de l'Armée de Terre

FGI : Formation Générale Initiale

IRM : Imagerie par Résonnance Magnétique

Pi : Phosphate inorganique

POMS : Profile Of Mood States

INTRODUCTION

Les pathologies musculo-tendineuses sont un motif de consultation qui semble fréquent en médecine d'unité selon notre expérience; ce d'autant plus que le patient est jeune et sportif, situation classique dans la population militaire.

Depuis les années 1980, les étirements musculaires se sont répandus dans la population sportive, s'imposant comme l'un des outils efficaces de récupération musculaire et de prévention des lésions musculo-tendineuses survenant au décours d'un effort sportif. En France, beaucoup de sportifs ont intégré comme une évidence les étirements musculaires à la fin de la séance de sport, convaincus de leur efficacité.

Cette pratique reste cependant très controversée, car le nombre limité d'études à ce sujet, de qualité variable, ont montré des résultats assez divergents (1, 2, 3). C'est ainsi que le médecin généraliste, tout comme le médecin du sport, s'il recommande à ses patients sportifs de s'étirer après l'effort, ne peut s'appuyer sur aucune étude faisant preuve de leur efficacité, voire ne peut prouver qu'ils ne sont pas délétères pour la récupération musculaire ou la prévention des lésions intrinsèques musculo-tendineuses. Et si beaucoup de centres sportifs et de médecins recommandent la pratique des étirements, certains y sont fermement opposés, se basant sur leur ressenti ou leur expérience personnelle (4).

Nous nous proposons donc de faire une étude de faisabilité afin de tester un protocole visant à mettre en évidence une influence de la réalisation d'étirements musculaires passifs des membres inférieurs suite à un effort sportif, sur l'incidence des traumatismes musculo-tendineux chez l'adulte jeune. Nous partons du postulat que ces étirements ont un effet bénéfique dans leur prévention.

Si cette étude de faisabilité nous permet de mettre au point un protocole fiable, une étude en intention de traiter pourrait secondairement être réalisée. Elle confirmerait ou infirmerait notre hypothèse, et établirait une preuve scientifique de l'intérêt ou de l'effet délétère de la réalisation de ces étirements. Elle permettrait par la suite au médecin généraliste ou au médecin du sport d'avoir un argument scientifiquement valable pour la recommandation

de cette pratique, et d'agir ainsi préventivement sur l'incidence des lésions musculo-tendineuses et sur le retentissement personnel et professionnel qu'elles peuvent avoir sur le patient (5).

I. Rappels physiopathologiques et état de l'art

1. Rappels anatomiques: le membre inférieur

Le membre inférieur comprend l'ensemble des os, articulation, muscles, tendons, vaisseaux et nerfs compris entre l'articulation de la hanche et les orteils. L'ensemble de ces éléments est nécessaire à son bon fonctionnement, et l'atteinte de l'un d'eux peut, selon son importance, entraîner une impotence fonctionnelle proportionnelle à la lésion.

Nous rappellerons ici l'anatomie musculo-tendineuse seulement, objet de notre thèse (6).

1.1. Mobilisateurs de la hanche

La cuisse est la partie proximale du membre inférieur, qui s'étend de l'articulation de la hanche à celle du genou. Les muscles qui la composent peuvent être monoarticulaires ou biarticulaires. Ils permettent donc la mobilisation de la hanche et/ou celle du genou dans toutes leurs amplitudes, selon leurs insertions.

Nous allons décomposer l'anatomie musculaire par la fonction des muscles dans la mobilisation articulaire, pour plus de facilité.

1.1.1. Les fléchisseurs de la hanche

Le psoas iliaque est situé en avant de la hanche. Il s'insère sur le corps vertébral de T12, les apophyses des vertèbres lombaires et la fosse iliaque en proximal, et sur le petit trochanter en distal. Il est le principal fléchisseur de l'articulation, et est accessoirement rotateur externe.

Le sartorius s'insère sur l'Epine Iliaque Antéro-Supérieure en proximal, et sur l'extrémité supérieure du tibia (formant la patte d'oie avec les tendons de muscles gracile et semi-tendineux) en distal. Il est à la fois fléchisseur de la hanche, fléchisseur du genou et rotateur interne du genou.

1.1.2. Les extenseurs de la hanche

Le grand fessier comporte deux plans. Le plan profond se fixe sur la partie postérieure de la fosse iliaque externe, en arrière de la ligne semi-circulaire postérieure et sur le grand ligament sacro-sciatique jusqu'au bord latéral de l'os coxal. Le plan superficiel s'insère sur le quart postérieur de la crête iliaque et sur le sacrum jusqu'à la pointe du coccyx. L'insertion distale se situe sur la lèvre externe du grand trochanter, et plus superficiellement sur l'aponévrose du moyen fessier.

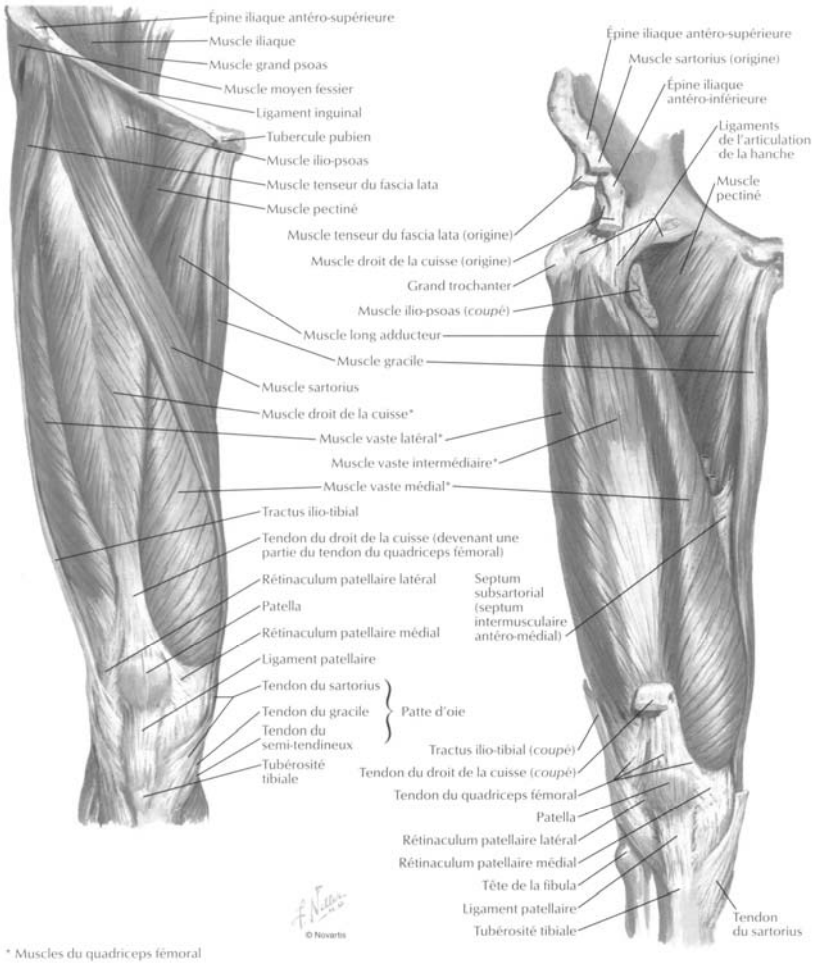


Figure 1 : Plans musculaires antérieurs de la cuisse

L'insertion proximale du semi-membraneux, muscle de la loge antérieure de la cuisse, se fait sur la tubérosité ischiatique. Il se termine par un tendon en trois parties, qui s'insèrent sur la tubérosité interne du tibia, au bord interne du tibia et sur l'avant du tibia. Ce muscle est à la fois extenseur de la hanche, et fléchisseur et rotateur interne du genou.

Le Biceps fémoral est composé d'un chef court et d'un chef long. Le chef court s'insère à son extrémité proximale sur la moitié inférieure de la ligne âpre. C'est la seule partie mono articulaire. Le chef long, lui, prend son origine au niveau de la face postérieure de la tubérosité ischiatique par un tendon commun avec le muscle semi-tendineux. Les deux chefs se terminent sur la tête de la fibula. Ils sont donc extenseurs de la hanche (pour le chef long), et fléchisseurs, rotateurs internes et externes du genou pour les deux chefs.

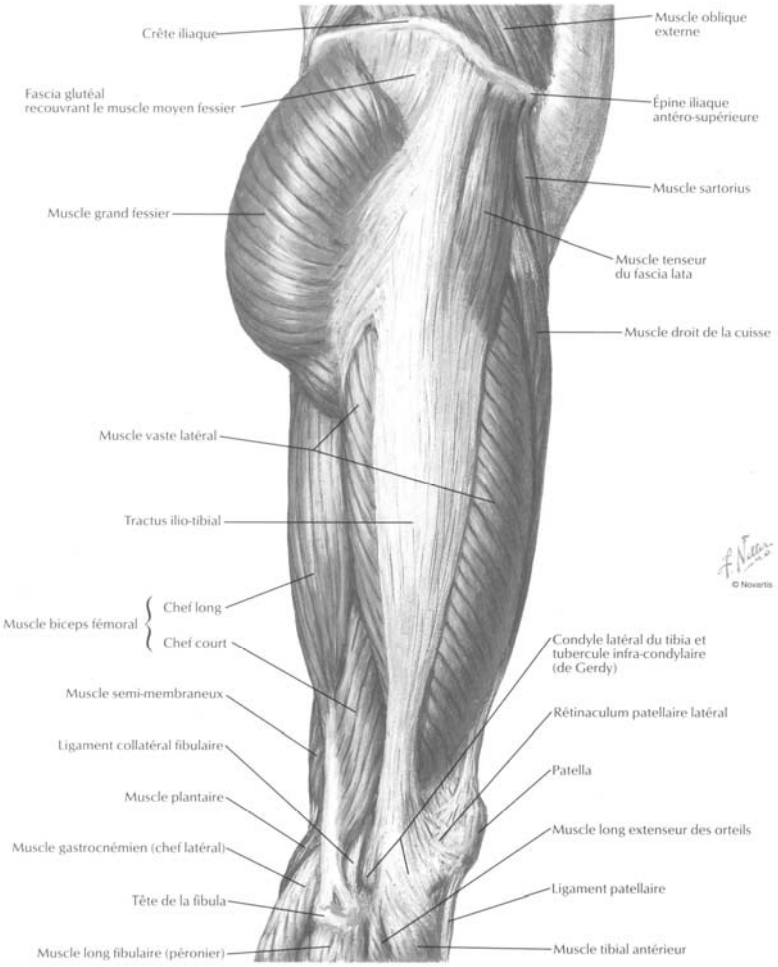


Figure 2 : La cuisse - face externe

1.1.3. <u>Les abducteurs de la hanche</u>

Le piriforme est situé à la face externe profonde de la cuisse. Il s'insère sur le sacrum en proximal, et sur le grand trochanter en distal.

Le petit fessier (glutéal) s'insère dans la fosse iliaque externe, et se termine sur le grand trochanter.

Le moyen fessier s'insère en proximal sur toute l'étendue de la fosse iliaque externe; il recouvre le petit fessier. Il se termine par un tendon puissant à la face externe du grand trochanter. C'est le principal abducteur de la hanche, mais il est aussi rotateur interne (par ses faisceaux antérieurs) et rotateur externe (par ses faisceaux postérieurs).

1.1.4. Les adducteurs de la hanche

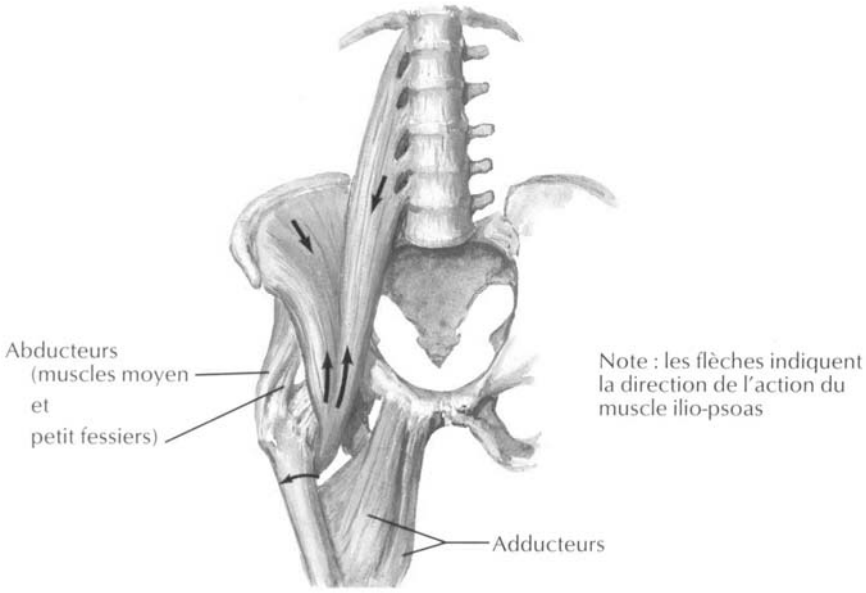


Figure 3 : Abducteurs et adducteurs de la hanche

Les adducteurs (petit, moyen et grand adducteur) s'insèrent sur la branche ischio-pubienne en proximal. Ils se terminent sur la partie postéro-interne du fémur. Si leur principale fonction est l'adduction de la hanche, ils en sont aussi rotateurs externes.

Le pectiné s'insère sur le pubis (crête pectinéale) à son extrémité proximale, et se termine sur la branche moyenne de trifurcation de la ligne âpre du fémur. Il est à la fois adducteur et rotateur externe de la hanche.

Le gracile (droit interne) s'insère sur la branche ischio-pubienne en proximal. Il se finit sur la face supéro-interne du tibia, au niveau de la patte d'oie. Il est adducteur et rotateur externe de la hanche.

1.1.5. Les rotateurs externes de la hanche

L'obturateur interne a une insertion proximale endopelvienne sur le pourtour du foramen obturé et la membrane obturatrice, contourne le bord postérieur de l'os coxal et se termine sur le grand trochanter.

L'obturateur externe s'insère à la face exopelvienne du foramen obturé, en face de l'obturateur interne. Ise dirige en arrière du col fémoral jusqu'au grand trochanter sur lequel il se termine. C'est un élément complémentaire de rotation.

Les muscles Jumeaux sont au nombre de deux, au dessus et au dessous du muscle obturateur et qui les accompagne. Le jumeau supérieur se fixe sur l'épine sciatique, jumeau inférieur au pôle supérieur de la tubérosité ischiatique. Ils se terminent avec le tendon de l'obturateur interne sur le trochanter.

Le carré crural a son insertion proximale sur la tubérosité ischiatique. Il a ensuite un trajet transversal pour finir en s'insérant sur la face postérieure du fémur.

Les adducteurs (petit, moyen et grand adducteur) ainsi que le pectiné et le gracile (droit interne) ont déjà été décrits comme adducteurs de la hanche, leur principale fonction.

1.2. Mobilisateurs du genou

1.2.1. Les extenseurs du genou

Le Tenseur du Fascia Lata s'insère à son extrémité proximale sur l'Epine Iliaque Antéro-Supérieure, et se termine sur la bandelette de Maissiat, qui est l'aponévrose recouvrant la face externe de la cuisse.

Le quadriceps, muscle de la loge antérieure de la cuisse, possède 4 chefs: crural, vastes externe et interne, droit antérieur. Ils s'insèrent au deux tiers supérieurs des faces antérieure et latérale du fémur en proximal, et ont leur terminaison par un tendon unique sur la base de la patella.

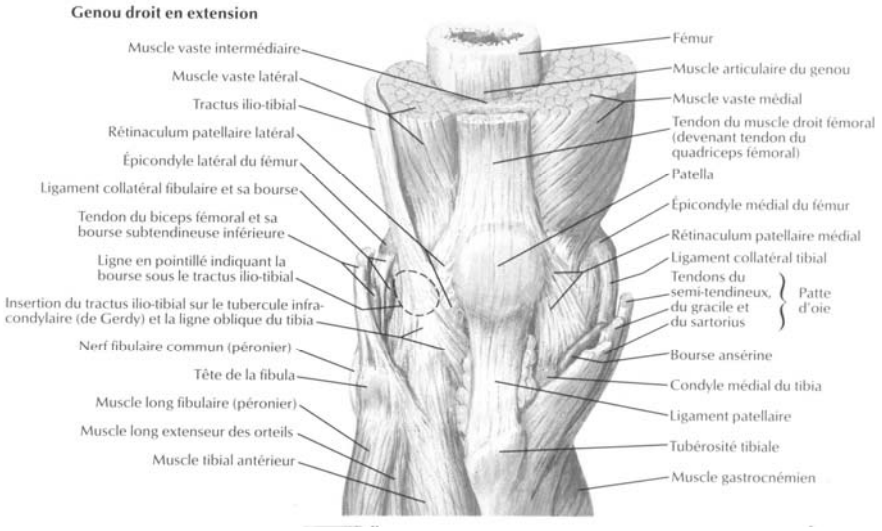


Figure 4 : Les mobilisateurs du genou - extension

1.2.2. <u>Les fléchisseurs du genou</u>

Le sartorius, déjà décrit comme fléchisseur de la hanche, est aussi fléchisseur et rotateur interne du genou.

Le semi-membraneux a lui aussi déjà été décrit comme extenseur de la hanche. Il est lui aussi fléchisseur et rotateur interne du genou.

Le Biceps fémoral a déjà été décrit comme extenseurs de la hanche pour son chef long. Il est aussi fléchisseur, rotateur interne et rotateur externe du genou pour les deux chefs.

Le muscle poplité naît en caudal de la tubérosité latérale du fémur. Son corps triangulaire à base médiale chemine en dorsal de la capsule articulaire du genou contre laquelle il est appliqué ; il passe entre cette dernière et le ligament poplité arqué. Il vient se terminer sur la face face dorsale du tibia. Il est donc fléchisseur et rotateur interne du genou.

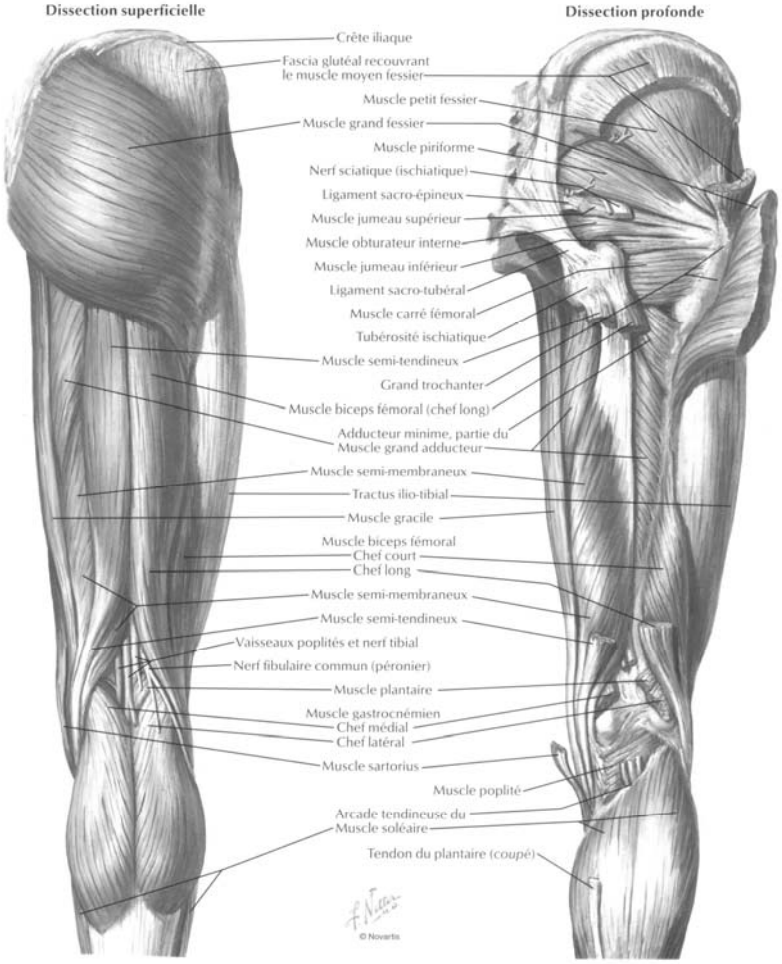


Figure 5 : Plans musculaires postérieurs de la cuisse

1.3. <u>Mobilisateurs de la cheville</u>

Le tibial antérieur s'insère à sa partie proximale sur les deux tiers supérieurs de la face externe du tibia. Il descend ensuite jusqu'à la face interne u premier cunéiforme, et s'étend jusqu' à la base du 1er métatarsien. Il est fléchisseur dorsal de la cheville et élévateur de l'arche interne du pied.

Le court fibulaire s'insère à la moitié inférieure de la face externe de la fibula à son extrémité proximale. Le corps musculaire se continue au quart inférieur par un tendon qui passe dans la partie postérieure de la malléole externe et se termine sur la base du cinquième métatarsien. Il est à la fois extenseur, rotateur externe et pronateur de la cheville.

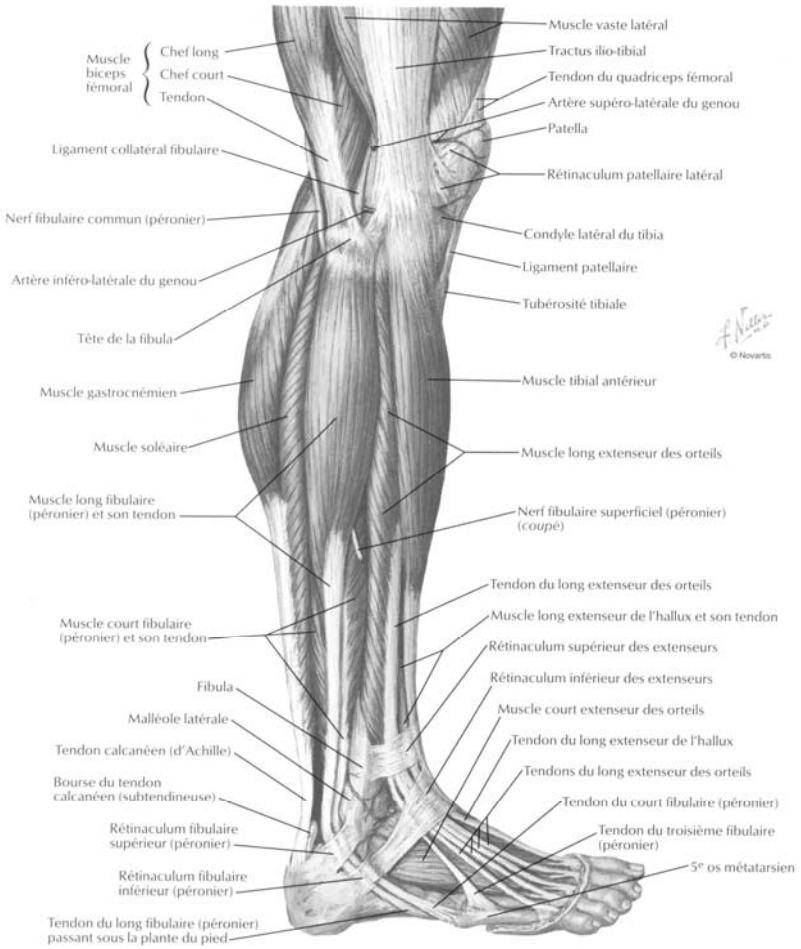


Figure 6 : Jambe et cheville - face externe

Le long fibulaire possède trois faisceaux : le chef épiphysaire à la tête de la fibula, et les deux chefs diaphysaires sur le tiers supérieur de la fibula, l'un en antérieur et l'autre en postéro-externe. Au tiers inférieur de la cheville, il se continue par un tendon qui se place derrière celui du court fibulaire, il passe lui aussi à la partie postérieure de la malléole externe. Il vient se finir à la face inférieure du premier cunéiforme et du premier métatarsien. Il est extenseur, pronateur et rotateur externe de la cheville.

Le tibial postérieur s'insère sur les deux tiers supérieurs de la face postérieure du tibia, et sur la face interne de la fibula, ainsi que sur la membrane interosseuse. Il contourne le bord postérieur de la malléole externe. Il se termine sur le tubercule du scaphoïde, sur les trois cunéiformes, le cuboïde et sur les deuxième, troisième et quatrième métatarsiens. Il est adducteur et rotateur interne de la cheville.

Le triceps sural comprend trois chefs: le soléaire au plan profond, et les jumeaux (gastrocnémiens) au plan superficiel.

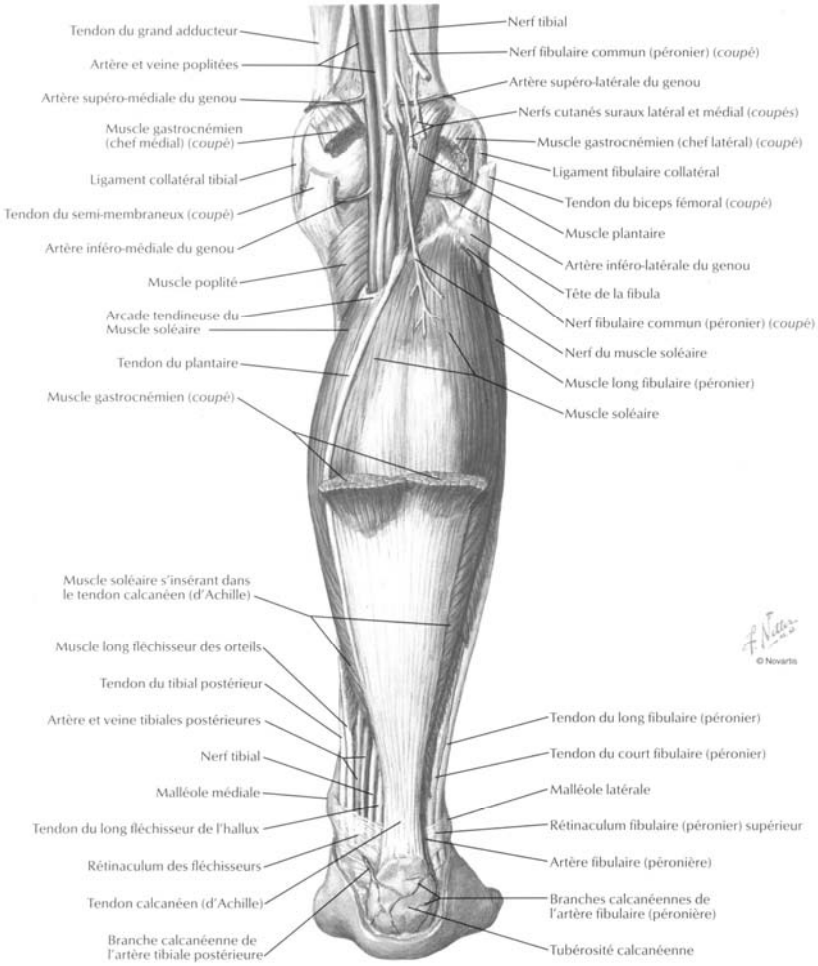


Figure 7 : Le mollet - plan superficiel

Le soléaire s'insère sur l'extrémité supérieure de la fibula ainsi que sur le tiers moyen du bord interne de la diaphyse tibiale. Ces deux insertions sont réunies par une arcade fibreuse. Ce muscle de termine sur une lame aponévrotique terminale sur la moitié de la face postérieure du calcanéum. Il est extenseur de l'articulation tibio-tarsienne.

Les jumeaux (gastrocnémiens) s'insèrent respectivement au-dessus et en arrière des condyles internes et externes. Les deux chefs se réunissent sur la ligne médiane pour former un corps qui recouvre le soléaire. Ils se terminent sur la même lame aponévrotique que le soléaire. Ils sont bi-articulaires et sont donc à la fois extenseurs de la cheville et fléchisseurs du genou.

1.4. Les muscles extrinsèques du pied

Les muscles extrinsèques du pied s'insèrent sur le squelette jambier, mais leurs tendons servent à mobiliser le pied. Ils sont au nombre de douze; pour plus de clarté nous allons les regrouper en trois compartiments: antérieur, postérieur et latéral.

Les muscles du compartiment antérieur sont le tibial antérieur, le long extenseur de l'hallux, le long extenseur des orteils et le troisième fibulaire. Ils sont soit extenseurs des orteils, soit fléchisseurs dorsaux de la cheville. Nous avons déjà décrit le tibial antérieur et ne reviendrons pas dessus. Le long extenseur des orteils s'insère sur le condyle latéral du tibia, la face médiale de la fibula et la membrane interosseuse ; il donne un tendon qui passe sous le retinaculum des extenseurs avant de se diviser en quatre tendons destinés au quatre derniers orteils (une languette centrale se termine sur la base de la deuxième phalange, et deux languettes latérale et médiale passent en pont au-dessus de la deuxième phalange pour se rejoindre sur la base de la troisième). Le long extenseur de l'hallux et le troisième fibulaire prennent leur origine sur la face médiale de la fibula et la membrane interosseuse ; le long extenseur de l'hallux se poursuit par un tendon qui franchit le retinaculum des extenseurs pour se finir sur la base de la phalange distale de l'hallux (avec deux expansions sur la phalange proximale). Le troisième fibulaire, lui, a un corps musculaire grêle qui se termine sur la face dorsale du cinquième métatarsien.

Le compartiment latéral est composé du long et du court fibulaire. Nous les avons déjà décrits plus haut. Nous rappellerons donc simplement que ces deux muscles permettent la flexion plantaire et l'éversion du pied.

Le compartiment postérieur enfin est constitué du gastrocnémien et du soléaire au plan superficiel, et du muscle plantaire, du long fléchisseur de l'hallux, du long fléchisseur des orteils et du tibial postérieur au plan profond. Nous avons déjà décrit le gastrocnémien, le soléaire et le tibial postérieur. Le muscle plantaire est un muscle inconstant dont l'insertion se situe sur la surface poplitée du fémur au-dessus du condyle latéral ; il donne rapidement un tendon qui se termine sur le versant médial du tendon calcanéen. Le long fléchisseur de l'hallux prend son origine sur les deux tiers distaux de la fibula (à sa face externe), puis donne un tendon qui va atteindre la région rétromalléolaire, passer en dorsal de la malléole médiale, puis sous le sustentaculum tali; il se termine sur la phalange distale de l'hallux. Le long

fléchisseur des orteils prend son origine sur la face dorsale du tibia, au niveau de son tiers moyen ; il donne un tendon qui passe en dorsal de la malléole médiale dans la gouttière des fléchisseurs puis au bord médial du sustentaculum tali; au niveau plantaire, le tendon se divise en quatre languettes qui vont chacune rejoindre la phalange distale des quatre derniers orteils en perforant le tendon homologue u court fléchisseur des orteils.

2. Le muscle

Les muscles constituent 40 à 50% du poids total du corps. Leur fonction principale consiste à produire du travail en se contractant. Parmi leurs autres fonctions, on peut citer l'important rôle qu'ils jouent dans la régulation thermique corporelle. Nous ne parlerons cependant que peu ici de l'intervention des muscles dans la production de chaleur, notre propos étant centré sur la fonction contractile du muscle.

2.1. Organisation du muscle: de la fibrille au corps musculaire

Il existe trois types de fibres musculaires :

- la fibre musculaire striée squelettique, qui correspond aux muscles composant la structure du squelette et permettant sa mobilisation par leur contraction. Celle-ci est volontaire, c'est-à dire qu'elle est commandée par son détenteur.

- la fibre musculaire lisse, composant la couche musculaire de la paroi des viscères et des vaisseaux sanguins. La contraction de cette couche musculaire permet le déplacement des fluides dans les viscères, les battements des cils bronchiques, etc. Leur mise en action n'est pas volontaire, c'est-à-dire qu'elle intervient en fonction des l'organe que le muscle entoure, sans intervention de leur détenteur.

- la fibre musculaire cardiaque, qui possède ses caractéristiques propres.

Nous nous intéresserons simplement à la fibre musculaire striée squelettique, notre étude portant sur les lésions liées à l'utilisation des membre inférieurs (7, 8, 9).

2.1.1. Organisation générale

L'ensemble du muscle est recouvert d'une membrane appelée épimysium. A ses extrémités, cette membrane constitue le tendon du muscle, qui permet son insertion sur les portions squelettiques qu'il mobilise.

Le corps musculaire est un regroupement de faisceaux musculaires, qui eux-mêmes sont entourés d'une membrane appelée périmysium.

Ces faisceaux sont subdivisés en fibres musculaires, à raison de 150 fibres environ par faisceau. Chaque fibre est entourée d'une fine couche de tissu conjonctif appelée endomysium, qui est en contact avec une autre membrane nommée sarcolemme.

On décompose encore chaque fibre en myofibrilles, elles-mêmes composées de filaments fins (actine) et épais (myosine).

Les myofibrilles baignent dans un liquide visqueux très riche en eau, le *sarcoplasme*, ce qui lui confère des propriétés visco-élastiques à la composante contractile, c'est-à-dire une élasticité imparfaite, assimilable à un amortisseur. Ce comportement visco-élastique est fonctionnellement associé à la composante élastique en série.

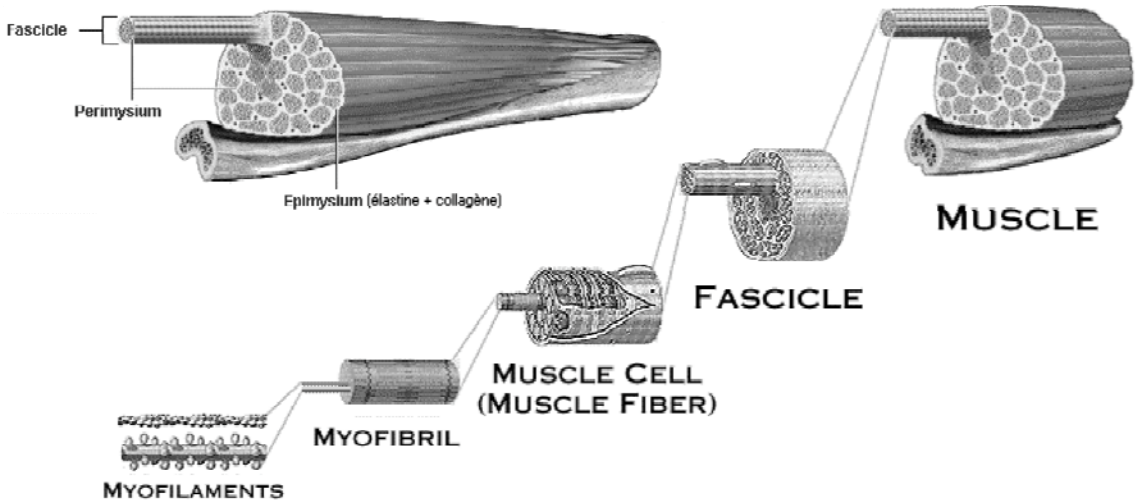


Figure 8 : Organisation générale du muscle strié

2.1.2. Les filaments d'actine et de myosine

Actine

Les filaments fins d'actine ont un diamètre d'environ sept nanomètres, et sont composés de plusieurs types de molécules: l'actine G, la tropomyosine et la troponine.

L'actine G (ou actine monomérique) est une molécule globulaire qui, polymérisée, des filaments d'actine F (pour filamenteuse). Les filaments d'actine sont composés de deux chaînes linéaires qui s'enroulent l'une autour de l'autre pour former une double hélice (voir figure ci-après).

La tropomyosine est une protéine allongée homo ou hétérodimérique, chaque monomère adoptant une structure en hélice alpha s'enroulant l'une autour de l'autre pour former une superhélice. Elle va se lier à l'actine en se logeant au creux des sillons de la double hélice formée par l'actine. A l'état de repos, les molécules de myosine sont également en contact avec la tropomyosine.

A chaque extrémité d'une molécule de tropomyosine, une molécule de troponine vient se lier avec elle. La troponine est une molécule composée de trois chaînes respectivement dénommées troponine-T, troponine-I et troponine-C. Chaque chaîne possède une fonction différente :

- la troponine-T est responsable de la liaison troponine-tropomyosine ;
- la troponine-I possède une activité inhibitrice de l'activité ATPasique de la myosine ;
- la troponine-C possède quatre sites de fixation pour le calcium qui, lorsqu'ils sont occupés, lèvent l'action de la troponine I.

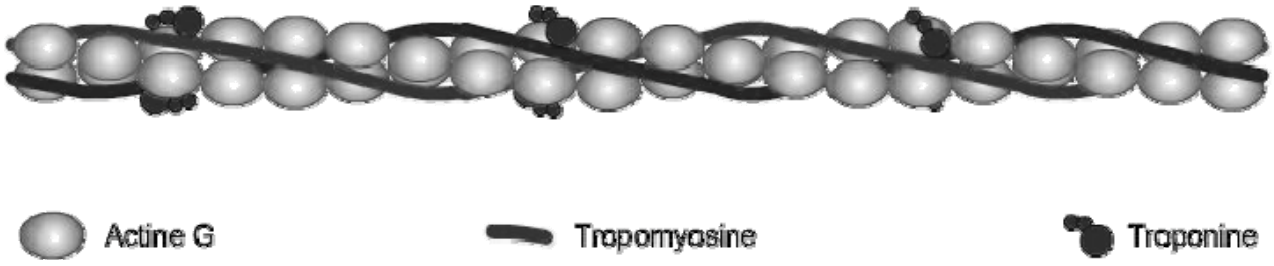


Figure 9 : Le myofilament

Myosine

Les filaments épais ont un diamètre d'environ 15 nm et sont essentiellement constitués d'une espèce moléculaire, la myosine II.

La myosine II est une molécule allongée composée de deux chaînes lourdes et de quatre chaînes légères. Chaque chaîne lourde est constituée d'une queue C-terminale allongée et fibrillaire en hélice alpha, d'une tête globulaire N-terminale enzymatique à activité ATPasique permettant la création d'énergie par dégradation de l'ATP en ADP, associée à deux chaînes légères, et d'un domaine cervical déformable reliant les deux extrémités. Tête globulaire et partie cervicale forment la méromyosine lourde, la partie fibrillaire caudale formant la méromyosine légère. Les queues allongées de deux chaînes lourdes de myosine s'enroulent l'une autour de l'autre en une superhélice, les deux têtes globulaires se trouvant côte à côte. Le filament épais de myosine-II est maintenu en place par un troisième filament, constitué de titine.

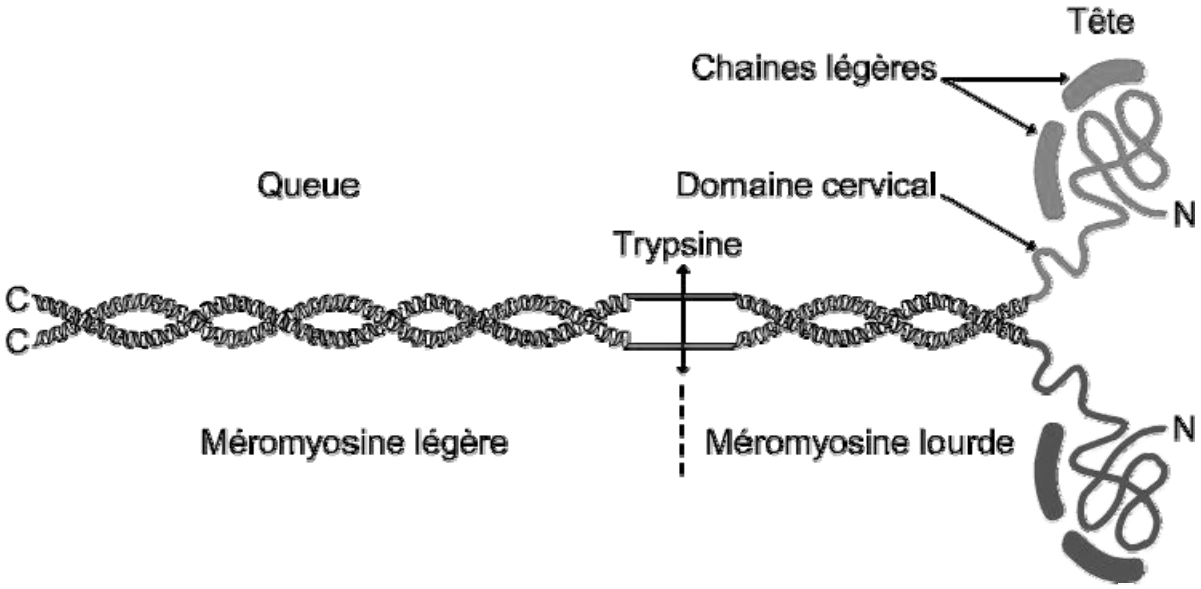


Figure 10 : Le filament de myosine

Plusieurs centaines de molécules de myosines II s'assemblent pour former un filament épais. Les têtes globulaires dépassent en périphérie de ce filament et sont donc disponibles pour pouvoir se fixer aux filaments d'actine.

Dans la fibrille musculaire, les filaments d'actine et de myosine sont organisés rigoureusement de manière à ce qu'un filament de myosine soit entouré de six filaments d'actine.

2.1.3. La contraction musculaire

Au repos, la tête de la molécule de myosine est maintenue à distance de celles d'actine du fait de l'interposition de la tropomyosine et de la troponine. La myosine est couplée à de l'ADP et du phosphate inorganique (Pi). La contraction musculaire intervient suite à une chaîne de réactions chimiques et mécaniques (10).

Un ordre prend naissance au niveau du système nerveux central et chemine jusqu'au muscle par le motoneurone. Lorsque cet influx nerveux arrive à la jonction neuromusculaire, il entraîne la libération d'acétylcholine par la plaque motrice. Celle-ci entraîne la création d'un potentiel d'action, c'est-à-dire une augmentation de la perméabilité de la membrane des cellules musculaires, donc une modification de la répartition des ions sodium Na+ et des ions potassium K+ de part et d'autre de celle-ci.

Par un système de tubules (appelées *tubules T*), le potentiel d'action entre dans la myofibrille et permet aux ions calcium Ca2+ de pénétrer dans les citernes terminales du sarcoplasme, afin d'augmenter la réserve calcique déjà présente à l'intérieur.

Les ions Ca2+ se fixent alors sur le complexe formé par les molécules de troponine et de tropomyosine, enlevant ainsi l'inhibition de l'actine pour la myosine. Cette fixation entraine alors l'hydrolyse de l'ATP par la tête de la myosine, avec libération de l'énergie nécessaire à la création de liaisons entre les têtes des molécules de myosine et d'actine, liaisons nommées *ponts d'union*. Après démasquage des sites de liaison de la myosine portés par l'actine en présence de calcium, les têtes de myosine vont se lier à l'actine.

Le départ du phosphate inorganique, puis de l'ADP, va stabiliser la liaison actine-myosine et entraîner un changement de conformation de la myosine. L'angle que fait la tête de myosine avec la queue allongée va diminuer de 90° à 45°. Myosine et actine étant liées, ce changement de conformation va entraîner un mouvement relatif entre filaments fins et

filaments épais, entraînant le raccourcissement du sarcomère et donc de la myofibrille. Ce glissement peut se répéter jusqu'à raccourcissement maximal du sarcomère, soit huit à seize répétitions de ce processus. La configuration obtenue est stable en absence d'ATP.

A l'arrêt de la stimulation, les ions Ca2+ retournent dans les citernes terminales grâce au fonctionnement des pompes à calcium. La liaison d'une molécule d'ATP sur la tête de myosine entraîne la dissociation de la liaison actine-myosine.

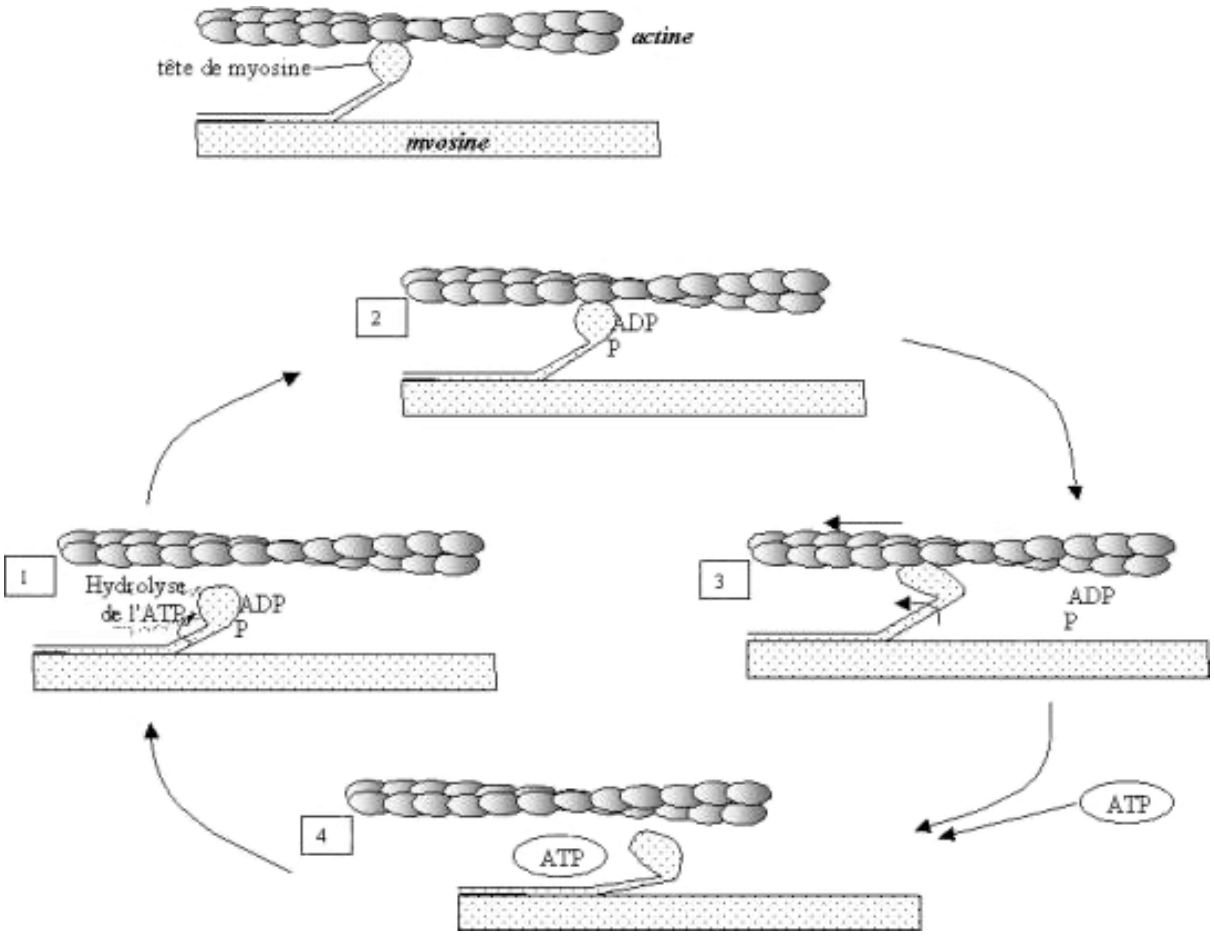


Figure 11 : Le cycle de raccourcissement actine-myosine

Enfin l'hydrolyse de cet ATP en ADP + Pi entraîne un changement de conformation de la myosine : l'angle formé par la tête et la queue de myosine revient à sa valeur initiale. Les filaments d'actine et de myosine retrouvent alors leur position initiale: on obtient le relâchement musculaire.

2.1.4. Les sources d'énergie de la contraction musculaire

Nous avons vu que le cycle de raccourcissement des myofibrilles était dépendant de la fixation et de l'hydrolyse de l'ATP en ADP. Or la quantité de l'ATP en réserve dans l'organisme est très faible, et ne permet que quelques secondes d'exercice. Il est donc nécessaire, pour pouvoir maintenir une contraction, de synthétiser cette molécule. Il existe pour cela trois voies de synthèse.

La voie anaérobie alactique

Cette voie permet la resynthèse de l'ATP à partir de la créatine phosphate contenue dans le muscle. Elle ne nécessite pas d'oxygène, et se met donc en œuvre rapidement, en début d'exercice. Elle est cependant très limitée dans le temps. C'est elle qui est utilisée préférentiellement lors d'un exercice court et intense, comme par exemple une course de 100 mètres.

La voie anaérobie lactique

Elle permet la synthèse de trois molécules d'ATP par la dégradation des réserves musculaires de glycogène en acide pyruvique. Elle ne nécessite pas non plus d'oxygène, et se met en œuvre rapidement elle aussi, en début d'exercice. Elle est importante aussi lors d'exercices intenses, lorsque la voie aérobie n'apporte plus assez d'énergie (par exemple une course de 400 mètres).

Cette voie entraîne en revanche la formation d'acide lactique à partir de l'acide pyruvique. Cet acide lactique va s'accumuler dans le muscle et entraîner une baisse du pH, ce qui va perturber le processus contractile.

La voie aérobie

Cette voie est la plus importante en terme de resynthèse d'ATP, à partir des réserves de glycogène et des lipides en présence d'oxygène. Leur dégradation se fait dans les mitochondries. Si l'apport d'oxygène est suffisant, cette voie métabolique permet la poursuite des contractions musculaires durant un effort de plusieurs heures, par exemple au cours d'un marathon.

2.2. Les différents types de fibres musculaires

L'étude de biopsies musculaires a permis de montrer que le muscle est capable de s'adapter, de modifier ses caractéristiques et son équipement enzymatique, cela en fonction du type d'entraînement. On classe alors les différentes fibres selon leur contenu (rouges ou blanches), leur vitesse de contraction, leur nombre de mitochondries, etc... Le classement reconnu différencie les fibres de type I et de type IIa, IIb et IIc.

Les fibres de type I ou slow twitch (S.T.) sont rouges à cause de leur grande quantité de myoglobine et de leur riche vascularisation. Elles contiennent beaucoup de réserves de glycogène et de lipides. Elles sont endurantes et peu fatigables. On les appelle aussi *fibres lentes*.

Les fibres de type IIa ou fast twitch a (F.T. a) sont blanches à cause de leur petite quantité de myoglobine et leur faible vascularisation. Elles contiennent beaucoup de glycogène. Elles sont résistantes mais fatigables. Ce sont des fibres rapides.

Le type IIb ou fast twitch b (F.T. b) sont blanches à cause de leur très petite quantité de myoglobine et leur très faible vascularisation. Elles contiennent aussi beaucoup de glycogène. Elles sont très puissantes, mais très fatigables. Ce sont des fibres rapides.

Le type IIc ou fast twitch c (F.T. c) correspond à un type intermédiaire entre le IIa et le IIb.

Un muscle est composé d'une multitude d'unités motrices. Une unité motrice rassemble un motoneurone et les fibres musculaires qu'il innerve, et qui sont toutes du même type. Mais au sein d'un même muscle, sont présentes des unités motrices de type différent, et dont la proportion varie avec la fonction du muscle. Les muscles posturaux (dorsaux par exemple) possèderont donc une majorité de fibres de type I (ils sont dits *toniques*), alors que les muscles des membres supérieurs possèderont une majorité de fibres de type II (ils sont dits *phasiques*).

L'entraînement permet de faire varier le nombre de fibres au sein d'une unité motrice. Il permet de modifier la puissance du muscle par des exercices faisant croître le nombre de

fibres blanches (exercices courts et intenses), ou leur endurance en cherchant à faire croître le nombre de fibres rouges (exercices longs peu intenses).

2.3. Les lésions musculaires

Plusieurs facteurs prédisposants sont en cause dans la survenue de lésions musculaires (10): le niveau d'entraînement, l'échauffement, le matériel adapté ou non à l'effort et au sujet, les règles hygiéno-diététiques (un mauvais état d'hydratation favorise la survenue de lésions), l'âge du sujet...

On distinguera les lésions intrinsèques, survenant sans intervention d'un facteur extérieur, des lésions extrinsèques donc liées à l'action d'un agent traumatisant extérieur.

2.3.1. Les lésions intrinsèques

Elles sont très spécifiques de l'activité sportive. Généralement liées à une sollicitation du muscle au-delà de ses possibilités de contractilité et d'élasticité, elles surviennent le plus souvent à l'occasion d'une contraction excentrique violente.

La classification la plus utilisée en France actuellement a été décrite par Rodineau. Elle comporte cinq stades.

Le **stade 0** correspond à l'ancienne appellation *contracture*. C'est une atteinte réversible des fibres musculaires sans atteinte du tissu de soutien donc sans hématome. La clinique retrouve un muscle ou un faisceau musculaire douloureux aux mobilisations active et passive. On constate par ailleurs une diminution de la force musculaire. La récupération se fait spontanément en quelques heures avec l'arrêt de l'effort.

Le **stade 1** (anciennement contracture) correspond à une atteinte irréversible de quelques fibres musculaires sans atteinte du tissu de soutien, donc sans hématome. La clinique retrouve un muscle ou un faisceau musculaire induré et douloureux à la palpation. Les mobilisations active et passive sont douloureuses. La récupération se fait en quelques jours avec le repos sportif.

Le **stade 2** (antérieurement *élongation*) correspond à l'atteinte irréversible de quelques fibres musculaires associée à une lésion modérée tissu de soutien, généralement sans hématome. La clinique retrouve une douleur d'apparition brutale mais modérée, sans point électif. L'impotence fonctionnelle est elle aussi modérée. La mobilisation active est subnormale, n'entraînant généralement pas d'arrêt sportif immédiat. Le test isométrique et l'étirement sont douloureux. L'évolution se fait vers la guérison en une quinzaine de jours avec un traitement adapté.

Le **stade 3** (anciennement *claquage*) correspond à une atteinte irréversibles de nombreuses fibres musculaires avec atteinte importante du tissu conjonctif. La clinique retrouve une douleur d'apparition brutale et localisée, avec présence d'un hématome localisé au point douloureux. L'impotence fonctionnelle est totale, entraînant un arrêt immédiat de l'effort en cours. Les mobilisations active et passive sont douloureuses. Le test isométrique et l'étirement sont impossibles. L'évolution est longue, d'environ six semaines pour une guérison complète.

Le **stade 4** (anciennement *déchirure* et *rupture*) est la rupture ou la désinsertion complète du muscle. La clinique retrouve une douleur violente, parfois syncopale. Impotence fonctionnelle est totale, entraînant un arrêt immédiat de l'effort. La mobilisation active est impossible. Le test isométrique et l'étirement sont impossibles. On retrouve un hématome diffus, signant la rupture du tissu de soutien. L'évolution va vers une guérison en six à douze semaines avec un traitement adapté.

2.3.2. Les lésions extrinsèques

Il s'agit des lésions musculaires induites par l'intervention d'un agent traumatisant extérieur. C'est donc généralement un mécanisme de contusion bénigne ou appuyée. L'agent causal est variable: un choc entre joueurs, un choc contre un objet dur, une chute au sol...

Le type de lésion et sa gravité dépendent alors de deux facteurs: la violence du traumatisme et l'état fonctionnel du muscle au moment de l'impact (contracté ou relâché).

En cas de contusion bénigne, l'interrogatoire ne retrouve pas toujours de circonstance, ou alors elles sont banales. La douleur est alors d'apparition retardée. Elle est

minime et ne gêne généralement pas la marche. La douleur est localisée au point d'impact. L'examen retrouve une douleur à la palpation ainsi qu'à la mobilisation contrariée.

Si en revanche la contusion est appuyée, la douleur est d'apparition brutale et permanente. La marche est difficilement possible au décours immédiat, avec une boiterie. La douleur est vive, localisée au point d'impact. On note par ailleurs une limitation du ballant du muscle au repos, parfois une voussure, et un hématome s'il est superficiel. La mobilisation active dans l'amplitude concernée par le faisceau musculaire est très douloureuse voire impossible, et la mobilisation passive est parfois limitée. L'étirement du muscle est très douloureux.

2.3.3. Place de l'imagerie dans le diagnostic

Il n'existe pas de conférence de consensus ni de recommandations concernant la nécessité de réaliser un ou plusieurs examens d'imagerie dans la démarche diagnostique ou thérapeutique des lésions musculo-tendineuses, selon la *Société Française de Médecine de l'Exercice et du Sport* (11) ou de la *Société Française de Médecine d'Urgence* (12). On n'en trouve pas non plus mention dans le *Guide du bon usage des examens d'imagerie médicale de la Société Français de Radiologie* version 2013 (13).

Un article de J.L. BRASSEUR de 2001, paru dans le journal *Science & Sports*, leur trouve cependant un intérêt (14). Ils permettraient en effet l'évaluation précise de la gravité de l'atteinte musculaire ou tendineuse, afin de discuter du traitement à initier. Dans certains cas, ils pourraient même guider un geste thérapeutique (ponction d'hématome, par exemple).

Tous en disqualifiant d'entrée la *xéroradiographie*, trop irradiante et peu performante, ainsi que la *tomodensitométrie*, dont la discrimination en contraste n'est pas suffisante dans cette pathologie, il avance les avantages de l'*échographie* et, dans une moindre mesure, de l'*IRM*.

L'échographie doit être l'examen de première intention, au vu de son faible prix, de son accessibilité et de son caractère non irradiant. Elle doit être réalisée avec une sonde à haute fréquence, de manière comparative, avec une étude dynamique systématique et une

annotation correcte des clichés. La lésion musculaire n'est alors pas seulement représentée par l'atteinte des fibres musculaires elles-mêmes, mais surtout par la désorganisation des cloisons intrinsèques longitudinales, qui sont le siège de ruptures ou de décollements. Avec les appareils utilisés actuellement, une lésion doit atteindre le tissu conjonctif de soutien pour être détectée par échographie. Les remaniements atteignant les seules fibres musculaires, comme les lésions de stade 0 ou 1, n'ont donc aujourd'hui aucune traduction ultrasonore nette.

Figure 12 : échographie musculaire dynamique. A gauche muscle relâché, à droite en contraction

L'apparition de phénomènes de caillotage hyperéchogène modifie rapidement l'aspect des lésions, rendant nécessaire l'étude initiale précoce (idéale vers le deuxième jour ou entre J7 et J10). Cet aspect est également important si une ponction échoguidée se justifie.

L'IRM avec injection de produit de contraste permet, elle, une analyse cartographique irremplaçable en préopératoire grâce à sa vue multiplanaire. Tant en phase aiguë qu'au stade chronique, la localisation des lésions est détectée de manière précise mais la quantification de l'atteinte est aussi difficile qu'en échographie, les structures lésées s'additionnant à l'hématome réactionnel.

Elle sera donc réalisée dans certaines circonstances : accident important chez un sportif de haut niveau, suspicion de lésion grave potentiellement chirurgicale, lésion haute et

profonde des ischio-jambiers parfois mal accessible à l'échographie chez certains patients, ou encore discordance entre l'échographie et la clinique.

Figure 13 : Lésion stade 2 du droit fémoral vu en IRM. L'échographie était normale.

Le service d'explorations fonctionnelles de Médecine du Sport du CHU de Besançon recommande la réalisation d'une échographie musculaire systématique entre 48 et 72 heures de la survenue de la lésion pour une lésion intrinsèque de stade supérieur ou égal à deux dans la classification de Rodineau, et pour toute lésion extrinsèque (15). Une lésion de stade 0 ou 1ne sera pas ou mal vue à l'échographie, et l'évolution spontanée vers la rémission en quelques heures pour un stade 0 ou en quelques jours pour un stade 1 suffit à la confirmation de la stadification.

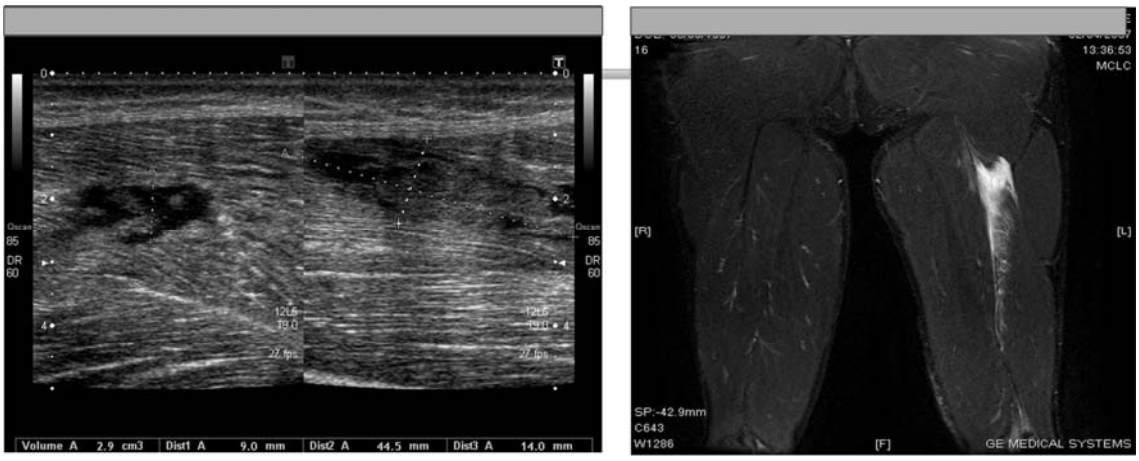


Figure 14 : lésion stade 3 muscle droit fémoral. A gauche à l'échographie, à droite à l'IRM.

Au stade 2, l'échographie retrouvera parfois une image hyperéchogène intramusculaire et péri-aponévrotique. Au stade 3, elle notera la présence d'un hématome intra-musculaire, et en fonction de son importance elle guidera la décision de ponction ainsi que le geste en lui-même. Au stade 4, elle notera la rupture d'un ou plusieurs faisceaux, ave un volumineux hématome périaponévrotique. Elle guidera là aussi une ponction de l'hématome si nécessaire.

Pour toute lésion extrinsèque, il recommande la réalisation systématique d'une échographie dans les 48 heures, et un contrôle hebdomadaire.

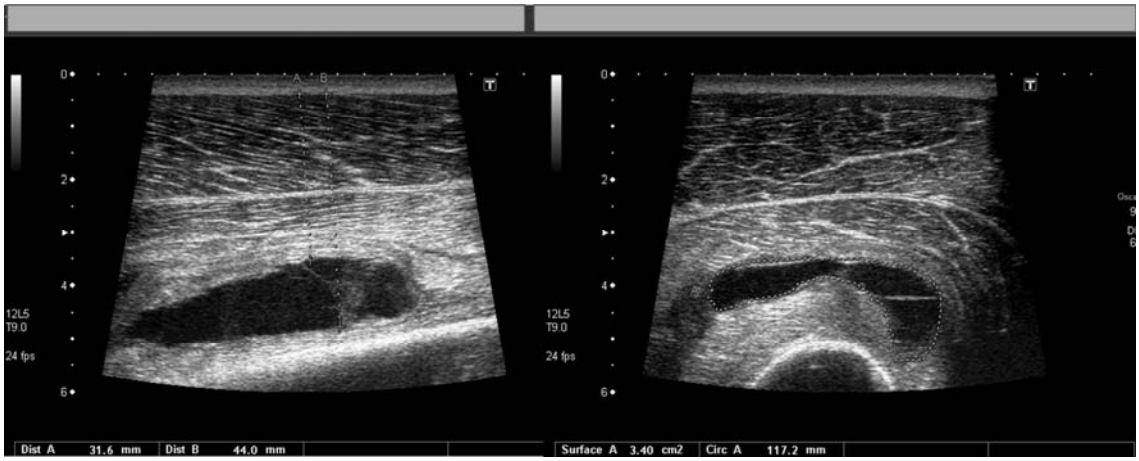


Figure 15 : Hématome du droit fémoral vu à l'échographie à J7.

3. Le tendon

3.1. Organisation générale du tendon

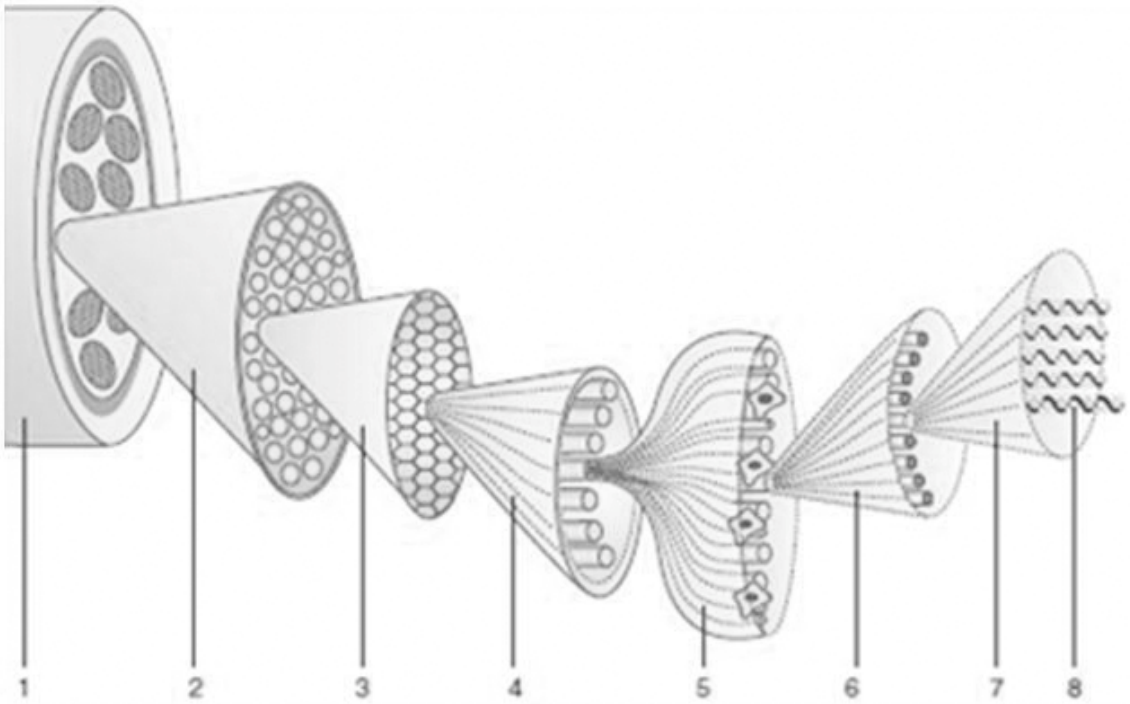
Le tendon fait partie des structures qui lient et qui stabilisent les articulations du système squelettique (16). Bien que passif (il ne produit pas activement de mouvement comme le font les muscles), il joue un rôle essentiel dans le mouvement articulaire par la transmission de la force mécanique musculaire. Il agit donc directement sur la façon dont la force musculaire va mobiliser les os autour d'une articulation donnée. Son allongement maximal est de 4% du fait de sa composition chimique. Au-delà surviennent des micro-ruptures.

Au cours de la vie, le tendon subit des modifications histochimiques, responsables de sa fragilisation mécanique: perte en eau, en collagène, en protéoglycanes...

Comme tous les tissus conjonctifs du corps, le tendon comprend quelques cellules, les fibroblastes (environ 20% du volume total) et une abondante matrice extracellulaire (environ 80% de ce même volume). Cette matrice contient environ 70% d'eau et 30% de constituants solides synthétisés et sécrétés par les fibroblastes: le collagène et une petite quantité d'élastine. Le reste de la matrice, la substance fondamentale, est une matière solide composée de longues chaînes d'acides aminés et de glycoprotéines.

Le contenu en collagène est généralement supérieur à 95% de poids sec du tendon. À l'extrémité des tendons, le matériel solide peut être composé presque exclusivement de collagène (jusqu'à 99% du poids sec).

Le tendon, contrairement au muscle, est peu vascularisé, ce qui explique la cicatrisation plus longue lors de la survenue d'une lésion tendineuse vis-à-vis d'une lésion musculaire.



1. Faisceau fibreux quaternaire, 2. Faisceau fibreux tertiaire, 3. Faisceau fibreux secondaire, 4. Faisceau fibreux primaire, 5. Fibre de collagène, 6. Fibrille de collagène, 7. Micro fibrille de collagène, 8. Triple hélice de collagène

Figure 16 : Organisation générale du tendon

3.1.1. Le collagène

L'unité fondamentale du tendon est la molécule de collagène. Plusieurs collagènes sont regroupés dans une micro-fibrille à l'intérieur de laquelle ils sont disposés à la fois en parallèle et en série. Des ponts d'union existent également entre les collagènes au sein de la micro-fibrille.

Ces liaisons intra- et extra-chaînes sont essentielles à la stabilité de la micro-fibrille. Ce sont elles qui confèrent au tendon sa solidité et lui permet de fonctionner sous des contraintes mécaniques importantes. Plus ces liaisons sont nombreuses, plus le tendon est résistant.

Le nombre de liaisons varie avec l'âge. Dans le collagène nouvellement formé, les liaisons sont relativement peu nombreuses et sont instables. À mesure que le collagène devient mature (jusqu'à 20 ans environ), le nombre de liaisons instables diminuent laissant place à un plus grand nombre de liaisons stables.

Les micro-fibrilles sont assemblées pour former des paquets appelés fibrilles. C’est une structure très stable qui nécessite une grande quantité d’énergie et de force pour séparer les molécules. Les fibrilles sont ensuite regroupées en fibres qui sont à leur tour regroupées et maintenues ensemble par un membrane, l’endotenon, pour former des faisceaux. Les faisceaux sont enfin assemblés et maintenus ensemble par le paratenon pour former le tendon.

3.1.2. L'élastine

Bien que peu présente, c'est elle qui confère ses propriétés d'extensibilité. C'est ce qui explique qu'un tendon peut supporter un allongement maximal de 4% avant de subir des lésions.

3.1.3. La substance fondamentale

C’est une substance gélatineuse homogène qui occupe l’espace entre les fibres et les cellules de tendon. Elle aide à stabiliser le squelette du tendon et contribue à sa résistance globale.

3.1.4. Jonction avec le muscle et l’os

Les tendons sont entourés de gaines aux endroits où les forces de frictions sont élevées. Cette gaine, appelée paratenon, a un rôle de protection pour les fibres tendineuses et facilite le glissement des tendons, comme par exemple au contact des pièces osseuses qui agissent alors comme des poulies. Chaque faisceau de fibres est entouré d’une membrane appelée endotenon. Elle se prolonge d’un côté jusqu’au périmysium pour former la jonction musculo-tendineuse et de l’autre côté vers le périoste pour former la jonction ostéo-tendineuse. Cette dernière présente la particularité d’être formée par quatre zones allant du collagène à une forme de plus en plus minéralisée (fibrocartilage associé à du collagène) pour finir par de l’os cortical. Ce changement graduel du tendon à l’os induit un changement des propriétés mécaniques du tissu (augmentation de raideur) qui diminue les effets concentration des tensions au niveau de l’insertion du tendon dans l’os.

Par ailleurs, l'insertion du tendon sur l'os est enveloppée d'un tissu structurellement proche de la membrane synoviale, très vascularisée, sécrétant une substance lubrifiante, le liquide synovial. Cette enveloppe est de forme circulaire et entoure complètement l'insertion. La fonction de cette membrane, appelée bourse séreuse, est la lubrification des structures musculaires et tendineuses lors des mouvements, afin de réduire la friction, l'échauffement et l'érosion résultant des mêmes mouvements.

3.2. Les lésions tendineuses

Plusieurs facteurs sont mis en cause dans la survenue de lésions tendineuses (10): l'âge, les perturbations métaboliques (diabète, dyslipidémie, hyperuricémie), les anomalies de morphotype (valgus ou varus, excès de torsion), le mode d'entraînement, la mauvaise technique gestuelle, le matériel inadapté, certains médicaments (fluoroquinolones, vitamine A acide)...

On distinguera ici aussi deux mécanismes d'atteinte tendineuse: les atteintes par excès de traction, qui concernent la plupart des tendons, et celles par conflit ou friction (par exemple la bandelette ilio-tibiale).

3.2.1. Tendinopathies du corps des tendons

Elles correspondent à des micro-ruptures des fibrilles de collagène, associées de façon variable à des phénomènes cicatriciels, aboutissant à la formation de nodules, de kystes par accumulation de substance intercellulaire.

Elles sont caractérisées par une douleur siégeant le long d'un tendon, et la présence possible mais inconstante d'un épaississement tendineux diffus, de nodules ou de granulations.

Les localisations les plus typiques sont le tendon calcanéen et le tendon patellaire.

3.2.2. Ténosynovites et péritendinites

Isolées ou associées à une atteinte du tendon lui-même, elles correspondent à une inflammation exsudative dans la gaine du tendon, se manifestant par une crépitation à la palpation. A la phase chronique, elles correspondent à des adhérences fibreuses entre le tendon et ses annexes, liées au phénomène cicatriciel.

Les localisations principales au membre inférieur sont le tendon calcanéen et le tibial antérieur.

3.2.3. Maladies d'insertion ou enthésopathies

Il s'agit alors d'une pathologie chronique ostéotendineuse par excès de traction sur l'insertion avec des lésions tendineuses, périostées et parfois osseuses (micro-fractures). Elles sont souvent associées à une atteinte du tendon lui-même.

On les constate, au membre inférieur, principalement au niveau du tendon patellaire.

3.2.4. Classification des lésions tendineuses

La classification retenue actuellement est celle décrite par Blazinat. Cette classification, qui a l'avantage d'être simple et adaptée à la pratique médicale, n'est pas corrélée à l'aspect histologique des lésions.

Le **stade 1** correspond cliniquement à une douleur apparaissant en fin de séance ou après le sport, et disparaissant au repos.

Le **stade 2** est une douleur apparaissant en début d'activité sportive, disparaissant à l'échauffement, puis réapparaissant progressivement en cours de séance avec la fatigue.

Le **stade 3** est une douleur permanente lors du sport. La classification de Blazinat distingue le **stade 3a**, où la douleur induit une limitation de l'entraînement, du **stade 3 b** pour lequel la douleur induit une gêne dans la vie quotidienne.

Le **stade 4** marque une rupture complète du tendon.

3.2.5. Bilan paraclinique des lésions tendineuses

Les *radiographies simples* n'ont d'intérêt que dans les tendinopathies chroniques, à la recherche de microcalcifications intratendineuses ou de remaniements ostéopériostés sur une zone d'insertion. Elles n'ont pas d'intérêt dans la pathologie tendineuse aiguë.

L'*échographie*, réalisée avec une sonde adaptée, pourra étudier le tendon en coupes transversales et longitudinales. Elle est capable d'objectiver un épanchement péritendineux, un oedème du tendon, des ruptures et des désinsertions de fibres, des nodules intratendineux, des kystes et des calcifications. Couplée au doppler, elle pourra détecter des zones hypervascularisées, signes d'une tendinopathie chronique. Elle permettra de préciser le stade anatomique de la tendinopathie, et donc son pronostic.

L'*IRM avec injection de gadolinium* sera réservée aux cas rebelles et aux bilans pré-opératoires, car elle n'a pas d'avantage par rapport à l'échographie dans le cas des tendinopathies aiguës, et est moins disponible et plus coûteuse.

On pourra enfin discuter au cas par cas la réalisation d'un bilan biologique à la recherche d'une origine métabolique ou rhumatismale inflammatoire.

4. Les étirements musculo-tendineux

4.1. Les effets attendus des étirements

Les différents types d'étirements musculaires, ainsi que leurs intérêts, ne s'appuient pas sur des études, mais bien sur des déductions et des arguments liés à la pratique constatés par des préparateurs sportifs, kinésithérapeutes ou sportifs eux-mêmes, qui ont contribué à les développer et à les faire évoluer. En l'absence d'études valables, nous nous baserons donc sur les connaissances pragmatiques généralement enseignées (17).

La réalisation d'un étirement, qu'il soit actif, passif ou activo-passif, ne concerne pas que le corps musculaire. C'est alors la jonction tendon-os, le tendon, la jonction musculo-tendineuse, les enveloppes musculaires, les aponévroses, les structures musculaires et parfois articulaires, qui sont mis en jeu. Le gain obtenu en longueur qu'on observe après la réalisation d'une séance d'étirements s'explique par la modification de l'organisation interne de ces divers tissus, éventuellement par des micro-lésions. Mais les mécanismes permettant l'allongement diffèrent selon les auteurs.

4.1.1. Le tendon

Lorsqu'on examine la réponse mécanique du tendon à la déformation, on obtient une courbe où l'on peut situer les différentes sollicitations des fibres en fonction du degré des contraintes imposées. Cette inextensibilité est due à la constitution même du tendon et à l'orientation de ses fibres de collagène, qui sont disposées parallèlement et de façon spiralées à l'axe du tendon.

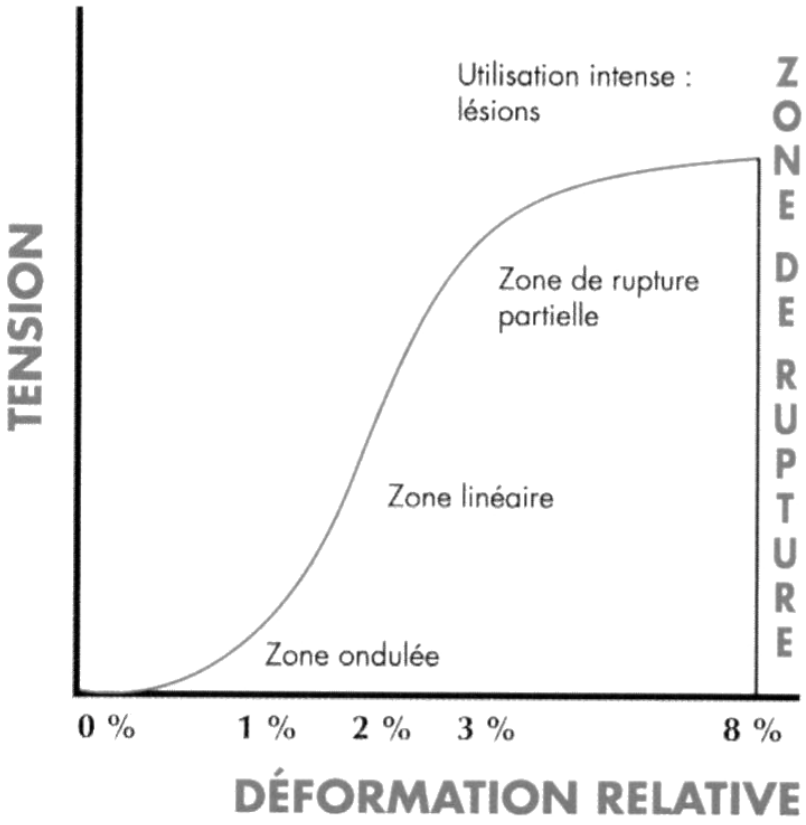


Figure 17 : Réponse mécanique du tendon à la déformation

On constate sur le schéma précédent que pour une déformation inférieure à 4%, les fibres de collagène se tendent et adoptent une position rectiligne. Pour une déformation de 4 à 8%, ce sont en fait des ruptures microscopiques qui s'opèrent. Elles se reconstituent assez rapidement si les sollicitations cessent. Mais pour une déformation supérieure à 8% du tendon, la rupture est totale.

4.1.2. La jonction myotendineuse

Dans cette zone sont transmises les tensions entre le muscle et le tendon. Ces transmissions des tensions lors des étirements entre les éléments musculaires et le tendon se feraient par deux voies: la voie directe par l'intermédiaire des sarcomères en série, et la voie indirecte par les membranes musculaires (enveloppes et aponévroses).

Cette zone est énormément sollicitée lors des exercices concentriques (mise en étirement du tendon et raccourcissement simultané du muscle) et lors des étirements actifs (la contraction entraîne un raccourcissement du sarcomère par les mouvement d'actine et de myosine comme vu précédemment, alors que les extrémités du muscle s'éloignent l'une de l'autre).

4.1.3. Le muscle

L'unité contractile du muscle a une capacité d'allongement de 20 à 50% de sa longueur au repos. Lorsque le muscle est inactivé et relâché, les ponts d'actine et de myosine se trouvent dans un état stable. L'étirement tend à les défaire, mais certains se reconstituent pendant que d'autres se détachent.

La courbe contrainte en traction/déformation nous permet de constater qu'il existe trois phases de cette déformation: tout d'abord la phase élastique, puis la phase plastique, et enfin la phase de rupture.

A la phase élastique, des efforts de traction peu importants produisent un allongement qui disparaît lorsque l'on relâche l'effort de sollicitation.

A la phase plastique, des efforts de traction très importants produisent un allongement beaucoup plus marqué, qui persiste en partie lorsque l'on relâche l'effort de sollicitation.

A la phase de rupture, si l'on utilise des efforts de traction encore plus importants, la rupture est d'abord partielle, puis totale.

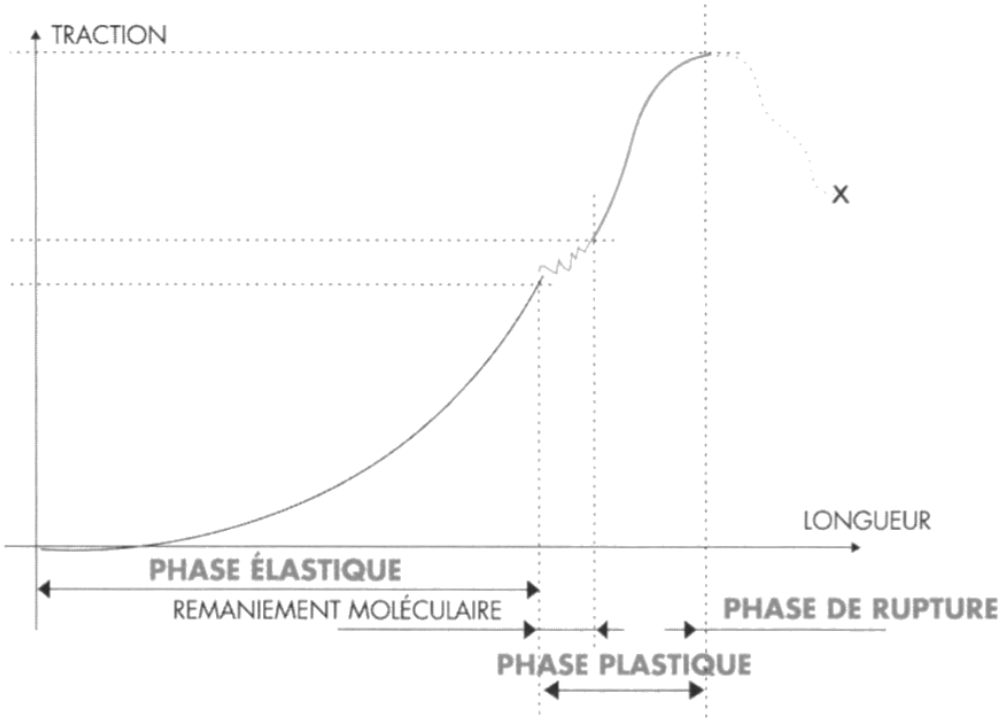


Figure 18 : Courbe de contrainte suite à l'allongement du muscle

4.1.4. Le tissu conjonctif

Les enveloppes conjonctives présentent une extensibilité plus importante que les tendons, mais moins que les muscles. Cela s'explique par son organisation architecturale: les fibres de collagène, peu extensibles, sont positionnées comme un réseau maillé. Ainsi, lorsqu'on étire ces enveloppes, on observe un allongement car la forme géométrique initiale de la maille se modifie, passant d'une forme carrée à un aspect de losange.

Malgré tout, il semble que le tissu conjonctif n'ait pas le rôle le plus important. Lorsque l'on allonge l'unité tendon-muscle en effet, c'est d'abord la partie musculaire qui assume l'allongement, le tissu conjonctif et le tendon étant moins déformables.

4.1.5. Phénomènes liquidiens et vasculaires

Les exercices d'étirement sont à l'origine de l'aplatissement myotendineux, et par voie de conséquence contribuent à expurger les liquides contenus. Les tissus sont alors moins imbibés, et de ce fait présentent un état d'allongement persistant, jusqu'au moment où ils se réimbibent, reprenant alors du volume au détriment de la longueur.

4.2. Les effets des étirements selon la technique utilisée

4.2.1. Les techniques passives

Les *étirements passifs de courte durée* sont effectués en phase élastique (amplitude modérée), permettant au muscle de retrouver sa longueur initiale après un exercice qui a favorisé le raccourcissement de celui-ci (séance d'entraînement ou de compétition) et donc de lutter contre l'enraidissement. Ils participent à l'entretien de la souplesse et favorisent la récupération après l'effort.

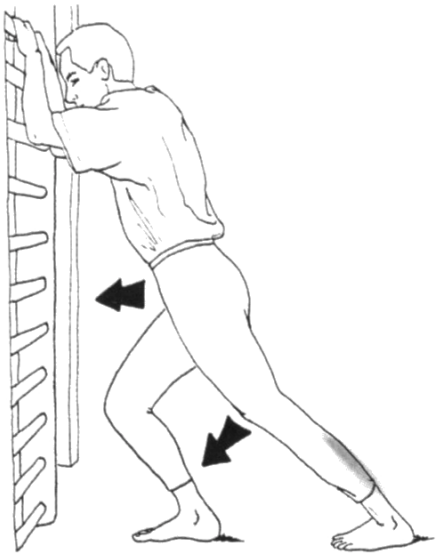


Figure 19 : Exemple d'étirement passif: gastrocnémiens et soléaire

Beaucoup d'auteurs s'accordent à dire que la réalisation de ce type d'étirements "à froid", c'est-à-dire sans échauffement ou à distance d'une séance de sport, serait pourvoyeuse

de lésions musculaires. Ces techniques sont donc à réserver à la récupération musculaire après un effort sportif ou après un éveil musculaire (18).

Les *étirements passifs de longue durée* (appelés aussi *postures*) sont effectués en phase élastique (amplitude importante). Lorsque l'on étire le système tendon-muscle, on sollicite d'abord la partie musculaire au niveau des ponts actine-myosine et des éléments élastiques du sarcomère. Lorsque l'amplitude devient plus importante, le tissu conjonctif et le tendon se trouvent alors concernés ainsi que les articulations. Ils participent à l'amélioration de la souplesse musculo-tendineuse et articulaire.

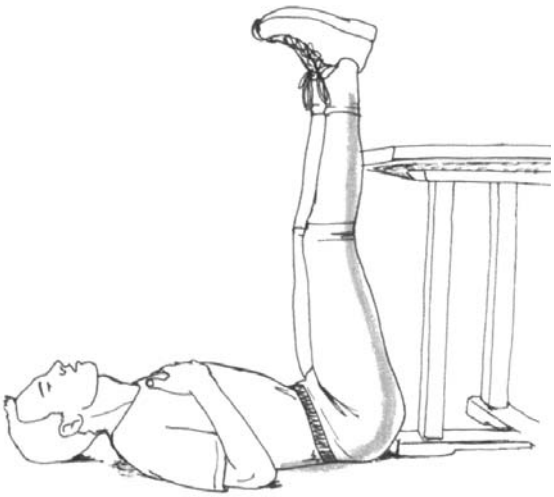


Figure 20 : Exemple de posture étirant toute la chaîne postérieure

4.2.2. Les techniques actives

Les *étirements actifs* permettent de solliciter surtout la zone myotendineuse et les tendons sans incidence sur la partie contractile. Le fait d'étirer dans un premier temps (amplitude non maximale) et de demander une contraction du tissu contractile permet d'obtenir une double traction sur le tendon, à savoir une première par l'étirement dans le sens de l'allongement, et une seconde par la traction de l'unité contractile due à l'accrochage des filaments d'actine et de myosine, dans le sens du raccourcissement.

Les *étirements activo-dynamiques* permettent de solliciter la zone myotendineuse et les tendons lors de la phase d'étirement-contraction, ainsi que la partie contractile, en

raccourcissement, lors de la phase dite "d'exercices dynamiques". Ce sont des étirements qui permettent de replacer les muscles dans leur fonction; ils doivent être effectués rapidement.

Les *mouvements balistiques*, où le seul poids du membre doit agir, permettent le rodage articulaire. Cela signifie en particulier qu'aucun frottement ne doit agir sur le membre en question et que le relâchement musculaire doit être total. Ainsi la relation fondamentale entre le poids et l'accélération est applicable. L'accélération est toujours verticale vers le bas, toujours pour éviter au maximum la contraction musculaire.

4.2.3. Les techniques activo-passives

Les *étirements activo-passifs* (contracter-relâcher-étirer) permettent d'obtenir plus facilement un gain d'amplitude. En effet, la tension passive des ponts au niveau du sarcomère peut être diminuée grâce aux contractions musculaires qui précèdent. C'est la notion de *dépendance temporelle* ou *période réfractaire*. En fait le relâchement musculaire dépend de deux niveaux de fonctionnement: un aspect purement musculaire (ponts d'actine-myosine) et un aspect neuromusculaire (réflexe, inhibition). Ils participent à la souplesse du tissu musculaire et du tissu conjonctif.

Les *étirements activo-passifs par électrostimulation* s'alignent sur le même principe, mais l'action de contraction musculaire est induite par une stimulation électrique. Cela permet de lutter plus efficacement contre les raideurs d'origine musculaire. Cette technique est surtout utilisée en rééducation, pour la récupération de l'amplitude musculaire après lésion.

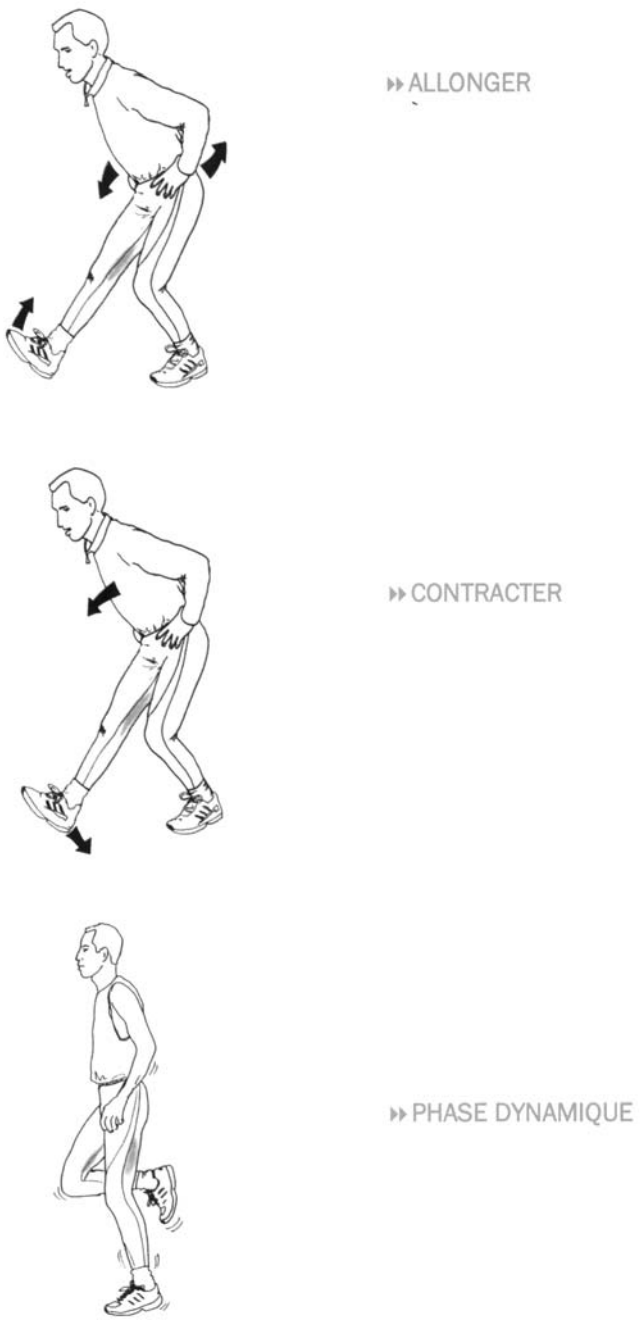


Figure 21 : Exemple d'étirements activo-dynamiques des ischio-jambiers

II. Matériel et méthodes

1. Mise en place du protocole

1.1. Population source

Elle est composée d'adultes jeunes, issus de tous milieux et niveaux sportifs, à l'engagement militaire, durant la Formation Générale Initiale (FGI) en Centre de Formation Initiale Militaire (CFIM), donc de 0 à 3 mois après leur engagement.

1.2. Critères d'inclusion et de non-inclusion

Les critères d'inclusion étaient les suivants:

- Sujet militaire, apte à l'engagement.
- Apte à la course à pied ou à la marche, pouvant suivre un programme de formation identique au reste de la cohorte.
- Volontaire ayant signé le formulaire de consentement éclairé.

Il est à noter que lors de l'initiation du protocole, tous les sujets à qui il était proposé de participer avaient déjà bénéficié d'une visite médicale d'aptitude, écartant d'office ceux qui ne pourraient participer pour raison médicale.

1.3. Nombre de sujets nécessaires

Ne disposant pas, lors de l'établissement du protocole d'étude, de données épidémiologiques quant à l'incidence des traumatismes musculo-tendineux chez le jeune sportif, tant dans la population militaire que dans la population civile, nous avons fixé de manière totalement arbitraire un minimum de 50 sujets par groupe, afin de pouvoir espérer observer un différentiel d'incidence entre les deux groupes d'étude suffisant pour justifier la mise en place ultérieure de l'étude définitive.

1.4. Mode et faisabilité du recrutement

Le recrutement s'est fait sur le terrain de stage chez le praticien généraliste en unité, au Centre de Formation Initiale des Militaires du rang de Gap. Les Engagés Volontaires de l'Armée de Terre (EVAT), incorporés les jours précédents dans leur régiment respectif et ayant par là-même une première sélection médicale (mais non sportive), y étaient adressés pour les trois premiers mois de leur carrière, y effectuant leur Formation Générale Initiale. Celle-ci se compose de temps de formation théorique et pratique, avec un entraînement sportif presque quotidien, et superposable en quantité et en qualité d'une section à l'autre. Ceci nous a permis d'assurer une comparabilité entre les groupes.

En pratique, le protocole a été proposé à 4 sections présentes sur la même période, soit 130 engagés. Les sections dont les cadres pronaient les étirements totalisaient 69 engagés, et celles dont les cadres pronaient les non-étirements 61. L'âge de tous les sujets était compris entre 18 et 24 ans, ce qui correspond à l'âge habituel à l'engagement des volontaires de l'armée de terre, donc de la population présente au CFIM. Il s'agissait essentiellement d'hommes (7 femmes pour 123 hommes, soit un taux de féminisation de 5,4%).

1.5. Nature de l'enquête

Nous avons opté pour une étude épidémiologique étiologique de cohorte, contrôlée, de type exposé/non exposé. Sa durée a été limitée à 4 mois, car soumise aux contraintes de programmation du centre d'étude.

Nous n'avons pas cherché à intervenir concernant la répartition des sujets dans les deux groupes (exposés à des étirements versus non exposés), cette étude étant observationnelle entre des sections dont les cadres sportifs pratiquaient des étirements après une séance sportive et d'autres dont les cadres étaient opposés à la réalisation d'étirements. Nous nous sommes assurés que les sujets sous leurs ordres respectent à la lettre les consignes de leurs cadres, afin de ne pas fausser le recueil de données, et avons simplement protocolisé la séquence d'étirements pour les sections en pratiquant, ceci afin d'obtenir une pratique homogène à étudier.

1.6. Choix du protocole d'étirements

Ne disposant pas de recommandations de comité d'experts en la matière, nous avons établi un protocole d'étirements passifs en phase élastique des différents groupes musculaires des membres inférieurs, selon les travaux observés par la *Cochrane Database System Review* de 2011. Les différents étirements ont été tirés du *Guide pratique des étirements* de Geoffroy C., et ont été discutés dans leur réalisation et leur ordre avec le Pr LAGAUCHE (médecin rééducateur), le Dr GINON (médecin du sport) ainsi que les instructeurs de sport du centre.

2. Déroulement de l'étude

2.1. Information et mise en place

2.1.1. Information des personnels médicaux

Le projet d'étude a été initialement présenté par oral et par écrit aux médecins de l'unité au sein de laquelle a été réalisée l'étude de faisabilité. Ceux-ci ont été un élément central de la rigueur et de la qualité du recueil des données après le lancement de l'étude de faisabilité.

Ont notamment été présentés le protocole dans son intégralité ainsi que le formulaire de recueil de données, avec un tableau de rappel des critères de classification des lésions musculaires et tendineuses.

2.1.2. Information de l'encadrement sportif

Une séance d'information concernant tous les cadres sportifs et militaires des sections d'engagés a eu lieu au début du protocole. Elle consistait en des rappels généraux sur le muscle, les étirements, et exposait la problématique ainsi que les grandes lignes du déroulement du protocole. Elle avait pour but la sensibilisation et la formation théorique des cadres concernés au protocole et à son intérêt.

A l'issue a été signé le formulaire d'acceptation des cadres à se soumettre au protocole présenté (qu'ils pratiquent habituellement des étirements ou non).

2.1.3. Information et consentement des sujets

Les sujets ont reçu collectivement par section une séance d'information contenant une présentation du protocole puis un temps de questions libres. Après cette séance, ceux acceptant de respecter le protocole ont signé le formulaire de consentement.

A noter qu'au cours de la présentation initiale, aucun élément pouvant influencer leur choix n'a été avancé, les sujets ne pouvant choisir leur groupe d'appartenance. Nous rappelons qu'ils se sont simplement engagés à respecter scrupuleusement les consignes d'étirement ou de non-étirement imposées par leur chef de section.

2.2. Programme sportif suivi

Nous ne sommes pas intervenus sur le programme sportif des différents groupes. Il était sensiblement le même d'une section à l'autre, bien que décalé dans le temps les unes par rapport aux autres. Il contenait 3 à 4 séances hebdomadaires, et alternait des séances de courses d'endurance (5 à 8 km de course à pied), des séances que nous avons classées en course de vitesse (en pratique semi-fond ou course d'orientation courte d'une quinzaine de minutes) et des séances de marche longue à un rythme soutenu.

Ce programme sportif commun a permis une comparabilité entre les différentes sections.

2.3. Suivi des sujets

2.3.1. Initiation du protocole

Les premières séances sportives ont été accompagnées par l’investigateur, afin de vérifier la bonne intégration du protocole d’étude par les encadrants sportifs, mais aussi afin

d’observer d’éventuels biais et facteurs confondants non appréhendés par le protocole. Une surveillance à distance a ensuite été réalisée afin de vérifier que les sujets respectent bien les consignes d'étirement ou de non-étirement.

2.3.2. Recueil des données

Toute consultation pour un motif rentrant dans les critères de recueil a fait l'objet d'une signalisation et d'une description au moyen du formulaire de recueil des données. Si besoin, le formulaire a été complété au cours des consultations suivantes, en fonction de l'évolution clinique (aggravation, séquelles, retour à l'état antérieur). Une fois la guérison du sujet, les fiches n'ont pas été modifiées.

3. Questionnaire de fin d'étude

En fin d'étude par ailleurs, les sujets inclus ont rempli un questionnaire de ressenti afin d'évaluer leur adhésion au protocole, critère nous permettant d'évaluer la faisabilité du protocole.

Un questionnaire a de même été rempli par les cadres sportifs et par les médecins, évaluant le retentissement de leur participation au protocole sur leur pratique habituelle.

4. Analyse statistique

4.1. Variables relevées

4.1.1. Survenue d'une lésion

La survenue d'une lésion musculaire ou tendineuse intrinsèque, en précisant sa localisation, a été notre critère principal. L'intérêt de l'étude est en effet d'évaluer l'incidence de ces lésions intrinsèques dans la population étudiée, afin de calculer l'effectif de la cohorte nécessaire pour l'étude à venir.

Il est à noter que lors de l'analyse statistique, au vu du faible nombre de lésions enregistré, nous avons été contraints de regrouper le détail de cette variable en comparaison "*Survenue de lésion*" versus "*Pas de survenue de lésion*".

4.1.2. Gravité des lésions observées

Nous avons par ailleurs choisi de relever la gravité des lésions observées afin de chercher une corrélation avec la réalisation ou non d'étirements. Ceux-ci pourraient en effet être un facteur protecteur des lésions musculo-tendineuses graves, sans modifier l'incidence des lésions musculo-tendineuses dans leur globalité.

Cette variable a été relevée sur une échelle de 1 à 4, selon la classification de Rodineau pour les lésions intrinsèques musculaires et selon celle de Blazinat pour les lésions intrinsèques tendineuses.

4.1.3. Antériorité sportive

La pratique antérieure de sport pourrait influencer la survenue de lésions musculo-tendineuses en tant que facteur protecteur, car l'appareil musculo-squelettique s'habituerait au geste sportif et aurait une meilleure récupération. Il est alors important de relever cette variable comme possible biais de confusion.

Nous avons relevé cette variable sous forme de pratique d'une activité sportive hebdomadaire significative (>2h par semaine) ou pratique absente ou non significative (<2h par semaine).

4.1.4. Antécédent traumatique de même siège

Un antécédent de lésion musculo-tendineuse pourrait être en lien avec un nouvel épisode, et en favoriser la survenue par des séquelles. Nous l'avons relevé afin de rechercher un biais de confusion.

Cette variable a été relevée sous forme de présence ou absence d'antécédent de même siège.

4.1.5. Type de séance

Les exercices sportifs ne sont probablement pas équitablement traumatogènes. Nous avons choisi de relever cette variable afin de rechercher si certains exercices sont plus pourvoyeurs de lésions musculo-tendineuses, ce qui pourrait influencer les caractéristiques de l'étude à venir en l'axant sur certains types de séances de sport.

On a donc relevé la variable en 3 types d'exercices: course d'endurance, course de vitesse, et marche (longue à un rythme soutenu). Ce sont les trois principales activités sportives du militaire lors de sa formation initiale.

4.1.6. Chaussures

En milieu militaire, les exercices physiques sont réalisés parfois en chaussures de sport, adaptées à la course à pied, et parfois en chaussures réglementaires (rangers), qui ne sont elles pas adaptées à la course à pied.

Nous relevons cette variable à la recherche d'un possible biais de confusion, car elle est un potentiel facteur favorisant de la survenue de notre variable principale (survenue d'une lésion intrinsèque musculo-tendineuse).

4.1.7. Ressenti des participants

Nous cherchons à étudier le ressenti physique du sportif au décours de l'effort. Nous avons décomposé cette variable en ressenti au décours immédiat de l'effort, le soir après l'effort, et le lendemain matin.

Cette variable a été relevée au moyen du questionnaire de fin d'étude, par question à choix multiple selon une échelle à 3 niveaux: raide, comme d'habitude, plus détendu.

4.1.8. Respect du protocole

Cette variable nous permet d'évaluer la fiabilité de l'échantillon, en vérifiant que les sujets de chaque groupe respectaient bien les consignes d'étirement ou de non-étirement, ceci afin de vérifier que nos résultats soient exploitables.

Elle a été relevée au moyen du questionnaire de fin d'étude chez les sujets.

4.1.9. Intérêt pour l'étude

Afin d'évaluer le degré d'implication des sujets, cadres et médecins pour cette étude, nous avons choisi de relever ce critère, reflet de la faisabilité de l'étude. Un trop faible degré d'implication des sujets risque de voir leur assiduité au suivi du protocole amoindri.

Cette variable a été relevée au moyen du questionnaire de fin d'étude.

4.1.10. Ressenti de contrainte supplémentaire

Nous avons choisi d'évaluer ici le ressenti des sujets, cadres et médecins en terme de contrainte de pratique imposée par le respect du protocole, critère choisi pour sa faisabilité. Cette variable a été relevée au moyen du questionnaire de fin d'étude.

4.1.11. Ressenti de morbidité

Tout en ne perdant pas de vue que chaque sujet a été informé de son droit de retrait à tout moment du protocole, nous cherchons à évaluer le ressenti de mise en danger de leur santé en suivant le protocole, chez les sujets, cadres et médecins de l'étude. Cette variable a été relevée au moyen du questionnaire final.

Il est à noter que nous aurions pu l'évaluer indirectement en étudiant le taux de retrait volontaire du protocole en cours d'étude, mais nous avons choisi de poser directement la question aux participants.

4.1.12. Taux de participation hypothétique à l'étude

Afin d'évaluer l'intérêt et le ressenti global des sujets, cadres et médecins pour l'étude, nous évaluons le taux de participation hypothétique à l'étude qui en découlerait. Cette variable est aussi l'un des critères de faisabilité retenus. Elle a été relevée par le questionnaire final.

4.2. Analyse statistique

Les données des questionnaires ont ensuite été saisies sous formes d'une base de donnée au format Excel par un seul opérateur.

L'analyse statistique a été réalisée par le Service Epidémiologie et Evaluation Clinique du CHU de Nancy. Elle ne cherche pas à tirer des conclusions quant à la pratique des étirements, mais bien concernant la faisabilité de l'étude. Celle-ci sera notamment considérée comme non faisable si:

- La mise en place organisationnelle est trop complexe au sein du CFIM.
- Le nombre nécessaire est trop élevé. Celui-ci sera calculé a posteriori en fonction du nombre d'événements traumatiques musculo-tendineux recensés durant l'étude de faisabilité, rapporté au nombre de participants nécessaires.
- Le nombre d'exclusions est trop élevé (abandon, démission, autre problème de santé…)
- Le nombre de perdus de vue est significativement plus élevé dans un groupe que dans l'autre
- L'adhésion des cadres, participants ou médecins est faible
- Les biais recensés sont trop nombreux ou sont incontournables.

III. Résultats

1. Résultats bruts de l'échantillon

1.1. Taux de participation

Dans l'échantillon, tous groupes confondus

Sur les 130 engagés incorporés durant la période d'étude, 112 ont accepté d'être intégrés au protocole de l'étude, soit un taux global de participation initiale de 86,1%.

Dans le groupe Etirements

Sur un total de 69 initialement, 67 sujets ont intégré le protocole, soit un taux de participation initiale de 97,1%. Ceux qui ont refusé l'inclusion n'ont pas invoqué de raison particulière.

Dans le groupe Pas d'étirements

Dans ce groupe, 45 sujets ont intégré le protocole sur un total de 61, soit un taux de participation initiale de 73,8%. Ceux qui ont refusé l'inclusion ont majoritairement invoqué la même raison, à savoir qu'ils souhaitaient réaliser des étirements musculaires à titre personnel à la fin des séances de sport encadrées, certains en pratiquant antérieurement à leur engagement.

1.2. Les blessures observées

1.2.1. Type de blessures

Dans l'échantillon, tous groupes confondus

Au cours du protocole de l'étude de faisabilité, on a enregistré à l'issue des trois mois d'exposition des sujets 11 consultations pour lésion intrinsèque musculo-tendineuse des membres inférieurs, soit un taux d'incidence globale de 9,8%. Cinq d'entre elles sont liées à

une pathologie tendineuse (soit un taux d'incidence des lésions intrinsèques tendineuses de 4,5%) et six à une pathologie musculaire (soit un taux d'incidence des lésions intrinsèques musculaires de 5,3%).

Parmi celles-ci, on note tous groupes confondus une tendinopathie rotulienne, une tendinopathie achilléenne, deux tendinopathies de la bandelette ilio-tibiale, une tendinopathie du moyen fessier, deux lésions quadricipitales, deux lésions de l'adducteur et deux lésions des ischio-jambiers.

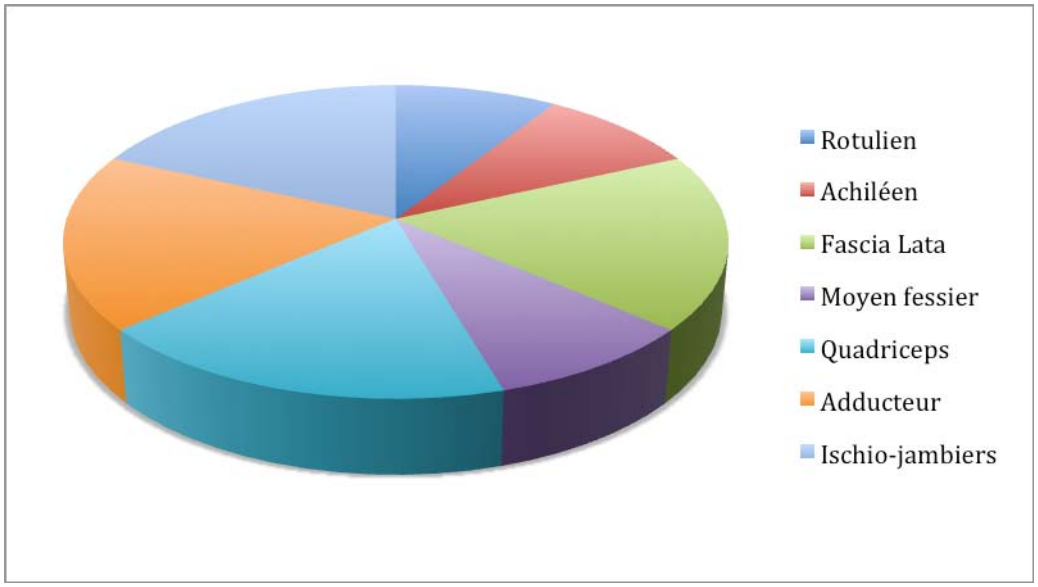


Figure 22 : Blessures recensées

Dans le groupe Etirements

On a enregistré au cours de l'étude neuf consultations pour lésion intrinsèque musculo-tendineuse des membres inférieurs dans ce groupe, soit un taux d'incidence dans le groupe de 13,4%. quatre d'entre elles sont liées à une pathologie tendineuse (soit un taux d'incidence des lésions intrinsèques tendineuses de 5,9% dans le groupe) et cinq à une pathologie musculaire (soit un taux d'incidence des lésions intrinsèques musculaires de 7,5% dans le groupe).

Parmi celles-ci, on note une tendinopathie rotulienne, une tendinopathie achilléenne, une tendinopathie de la bandelette ilio-tibiale, une tendinopathie du moyen fessier, deux lésions quadricipitales, deux lésions de l'adducteur et une lésion des ischio-jambiers.

Dans le groupe Pas d'étirements

Au cours de l'étude, on a enregistré deux consultations pour lésion intrinsèque musculo-tendineuse des membres inférieurs dans ce groupe, soit un taux d'incidence dans le groupe de 4,4%. L'une est liée à une pathologie tendineuse (soit un taux d'incidence des lésions intrinsèques tendineuses de 2,2% dans le groupe) et l'autre à une pathologie musculaire (soit un taux d'incidence des lésions intrinsèques musculaires de 2,2% dans le groupe).

Parmi celles-ci, on note une tendinopathie de la bandelette ilio-tibiale et une lésion des ischio-jambiers.

1.2.2. Gravité des blessures

Pour l'étude de cette variable, ont été regroupées les lésions musculaires d'une part, et les lésions tendineuses d'autre part.

Dans l'échantillon, tous groupes confondus

Sur les cinq lésions tendineuses intrinsèques observées tous groupes confondus, quatre étaient de stade 2 d'après les critères de la classification de Blazinat (soit 80% des lésions tendineuses d'incidence globale), et un était de stade 3 (soit 20% des lésions tendineuses d'incidence globale).

Sur les six lésions musculaires intrinsèques observées tous groupes confondus, toutes étaient de stade 3 d'après les critères de classification de Rodineau (soit 100% des lésions musculaires d'incidence globale).

Dans le groupe Etirements

Sur les quatre lésions tendineuses observées, trois sont de stade 2 selon la classification de Blazinat (soit 75% des lésions tendineuses observées dans ce groupe), et une est de stade 3 (soit 25% des lésions tendineuses observées).

Dans le groupe Pas d'étirements

Dans ce groupe, 100% des lésions tendineuses observées sont de stade 2 selon la classification de Blazinat, et 100% des lésions musculaires observées sont de stade 3 selon la classification de Rodineau.

1.2.3. Blessure et antériorité sportive

Pour l'étude de cette variable, devant le faible nombre de lésions musculaires d'une part et tendineuse d'autre part, celles-ci ont été regroupées en un critère: blessure ou non.

Dans l'échantillon, tous groupes confondus

Sur les 11 sujets ayant subi une lésion musculo-tendineuse, neuf ont déclaré pratiquer régulièrement du sport plus de 2h par semaine auparavant (soit 81,8% des sujets ayant présenté une lésion tous groupes confondus), et deux on déclaré n'en avoir jamais fait ou de manière très occasionnelle (soit 18,2% des sujets ayant présenté une lésion tous groupes confondus).

Par ailleurs, sept ont déclaré pratiquer antérieurement des étirements à l'issue de leurs séances de sport (soit 77,8% des sujets ayant présenté une lésion tous groupes confondus et ayant une pratique antérieure de sport) et deux ont déclaré ne jamais pratiquer antérieurement d'étirements à l'issue de leurs séances de sport (soit 22,2% des sujets ayant présenté une lésion tous groupes confondus et ayant une pratique antérieure de sport). Les deux cas manquants sont ceux ayant déclaré avoir une pratique antérieure de sport inexistante.

Dans le groupe Etirements

Sur les neuf sujets ayant subi une lésion musculo-tendineuse dans ce groupe, sept ont déclaré pratiquer régulièrement du sport plus de 2h par semaine auparavant (soit 77,8% des sujets ayant présenté une lésion dans ce groupe), et 2 on déclaré n'en avoir jamais fait ou de manière très occasionnelle (soit 22,2% des sujets ayant présenté une lésion dans ce groupe).

Par ailleurs, tous les sujets pratiquant antérieurement le sport ont déclaré pratiquer des étirements à l'issue de leurs séances sportives (soit 100% des sujets ayant présenté une lésion

tous groupes confondus et ayant une pratique antérieure de sport). Les deux cas manquants sont ceux ayant déclaré avoir une pratique antérieure de sport inexistante.

Dans le groupe Pas d'étirements

Sur les deux sujets ayant subi une lésion musculo-tendineuse dans ce groupe, tous ont déclaré pratiquer régulièrement du sport plus de 2h par semaine auparavant (soit 100% des sujets ayant présenté une lésion dans ce groupe).

Tous ont par ailleurs déclaré ne jamais pratiquer d'étirements antérieurement (soit 0% des sujets ayant présenté une lésion tous groupes confondus et ayant une pratique antérieure de sport).

1.2.4. Blessure et récidive

Dans l'échantillon, tous groupes confondus

Un seul sujet a déclaré avoir une antériorité de blessure de même localisation tendineuse (soit 9,0% des sujets ayant présenté une lésion tous groupes confondus).

Dans le groupe Etirements

Le sujet ayant déclaré un antécédent lésionnel de même siège appartenait au groupe *Etirements* (soit 11,1% des sujets ayant présenté une lésion dans ce groupe).

Dans le groupe Pas d'étirements

Dans ce groupe, aucun des sujets ayant présenté une lésion musculo-tendineuse au cours du protocole n'a déclaré d'antécédent lésionnel de même siège (0%).

1.2.5. Blessure et type de séance

Dans l'échantillon, tous groupes confondus

Sur les 11 lésions musculo-tendineuses observées au cours du protocole tous groupes confondus, trois ont été rapportées à un exercice de course d'endurance (soit 27,3% des lésions observées tous groupes confondus), deux à un exercice de course de vitesse (soit 18,2% des lésions observées tous groupes confondus), et six à un exercice de marche longue (plusieurs heures) à un rythme soutenu (soit 54,5% des lésions observées tous groupes confondus).

Dans le groupe Etirements

Sur les neuf lésions musculo-tendineuses observées dans ce groupe, deux ont été rapportées à un exercice de course d'endurance (soit 22,2% des lésions observées dans le groupe), une à un exercice de course de vitesse (soit 11,1% des lésions observées dans le groupe) et six à un exercice de marche longue à un rythme soutenu (soit 66,7% des lésions observées dans le groupe).

Dans le groupe Pas d'étirements

Sur les deux lésions musculo-tendineuses observées au cours du protocole dans ce groupe, l'une a été rapportée à un exercice de course d'endurance (soit 50,0% des lésions observées dans le groupe), et l'autre à un exercice de course de vitesse (soit 50,0% des lésions observées dans le groupe).

1.2.6. Blessure et chaussures

Dans l'échantillon, tous groupes confondus

Sur les 11 lésions musculo-tendineuses observées au cours du protocole tous groupes confondus, cinq ont été observées suite à un exercice sportif en chaussures de sport (soit 45,5% des lésions observées tous groupes confondus) et six après un exercice physique ayant

eu lieu en chaussures réglementaires (rangers) (soit 54,5% des lésions observées tous groupes confondus).

Ces résultats viennent corréler le résultat précédent (blessure et type de séance sportive) car toutes les séances de course à pied d'endurance ou de vitesse ont été réalisées en chaussures de sport, et toutes les séances de marche prolongée l'ont été en chaussures réglementaires.

Dans le groupe Etirements

Sur les neuf lésions musculo-tendineuses observées dans ce groupe, trois l'ont été suite à un exercice sportif en chaussures de sport (soit 33,3% des lésions observées dans le groupe) et six suite à un exercice réalisé en chaussures réglementaires (soit 66,7% des lésions observées dans le groupe).

Dans le groupe Pas d'étirements

Sur les deux lésions musculo-tendineuses observées dans ce groupe, l'une a été rapportée suite à un exercice réalisé en chaussures de sport (soit 50,0% des lésions observées dans le groupe), et l'autre à un exercice réalisé en chaussures réglementaires (soit 50,0% des lésions observées dans le groupe).

Il est à noter qu'en fin de protocole, quatre sujets ont été considérés comme perdus de vue (deux dans chaque groupe), deux pour dénonciation de contrat (démission) et deux réformés pour un problème médical autre. Les résultats des variables suivantes seront donc rapportés à un total de 108 sujets au lieu des 112 initialement inclus.

1.2.7. Ressenti des sportifs au décours de l'effort

Dans l'échantillon, tous groupes confondus

Sur l'ensemble de l'échantillon, lors du questionnaire de fin d'étude, 39 participants ont déclaré se sentir raides au décours d'une séance de sport (soit 36,1% tous groupes confondus), 39 ont déclaré se sentir comme d'habitude (soit 36,1% tous groupes confondus) et 30 ont déclaré se sentir détendus (soit 27,8% tous groupes confondus).

Dans le groupe Etirements

Quinze participants ont déclaré se sentir raides au décours d'une séance de sport (soit 23,1% du groupe), 23 ont déclaré se sentir comme d'habitude (soit 35,4% du groupe) et 27 ont déclaré se sentir détendus (soit 41,5% du groupe).

Dans le groupe Pas d'étirements

Lors du questionnaire de fin d'étude, 24 participants ont déclaré se sentir raides au décours d'une séance de sport (soit 55,8% du groupe), 16 ont déclaré se sentir comme d'habitude (soit 37,2% du groupe) et 3 ont déclaré se sentir détendus (soit 7,0% du groupe).

Il est à noter une différence significative avec $p < 0,0001$ pour cette variable.

1.2.8. Ressenti des sportifs le soir après l'effort

Dans l'échantillon, tous groupes confondus

Sur l'ensemble de l'échantillon, lors du questionnaire de fin d'étude, 27 participants ont déclaré se sentir raides le soir suivant une séance de sport (soit 25,0% tous groupes confondus), 48 ont déclaré se sentir comme d'habitude (soit 44,4% tous groupes confondus) et 32 ont déclaré se sentir détendus (soit 29,6% tous groupes confondus).

Dans le groupe Etirements

Sept participants ont déclaré se sentir raides le soir suivant une séance de sport (soit 10,8% du groupe), 28 ont déclaré se sentir comme d'habitude (soit 43,1% du groupe) et 30 ont déclaré se sentir détendus (soit 46,2% du groupe).

Dans le groupe Pas d'étirements

Dans ce groupe, 20 participants ont déclaré se sentir raides le soir suivant une séance de sport (soit 46,5% du groupe), 21 ont déclaré se sentir comme d'habitude (soit 48,8% du groupe) et deux ont déclaré se sentir détendus (soit 4,7% du groupe).

Il est à noter une différence significative avec $p < 0,0001$ pour cette variable.

1.2.9. Ressenti des sportifs le lendemain de l'effort

Dans l'échantillon, tous groupes confondus

Sur l'ensemble de l'échantillon, lors du questionnaire de fin d'étude, 23 participants ont déclaré se sentir raides le lendemain d'une séance de sport (soit 21,3% tous groupes confondus), 65 ont déclaré se sentir comme d'habitude (soit 60,2% tous groupes confondus) et 21 ont déclaré se sentir détendus (soit 19,4% tous groupes confondus).

Dans le groupe Etirements

Sept participants ont déclaré se sentir raides le lendemain d'une séance de sport (soit 10,8% du groupe), 39 ont déclaré se sentir comme d'habitude (soit 60,0% du groupe) et 19 ont déclaré se sentir détendus (soit 29,2% du groupe).

Dans le groupe Pas d'étirements

Dans ce groupe, 16 participants ont déclaré se sentir raides le lendemain d'une séance de sport (soit 37,2% du groupe), 26 ont déclaré se sentir comme d'habitude (soit 60,5% du groupe) et deux ont déclaré se sentir détendus (soit 4,7% du groupe).

Il est à noter une différence significative avec $p < 0,0001$ pour cette variable.

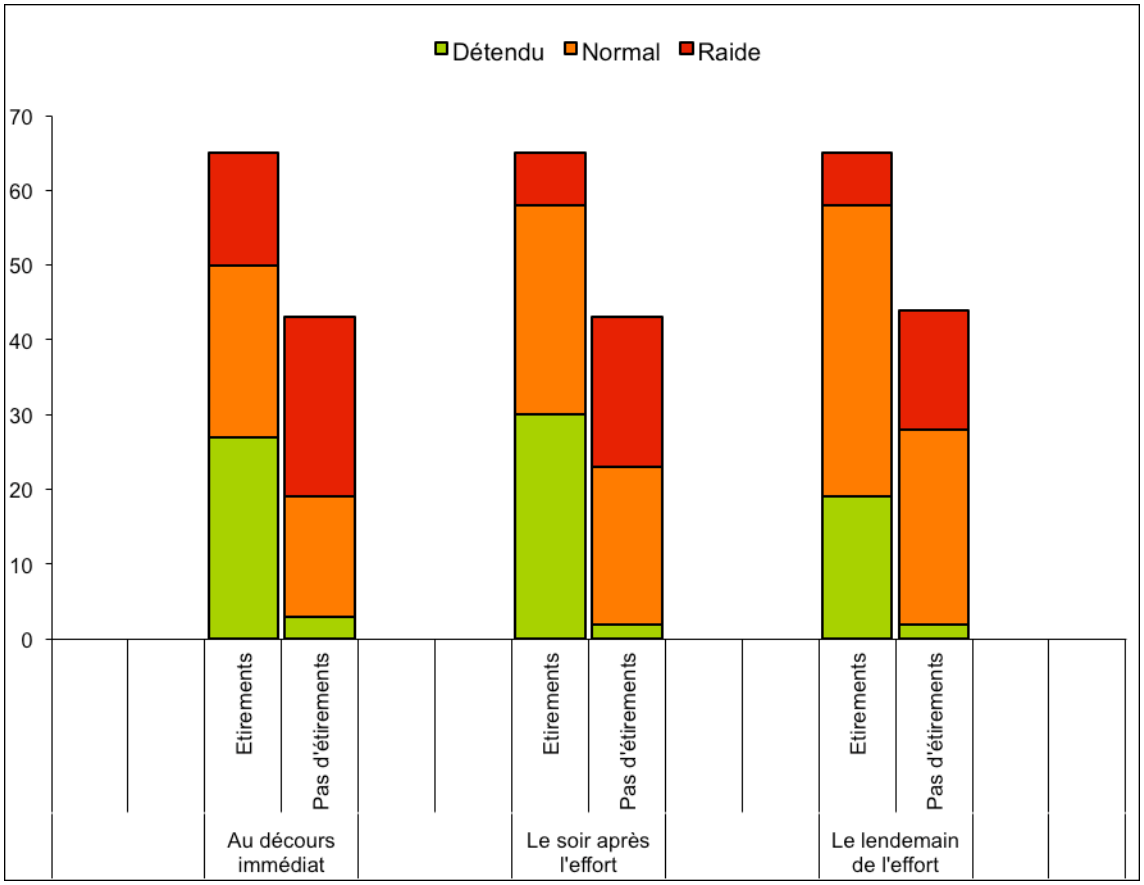


Figure 23 : Ressenti des sujets

2. Adhésion des intervenants

2.1. Adhésion des sujets

2.1.1. Respect du protocole

Sur l'ensemble de l'échantillon, lors du questionnaire de fin d'étude, 84 participants ont déclaré avoir respecté à la lettre les consignes d'étirements ou de non-étirements ainsi que le protocole d'étirements (soit 77,8% de l'échantillon), 23 ont avoué avoir respecté le groupe *Etirements* ou *Non-étirements* mais pas toujours le protocole d'étirements (soit 21,3%), et un seul a avoué n'avoir pas toujours respecté le groupe dans lequel il était affecté (soit 0,9% de l'échantillon).

2.1.2. Intérêt pour l'étude

Sur l'ensemble de l'échantillon, lors du questionnaire de fin d'étude, 39 participants ont déclaré avoir beaucoup d'intérêt pour l'étude à laquelle ils participaient (soit 36,1% de l'échantillon), 65 avoir un peu d'intérêt pour cette étude (soit 60,2%), et 4 n'avoir aucun intérêt pour cette étude (soit 3,7% de l'échantillon).

2.1.3. Ressenti de la contrainte supplémentaire

Sur l'ensemble de l'échantillon, lors du questionnaire de fin d'étude, 66 participants ont déclaré n'avoir pas trouvé le protocole contraignant (soit 61,1% de l'échantillon), 28 avoir trouvé le protocole un peu contraignant (soit 25,9%), et 14 avoir trouvé le protocole très contraignant (soit 13,0% de l'échantillon).

2.1.4. Ressenti de morbidité

Sur l'ensemble de l'échantillon, lors du questionnaire de fin d'étude, 38 participants ont déclaré n'avoir pas eu l'impression de se mettre en danger en suivant le protocole (soit 35,2% de l'échantillon), 66 avoir eu l'impression de se mettre un peu en danger en suivant le protocole (soit 61,1%), et quatre avoir eu l'impression de se mettre beaucoup en danger en suivant le protocole (soit 3,7% de l'échantillon).

Nous reprécisons ici que les sujets étaient informés de leur liberté de quitter le protocole à tout moment, et que le taux de défection à la fin de l'étude était de 0%.

2.1.5. Participation hypothétique au projet d'étude

Sur l'ensemble de l'échantillon, lors du questionnaire de fin d'étude, 43 participants ont déclaré être très motivés pour participer à l'étude si elle avait lieu (soit 39,8% de l'échantillon), 57 être d'accord mais moyennement motivés pour y participer (soit 52,7%), et huit n'être pas du tout motivés pour y participer (soit 7,4% de l'échantillon).

2.2. Adhésion des cadres

2.2.1. Intérêt pour l'étude

Sur les 15 cadres des sections de l'étude, lors du questionnaire final, un seul a déclaré avoir beaucoup d'intérêt pour cette étude (soit 6,7% des cadres), 10 avoir un peu d'intérêt pour cette étude (soit 66,7% des cadres), et quatre n'avoir aucun intérêt pour cette étude (soit 26,7% des cadres).

2.2.2. Ressenti de la contrainte supplémentaire

Sur les 15 cadres des sections de l'étude, lors du questionnaire final, six ont déclaré n'avoir pas trouvé le protocole contraignant (soit 40,0% des cadres), neuf avoir trouvé le protocole un peu contraignant (soit 60,0% des cadres), et aucun n'a trouvé le protocole très contraignant (soit 0,0% des cadres).

2.2.3. Ressenti de morbidité

Sur les 15 cadres des sections de l'étude, lors du questionnaire final, six ont déclaré estimer n'avoir pas mis leurs stagiaires en danger en suivant le protocole (soit 40,0% des cadres), huit estimer avoir mis leurs stagiaires un peu en danger en suivant le protocole (soit 53,3% des cadres), et un estimer avoir mis ses stagiaires beaucoup en danger en suivant le protocole (soit 0,7% des cadres).

2.2.4. Participation hypothétique au projet d'étude

Sur les 15 cadres des sections de l'étude, lors du questionnaire final, un seul cadre a déclaré être très motivé pour faire participer sa section à l'étude si elle avait lieu (soit 0,7% des cadres), six être d'accord mais moyennement motivés pour l'y faire participer (soit 40,0% des cadres), et huit n'être pas du tout motivés pour l'y faire participer (soit 53,3% des cadres).

2.3. Adhésion des médecins

2.3.1. Intérêt pour l'étude

Sur les cinq médecins ayant participé au recueil de données, lors du questionnaire final, tous ont déclaré avoir beaucoup d'intérêt pour cette étude (soit 100,0% des médecins). Aucun n'a déclaré avoir un peu ou pas du tout d'intérêt pour cette étude.

2.3.2. Ressenti de la contrainte supplémentaire

Sur les cinq médecins ayant participé au recueil de données, lors du questionnaire final, deux ont déclaré n'avoir ressenti aucune contrainte supplémentaire liées à leur participation dans leur pratique (soit 40% des médecins) et trois avoir trouvé leur participation un peu contraignante (soit 60% des médecins). Aucun n'a trouvé sa participation très contraignante.

2.3.3. Participation hypothétique au projet d'étude

Sur les cinq médecins ayant participé au recueil de données, lors du questionnaire final, quatre ont déclaré être très motivés pour participer à l'étude si elle avait lieu (soit 80,0% des médecins), et un être d'accord mais seulement moyennement motivé pour y participer (soit 20,0% des médecins). Aucun n'a déclaré n'être pas du tout motivé pour y participer.

Figure 24. Tableau descriptif des caractéristiques des participants

	N	%/moy	ET*
Sexe			
Manquant	112		
Groupe d'appartenance			
Etirements	67	59,8	
Pas étirements	45	40,2	
Blessure ou pas			
Pas de blessure	101	90,2	
Blessure tendineuse ou musculaire	11	9,8	
Localisation de la blessure			
Pas de blessure	101	90,2	
Rotulien	1	0,9	
Achiléen	1	0,9	
Fascia Lata	2	1,8	
Moyen fessier	1	0,9	
Quadriceps	2	1,8	
Adducteur	2	1,8	
Ischio-jambiers	2	1,8	
Gravité selon le tableau			
0	101	90,2	
2	4	3,6	
3	7	6,3	
Pratique antérieure de sport			
Non	101	90,2	
Oui, > 2h/semaine	9	8,0	
< 2h/semaine	2	1,8	
Pratique antérieure d'étirements			
0	101	90,2	
Oui	7	6,3	
Non	4	3,6	
Antécédent de blessure même localisation			
0	102	91,1	
1	1	0,9	
2	9	8,0	
Type de séance			
Non précisé	101	90,2	
Endurance ou Vitesse	5	4,5	
Marche	6	5,4	
Type de chaussures			
Non précisé	101	90,2	
Sport	5	4,5	
Rangers	6	5,4	
Arrêt de sport	112	1,0	3,2
Ressenti immédiat			
Manquant	4		
Raide	39	36,1	
Comme d'habitude	39	36,1	
Détendu	30	27,8	
Ressenti le soir			
Manquant	4		
Raide	27	25,0	
Comme d'habitude	49	45,4	
Détendu	32	29,6	
Ressenti le lendemain			
Manquant	4		
Raide	23	21,3	

Figure 24. Tableau descriptif des caractéristiques des participants

	N	%/moy	ET*
Comme d'habitude	65	60,2	
Détendu	20	18,5	
Respect des consignes d'étirement			
Manquant	4		
Pas du tout	1	0,9	
Respect du groupe (pas étirements)	23	21,3	
Respect parfait	84	77,8	
Intérêt de l'étude			
Manquant	4		
Pas du tout	4	3,7	
Un peu	65	60,2	
Beaucoup	39	36,1	
Participation libre			
Manquant	4		
Pas du tout	1	0,9	
Un peu	53	49	
Beaucoup	54	50,0	
Participation contraignante			
Manquant	4		
Pas du tout	66	61,1	
Un peu	28	25,9	
Beaucoup	14	13,0	
Participation délétère			
Manquant	4		
Pas du tout	38	35,2	
Un peu	66	61,1	
Beaucoup	4	3,7	
Prêt à participer à étude			
Manquant	4		
Pas du tout	8	7,4	
Un peu	57	52,7	
Beaucoup	43	39,8	

* écart-type

Figure 25. Tableau comparatif des groupes (étirement vs non étirements)

	Etirements N=67 (59.8%)			Pas étirements N=45 (40.2%)			
	N	%/moy	ET*	N	%/moy	ET*	p**
Sexe du participant							0,2388
Homme	61	91,0		44	97,8		
Femme	6	9,0		1	2,2		
Blessure ou pas							0,1945
Pas de blessure	58	86,6		43	95,6		
Blessure tendineuse ou musculaire	9	13,4		2	4,4		
Gravité selon le tableau							0,3345
0	58	86,6		43	95,6		
2	3	4,5		1	2,2		
3	6	9,0		1	2,2		
Pratique antérieure de sport							0,3414
Non	58	86,6		43	95,6		
Oui, > 2h/semaine	7	10,4		2	4,4		
< 2h/semaine	2	3,0		.			
Pratique antérieure d'étirements							0,0633
0	58	86,6		43	95,6		
Oui	7	10,4		.			
Non	2	3,0		2	4,4		
Antécédent de blessure même localisation							0,3761
0	59	88,1		43	95,6		
1	1	1,5		.			
2	7	10,4		2	4,4		
Type de séance							0,1195
Non précisé	58	86,6		43	95,6		
Endurance ou Vitesse	3	4,5		2	4,4		
Marche	6	9,0		.			
Type de chaussures							0,1195
Non précisé	58	86,6		43	95,6		
Sport	3	4,5		2	4,4		
Rangers	6	9,0		.			
Arrêt de sport	67	1,3	3,6	45	0,5	2,4	0,1902
Ressenti immédiat							<0,0001
Raide	15	23,1		24	55,8		
Comme d'habitude	23	35,4		16	37,2		
Détendu	27	41,5		3	7,0		
Ressenti le soir							<0,0001
Raide	7	10,8		20	46,5		
Comme d'habitude	28	43,1		21	48,8		
Détendu	30	46,2		2	4,7		
Ressenti le lendemain							<0,0001
Raide	7	10,8		16	37,2		
Comme d'habitude	39	60,0		26	60,5		
Détendu	19	29,2		1	2,3		
Pas du tout	.			1	2,3		
Respect des consignes d'étirement							0,6040
Respect du groupe (pas étirements)	14	21,5		9	20,9		
Respect parfait	51	78,5		33	76,7		

Figure 25. Tableau comparatif des groupes (étirement vs non étirements)

	Etirements N=67 (59.8%)			Pas étirements N=45 (40.2%)			
	N	%/moy	ET*	N	%/moy	ET*	p**
Intérêt de l'étude							0,2079
Pas du tout	2	3,1		2	4,7		
Un peu	38	58,5		27	62,8		
Beaucoup	25	38,5		14	32,6		
Participation libre							0,2390
Pas du tout	1	1,5		0	0,0		
Un peu	33	50,8		20	46,5		
Beaucoup	31	47,7		23	53,5		
Participation contraignante							0,1412
Pas du tout	35	53,8		31	72,1		
Un peu	21	32,3		7	16,3		
Beaucoup	9	13,8		5	11,6		
Participation délétère							0,0118
Pas du tout	29	44,6		9	20,9		
Un peu	32	49,2		9	20,9		
Beaucoup	4	6,2		0	0,0		
Prêt à participer à étude							0,4088
Pas du tout	4	6,2		4	9,3		
Un peu	31	47,7		26	60,5		
Beaucoup	30	46,2		13	30,2		

* écart-type
** Test du Chi-2 ou test exact de Fisher pour variables qualitatives, test issu d'un test de Student pour les variables quantitatives

IV. Discussion

1. Comparabilité et représentativité

Notre échantillon comprenait 130 sujets, issus de tous milieux sportifs. L'âge était compris entre 18 et 24 ans, ce qui correspond à la tranche d'âge habituelle de la population du CFIM. Parmi eux, on notait 7 sujets féminins pour 123 sujets masculins, soit un taux de féminisation de 5,4%.

Si le taux de féminisation de notre échantillon est superposable à la population habituelle du CFIM, il l'est en revanche difficilement par rapport à la population générale (9 357 312 licenciés masculins tous sports confondus pour 5 462 098 licenciées féminines tous sports confondus en France en 2011, soit un taux de féminisation de 36,9%) (19). Il est en revanche plus proche de la réalité de l'Armée de Terre, qui présente elle un taux de féminisation de 10,15% en 2010 (20).

Les deux groupes de notre échantillon étaient comparables en terme de sélection, car les populations y étaient globalement similaires en tranche d'âge (de 18 à 24 ans), en origine sociale, en habitudes sportives. La constitution des sections a été réalisée à l'engagement, de manière aléatoire. Ces sections ont ensuite été placées dans les deux groupes d'étude en fonction de la pratique sportive imposée par le chef de section (pratique habituelle d'étirements ou non). Elle était, après consentement des sujets, de 67 inclus dans le groupe *Etirements* (soit 59,8% de l'échantillon) pour 45 dans le groupe *Pas d'étirements* (soit 40,2% de l'échantillon). Le programme d'activité sportive au cours des 3 mois de l'étude de faisabilité était superposable entre chaque section, se basant sur un canevas commun imposé par le commandement du CFIM. Des variations mineures étaient enregistrées, notamment dans l'ordre de réalisation des séances au cours d'une même semaine. Ces variations peuvent constituer un biais dans la comparabilité entre les groupes, mais le programme sportif sur une semaine étant similaire entre les sections, ce critère ne peut être retenu comme biais différentiel.

2. Taux de participation

Dans la population des sujets à étudier, 86,1% ont été inclus dans l'étude tous groupes confondus. Dans le groupe *Etirements*, on note un taux de participation de 97,1%, et dans le groupe *Pas* d'étirements un taux de participation de 73,8%.

La différence notable entre les taux de participation des deux groupes était prévisible. Si en effet certains sportifs ne prônent ni ne pratiquent les étirements musculaires à la fin de leur séance de sport, il demeure que ceux-ci sont enseignés dans beaucoup de centres sportifs, parfois même dès le sport au collège. On peut donc supposer que 26,2% du groupe *Pas d'étirements* avaient intégré les étirements dans leur pratique sportive courante, et ne souhaitaient pas y renoncer. La plupart a invoqué oralement la raison qu'ils souhaitaient effectivement pratiquer des étirements à titre personnel à l'issue des séances sportives de leur formation, en dépit des consignes de leurs cadres sportifs.

On peut toutefois noter que dans un groupe comme dans l'autre, les taux de participation sont très élevés, ce qui démontre à la fois un intérêt des sujets et de leurs cadres pour la problématique de l'étude, et la flexibilité des sujets qui sont prêts à agir différemment de leurs habitudes pour y participer. On peut supposer en effet que les 2,9% de refus du groupe *Etirements* ne correspondent pas aux seuls qui n'effectuaient pas d'étirements auparavant, car ce taux est très inférieur à celui des sujets qui n'en ont pas réalisé au cours de l'étude dans l'autre groupe.

Enfin, on note qu'en fin d'étude le taux de volontariat pour une nouvelle étude reste sensiblement le même, avec 92,6% des participants se disant prêts à participer à l'étude définitive si elle avait lieu (nous avons ici regroupé ceux déclarant lors du questionnaire de fin d'étude "être très motivés" (39,8%) et ceux déclarant "être d'accord mais moyennement motivés" (52,7%)), ce qui nous conforte dans l'idée de la bonne adhésion des sujets à la problématique et au protocole d'étude dans son principe.

3. Intérêt des variables relevées

3.1. Variables relevées

3.1.1. Survenue d'une lésion

La survenue d'une lésion musculaire ou tendineuse intrinsèque, en précisant sa localisation, a été notre critère principal. L'intérêt de l'étude est en effet d'évaluer l'incidence de ces lésions intrinsèques dans la population étudiée, afin de calculer l'effectif de la cohorte nécessaire pour l'étude à venir.

Il est à noter que lors de l'analyse statistique, au vu du faible nombre de lésions enregistré, nous avons été contraints de regrouper le détail de cette variable en comparaison "*Survenue de lésion*" versus "*Pas de survenue de lésion*".

3.1.2. Gravité des lésions observées

Cette variable a été relevée sur une échelle de 1 à 4, selon la classification de Rodineau pour les lésions intrinsèques musculaires et selon celle de Blazinat pour les lésions intrinsèques tendineuses.

La gravité des lésions relevées pourrait en effet être corrélée à la réalisation d'étirements, avec une diminution de l'incidence des lésions musculaires graves (stades 3 et 4).

La faible incidence des lésions musculo-tendineuses recensés au cours du suivi de nos sujets ne nous permet pas de conclure à une telle tendance.

3.1.3. Antériorité sportive

La pratique antérieure de sport pourrait influencer la survenue de lésions musculo-tendineuses en tant que facteur protecteur, car l'appareil musculo-squelettique s'habituerait au geste sportif et aurait une meilleure récupération. Il est alors important de relever cette variable comme possible biais de confusion.

Nous avons relevé cette variable sous forme de pratique d'une activité sportive hebdomadaire significative (>2h par semaine) ou pratique absente ou non significative (<2h par semaine), en précisant chaque fois si le sujet avait coutume de réaliser des étirements auparavant.

Nos résultats ne semblent pas être en faveur d'une influence de la pratique antérieure de sport (81,8% des sujets ayant présenté une lésion au cours du protocole ont déclaré pratiquer le sport plus de deux heures par semaine avant l'engagement) ni même d'étirements (77,8% des mêmes sujets ont déclaré avoir l'habitude de réaliser des étirements par le passé).

3.1.4. Antécédent traumatique de même siège

Un antécédent de lésion musculo-tendineuse pourrait être en lien avec un nouvel épisode, et en favoriser la survenue par des séquelles. Il est important de le relever afin de rechercher un biais de confusion.

Cette variable a été relevée sous forme de présence ou absence d'antécédent de même siège.

Nos résultats ne semblent pas tendre vers une corrélation entre la survenue d'un nouvel épisode de lésion musculo-tendineuse et l'antériorité d'une lésion de même siège, mais il aurait été plus pertinent de rechercher les antécédents lésionnels chez tous les sujets et non ceux seulement qui ont été victimes d'une blessure au cours du protocole, afin d'établir une non-corrélation ou une corrélation certaine. Cela aurait permis par ailleurs d'établir un possible le caractère protecteur des étirements musculaires dans la récidive d'une telle lésion.

3.1.5. Type de séance

Les exercices sportifs ne sont probablement pas également traumatogènes. Nous avons ici cherché si certains exercices sont plus pourvoyeurs de lésions musculo-tendineuses, ce qui pourrait influencer les caractéristiques de l'étude à venir en l'axant sur certains types de séances de sport.

Nous avons donc relevé la variable en 3 types d'exercices: course d'endurance, course de vitesse, et marche (longue à un rythme soutenu). Ce sont les trois principales activités sportives du militaire lors de sa formation initiale.

Nos résultats tendent vers une traumatogénicité plus importante de la marche longue par rapport aux activités de course à pied de vitesse et d'endurance. Les différents exercices étaient en effet sensiblement équivalents en quantité au cours de la formation militaire. Mais cette variable est peu exploitable du fait du biais de confusion majeur résidant dans le type de chaussures portées. En effet, tous les exercices de marche ayant été réalisés en chaussures réglementaires (rangers) et tous ceux de course à pied en chaussures de sport, il est difficile de savoir si la cause principale de cette différence est liée au type de séance ou au type de chaussures portées. Cette variable est donc inexploitable en l'état.

3.1.6. Chaussures

En milieu militaire, les exercices physiques sont réalisés parfois en chaussures de sport, adaptées à la course à pied, et parfois en chaussures réglementaires (rangers), qui ne sont elles pas adaptées à la course à pied. Nous avons en début d'étude pris le parti de relever cette variable comme potentiel biais de confusion, mais il s'est avéré au cours de l'étude que la pratique de la course à pied en rangers a été abandonnée au cours de la formation militaire, et que la variable *Chaussures* est superposable à la variable *Type de séance*, tous les exercices de course à pied (vitesse et endurance) ayant été réalisés en chaussures de sport et tous ceux de marche longue en chaussures réglementaires.

3.1.7. Ressenti

Indépendamment de l'effet recherché des étirements sur l'incidence des lésions musculaires ou tendineuses, l'un des arguments souvent évoqués par les sportifs à la réalisation de ces étirements concerne le ressenti personnel. Ce ressenti prend toute son importance dans la motivation du sportif et le bon déroulement de la séance de sport. C'est pourquoi nous avons pris le parti d'étudier le ressenti physique du sportif au décours immédiat de l'effort, ainsi que le soir suivant la séance de sport et le lendemain de cette même séance. Cette variable a été relevée au moyen du questionnaire de fin d'étude, par question à choix

multiple selon une échelle à 3 niveaux: raide, comme d'habitude, plus souple. Il avait été discuté en amont l'utilisation du questionnaire POMS (Profile Moods Of State, questionnaire composé de 65 items évaluant le bien-être des sujets), mais il a été abandonné car trop peu adapté à notre étude.

Nos résultats montrent contre toute attente une différence significative entre le groupe *Etirements* par rapport au groupe *Pas d'étirements*, tant au décours immédiat que le soir et le lendemain d'une séance de sport. Les sujets réalisant des étirements se sentent globalement plus détendus que ceux n'en réalisant pas, qui eux sont une majorité à déclarer se sentir raides, donc potentiellement moins enclins à la réalisation d'une nouvelle séance de sport dans les jours suivant une séance sans étirements.

Il serait donc intéressant d'étudier de manière plus précise lors d'une étude complémentaire l'impact de cette variable, en différenciant le ressenti mental et physique des sujets.

3.2. Adhésion des intervenants

3.2.1. Adhésion des sujets

Respect du protocole

Cette variable nous permet d'évaluer la fiabilité de l'échantillon, en vérifiant que les sujets de chaque groupe respectaient bien les consignes d'étirement ou de non-étirement, ceci afin d'évaluer ce biais de confusion. Elle a été relevée au moyen du questionnaire de fin d'étude chez les sujets.

Si 77,8% de l'échantillon affirme avoir respecté à la lettre les consignes d'étirement ou de non-étirement, nous ne disposons d'aucun moyen de vérifier que ces étirements ont été correctement réalisés. Une optimisation de la réalisation des étirements nécessiterait une présence constante de l'encadrant du protocole, ce qui paraît difficilement réalisable.

Intérêt pour l'étude

Cet intérêt s'est révélé comparable dans les deux groupes de participants (de 32,6% à 38,2% disant montrer beaucoup d'intérêt pour l'étude, contre 46,5% à 50,8% se disant un peu intéressés et de 3,1% à 4,7% se disant pas du tout intéressé).

On note cependant une évolution de cet intérêt entre le début et la fin de la formation, que ce soit parmi les participants ou les cadres: initialement, beaucoup se disaient très intéressés, ce qui a par ailleurs motivé la plupart à respecter les consignes d'étirements donnés par les cadres (76,7% dans le groupe *Etirements* et 78,5% dans le groupe *Pas d'étirements* disent avoir respecté à la lettre les consignes). Cet intérêt était sans doute dû à la recherche de réponse rapide quant à la question du bénéfice des étirements musculaires en fin de séance sportive. C'est sans doute voyant que le protocole durait trois mois, et qu'il n'apporterait pas de réponse probante, que cet intérêt s'est effacé.

Ressenti de contrainte supplémentaire

On s'attendait à voir chez les sujets un ressenti plus important de la contrainte chez les sujets devant pratiquer les étirements. C'est effectivement le cas, mais la différence n'est pas significative sur notre échantillon, avec 13,8% dans le groupe *Etirements* contre 11,6% dans le groupe *Pas d'étirements* estimant la contrainte importante.

Ce ressenti provient sans doute de la part de chaque groupe qui a remis en question sa pratique antérieure lors du protocole. Pour le prouver, il serait nécessaire ici encore de réaliser un questionnaire initial évaluant la pratique antérieure d'étirements, pas seulement pour les sujets présentant une lésion au cours du protocole.

Ressenti de morbidité

Nous répétons que nous aurions pu l'évaluer indirectement en étudiant le taux de retrait volontaire du protocole en cours d'étude, mais nous avons choisi de poser directement la question aux participants.

Peu de sujets ont estimé que la participation au protocole pouvait se révéler délétère (quatre dans le groupe *Etirements* contre zéro dans le groupe *Pas d'étirements*.)

Taux de participation hypothétique à l'étude

Cette variable est finalement la plus globale dans l'évaluation de l'adhésion des participants à notre étude. L'ensemble de ceux acceptant hypothétiquement, de peu ou de beaucoup, dépasse les 90% dans chacun des deux groupes. Cela signifie que malgré l'aspect contraignant (44,1% ont répondu "un peu" ou "beaucoup" dans le groupe *Etirements* et 27,9% dans le groupe *Pas d'étirements*) et supposé délétère (55,4% ont répondu "un peu" ou "beaucoup" dans le groupe *Etirements* et 20,9% dans le groupe *Pas d'étirements*), les participants sont prêts à accepter ces paramètres afin de mettre en place l'étude finale.

On peut donc conclure que l'adhésion finale dépasse les 90% dans chacun des deux groupes, ce qui est l'une des variables qui nous était nécessaire à l'évaluation de la faisabilité.

3.2.2. Adhésion des cadres

Intérêt pour l'étude

Les cadres semblaient moins intéressés que les participants (un seul disant être très intéressé, dix un peu intéressés et quatre pas du tout). Ces résultats sont discordent avec l'entretien préalable à l'étude au cours duquel ils ont posé beaucoup de questions, montrant une recherche d'information et de preuve scientifique. Ils ont cependant conclu que, sportifs pratiquant depuis de nombreuses années, ils ne modifieraient probablement pas leur pratique en fonction des résultats d'une étude, préférant se fier à leur expérience personnelle. Cela explique sans doute l'intérêt moindre par rapport aux sujets, qui présentaient une pratique variable du sport auparavant.

Ressenti de contrainte supplémentaire

Nous pensions ici retrouver une contrainte ressentie plus importante dans les groupes pratiquant des étirements vis-à-vis de ceux qui n'en pratiquaient pas. Finalement, 33,3% des

cadres pratiquant des étirements ont affirmé ne pas avoir perçu de contrainte supplémentaire (contre 50,0% dans les autres groupes), 66,7% se sentir un peu contraints par le respect du protocole (contre 50,0% dans les autres groupes), et aucun n'a affirmé se sentir beaucoup contraint ni dans un groupe ni dans l'autre.

Notre protocole étant une étude descriptive, nous ne sommes pas intervenu sur la décision de pratiquer ou non des étirements, ce paramètre étant décidé par le chef de chaque groupe indépendamment de notre étude. La contrainte est donc finalement mise par l'encadrement lui-même et non par notre protocole.

Ressenti de morbidité

Un seul cadre sur les deux groupes a estimé que la participation des sujets pouvait être délétère pour eux. Tous les autres l'ont estimée pas du tout ou peu dangereuse, donc n'ont pas montré de réticence d'ordre médical. Nous leur avons quoi qu'il en soit redit plusieurs fois au cours du protocole qu'ils étaient libres de se retirer à tout moment. Ici encore, tous ont mené leur participation au bout.

Taux de participation hypothétique à l'étude

La réponse des cadres se rapproche de leur intérêt global en fin d'étude, car un seul répond être très motivé pour participer à une étude ultérieure, six un peu motivés et huit ne pas souhaiter y participer.

Ici encore, si leur participation à notre étude a été perçue chez eux plus comme un service qu'ils nous rendaient en nous permettant de suivre leur groupe, eux ne voyaient pas de bénéfice personnel ultérieur, ayant une pratique sportive basée sur leur expérience personnelle. C'est cette expérience qui prévaut clairement sur tout fondement scientifique.

Cette variable permet ici aussi une évaluation globale de l'adhésion des différents intervenants du protocole, afin de définir cet aspect de sa faisabilité. Ici, elle répond que plus de la moitié des cadres n'adhère pas au projet. Si cela ne gêne en rien la réalisation potentielle de l'étude (les cadres militaires ne sont pas les mêmes d'une session de trois mois à l'autre),

cela pose la question de leur fiabilité dans le contrôle de la bonne réalisation des étirements au cours du protocole.

3.2.3. Adhésion des médecins

Intérêt pour l'étude

Les médecins, eux, se sont montrés unanimement très intéressés, voyant au quotidien la problématique de la prévention des accidents sportifs chez le militaire, qu'il s'agisse des événements musculaires ou autres. Ils sont donc restés intéressés tout au long de l'étude de faisabilité.

Nous noterons qu'ils ont manifesté de l'intérêt avant la mise en place du protocole, puis tout au long de sa réalisation en cherchant à obtenir des informations quant aux données recensées, et enfin après la fin du protocole, nous relançant à plusieurs reprises pour obtenir le compte-rendu final de l'étude de faisabilité.

Ressenti de la contrainte supplémentaire

Parmi les médecins, le ressenti de la contrainte supplémentaire engendrée par le protocole est minime, puisque toutes les réponses indiquent pas du tout ou peu de contrainte ressentie.

Participation hypothétique au projet d'étude

Les médecins ayant pris part à notre étude de faisabilité ont majoritairement répondu qu'ils étaient très motivés pour participer à l'étude découlant de notre protocole; un pourtant a émis des réserves, se disant un peu motivé. Il n'a par ailleurs pas expliqué ce choix.

Cette variable, la plus globale dans l'évaluation de l'adhésion des différents intervenants du protocole, nous permet d'évaluer cet aspect de la faisabilité de l'étude. Elle est ici significative.

4. Biais et solutions

4.1. Sélection

On ne retient pas de biais de sélection. La population est répartie aléatoirement dans les sections militaires composant nos deux groupes d'études, sans distinction de sexe, d'âge ou d'antécédent sportif.

Se posait la question d'une éviction des sujets ayant un antécédent de formation sportive et/ou militaire, donc possédant des connaissances théoriques et pratiques influant sur leur pratique sportive. En pratique, ceux ayant pour habitude de s'étirer après un effort sportif ont intégré le protocole lorsqu'ils étaient dans le groupe qu'ils souhaitaient, et ont refusé leur intégration lorsqu'ils n'y étaient pas.

Afin d'affirmer la comparabilité totale entre nos différents groupes, il serait nécessité de réaliser un questionnaire initial d'antécédents sportifs en précisant la pratique ou non d'étirements pour tous les sujets intégrant le protocole. Le lien entre survenue d'un événement traumatique et antécédent a été approché dans notre étude de faisabilité, mais en mesurant les antécédents dans tout notre échantillon, nous pourrions étudier la réciproque.

L'absence de ce questionnaire est un handicap pour l'analyse de beaucoup de variables de notre étude de faisabilité.

4.2. Biais de mesure

Il existe de façon certaine un biais de mesure important. Le chef de l'une des sections appartenant au groupe *Pas d'étirements* avait bénéficié d'une formation à l'entraînement sportif, et a donc a très probablement pris en charge les lésions musculo-tendineuses de stades 1 et 2 sans en référer au service médical. On note en effet une sous-déclaration des stades 1 et 2 dans sa section.

De plus, il existe au sein des centres de formation militaire similaires à celui dans lequel avait lieu notre étude, une étude statistique par section. Celle-ci évalue le nombre de

blessés (sans préciser le diagnostic), le nombre d'engagés dénonçant leur contrat, le nombre de réformés, etc... Afin d'obtenir un résultat statistique optimal avec un minimum de pertes pour leur section, certains ont probablement été pris en charge par le chef de section, malgré leur information et leur engagement de faire consulter tout engagé présentant une douleur suite à un effort sportif.

Enfin, malgré les résultats du questionnaire final, on peut émettre un doute sur le respect parfait du protocole d'étirements. Les conditions d'entraînement militaire prévalaient sur le parfait respect de l'étude, et les étirements, s'ils ont toujours été réalisés, l'ont peut-être été dans des conditions qui n'étaient pas optimales (pression des cadres pour la réaliser rapidement afin de ne pas retarder l'activité suivante ?)

4.3. Biais de déclaration

Il existe très probablement un biais de déclaration par sous-déclaration par les sujets. Ceux-ci sont en formation militaire initiale et doivent faire leurs preuves tout au long des trois mois de leur stage. Et si certains ont bien compris l'intérêt de la consultation médicale pour le recensement des événements traumatiques dans le cadre de notre étude, il est à penser que certains autres, ne voulant pas de l'arrêt de sport entraîné par la consultation de déclaration afin de ne pas se faire mal voir de leurs cadres, ont préféré ne pas déclarer leur blessure.

On peut aussi voir un biais de déclaration dans le questionnaire de faisabilité : les sujets et les cadres sont en permanence en contact au cours de l'étude, et échangent leurs impressions et leur ressenti au fur et à mesure. On peut légitimement penser qu'il a existé une influence du chef de section sur les autres cadres et sur les sujets, voire simplement entre les sujets.

5. Difficultés techniques

Comme nous l'avons évoqué au paragraphe concernant le respect du protocole, une optimisation de l'étude nécessiterait une surveillance constante des protocoles d'étirements, afin de vérifier d'une part que les sujets respectent bien les étirements et l'ordre de réalisation,

et d'autre part que ceux-ci soient réalisés correctement. On peut émettre l'hypothèse que des étirements musculaires mal réalisés (mauvaise position du bassin, tension trop brutale...) pourraient être pourvoyeurs de lésions musculaires ou articulaires. Un contrôle par un préparateur sportif serait nécessaire à l'échelon individuel, ce qui paraît difficilement réalisable en pratique.

Il a été plusieurs fois évoqué, au cours de la rédaction du protocole d'étude, l'évaluation de l'état de souplesse des sujets étudiés au début et à la fin de l'étude. Une hypothèse met en question la souplesse comme facteur protecteur des lésions musculo-tendineuses intrinsèques.

Ce paramètre a été jugé non nécessaire, d'abord de par le postulat initial de comparabilité des groupes par randomisation à l'engagement, ensuite par la difficulté de mise en place de la mesure (opérateur-dépendant; cela demanderait par ailleurs de passer une nouvelle fois tous les participants à l'étude en visite médicale - ils ont déjà bénéficié d'une visite d'engagement dans leur centre d'incorporation respectif - , contrainte qui serait mal acceptée par l'encadrement militaire et sportif au vu de leur emploi du temps déjà chargé). Enfin, cette hypothèse, si elle est liée à la notre, pose une problématique différente, et pourrait faire l'objet d'une autre étude.

6. Faisabilité

6.1. Contourner les biais

Il paraît difficile, au vu de la nature des biais et des difficultés techniques, de réussir à tous les supprimer.

Si l'on peut facilement, par un questionnaire initial précis, établir la preuve de la comparabilité des groupes, même celui-ci risque d'être faussé par un biais de déclaration dans ce cadre militaire. Les engagés en effet, malgré une information claire concernant la confidentialité des informations, ont tendance à minimiser la déclaration d'antécédents médicaux, afin de ne pas perdre leur aptitude à l'engagement. Nous l'avons déjà constaté dans la déclaration des événements au cours de notre protocole, malgré l'information dispensée en début d'étude.

La mesure de la souplesse, si on la considère comme biais potentiel, serait elle aussi difficile à mettre en place: les engagés bénéficient d'une visite médicale avant l'engagement, dans leur régiment d'appartenance. Il faudrait alors former les médecins des différents régiments d'origine afin qu'ils établissent les mesures à chaque incorporation de volontaires, selon une méthode unique, et cela en ajoutant du temps de travail à des journées déjà chargées. La mesure ne pourrait pas être faite une fois arrivés sur le lieu de l'étude, car l'emploi du temps de la formation militaire est lui aussi assez lourd, et l'encadrement accepterait assez difficilement que l'on empiète sur une journée supplémentaire.

Le biais de déclaration évoqué plus haut ne pourrait pas non plus être contourné tant que nous ferons notre étude dans un centre militaire. Les statistiques régnant, les chefs des différentes sections, malgré l'information ici aussi adaptée, pousseront leurs sujets à ne pas consulter immédiatement afin d'avoir un décompte minimal de blessés au cours de leur formation.

De même pour l'envie des sujets de mener à terme leur formation : blessés, ne voulant pas être mis sur le banc de touche afin de faire leurs preuves, certains préféreront ne pas consulter au cours de leur temps de formation, quitte à consulter au terme, après avoir entraîné l'aggravation de leurs lésions.

Enfin, la fiabilité de la réalisation des étirements, si elle paraît suffisante de par les réponses au questionnaire final, peut être mise en cause, soit par sous-déclaration, soit par une mauvaise réalisation involontaire des étirements (mauvaises postures, mauvais ordre...) Il faudrait pouvoir contrôler chaque séance de sport à titre quasi-individuel, ce qui paraît très difficile.

6.2. Calcul de la population nécessaire et de la durée d'étude

Le faible nombre de lésions musculaires ou tendineuses relevées au cours de notre étude ne nous permet malheureusement pas d'établir le nombre de sujets nécessaire à l'établissement d'une preuve scientifique de l'influence des étirements sur leur survenue, ni de durée nécessaire.

Afin de l'établir, il faudrait éventuellement refaire une étude de faisabilité, multicentrique cette fois, avec un suivi si possible plus long.

Il existe plusieurs centres de formation militaire initiale en France, similaires à celui dans lequel nous avons mené notre étude. Mais, s'il est facile d'uniformiser la pratique des étirements, nous aurions alors un biais majeur: le programme de formation, peu différent entre les sections au sein d'un même centre, n'est pas parfaitement le même entre plusieurs centres (et ce malgré la tentative d'alignement de la formation dans l'Armée de Terre). Par ailleurs, le terrain ne serait pas le même (course à pied sur le goudron, sur des chemins de terre, en terrain vallonné ou non...), de même que le climat (certains centres sont dans l'est de la France, d'autres plus au sud, d'autres en bord de mer...) Nos populations seraient alors probablement comparables, mais pas les conditions d'étude.

6.3. Acceptation des participants

Nous avons vu que la majeure partie des sujets avait accepté sa participation à l'étude de faisabilité, et se disait prête à participer à l'étude finale si elle avait lieu. Les médecins ont été unanimes aussi. Les cadres, en revanche, semblaient moins enclins à renouveler leur participation, n'y trouvant que peu d'intérêt personnel. Cela ne pose pas de réel problème, car ceux-ci sont renouvelés d'une formation à l'autre, et ne seront pas appelés à participer plusieurs fois au protocole.

Nous pouvons conclure que du point de vue de l'acceptation du protocole par les participants, nous ne trouvons pas d'obstacle à sa faisabilité.

CONCLUSION

Notre étude de faisabilité, si elle présente de nombreuses failles méthodologiques dans son protocole, a permis de mettre en avant de nombreux biais qui seront difficilement contournables, voire inévitable dans son cadre de réalisation. Les cadres sportifs et militaires ainsi que les sujets étant soumis à une pression quant à leurs résultats, il existe un biais de mesure ainsi que de déclaration qui paraissent inévitables malgré une information claire sur la confidentialité des données de l'étude. Par ailleurs, le nombre d'événements traumatiques musculo-tendineux recensés au cours du protocole ne permet pas de calculer le nombre de sujets nécessaires à l'établissement d'un niveau de preuve scientifique satisfaisant. Une étude multicentrique serait alors à envisager, mais cela engendrerait de nombreux facteurs confondants liés au terrain d'étude et à sa géographie. Enfin, l'intérêt des sujets, cadres et médecins s'est révélé suffisant pour pouvoir affirmer que l'acceptation du protocole et de ses contraintes permet la mise en place potentielle de l'étude ultérieure. Cela étant, on note un intérêt moindre chez les cadres, qui ont leur expérience sportive propre et ne la modifieront probablement pas quels que soient les résultats de l'étude, par rapport aux sujets qui, sportifs passionnés pour certains et néophytes pour d'autres, cherchent à adapter leur pratique sportive. Cette pratique ne peut en effet être modifiée qu'en début de pratique, car il semblerait qu'après les sportifs préfèrent se fier davantage à leur expérience personnelle et à leur ressenti.

La mise en place actuelle d'un logiciel médico-militaire (Logiciel Unique Médico-Militaire) dans toutes les unités de l'Armée ouvre cependant de nombreuses perspectives. L'objectif à terme est de recenser au niveau national toutes les consultations et toutes les visites d'aptitude des militaires. Il pourrait devenir un observatoire épidémiologique dans un avenir proche, en permettant par exemple de noter l'incidence des traumatismes musculo-tendineux déclarés (et limitant par là-même les biais de mesure et de déclaration). Il permettrait ainsi de soulever de nouvelles problématiques en mettant potentiellement en évidence des événements médicaux récurrents, avec un recueil épidémiologique préalable à toute étude dans ce domaine, permettant de déterminer plus facilement les conditions, la population et les effectifs nécessaires à un niveau de preuve scientifique satisfaisant.

Bibliographie

1. Herbert RD, de Noronha M, Kamper SJ. *Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise.* Cochrane Database Syst Rev. 2011 Jul 6;7:CD004577.

2. McHugh MP, Cosgrave CH. *To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance.* Scand J Med Sci Sports 2010; 20(2);169-81)

3. Woods K, Bishop P, Jones E. *Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury*. Sports Med 2007;37;1089-99

4. Maquaire Philippe, *La place des étirements dans l'échauffement en EPS, Ambivalence et controverses dans une approche préventive des blessures*, Staps, 2007/2 n° 76, p. 31-49. DOI : 10.3917/sta.076.0031

5. Bigard X, Cravic J-Y, Banzet S. *Prévention des risques liés à la préparation physique du militaire: synthèse des connaissances actuelles*. Médecine et Armées. 2012

6. Netter F.H. *Atlas d'Anatomie Humaine*, Ed. Elsevier-Masson, 2011.

7. Seigneurin D, Boutonnat J, *Tissu musculaire*. 2010-2011. Disponible sur : http://www.uvp5.univ-paris5.fr/wikinu/docvideos/Grenoble_1011/boutonnat_jean/boutonnat_jean_p01/boutonnat_jean_p01.pdf

8. PILLARD F, *Physiologie du muscle strié squelettique*, 2011-2012. Disponible sur : http://www.medecine.ups-tlse.fr/pcem2/physiologie/doc/Physio%20Muscle%20Strie%20Squelettique_2013.pdf

9. Camus G. *La contraction musculaire*. 2006. Disponible sur http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/contractionmuscle/contractmuscle.htm

10. E. Brunet-Guedj, B. Brunet, J. Girardier, B. Moyen, *Médecine du Sport*. Editions Masson, 2006

11. *Recommandations 2013 de la Société Française de Médecine de l'Exercice et du Sport*. Disponible sur : http://www.sfms.asso.fr/positions---consensus_6.html

12. *Recommandations 2013 de la Société Française de Médecine d'Urgence*. Disponible sur: http://www.sfmu.org/fr/formation/consensus

13. *Guide du bon usage des examens d'imagerie médicale de la Société Français de Radiologie* version 2013. Disponible sur : http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_1194500/fr/le-guide-du-bon-usage-des-examens-d-imagerie-medicale

14. Brasseur J-L, *Quelle imagerie pour quelle lésion musculaire*, Science & Sports 2001; 16: 228-35

15. Michel F, *Les Lésions musculaires, place de l'échographie,* DIU de Médecine et traumatologie du sport, 2012

16. Prévost P, *Le tendon à la loupe*. Sport, Santé et Préparation Physique, n°5, Mars 2003

17. Geoffroy C. *Guide pratique des étirements*, Edition C. Geoffroy, 2008 Jan.

18. Samson M, Button D.C, Chaouachi A, Behm D.G, *Effects of dynamic and static stretching within general and activity specific warm-up protocols*. Journal of Sports Science and Medicine, 2012-11, 279-285

19. Publications - *Le site du Ministère des Sports, de la Jeunesse, de l'Education populaire et de la Vie associative*, 2011. Disponible sur : http://www.sports.gouv.fr/index/communication/statistiques/donnees-detaillees/donnees-detaillees-2011

20. Ministère de la Défense, *Journée de la femme, point sur la féminisation des* armées. Disponible sur : http://www.defense.gouv.fr/sga/rubrique-actualites/journee-de-la-femme-point-sur-la-feminisation-des-armees

PROJET

DE

RECHERCHE CLINIQUE

ANNEE 2011 - 2012

Etude de faisabilité : l'intérêt des étirements musculaires des membres inférieurs dans la prévention des accidents musculo-tendineux suite à un effort sportif

Responsable scientifique :

Grade, Nom, Fonction :	Pr. LAGAUCHE
Etablissement :	Clinique IRIS Saint Priest Soins de Suite et de Réadaptation
Adresse établissement :	25 rue André LWOFF 69800 St Priest
Téléphone :	03.87.56.24.27
Fax :	03.87.56.48.96
E-mail :	denis.lagauche@wanadoo.fr

1. ANALYSE GENERALE

1.1. Objet de la recherche

On voit fréquemment de jeunes sportifs consulter pour des tendinites, des élongations, ou autres pathologies musculo-tendineuses survenant dans les suites d'un effort sportif.

Il paraît évident à certains sportifs que le fait de pratiquer des étirements musculaires passifs des différentes groupes des membres inférieurs est un moyen de prévention de ces traumatismes. Cette pratique reste cependant très controversée, car le nombre limité d'études à ce sujet, de qualité variable, ont montré des résultats assez divergents (1).

Nous nous proposons donc de faire une étude de faisabilité afin de tester un protocole visant à mettre en évidence une influence de la réalisation d'étirements musculaires des membres inférieurs suite à un effort sportif, sur l'incidence des traumatismes musculo-tendineux chez l'adulte jeune.

1.2. Etat de l'art

En France, beaucoup de sportifs ont intégré comme une évidence les étirements musculaires à la fin de leur séance de sport, convaincus de leur efficacité dans la prévention d'accidents musculo-tendineux des membres inférieurs.

Une recherche bibliographique montre cependant que quatre principales études de niveau de preuve variable ont été menées, et que ces pratiques relèvent plus de l'expérience personnelle que de preuves scientifiques.

Une Cochrane Review de juin 2011 analyse ces études, qui évaluent les lésions musculo-tendineuses des membres inférieurs après des séances sportives précédées ou suivies d'étirements musculaires passifs. Leur analyse montre une tendance générale à une baisse des courbatures musculaires (4), mais non significative du fait du manque de puissance des études. De plus, les résultats des différentes études ne concordent pas toujours (1).

Ne disposant pas de consensus définissant un protocole d'étirements, nous l'établirons en nous basant sur ceux de certaines écoles sportives, enseignées et expliquées dans le manuel cité en référence (9).

1.3. Hypothèse

Il paraît donc justifié de supposer que les étirements des membres inférieurs des différents groupes musculaires, ont un impact bénéfique dans la prévention des accidents musculaires suite à l'effort sportif (7).

1.4. Intérêt scientifique

Cette étude de faisabilité testerait un protocole visant à mettre en évidence un bénéfice des étirements musculaires des membres inférieurs dans la prévention des accidents musculo-tendineux des membres inférieurs suite à un effort sportif.

Si cette étude de faisabilité nous permettait de mettre au point un protocole fiable, une étude en intention de traiter pourrait alors être réalisée. Elle confirmerait ou infirmerait notre hypothèse, et établirait une preuve scientifique de l'intérêt de la réalisation de ces étirements.

Par la suite, cette connaissance scientifiquement établie pourrait induire l'enseignement ou non des étirements suite à un effort sportif dans tous les centres sportifs comme conduite à tenir dans l'entraînement sportif lors de la formation militaire initiale.

1.5. Intérêt pour le service de santé des armées et/ou la Défense

Le médecin d'unité a de multiples missions. Il est responsable entre autres de la santé des militaires qu'il soutient médicalement, afin d'assurer leur aptitude opérationnelle.

Or tout militaire, qu'il soit militaire du rang, sous-officier ou officier, fait ou a fait du sport à un moment ou à un autre de sa carrière. Nous n'avons cependant aucune donnée épidémiologique à préciser en milieu militaire tout en constatant que les accidents musculo-tendineux semblent nombreux dans cette population, particulièrement en début de contrat, où le jeune engagé passe d'un niveau sportif parfois moyen voire faible, à une pratique sportive intensive tant en fréquence qu'en intensité.

Si une étude montre une différence significative d'incidence des pathologies musculo-tendineuses selon la pratique ou non d'étirements musculaires, le fait ensuite d'adapter l'entraînement militaire avec ou sans étirements des membres inférieurs aurait alors une répercussion sur cette incidence dans la population étudiée (3).

On peut donc espérer démontrer dans un premier temps l'intérêt de la réalisation d'une telle étude ainsi que sa possibilité de réalisation, et dans un deuxième temps par l'étude elle-même, optimiser la disponibilité des personnels en prévenant certains accidents musculo-tendineux, ceci permettant implicitement le maintien de capacité opérationnelle, et accessoirement de réduire le coût financier lié aux soins lors de la survenue de ces accidents.

Il est à noter enfin que le TTA 150 spécifie que le retour au calme après une séance d'Education Physique et Sportive (EPS) doit être « constitué d'exercices respiratoires, d'étirements musculaires et articulaires » (titre 14, section II). Cette règle, généralement peu appliquée, ne serait que renforcée par une étude allant dans son sens.

1.6. Références bibliographiques

1. Herbert RD, de Noronha M, Kamper SJ. Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. Cochrane Database Syst Rev. 2011 Jul 6;7:CD004577.
2. Y. Guillodo, S. Jousse-Joulin. Pathologie musculaire et sport *Revue du Rhumatisme* 2007; 74: 553-562.
3. HartigDE, Henderson JM. Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainess. Am J Sports Med 1999;27;173-6.
4. Woods K, Bishop P, Jones E. Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. Sports Med 2007;37;1089-99
5. McHugh MP, Cosgrave CH. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. Scand J Med Sci Sports 2010; 20(2);169-81

6. Stojanovic MD, Ostojic SM. Stretching and injury prevention in football: current perspectives. Res Sports Med. 2011 Apr;19(2):73-91.
7. Cometti G. Les limites du stretching pour la performance sportive: intérêt des étirements avant et après la performance. Sport Med. 2003 Mar.
8. Geoffroy C. Guide pratique des étirements. 2008 Jan.

2. DESCRIPTION DE LA RECHERCHE

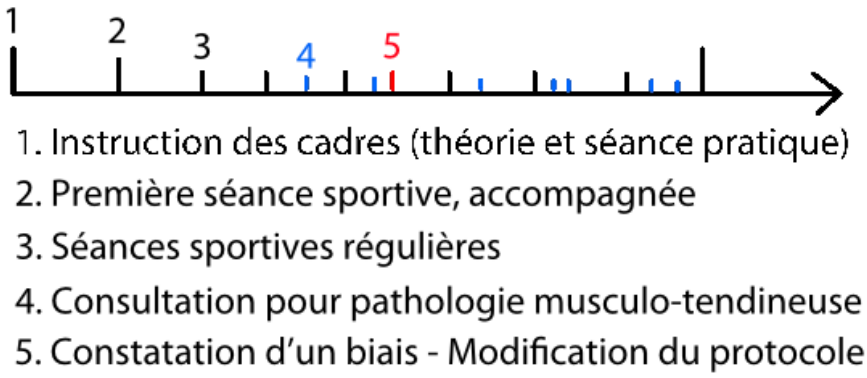
2.1. Objectifs techniques

L'objectif principal sera d'évaluer la faisabilité d'un protocole qui chercherait à mettre en évidence une modification de l'incidence des accidents musculo-tendineux suite à un effort sportif, entre une cohorte effectuant des étirements musculaires passifs des membres inférieurs et une autre n'en réalisant pas.

Nous ne chercherons pas à obtenir des résultats statistiquement significatifs, mais bien à évaluer l'incidence des accidents musculo-tendineux dans la population étudiée, afin de calculer le nombre de sujets nécessaires à l'étude définitive dans une population semblable.

Nous établirons ici un protocole et le modifierons si besoin au cours de l'étude de faisabilité, afin de nous affranchir du maximum de biais ou de facteurs de confusion.

Figure : déroulement du protocole d'étude



Objectif principal :

- Tester le protocole : incidence des accidents musculo-tendineux, nombre de sujets nécessaires, biais, perdus de vue, modalités de recrutement, qualité et quantité des étirements musculaires…

Objectifs secondaires :

- Montrer, par l'étude finale, une tendance à la modification de l'incidence des accidents musculo-tendineux dans le groupe exposé à la réalisation d'étirements musculaires des membres inférieurs suite à un effort sportif par rapport au groupe témoin.

2.2. Détails de la méthodologie mise en œuvre, des opérations et protocoles

2.2.1. Schéma d'étude

Etude épidémiologique étiologique de cohorte, contrôlée, de type exposé/non exposé.

2.2.2. Population étudiée

- Adulte jeune, à l'engagement, durant la Formation Générale Initiale (FGI) en Centre de Formation Initiale Militaire (CFIM) : de 0 à 3 mois après engagement.

- Critères d'inclusion

Sujet militaire, apte à l'engagement.
Apte à la course à pied ou à la marche, pouvant suivre un programme de formation identique au reste de la cohorte.
Volontaire ayant signé le consentement éclairé.

- Critères de non inclusion

Inapte à l'engagement.
Tout critère d'inaptitude sportive lors de la visite médicale initiale au CFIM.
Volontaire refusant de signer le consentement éclairé.

- Nombre de sujets nécessaires

Nous ne disposons pas à ce jour de données épidémiologiques quant à l'incidence des traumatismes musculo-tendineux chez le jeune sportif, tant dans la population militaire que dans la population civile.

Nous fixons toutefois, et de manière totalement arbitraire, un minimum de 50 sujets par groupe, afin de pouvoir espérer observer une différence suffisante pour justifier la mise en place ultérieure de l'étude définitive.

- Plan d'analyse

La méthode sera choisie a posteriori, en fonction des résultats de l'étude de faisabilité et des variables.

L'analyse recherchera pour variable principale la « survenue d'accident musculotendineux ». Cette variable est quantitative. On calculera alors le risque relatif lié à la réalisation des étirements musculaires.

On relèvera en variables secondaires la gravité et la localisation des lésions observées.

On cherchera ensuite le lien avec des variables explicatives telles que le niveau d'entraînement avant l'engagement (soit avant le début du protocole), les antécédents d'accident musculo-tendineux, la gravité des lésions, la durée de l'invalidité entrainée. Ces variables secondaires sont amenées à évoluer en fonction des données observées durant la réalisation de l'étude de faisabilité. Selon la nature des variables explicatives recueillies, pourra être fait le choix du modèle d'analyse.

Un ajustement nombre de variables à retenir, nature sera établi selon les résultats de l'analyse afin des définir les variables à prendre en compte dans l'étude.

- Mode et faisabilité du recrutement

Le recrutement se fera sur le terrain de stage chez le praticien en unité, au Centre de Formation Initiale des Militaires du rang (CFIM) de Gap. Il concernera les Engagés Volontaires de l'Armée de Terre (EVAT) venant y effectuer leur Formation Générale Initiale (FGI).

- Durée de l'étude

L'étude de faisabilité se déroulera durant la période de stage chez le praticien en unité, à savoir 6 mois.

Les inclusions se réaliseront les 5 premiers mois (formation de 3 mois), afin de pouvoir suivre les sujets ayant subi un traumatisme musculo-tendineux jusqu'à la fin de leur inaptitude temporaire.

2.2.3. Constitution des groupes

Les sections de nouvelles recrues sont constituées de façon aléatoire au sein du CFIM. L'ensemble de la section, formée de sujets volontaires ayant donné leur consentement écrit de participation à l'étude, sera soumis au cours de sa formation à la pratique habituelle du chef de section (certains pratiquent des étirements musculaires spontanément à la fin d'un effort sportif, d'autres s'y opposent). La constitution des sections est préalable à l'affectation dans le groupe d'intérêt, et reste indépendante de la pratique. Il n'y aura pas de randomisation individuelle au niveau des volontaires puisque l'unité considérée est la section dans sa globalité. La répartition est donc faite avant même l'étude, et ne peut être modifiée par nos soins.

Ces groupes seront donc supposés homogènes et comparables de par la constitution aléatoire préalable. La composition des groupes ne pourra pas être modifiée au cours de l'étude ; le cas échéant, les sujets changeant de groupe seront exclus de l'étude.

2.2.4. Description de l'étude

- Mise en place de l'étude.
- Information des cadres, et formation de la moitié d'entre eux au protocole d'étirements
- Information collective des sujets et consentement écrit.
- Entraînement selon protocole précis (les premières séances seront accompagnées voire encadrées par les instigateurs de l'étude, selon faisabilité)
- Suivi des données.
- Recueil des biais, facteurs confondants, autres imprévus.
- Modification du protocole, retour au 4e point.

2.3. Déroulement pratique du protocole

2.3.1. Mise en place

- Information des personnels médicaux

Le projet d'étude sera présenté par oral et par écrit aux médecins de l'unité au sein de laquelle sera réalisée l'étude de faisabilité. Leur concours sera nécessaire dans le recueil de données, ainsi que dans l'évolution du protocole en fonction de leur expérience médicale et de leur disponibilité.

- Formation

Une séance de cours théorique portant sur la physiologie musculo-tendineuse ainsi que les différents types d'étirements, sera organisée avant le début de la formation militaire par l'Interne des Hôpitaux des Armées Edouard PATEY. Elle aura pour but la sensibilisation et la formation théorique des cadres (officiers et sous-officiers, en séances séparées) au protocole et à son intérêt. Sa durée approximative sera de 2h. A cette séance ne seront conviés que les cadres des sections pratiquant des étirements habituellement, afin de leur présenter le protocole d'étirements spécifiques à suivre au cours de l'étude. Les cadres des sections n'en pratiquant pas habituellement auront une simple présentation sur le protocole d'étude ainsi que son intérêt. A l'issue sera signé le formulaire d'acceptation des cadres à se soumettre au protocole présenté (Annexe 2).

- Mise à disposition des documents de l'étude

- Brochures « investigateurs » comprenant le protocole complet de l'étude.
- Formulaires d'information/consentement (Annexe 1)
- Remise des fiches de recueil des données (traumatisme, circonstances d'apparition, examen clinique, degré de gravité, examens complémentaire réalisés, EVA, durée des inaptitudes, durée des arrêts de travail) (Annexe 3).

2.3.2. Consentement

Les sujets seront informés lors de séances collectives de formation. Par la suite, tout engagé se verra remettre, au cours de sa visite d'aptitude, un formulaire de consentement éclairé à signer et à remettre à l'investigateur (Annexe 1).

2.3.3. Initiation du protocole

Les premières séances sportives seront, avec accord des cadres concernés et du personnel médical du CFIM, accompagnées par l'investigateur, afin de vérifier la bonne intégration du protocole d'étude par les encadrants sportifs, mais aussi afin d'observer d'éventuels biais et facteurs confondants non appréhendés par le protocole. Elles seront régulièrement par la suite, toujours avec accord des personnels sus cités, accompagnées par l'instigateur, avec mise en place si besoin d'un rappel du protocole pour les cadres.

2.3.4. Recueil de données

Tout événement traumatique sera signalé à l'un des médecins du Centre Médical des Armées de Gap. Dans les 12 heures suivant le traumatisme, le patient bénéficiera d'une première consultation au service médical d'unité (SMU) par l'un de ces médecins. Celui-ci procédera à l'examen clinique habituel, et remplira la fiche destinée à cet effet. Les traumatismes répertoriés, ainsi que leurs critères d'évaluation, seront précisés dans l'Annexe 4.

Par ailleurs, les participants rempliront en fin d'étude un questionnaire visant à évaluer le vécu lié au protocole d'étirements.

2.3.5. Traitement

La thérapeutique ne sera pas modifiée par le protocole d'étude, celle-ci n'ayant pas pour but de l'évaluer.

2.3.6. Suivi et traitement des données

Le recueil des données sera centralisé au Centre Médical des Armées de rattachement. Il sera réalisé lors de la consultation suivant le traumatisme. Les fiches devront être complétées de façon lisible au stylo à bille.

Les fiches de recueil seront ensuite rassemblées par l'investigateur sur place, en effectuant un premier tri par pathologie rencontrée et par gravité, afin d'avoir un premier aperçu d'une éventuelle morbidité liée au protocole, et pour le modifier si besoin en fonction des données recueillies.

Les fiches d'observations seront complétées au cours des consultations suivantes, afin de recueillir, au besoin, les complications liées à la pathologie (aggravation, retard de guérison, etc.…) Elles ne seront verrouillées définitivement qu'à la rémission complète de la pathologie, et ne pourront être ressorties qu'à titre consultatif (récidive, analyse de données…)

La vérification de la qualité des données sera effectuée par l'investigateur principal de cette étude, qui saisira dès réception les données et recherchera l'existence de données manquantes et aberrantes. Celles-ci feront l'objet d'une demande de correction par l'investigateur, par oral ou par écrit.

2.3.7. Recueil rétrospectif de la durée des inaptitudes temporaires secondaires à l'entorse

L'analyse rétrospective des inaptitudes temporaires, arrêts de travail ou retards de rémission de la pathologie, sera effectuée à la fin de l'étude de faisabilité, une fois la formation militaire terminée.

2.3.8. Durée de l'étude de faisabilité

Il n'est pas nécessaire, pour ce protocole, d'obtenir des données statistiquement significatives. Cependant, afin de l'évaluer le plus précisément possible, ce protocole sera suivi par un maximum de sections pouvant être observées durant l'intégralité de leur formation, à laquelle nous ajouterons une durée d'un mois pour pouvoir assurer le suivi ou la prise en charge complète des derniers volontaires ayant présenté un accident musculo-tendineux, et clôturer leur suivi ainsi que leur fiche de recueil.

2.4. Variables relevées sur les victimes de traumatismes

- Antécédent de traumatisme similaire.
- Pratique de sport avant engagement (type, durée)
- Pratique d'étirements dans sa pratique personnelle
- Pathologie diagnostiquée et examen clinique ; gravité
- Durée des inaptitudes en nombre de jours.
- Durée des arrêts de travail en nombre de jours.

2.5. Evaluation du protocole

2.5.1. Conditions de l'évaluation du protocole

A la fin de chaque formation, chaque participant et chaque cadre se verra remettre un questionnaire simple, à réponses fermées, afin d'émettre leur opinion quant à la mise en place et à la réalisation du protocole.

Ce questionnaire sera idéalement complété durant une séance de cours où tous les participants seront réunis, et dans de bonnes conditions pour y répondre librement.

Une place est réservée à la fin du questionnaire pour y laisser des remarques libres, pour évoquer des aspects qui n'auraient pas été évoqués par le questionnaire.

Ces questionnaires, anonymes, seront collectés dès la fin de leur complétion par l'investigateur. Celui-ci collectera alors immédiatement les données et remarques, afin d'en tenir compte dès le début de la formation suivante.

Les médecins, quant à eux, répondront au questionnaire à la fin de leur participation à l'étude. Ils seront libres à tout moment durant l'étude de faire des remarques ou des critiques constructives à l'investigateur, dans le but de faire évoluer favorablement le protocole.

2.5.2. Critères de faisabilité/non faisabilité

L'étude sera considérée comme non faisable si :

- La mise en place organisationnelle est trop complexe au sein du CFIM.

- Le nombre de participants nécessaires est trop élevé. Celui-ci sera calculé a posteriori en fonction du nombre d'événements traumatiques musculo-tendineux recensés durant l'étude de faisabilité, rapporté au nombre de participants nécessaires.

- Le nombre d'exclusions est trop élevé (abandon, démission, autre problème de santé…)

- Le nombre de perdus de vue est significativement plus élevé dans un groupe que dans l'autre.

- L'adhésion des cadres, participants ou médecins est trop faible. (Evaluée par le questionnaire ci-après)

- les biais recensés sont trop nombreux ou sont incontournables.

3. PLANIFICATION ADMINISTRATIVE ET FINANCIERE

3.1. Présentation de l'équipe de recherche

3.1.1. Investigateur principal

Professeur LAGAUCHE, Chef de Service de Soins de Suite et de Réadaptation de la clinique IRIS St PRIEST, 25 rue André LWOFF, 69800 St Priest. Tél : 03.87.56.24.27. Fax 03.87.56.48.96.

Secrétariat assuré par SMCS Andréani, de l'Hôpital d'Instruction des Armées Legouest, Metz.

3.1.2. Co-investigateurs

- Interne des Hôpitaux des Armées PATEY Edouard, Interne de Médecine Générale de l'HIA LEGOUEST Tel : 06.60.02.96.23 Mail : epatey@hotmail.fr

- Médecin Principal GINON Benoît, Centre Médical des Armées de Gap.

- Médecin en Chef CHOUVET Pierre, Médecin Chef du Centre Médical des Armées de Gap.

- Médecin des Armées DERKENNE Clément, Centre Médical des Armées de Gap.

- Médecin Principal BALDY Christophe, Centre Médical des Armées de Gap

3.1.3. Supervision scientifique et méthodologie statistique

- Dr Service d'épidémiologie et évaluation clinique, CHU Nancy ;

3.1.4. Coordination

- Secrétaire Médical de Classe Supérieure ANDREANI, Attachée de Recherche Clinique, Centre Régional de Documentation scientifique et de Recherche Clinique (CREDORC) de l'HIA LEGOUEST. 27 Avenue de Plantières. BP 90001 57077 Metz Cedex 03 Tel : 03.87.56.24.27 Mail : credorc@hia-legouest.fr ;

4. ANNEXES

4.1. Notice d'information – formulaire de consentement (Annexe 1):

NOTICE D'INFORMATION

Vous êtes invité(e) à participer à un projet de recherche médicale intitulé

Etude de faisabilité : l'intérêt des étirements musculaires des membres inférieurs dans la prévention des accidents musculo-tendineux suite à un effort sportif

Avant d'accepter d'y participer, il est important que vous preniez le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.
Le présent document vous renseigne sur les modalités de ce projet de recherche.
S'il y a des mots que vous ne comprenez pas, n'hésitez pas à poser des questions.
Pour participer à cette recherche, vous devez être affilié(e) à un régime de sécurité sociale.

Quel est l'objet de cette étude ?

En France, beaucoup de sportifs ont intégré comme une évidence les étirements musculaires à la fin de leur séance de sport, convaincus de leur efficacité dans la prévention d'accidents musculo-tendineux des membres inférieurs.

Une recherche bibliographique montre cependant que quatre principales études de niveau de preuve variable ont été menées, et que ces pratiques relèvent plus de l'expérience personnelle que de preuves scientifiques.

Leur analyse montre une tendance générale à une baisse des courbatures musculaires, mais non significative du fait du manque de puissance des études. De plus, les résultats des différentes études ne concordent pas toujours.

Il paraît donc justifié de supposer que les étirements des membres inférieurs des différents groupes musculaires, ont un impact bénéfique dans la prévention des accidents musculaires suite à l'effort sportif.

Quel est le but de cette étude ?

L'intérêt de cette étude serait donc de monter un protocole visant à étudier le bénéfice ou le risque de la réalisation d'étirements musculaires des membres inférieurs suite à un effort sportif à type de course à pied ou marche longue, et d'évaluer ce protocole.

En pratique, en quoi êtes-vous concerné ?

Vous n'aurez aucune contrainte particulière. Au cours de votre formation militaire initiale, vous suivrez les séances de sport en respectant les consignes de vos instructeurs.

La section à laquelle vous êtes affectée sera rattachée à l'un des deux groupes de l'étude. Ce rattachement se fera de façon aléatoire et il ne sera pas possible, si vous participez à l'étude, de choisir le groupe dans lequel vous serez inclus.

Il vous sera simplement demandé de venir consulter au Service Médical d'Unité en cas de traumatisme des membres inférieurs, ceci dans un souci d'exactitude dans le recueil de nos données.

L'étude ne modifie pas le traitement médical de tout événement qui pourrait survenir au cours de la formation. Le cas échéant, le médecin d'unité remplira un questionnaire prévu à cet effet, et dont les réponses seront strictement confidentielles. Aucun de vos cadres de formation ne pourra y avoir accès.

Quels sont les résultats attendus de cette étude ?

Si les résultats de cette étude de faisabilité sont satisfaisants, il nous sera alors possible de valider le protocole à l'étude, et de mettre en place ultérieurement une étude à but statistiquement significatif.

Les données recueillies demeureront strictement confidentielles. Elles ne pourront être consultées que par l'équipe médicale, les personnes dûment mandatées par le promoteur de la recherche et éventuellement par des représentants des autorités sanitaires habilitées.

A l'issue de la recherche, vous serez informé de ses résultats globaux sur simple demande auprès du Professeur LAGAUCHE.

Vous pouvez à tout moment demander des informations au Professeur LAGAUCHE, au numéro de téléphone suivant : 03.87.56.24.27

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

POUR UNE PERSONNE MAJEURE PARTICIPANT A UNE RECHERCHE BIOMEDICALE

- Le Dr. (Nom) _____(Prénom) _____, médecin investigateur, m'a proposé de participer à la recherche biomédicale intitulée

Etude de faisabilité : l'intérêt des étirements musculaires des membres inférieurs dans la prévention des accidents musculo-tendineux suite à un effort sportif

- Après avoir reçu oralement et par écrit toutes les informations nécessaires pour comprendre l'intérêt de cette étude, ses contraintes et ses risques éventuels, ainsi que ce qui me sera demandé de faire dans le cadre de ma participation.
- Après avoir pu poser les questions que je souhaitais à propos de cette étude et de ses implications sur ma prise en charge et obtenu des réponses.
- Je sais que je peux retirer à tout moment mon consentement à ma participation à cette recherche et cela quelles que soient mes raisons et sans supporter aucune responsabilité. Le fait de ne plus participer à cette recherche ne portera pas atteinte à mes relations avec le médecin investigateur.
- Les données me concernant à l'occasion de cette étude pourraient faire l'objet d'un traitement automatisé par les organisateurs de la recherche.
- Mon droit d'accès et de rectification prévu par la loi « Informatique et Libertés » peut s'exercer à tout moment auprès des responsables de l'étude. Les données de santé à caractère personnel peuvent m'être communiquées, selon mon choix, directement ou par l'intermédiaire d'un médecin que je désignerai à cet effet, dans le respect des dispositions de l'article L.1111-7 du code de la santé publique et suivants.
- Je peux à tout moment demander toute information complémentaire au Professeur LAGAUCHE, au numéro de téléphone suivant : 03 87 56 24 27.
- A l'issue de la recherche, vous serez informé de ses résultats globaux sur simple demande auprès du Professeur LAGAUCHE.
- Je suis affilié à un régime de sécurité sociale.

Je donne mon accord pour participer à cette étude

Ma signature atteste que j'ai clairement compris les renseignements concernant ma participation à ce projet de recherche.

Nom :
Prénom :
Date :
Signature :

Feuillet blanc à conserver par l'investigateur – Feuillet jaune à conserver par le patient

4.2. Formulaire de consentement des cadres :

FORMULAIRE D'ENGAGEMENT DES CADRES AU RESPECT DU PROTOCOLE

Etude de faisabilité : l'intérêt des étirements musculaires des membres inférieurs dans la prévention des accidents musculo-tendineux suite à un effort sportif

Je soussigné, cadre de la formation militaire initiale se déroulant au CFIM de ……
du ……/……/…… au ……/……/……,

- certifie avoir reçu ce jour des informations claires à propos des principes et du déroulement de l'étude de faisabilité « Intérêt des étirements musculaires des membres inférieurs dans la prévention des accidents musculo-tendineux suite à un effort sportif ».
- certifie avoir reçu ce jour une formation théorique complète sur ce même sujet, et accepte de recevoir la formation pratique prévue.
- accepte d'y participer et de soumettre ma section aux exigences du protocole (réalisation d'étirements musculaires des membres inférieurs selon le protocole enseigné, à la fin de chaque séance de sport contraignant les membres inférieurs.)

Je sais en outre que je peux retirer cette acceptation à tout moment. Je m'engage cependant à prévenir rapidement le Service Médical d'Unité (SMU) le cas échéant, et à lui faire part de mes raisons. Ce droit au retrait n'affectera en aucune manière ma relation au SMU.

Le ……/……/……. Nom, grade et signature:

4.3. Fiche de recueil de données

FICHE DE RECUEIL DE DONNÉES

:

Etude de faisabilité : l'intérêt des étirements musculaires des membres inférieurs dans la prévention des accidents musculo-tendineux suite à un effort sportif

Date :

Section :

Date de naissance: ___/___/_____

Sexe : F ☐ M ☐

Poids (kg) : _____

Taille (cm) : _____

Antécédents de traumatismes musculo-tendineux des membres inférieurs : ……

……

……

Sports pratiqués l'année avant engagement : ……..……

……

Quantité (heures/semaine) : ……

Pratiquiez-vous des étirements après effort dans votre pratique sportive antérieure (année avant engagement) ?

OUI ☐ NON ☐

Description succincte des circonstances de l'accident (type d'effort, programme sportif des derniers jours, type de chaussures, présence/absence de choc direct, état d'hydratation…):

……

……

……

……

Tableau clinique (localisation, impotence fonctionnelle, douleur au geste contrarié, présence d'un hématome) :

……

……

……

……

Examens complémentaires éventuellement réalisés et résultats:

……

……

……

……

Diagnostic :

Tendinopathie - localisation, stade (selon Rodineau) :

……

Lésion musculaire – localisation, stade (selon Blazina) :

……

Inaptitude temporaire :

OUI ☐ NON ☐

- type : _____
- date de début : _____
- date de fin (reprise activité normale) : _____

Arrêt de travail :

OUI ☐ NON ☐

- date de début : _____
- date de fin : _____
- restriction d'aptitude à la suite : OUI ☐ NON ☐

4.4. Notice d'information aux investigateurs - Protocoles de soins :

INFORMATION AUX MÉDECINS D'UNITÉS

Vous êtes invité(e) à participer à un projet de recherche médicale intitulé

Etude de faisabilité : l'intérêt des étirements musculaires des membres inférieurs dans la prévention des accidents musculo-tendineux suite à un effort sportif

Avant d'accepter d'y participer, il est important que vous preniez le temps de lire, de comprendre et de considérer attentivement les renseignements qui suivent.
Le présent document vous renseigne sur les modalités de ce projet de recherche.
S'il y a des mots que vous ne comprenez pas, n'hésitez pas à poser des questions.
Pour participer à cette recherche, vous devez être affilié(e) à un régime de sécurité sociale.

Quel est l'objet de cette étude ?

En France, beaucoup de sportifs ont intégré comme une évidence les étirements musculaires à la fin de leur séance de sport, convaincus de leur efficacité dans la prévention d'accidents musculo-tendineux des membres inférieurs.

Une recherche bibliographique montre cependant que quatre principales études de niveau de preuve variable ont été menées, et que ces pratiques relèvent plus de l'expérience personnelle que de preuves scientifiques.

Une Cochrane Review de juin 2011 analyse ces études, qui évaluent les lésions musculo-tendineuses des membres inférieurs après des séances sportives précédées ou suivies d'étirements musculaires passifs. Leur analyse montre une tendance générale à une baisse des courbatures musculaires, mais non significative du fait du manque de puissance des études. De plus, les résultats des différentes études ne concordent pas toujours.

Il paraît donc justifié de supposer que les étirements des membres inférieurs des différents groupes musculaires, ont un impact bénéfique dans la prévention des accidents musculaires suite à l'effort sportif.

Quel est le but de cette étude ?

Les pathologies musculo-tendineuses sont fréquentes dans la population sportive, particulièrement chez les jeunes militaires. Cependant, peu de données épidémiologiques ont été collectées, et beaucoup de travail reste à faire.

L'intérêt de cette étude serait donc de monter un protocole visant à étudier le bénéfice ou le risque de la réalisation d'étirements musculaires des membres inférieurs suite à un effort sportif à

type de course à pied ou marche longue, et d'évaluer ce protocole. Celui-ci ne serait ainsi pas définitif, et serait amené à être modifié durant sa réalisation, en fonction des événements recensés. Il servira à montrer qu'une telle étude pourrait par la suite être montée afin de recueillir des données fiables à propos du bénéfice supposé des étirements des membres inférieurs.

Quel est le rôle des médecins d'unités ?

Lors de la visite médicale initiale, il vous sera demandé de bien vouloir informer et faire signer le consentement aux engagés.

Ensuite, lors de la consultation de ces mêmes engagés pour un quelconque événement en lien avec une pathologie musculaire des membres inférieurs recensée, il vous sera demandé de remplir une fiche de recueil de données, et de la remettre à l'investigateur. En cas de quelconque problème, nous vous remercions de bien vouloir informer rapidement l'investigateur.

L'étude ne modifie pas le traitement des pathologies recensées. Elle n'interfèrera donc aucunement avec votre pratique médicale.

Quels sont les résultats attendus de cette étude ?

Si les résultats de cette étude de faisabilité sont satisfaisants, il nous sera alors possible de valider le protocole à l'étude, et de mettre en place ultérieurement une étude à but statistiquement significatif.

Les données recueillies demeureront strictement confidentielles. Elles ne pourront être consultées que par l'équipe médicale, les personnes dûment mandatées par le promoteur de la recherche et éventuellement par des représentants des autorités sanitaires habilitées.

A l'issue de la recherche, vous serez informé de ses résultats globaux sur simple demande auprès du Professeur LAGAUCHE.

Vous pouvez à tout moment demander des informations au Professeur LAGAUCHE, au numéro de téléphone suivant : 03.87.56.24.27

ÉVÉNEMENTS RECENSÉS

Vous allez participer à une étude faisabilité portant sur le bénéfice des étirements musculaires des membres inférieurs.
Afin de permettre un recueil de données fiable et comparable, nous vous demandons de respecter les critères diagnostics que nous nous permettons de vous rappeler ci-dessous (issu de l'enseignement du Diplôme d'Universités de Médecine et de Traumatologie du Sport des universités de Nancy, Besançon, Dijon, Strasbourg et Reims), ainsi que la Fiche de recueil des données (Annexe 3) :

Seront recensés les traumatismes musculo-tendineux intrinsèques à type de :

- Tendinopathies, dont la gravité est précisée par la classification de Blazina
- Lésions musculaires intrinsèques, précisées par la classification de Rodineau

Ne seront pas recensés :

- les traumatismes musculo-tendineux extrinsèques, à type de choc direct ou compression traumatique des muscles (appelés couramment « béquille du sportif »), ou ses complications (calcification intramusculaire, kyste intramusculaire…)
- les ténosynovites d'étiologie infectieuse évidente

I. Principales tendinopathies

I. 1. Le genou

- *Tendinopathie de la patte d'oie* : Douleur au niveau de la face interne du genou, située en dessous du point d'angle postéro-interne.

- *Tendinopathie du tendon rotulien* : Douleur située à l'insertion du tendon rotulien sous la rotule et en avant de la tubérosité tibiale antérieure. Ne pas oublier d'évoquer une maladie d'Osgood-Schlatter.

- *Tendinopathie du quadriceps* : Douleur supra-rotulienne, le plus souvent avec une connotation latérale interne ou externe, réveillée par la flexion forcée ou répétée du genou, réveillée également par une manœuvre rotulienne contre résistance.

- *Tendinopathie du fascia lata ou syndrome de l'essuie-glace* : Douleur du compartiment latéral externe du genou, située près du point d'angle postéro-externe. Elle s'étend également au niveau du condyle fémoral externe.

I. 2. Pied et cheville

- *Tendinopathie des péroniers latéraux* : Douleur infra-malléolaire externe pouvant simuler une entorse bénigne du LLE. On retrouve une douleur à l'éversion contrariée du pied et une tuméfaction de la gaine des tendons.

- *Tendinopathie du jambier postérieur* : Douleur antéro-interne du pied, réveillée par la contraction contre résistance du jambier postérieur et la mise en valgus de l'arrière pied.

- *Tendinopathie du tendon d'Achille* : Douleur à la palpation de l'insertion du tendon d'Achille sur le Calcanéum, ou à la flexion plantaire contrariée de la cheville.

I. 3. Hanche

- *Pubalgie ou tendinopathie des adducteurs* : Douleur à la palpation de l'insertion pubienne des adducteurs et à l'adduction contrariée de la hanche.

II. Classification des lésions tendineuses selon Blazina

Stade 1 : Douleur après le sport, disparaissant au repos.

Stade 2 : Douleur en début d'activité, disparaissant à l'échauffement, puis réapparaissant avec la fatigue

Stade 3 : Douleur permanente lors du sport
• *3a* : limitation de l'entraînement
• *3 b* : gêne dans la vie quotidienne

Stade 4 : Rupture du tendon

Cette classification a l'avantage d'être simple et adaptée à la pratique médicale. Elle n'est pas corrélée à l'aspect histologique de la lésion.

III. Classification des lésions musculaires selon Rodineau

Se reporter au tableau à la page suivante.

IV. Syndromes musculo-tendineux

- *Désinsertion haute des ischio-jambiers* : Mécanisme de contraction excentrique. Douleur de la fesse avec impotence fonctionnelle totale. Vide sous-ischiatique à la palpation. Déficit de la force musculaire.

- *Syndrome des loges (loge surale)* : peut venir compliquer une lésion stade 3 ou 4 de la classification de Rodineau, par phénomène d'hyperpression liée à l'hématome.

- *Syndrome rotulien (fémoro-patellaire)* : Douleurs antérieures du genou, parfois sensations d'accrochage ou de pseudo-blocage en extension, voire d'instabilité. Craquement en flexion-extension. Syndrome « du cinéma » parfois décrit. Fonte musculaire si prise en charge tardive.

Classification des lésions musculaires selon Rodineau

QUESTIONNAIRE DE RESSENTI - PARTICIPANTS

Etude de faisabilité : l'intérêt des étirements musculaires des membres inférieurs dans la prévention des accidents musculo-tendineux suite à un effort sportif

Répondez en entourant votre réponse.

1) Immédiatement après une séance de sport, vous vous sentez :

Raide ou crispé	Comme d'habitude	Détendu
☐	☐	☐

2) Le soir après une séance de sport ou de montagne, vous vous sentez :

Raide ou crispé	Comme d'habitude	Détendu
☐	☐	☐

3) Le lendemain d'une séance de sport ou de montagne, vous vous sentez :

Raide ou crispé	Comme d'habitude	Détendu
☐	☐	☐

4) Avez-vous suivi les consignes d'étirement de vos cadres lors des séances sportives ?

J'ai parfaitement respecté le protocole	J'ai respecté les consignes mais pas toujours les étirements ou leur ordre de réalisation	Je n'ai respecté ni le groupe, ni les étirements demandés.
☐	☐	☐

5) Pensez-vous que cette étude présente un intérêt pratique ?

Pas du tout	Un peu	Beaucoup
☐	☐	☐

6) Estimez-vous que votre participation au protocole était libre ?

Pas du tout	Un peu	Beaucoup
☐	☐	☐

7) Estimez-vous que votre participation au protocole était contraignante ?

Pas du tout	Un peu	Beaucoup
☐	☐	☐

8) Pensez-vous que votre participation a été délétère pour votre santé ?

Pas du tout	Un peu	Beaucoup
☐	☐	☐

9) Seriez-vous prêt à participer à l'étude définitive si elle avait lieu ?

Pas du tout	Un peu	Beaucoup
☐	☐	☐

10) Remarques libres :

……

……

……

……

……

QUESTIONNAIRE D'EVALUATION - MEDECINS

Etude de faisabilité : l'intérêt des étirements musculaires des membres inférieurs dans la prévention des accidents musculo-tendineux suite à un effort sportif

Répondez en entourant votre réponse.

1) Pensez-vous que cette étude présente un intérêt pratique ?

Pas du tout ☐ Un peu ☐ Beaucoup ☐

2) Estimez-vous nécessaire de la réaliser ?

Pas du tout ☐ Un peu ☐ Beaucoup ☐

3) Estimez-vous que votre participation au protocole était contraignante ?

Pas du tout ☐ Un peu ☐ Beaucoup ☐

4) Pensez-vous avoir été ralenti par le protocole dans votre pratique professionnelle ?

Pas du tout ☐ Un peu ☐ Beaucoup ☐

5) Avez-vous rencontré des difficultés lors du recueil de données ?

Pas du tout ☐ Un peu ☐ Beaucoup ☐

6) Estimez-vous avoir reçu initialement suffisamment d'informations quant au déroulement de l'étude ?

Pas du tout ☐ Un peu ☐ Beaucoup ☐

7) Seriez-vous prêt à participer à l'étude définitive si elle avait lieu ?

Pas du tout ☐ Un peu ☐ Beaucoup ☐

8) Remarques libres :

……

……

……

……

……

QUESTIONNAIRE D'EVALUATION - CADRES

Etude de faisabilité : l'intérêt des étirements musculaires des membres inférieurs dans la prévention des accidents musculo-tendineux suite à un effort sportif

Répondez en entourant votre réponse.

1) Pensez-vous que cette étude présente un intérêt pratique ?

Pas du tout ☐ Un peu ☐ Beaucoup ☐

2) Avez-vous respecté à la lettre les consignes d'étirements auxquelles vous vous étiez engagé ?

Pas du tout ☐ Un peu ☐ Beaucoup ☐

3) Estimez-vous que votre participation au protocole était trop contraignante ?

Pas du tout ☐ Un peu ☐ Beaucoup ☐

4) Pensez-vous que votre participation a été délétère envers la formation des engagés ?

Pas du tout ☐ Un peu ☐ Beaucoup ☐

5) Avez-vous eu des difficultés lors de la réalisation du protocole ?

Pas du tout ☐ Un peu ☐ Beaucoup ☐

6) Seriez-vous prêt à participer à l'étude définitive si elle avait lieu ?

Pas du tout ☐ Un peu ☐ Beaucoup ☐

8) Remarques libres :

……

……

……

……

…… ……

……

RECENSEMENT DES SORTIS D'ÉTUDE

Etude de faisabilité : l'intérêt des étirements musculaires des membres inférieurs dans la prévention des accidents musculo-tendineux suite à un effort sportif

Date de début de FGI	Date de sortie de l'étude	Groupe d'appartenance	Motif de sortie

MODIFICATIONS DU PROTOCOLE

Etude de faisabilité : l'intérêt des étirements musculaires des membres inférieurs dans la prévention des accidents musculo-tendineux suite à un effort sportif

Date de l'événement	Événement	Modification du protocole

PROTOCOLE D'ETIREMENTS

Etude de faisabilité : l'intérêt des étirements musculaires des membres inférieurs dans la prévention des accidents musculo-tendineux suite à un effort sportif

Ces étirements sont de type passif de courte durée. Ils permettent au muscle de retrouver sa longueur initiale après un exercice qui a favorisé le raccourcissement de celui-ci (séance d'entraînement spécifique et compétition) et donc de lutter contre l'enraidissement. Ils participent à l'entretien de la souplesse et participent à la récupération après l'effort.

Ils s'effectuent en phase élastique, c'est-à-dire que la longueur du muscle après étirement sera revenue à celle initialement avant l'entrainement. Pour cela, le tiraillement ressenti durant leur réalisation doit être facilement supporté, sans tremblement ni douleur. Si le tiraillement ressenti devient plus marqué du fait d'un étirement plus important, on entre dans la phase dite « plastique », qui cherche à gagner en amplitude musculaire et augmenter la souplesse.

Chaque étirement dure 20 à 30 secondes où, par l'action de la pesanteur combinée ou non à une force extérieure, on recherche un gain d'amplitude progressif. La vitesse est lente, sans temps de ressort ni brutalité afin de ne pas mettre en jeu le réflexe myotatique. La tension maximale doit se situer à la limite du seuil douloureux. La respiration est lente, et c'est sur la phase expiratoire profonde que l'on laisse aller vers l'allongement. Chaque exercice sera répété 2 fois, après un temps de repos de quelques secondes.

1. Etirement du triceps sural

Amener le poids du corps sur le pied avant en fléchissant le genou avant, le genou arrière restant tendu.

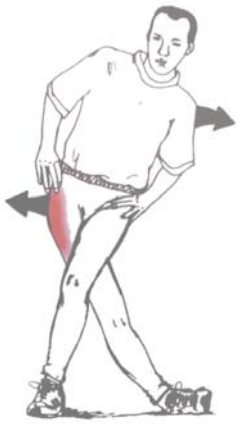
Basculer le bassin vers l'avant.
Le talon doit rester sur le sol.
Plier le genou arrière.

2. Etirement de la bandelette ilio-tibiale

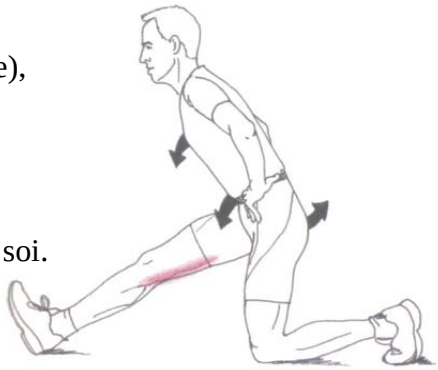
Debout, le membre inférieur à étirer tendu en arrière, l'autre membre en avant ayant le genou fléchi.

Descendre davantage sur la jambe en appui en réalisant une légère translation latérale du corps.

Incliner le buste.



3. Etirement des ischio-jambiers

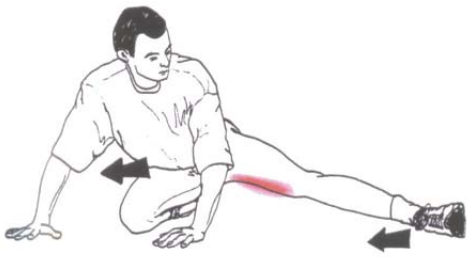


En appui sur une jambe tendue (contrairement à l'image ci-contre), genou tendu :
- basculer le bassin vers l'avant.
- Descendre le buste en direction du genou.

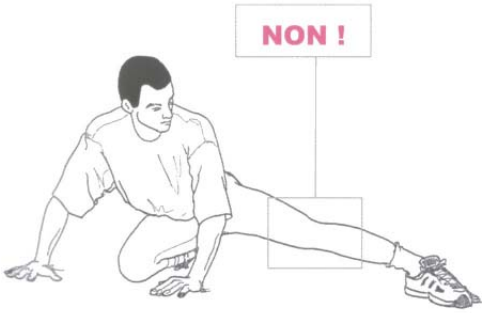
Si l'étirement n'est pas suffisant, remonter la pointe du pied vers soi.

4. Etirement des adducteurs

A genoux, écarter le membre à étirer sur le côté. Fléchir le buste et appuyer les mains sur le sol. Les fessiers reposent sur le talon.



Translater le bassin vers le côté opposé du membre à étirer. Le pied doit passer d'un appui plantaire à un appui sur son bord interne.



Lors de cet exercice, il ne doit pas y avoir de bâillement interne au niveau du genou.

5. Etirement du quadriceps

Bien en appui sur une barre ou un poteau.

Attraper le pied avec la main, basculer le bassin vers l'arrière.

La main amène le pied contre la fesse.

VU

NANCY, le **23 août 2013**
Le Président de Thèse

Professeur J. PAYSANT

NANCY, le **26 août 2013**
Le Doyen de la Faculté de Médecine

Professeur H. COUDANE

AUTORISE À SOUTENIR ET À IMPRIMER LA THÈSE N°6527

NANCY, le 30/08/2013

LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ DE LORRAINE

Professeur P. MUTZENHARDT

RESUME DE LA THESE

Les étirements musculaires passifs des membres inférieurs suite à un effort sportif se sont répandus depuis quelques décennies seulement dans la population sportive, s'imposant comme l'un des outils efficaces de récupération musculaire et de prévention des lésions musculo-tendineuses. Cette pratique reste cependant très controversée, car le nombre limité d'études à ce sujet, de qualité variable, ont montré des résultats assez divergents.

Notre thèse se proposait d'évaluer un protocole d'étude visant à établir un tel effet avec un niveau de preuve suffisant.

Dans cette optique, une étude épidémiologique étiologique de cohorte, contrôlée, de type exposé/non exposé, a été mise en place dans un centre de formation militaire.

Cependant un échantillon de 130 sujets suivis sur une période de trois mois n'a pas permis de calculer la population nécessaire à ce niveau de preuve. Les biais et difficultés techniques, bien mis en évidence par notre étude de faisabilité, semblent difficilement contournables.

Et si notre étude de faisabilité semble montrer un véritable effet des étirements musculaires sur le ressenti des sportifs, il faudrait une étude d'une ampleur très importante et contrôlée à l'extrême pour pouvoir affirmer un effet sur l'incidence des traumatismes musculo-tendineux.

TITRE EN ANGLAIS

Feasibility study : interest of lower limbs stretching in the prevention of muscular or tendinous injury after a sporting effort

DISCIPLINE

MEDECINE GENERALE – ANNEE 2013

MOTS CLEFS :

-étirements musculaires
-lésion musculo-tendineuse
-membres inférieurs
-prévention

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR :

UNIVERSITE DE LORRAINE
Faculté de Médecine de Nancy
9, avenue de la Forêt de Haye
54505 VANDOEUVRE LES NACY Cedex