

UNIVERSITÉ TOULOUSE III – Paul SABATIER

FACULTÉ DE SANTÉ

Année 2024

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE

SPÉCIALITÉ MÉDECINE GÉNÉRALE

Présentée et soutenue publiquement par

Gaëtan BIZAT

Le 2 Décembre 2024

LÉSIONS MUSCULAIRES AIGUËS DES ISCHIO-JAMBIERS EN SOINS DE PREMIER  
RECOURS : ENQUÊTE DE PRATIQUE EN HAUTES-PYRÉNÉES

Directeur de thèse : Docteur Sébastien MUR

JURY :

Madame la Professeure Marie-Ève ROUGE-BUGAT

Présidente

Monsieur le Professeur Philippe MARQUE

Assesseur

Madame la Professeure Motoko DELAHAYE

Assesseure



**FACULTÉ DE SANTÉ**
  
**Département de Médecine, Maïeutique et Paramédical**
  
**Doyen - Directeur: Pr Thomas GEERAERTS**

**Tableau du personnel Hospitalo-Universitaire de médecine**
  
**2023-2024**

**Professeurs Honoraires**

Doyen Honoraire	M. CHAP Hugues	Professeur Honoraire	M. GERAUD Gilles
Doyen Honoraire	M. GUIRAUD-CHAUMEIL Bernard	Professeur Honoraire	M. GHISOLFI Jacques
Doyen Honoraire	M. PUEL Pierre	Professeur Honoraire	M. GLOCK Yves
Doyen Honoraire	M. ROUGE Daniel	Professeur Honoraire	M. GOUZI Jean-Louis
Doyen Honoraire	M. SERRANO Elie	Professeur Honoraire	M. GRAND Alain
Doyen Honoraire	M. VINEL Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. HOFF Jean
Professeur Honoraire	M. ABBAL Michel	Professeur Honoraire	M. JOFFRE Francis
Professeur Honoraire	M. ADER Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. LAGARRIGUE Jacques
Professeur Honoraire	M. ADOUE Daniel	Professeur Honoraire	M. LANG Thierry
Professeur Honoraire	M. ARBUS Louis	Professeur Honoraire	Mme LARENG Marie-Blanche
Professeur Honoraire	M. ARLET Philippe	Professeur Honoraire	M. LAROCHE Michel
Professeur Honoraire	M. ARLET-SUAU Elisabeth	Professeur Honoraire	M. LAUQUE Dominique
Professeur Honoraire	M. ARNE Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. LAURENT Guy
Professeur Honoraire	M. ATTAL Michel	Professeur Honoraire	M. LAZORTHES Franck
Professeur Honoraire	M. BARRET André	Professeur Honoraire	M. LEOPHONTE Paul
Professeur Honoraire	M. BARTHE Philippe	Professeur Honoraire	M. MAGNAVAL Jean-François
Professeur Honoraire	M. BAYARD Francis	Professeur Honoraire	M. MALECAZE François
Professeur Honoraire	M. BLANCHER Antoine	Professeur Honoraire	M. MANELFE Claude
Professeur Honoraire	M. BOCCALON Henri	Professeur Honoraire	M. MANSAT Michel
Professeur Honoraire	M. BONAFÉ Jean-Louis	Professeur Honoraire	M. MARCHOU Bruno
Professeur Honoraire	M. BONEU Bernard	Professeur Honoraire	M. MASSIP Patrice
Professeur Honoraire	M. BONNEVIALLE Paul	Professeur Honoraire	Mme MARTY Niccle
Professeur Honoraire	M. BOSSAVY Jean-Pierre	Professeur Honoraire	M. MAZIERES Bernard
Professeur Honoraire	M. BOUNHOURE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. MONROZIES Xavier
Professeur Honoraire	M. BOUTAULT Franck	Professeur Honoraire	M. MONTASTRUC Jean-Louis
Professeur Honoraire Associé	M. BROS Bernard	Professeur Honoraire	M. MOSCOVICI Jacques
Professeur Honoraire	M. BUGAT Roland	Professeur Honoraire	M. MURAT
Professeur Honoraire	M. BUJAN Louis	Professeur Honoraire associé	M. NICODEME Rcbert
Professeur Honoraire	M. CAHUZAC Jean-Philippe	Professeur Honoraire	M. OLIVES Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CALVAS Patrick	Professeur Honoraire	M. PARINAUD Jean
Professeur Honoraire	M. CARATERO Claude	Professeur Honoraire	M. PASCAL Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. CARLES Pierre	Professeur Honoraire	M. PERRET Bertrand
Professeur Honoraire	M. CARON Philippe	Professeur Honoraire	M. PESSEY Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. CARRIERE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. PLANTE Pierre
Professeur Honoraire	M. CARTON Michel	Professeur Honoraire	M. PONTONNIER Georges
Professeur Honoraire	M. CATHALA Bernard	Professeur Honoraire	M. POURRAT Jacques
Professeur Honoraire	M. CHABANON Gérard	Professeur Honoraire	M. PRADERE Bernard
Professeur Honoraire	M. CHAMONTIN Bernard	Professeur Honoraire	M. PRIS Jacques
Professeur Honoraire	M. CHAVOIN Jean-Pierre	Professeur Honoraire	Mme PUEL Jacqueline
Professeur Honoraire	M. CHIRON Philippe	Professeur Honoraire	M. PUJOL Michel
Professeur Honoraire	M. CLANET Michel	Professeur Honoraire	M. QUERLEU Denis
Professeur Honoraire	M. CONTE Jean	Professeur Honoraire	M. RAILHAC Jean-Jacques
Professeur Honoraire	M. COSTAGLIOLA Michel	Professeur Honoraire	M. REGNIER Claude
Professeur Honoraire	M. COTONAT Jean	Professeur Honoraire	M. REME Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. DABERNAT Henri	Professeur Honoraire	M. RISCHMANN Pascal
Professeur Honoraire	M. DAHAN Marcel	Professeur Honoraire	M. RIVIERE Daniel
Professeur Honoraire	M. DALOUS Antoine	Professeur Honoraire	M. ROCHE Henri
Professeur Honoraire	M. DALY-SCHVEITZER Nicolas	Professeur Honoraire	M. ROCHICCIOLI Pierre
Professeur Honoraire	M. DAVID Jean-Frédéric	Professeur Honoraire	M. ROLLAND Michel
Professeur Honoraire	Mme DELISLE Marie-Bernadette	Professeur Honoraire	M. ROQUES-LATRILLE Christian
Professeur Honoraire	M. DELSOL Georges	Professeur Honoraire	M. ROUGE Daniel
Professeur Honoraire	Mme DIDIER Jacqueline	Professeur Honoraire	M. RUMEAU Jean-Louis
Professeur Honoraire	M. DUCOS Jean	Professeur Honoraire	M. SALVADOR Michel
Professeur Honoraire	M. DUFFAUT Michel	Professeur Honoraire	M. SALVAYRE Robert
Professeur Honoraire	M. DUPRE M.	Professeur Honoraire	M. SARRAMON Jean-Pierre
Professeur Honoraire	M. DURAND Dominique	Professeur Honoraire	M. SCHMITT Laurent
Professeur Honoraire associé	M. DUTAU Guy	Professeur Honoraire	M. SERRE Guy
Professeur Honoraire	M. ESCOURROU Jean	Professeur Honoraire	M. SIZUN Jacques
Professeur Honoraire	M. ESQUERRE Jean-Paul	Professeur Honoraire	M. SIMON Jacques
Professeur Honoraire	M. FABIE Michel	Professeur Honoraire	M. SUC Jean-Michel
Professeur Honoraire	M. FABRE Jean	Professeur Honoraire	M. THOUVENOT Jean-Paul
Professeur Honoraire	M. FOURNIAL Gérard	Professeur Honoraire	M. TREMOULET Michel
Professeur Honoraire	M. FOURNIE Bernard	Professeur Honoraire	M. VALDIGUIE Pierre
Professeur Honoraire	M. FOURTANIER Gilles	Professeur Honoraire	M. VAYSSE Philippe
Professeur Honoraire	M. FRAYSSE Bernard	Professeur Honoraire	M. VIRENQUE Christian
Professeur Honoraire	M. FREXINOS Jacques	Professeur Honoraire	M. VOIGT Jean-Jacques
Professeur Honoraire	Mme GENESTAL Michèle		

**Professeurs Émérites**

Professeur BUJAN Louis	Professeur LAROCHE Michel	Professeur MONTASTRUC Jean-Louis	Professeur SIZUN Jacques
Professeur CARON Philippe	Professeur LAUQUE Dominique	Professeur PARINI Angelo	Professeur VIRENQUE Christian
Professeur CHAP Hugues	Professeur MAGNAVAL Jean-François	Professeur PERRET Bertrand	Professeur VINEL Jean-Pierre
Professeur FRAYSSE Bernard	Professeur MARCHOU Bruno	Professeur ROQUES LATRILLE Christian	
Professeur LANG Thierry	Professeur MESTHE Pierre	Professeur SERRE Guy	Mise à jour le 14/05/2024

**FACULTÉ DE SANTÉ**  
**Département de Médecine, Maïeutique et Paramédical**

**P.U. - P.H.**  
**Classe Exceptionnelle et 1ère classe**

M. ACAR Philippe	Pédiatrie	Mme LAPRIE Anne	Radiothérapie
M. ACCABLED Franck (C.E)	Chirurgie Infantile	M. LARRUE Vincent	Neurologie
M. ALRIC Laurent (C.E)	Médecine Interne	M. LAUQUE Dominique (C.E)	Médecine d'Urgence
M. AMAR Jacques (C.E)	Thérapeutique	Mme LAURENT Camille	Anatomie Pathologique
Mme ANDRIEU Sandrine	Epidémiologie, Santé publique	M. LAUWERS Frédéric	Chirurgie maxillo-faciale
M. ARBUS Christophe	Psychiatrie	M. LE CAIGNEC Cédric	Généraliste
M. ARNAL Jean-François (C.E)	Physiologie	M. LEVADE Thierry (C.E)	Biochimie
M. AUSSEIL Jérôme	Biochimie et biologie moléculaire	M. LIBLAU Roland (C.E)	Immunologie
M. AVET-LOISEAU Hervé (C.E)	Hématologie, transfusion	M. MALAVAUD Bernard (C.E)	Urologie
M. BERRY Antoine (C.E.)	Parasitologie	M. MANSAT Pierre (C.E)	Chirurgie Orthopédique
Mme BERRY Isabelle (C.E)	Biophysique	M. MARCHEIX Bertrand	Chirurgie thoracique cardiovascul
M. BIRMES Philippe	Psychiatrie	M. MARQUE Philippe (C.E)	Médecine Physique et Réadaptation
M. BONNEVILLE Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique	M. MARTIN-BLONDEL Guillaume	Maladies infectieuses, maladies tropicales
M. BONNEVILLE Fabrice	Radiologie	M. MAS Emmanuel	Pédiatrie
M. BROUCHET Laurent	Chirurgie thoracique et cardio-vascul	M. MAURY Jean-Philippe (C.E)	Cardiologie
M. BROUSSET Pierre (C.E)	Anatomie pathologique	Mme MAZEREUW Juliette	Dermatologie
Mme BURA-RIVIERE Alessandra (C.E)	Médecine Vasculaire	M. MAZIERES Julien (C.E)	Pneumologie
M. BUREAU Christophe (C.E.)	Hépatogastro-entérologie	M. MINVILLE Vincent (C.E.)	Anesthésiologie Réanimation
M. BUSCAIL Louis (C.E)	Hépatogastro-entérologie	M. MOLINIER Laurent (C.E)	Epidémiologie, Santé Publique
M. CANTAGREL Alain (C.E)	Rhumatologie	Mme MOYAL Elisabeth (C.E)	Cancérologie
M. CARRERE Nicolas	Chirurgie Générale	M. MUSCARI Fabrice	Chirurgie Digestive
M. CARRIE Didier (C.E)	Cardiologie	Mme NOURHASHEMI Fatemeh (C.E)	Gériatrie
M. CHAIX Yves	Pédiatrie	M. OLIVOT Jean-Marc	Neurologie
Mme CHANTALAT Elodie	Anatomie	M. OSWALD Eric (C.E)	Bactériologie-Virologie
M. CHAPUT Benoit	Chirurgie plastique	M. PAGES Jean-Christophe	Biologie cellulaire
Mme CHARPENTIER Sandrine (C.E)	Médecine d'urgence	M. PARIENTE Jérémie	Neurologie
M. CHAUFOUR Xavier (C.E.)	Chirurgie Vasculaire	M. PAUL Carle (C.E)	Dermatologie
M. CHAUVEAU Dominique	Néphrologie	M. PAYOUX Pierre (C.E)	Biophysique
M. CHAYNES Patrick	Anatomie	M. PAYRASTRE Bernard (C.E)	Hématologie
M. CHOLLET François (C.E)	Neurologie	M. PERON Jean-Marie (C.E)	Hépatogastro-entérologie
M. CONSTANTIN Arnaud	Rhumatologie	Mme PERROT Aurore	Physiologie
M. COURBON Frédéric (C.E)	Biophysique	M. RASCOL Olivier (C.E)	Pharmacologie
Mme COURTADE SAIDI Monique (C.E)	Histologie Embryologie	Mme RAUZY Odile (C.E.)	Médecine Interne
M. DAMBRIN Camille	Chir. Thoracique et Cardiovasculaire	M. RAYNAUD Jean-Philippe (C.E)	Psychiatrie Infantile
M. DE BOISSEZON Xavier	Médecine Physique et Réadapt Fonct.	M. RECHER Christian(C.E)	Hématologie
M. DEGUINE Olivier (C.E)	Oto-rhino-laryngologie	M. RITZ Patrick (C.E)	Nutrition
M. DELABESSE Eric	Hématologie	M. ROLLAND Yves (C.E)	Gériatrie
M. DELOBEL Pierre	Maladies Infectieuses	M. RONCALLI Jérôme	Cardiologie
M. DELORD Jean-Pierre (C.E)	Cancérologie	M. ROUSSEAU Hervé (C.E)	Radiologie
M. DIDIER Alain (C.E)	Pneumologie	M. ROUX Franck-Emmanuel (C.E.)	Neurochirurgie
M. DUCOMMUN Bernard	Cancérologie	M. SAILLER Laurent (C.E)	Médecine Interne
Mme DULY-BOUHANICK Béatrice (C.E)	Thérapeutique	M. SALES DE GAUZY Jérôme (C.E)	Chirurgie Infantile
M. ELBAZ Meyer	Cardiologie	M. SALLES Jean-Pierre (C.E)	Pédiatrie
Mme EVRARD Solène	Histologie, embryologie et cytologie	M. SANS Nicolas	Radiologie
M. FERRIERES Jean (C.E)	Epidémiologie, Santé Publique	Mme SAVAGNER Frédérique	Biochimie et biologie moléculaire
M. FOURCADE Olivier (C.E)	Anesthésiologie	Mme SELVES Janick (C.E)	Anatomie et cytologie pathologiques
M. FOURNIÉ Pierre	Ophthalmologie	M. SENARD Jean-Michel (C.E)	Pharmacologie
M. GALINIER Michel (C.E)	Cardiologie	M. SERRANO Elie (C.E)	Oto-rhino-laryngologie
M. GAME Xavier (C.E)	Urologie	M. SOL Jean-Christophe	Neurochirurgie
Mme GARDETTE Virginie	Epidémiologie, Santé publique	M. SOLER Vincent	Ophthalmologie
Mme GASCOIN Géraldine	Pédiatrie	Mme SOMMET Agnès	Pharmacologie
M. GEERAERTS Thomas	Anesthésiologie et réanimation	Mme SOTO-MARTIN Maria-Eugénia	Gériatrie et biologie du vieillissement
Mme GOMEZ-BROUCHET Anne-Muriel (C.E)	Anatomie Pathologique	M. SOULAT Jean-Marc (C.E)	Médecine du Travail
M. GOURDY Pierre (C.E)	Endocrinologie	M. SOULIE Michel (C.E)	Urologie
M. GROLLEAU RAOUX Jean-Louis (C.E)	Chirurgie plastique	M. SUC Bertrand	Chirurgie Digestive
Mme GUIMBAUD Rosine	Cancérologie	Mme TAUBER Marie-Thérèse (C.E)	Pédiatrie
Mme HANAIRE Hélène (C.E)	Endocrinologie	M. TELMON Norbert (C.E)	Médecine Légale
M. HUYGHE Eric	Urologie	Mme TREMOLLIÈRES Florence (C.E.)	Biologie du développement
M. IZOPET Jacques (C.E)	Bactériologie-Virologie	Mme URO-COSTE Emmanuelle (C.E)	Anatomie Pathologique
M. KAMAR Nassim (C.E)	Néphrologie	M. VAYSSIERE Christophe (C.E)	Gynécologie Obstétrique
Mme LAMANT Laurence (C.E)	Anatomie Pathologique	M. VELLAS Bruno (C.E)	Gériatrie
M. LANGIN Dominique (C.E)	Nutrition	M. VERGEZ Sébastien	Oto-rhino-laryngologie

**P.U. Médecine générale**

Mme DUPOUY Julie  
M. OUSTRIC Stéphane (C.E)  
Mme ROUGE-BUGAT Marie-Eve

**FACULTÉ DE SANTÉ**  
**Département de Médecine, Maïeutique et Paramédical**

P.U. - P.H. 2ème classe	Professeurs Associés
M. ABBO Olivier	Chirurgie infantile
Mme BONGARD Vanina	Epidémiologie, Santé publique
M. BOUNES Vincent	Médecine d'urgence
Mme BOURNET Barbara	Gastro-entérologie
Mme CASPER Charlotte	Pédiatrie
M. CAVAINAC Etienne	Chirurgie orthopédique et traumatologie
M. COGNARD Christophe	Radiologie
Mme CORRE Jill	Hématologie
Mme DALENC Florence	Cancérologie
M. DE BONNECAZE Guillaume	Anatomie
M. DECRAMER Stéphane	Pédiatrie
Mme DUPRET-BORIES Agnès	Oto-rhino-laryngologie
M. EDOUARD Thomas	Pédiatrie
M. FAGUER Stanislas	Néphrologie
Mme FARUCH BILFELD Marie	Radiologie et imagerie médicale
M. FRANCHITTO Nicolas	Addictologie
M. GARRIDO-STÓWHAS Ignacio	Chirurgie Plastique
M. GUERBY Paul	Gynécologie-Obstétrique
M. GUIBERT Nicolas	Pneumologie
M. GUILLEMINAULT Laurent	Pneumologie
M. HOUZE-CERFON	Médecine d'urgence
M. HERIN Fabrice	Médecine et santé au travail
M. LAIREZ Olivier	Biophysique et médecine nucléaire
M. LEANDRI Roger	Biologie du dével. et de la reproduction
M. LHERMUSIER Thibault	Cardiologie
M. LOPEZ Raphael	Anatomie
Mme MARTINEZ Alejandra	Gynécologie
M. MARX Mathieu	Oto-rhino-laryngologie
M. MEYER Nicolas	Dermatologie
Mme MOKRANE Fatima	Radiologie et imagerie médicale
Mme MONTASTIER Emilie	Nutrition
Mme PASQUET Marlène	Pédiatrie
M. PIAU Antoine	Médecine interne
M. PORTIER Guillaume	Chirurgie Digestive
M. PUGNET Grégory	Médecine interne
M. REINA Nicolas	Chirurgie orthopédique et traumatologique
M. RENAUDINEAU Yves	Immunologie
M. REVET Alexis	Pédo-psychiatrie
M. ROUMIGUIE Mathieu	Urologie
Mme RUYSSSEN-WITRAND Adeline	Rhumatologie
M. SAVALL Frédéric	Médecine légale
M. SILVA SIFONTES Stein	Réanimation
M. TACK Ivan	Physiologie
Mme VAYSSE Charlotte	Cancérologie
Mme VEZZOSI Delphine	Endocrinologie
M. YRONDI Antoine	Psychiatrie
M. YSEBAERT Loic	Hématologie
	<b>Professeurs Associés de Médecine Générale</b>
	M. ABITTEBOUL Yves
	M. BIREBENT Jordan
	M. BOYER Pierre
	Mme FREYENS Anne
	Mme IRI-DELAHAYE Motoko
	Mme LATROUS Leila
	M. POUTRAIN Jean-Christophe
	M. STILLMUNKES André
	<b>Professeurs Associés Honoraires</b>
	Mme MALAUDA Sandra
	Mme PAVY LE TRAON Anne
	M. SIBAUD Vincent
	Mme WOISARD Virginie

**FACULTÉ DE SANTÉ**  
**Département de Médecine, Maïeutique et Paramédical**

**MCU - PH**

Mme ABRAVANEL Florence	Bactériologie Virologie Hygiène	M. GASQ David	Physiologie
M. APOIL Pol Andre	Immunologie	M. GATIMEL Nicolas	Médecine de la reproduction
Mme ARNAUD Catherine	Epidémiologie	Mme GENNERO Isabelle	Biochimie
Mme AUSSEIL-TRUDEL Stéphanie	Biochimie	Mme GENOUX Annelise	Biochimie et biologie moléculaire
Mme BASSET Céline	Cytologie et histologie	Mme GRARE Marion	Bactériologie Virologie Hygiène
Mme BELLIERES-FABRE Julie	Néphrologie	Mme GUILBEAU-FRUGIER Céline	Médecine légale et droit de la santé
Mme BENEVENT Justine	Pharmacologie fondamentale	Mme GUYONNET Sophie	Nutrition
Mme BERTOLI Sarah	Hématologie, transfusion	M. HAMDJ Safouane	Biochimie
M. BIETH Eric	Génétique	Mme HITZEL Anne	Biophysique
Mme BOST Chloé	Immunologie	M. HOSTALRICH Aurélien	Chirurgie vasculaire
Mme BOUNES Fanny	Anesthésie-Réanimation	M. IRIART Xavier	Parasitologie et mycologie
Mme BREHIN Camille	Pneumologie	Mme JONCA Nathalie	Biologie cellulaire
M. BUSCAIL Etienne	Chirurgie viscérale et digestive	M. KARSENTY Clément	Cardiologie
Mme CAMARE Caroline	Biochimie et biologie moléculaire	M. LAPEBIE François-Xavier	Médecine vasculaire
Mme CANTERO Anne-Valérie	Biochimie	Mme LAPEYRE-MESTRE Maryse	Pharmacologie
Mme CARFAGNA Luana	Pédiatrie	M. LEPAGE Benoit	Biostatistiques et Informatique médicale
Mme CASPAR BAUGUIL Sylvie	Nutrition	M. LHOMME Sébastien	Bactériologie-virologie
Mme CASSAGNE Myriam	Ophthalmologie	Mme MASSIP Clémence	Bactériologie-virologie
Mme CASSAING Sophie	Parasitologie	Mme MAULAT Charlotte	Chirurgie digestive
Mme CASSOL Emmanuelle	Biophysique	Mme MAUPAS SCHWALM Française	Biochimie
M. CHASSAING Nicolas	Génétique	M. MONTASTRUC François	Pharmacologie
M. CLAVEL Cyril	Biologie Cellulaire	Mme MOREAU Jessika	Biologie du dév. Et de la reproduction
Mme COLOMBAT Magali	Anatomie et cytologie pathologiques	Mme MOREAU Marion	Physiologie
M. COMONT Thibaut	Médecine interne	M. MOULIS Guillaume	Médecine interne
M. CONGY Nicolas	Immunologie	Mme NOGUEIRA Maria Léonor	Biologie Cellulaire
Mme COURBON Christine	Pharmacologie	Mme PERICART Sarah	Anatomie et cytologie pathologiques
M. CURET Jonathan	Neurologie	M. PILLARD Fabien	Physiologie
Mme DAMASE Christine	Pharmacologie	Mme PLAISANCIE Julie	Génétique
Mme DE GLISEZINSKY Isabelle	Physiologie	Mme PUISSANT Bénédicte	Immunologie
M. DEDOUIT Fabrice	Médecine Légale	Mme QUELVEN Isabelle	Biophysique et médecine nucléaire
M. DEGBOE Yannick	Rhumatologie	Mme RAYMOND Stéphanie	Bactériologie Virologie Hygiène
M. DELMAS Clément	Cardiologie	Mme RIBES-MAUREL Agnès	Hématologie
M. DELPLA Pierre-André	Médecine Légale	Mme SABOURDY Frédérique	Biochimie
M. DESPAS Fabien	Pharmacologie	Mme SALLES Juliette	Psychiatrie adultes/Addictologie
M. DUBOIS Damien	Bactériologie Virologie Hygiène	Mme SAUNE Karine	Bactériologie Virologie
Mme ESQUIROL Yolande	Médecine du travail	Mme SIEGFRIED Aurore	Anatomie et cytologie pathologiques
Mme FABBRI Margherita	Neurologie	Mme TRAMUNT Blandine	Endocrinologie, diabète
Mme FILLAUX Judith	Parasitologie	M. TREINER Emmanuel	Immunologie
Mme FLOCH Pauline	Bactériologie-Virologie	Mme VALLET Marion	Physiologie
Mme GALINIER Anne	Nutrition	M. VERGEZ François	Hématologie
M. GANTET Pierre	Biophysique	Mme VIJA Lavinia	Biophysique et médecine nucléaire

**M.C.U. Médecine générale**

M. BRILLAC Thierry  
M. CHICOULAA Bruno  
M. ESCOURROU Emile  
Mme GIMENEZ Laetitia

**Maîtres de Conférence Associés**

**M.C.A. Médecine Générale**

Mme BOURGEOIS Odile  
Mme BOUSSIER Nathalie  
Mme DURRIEU Florence  
Mme FRANZIN Emilie  
M. GACHIES Hervé  
M. PEREZ Denis  
M. PIPONNIER David  
Mme PUECH Marielle  
M. SAVIGNAC Florian

## LISTE DES ABREVIATIONS :

AINS : Anti-inflammatoire non stéroïdien

BFCP : Courte portion du muscle biceps fémoral

BFLP : Longue portion du muscle biceps fémoral

BFR : Appareils de *Blood Flow Restriction*, à restriction du flux sanguin

CDOM : Conseil Départemental de l'Ordre des Médecins

CDOMK : Conseil Départemental de l'Ordre des Masseurs-Kinésithérapeutes

CH : Centre Hospitalier

CNIL : Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés

CNOM : Conseil National de l'Ordre des Médecins

CNOMK : Conseil National de l'Ordre des Masseurs-Kinésithérapeutes

DES : Diplôme d'Etudes Spécialisées

DESC : Diplôme d'Etudes Spécialisées Complémentaires

DOMS : *Delayed Onset Muscle Soareness*, "courbatures"

DREES : Direction de la Recherche, des Études, de l'Évaluation et des Statistiques

DUMG : Département Universitaire de Médecine Générale

EMG : Électromyographie

EPIT : Électrolyse Percutanée Intratissulaire

EVA : Échelle Visuelle Analogique

EVS : Échelle Verbale Simple

FC : Fréquence cardiaque

HRR : *Heart Rate Recovery*, capacité de récupération cardiovasculaire après l'effort

IJ : Muscles Ischio-Jambiers

IRM : Imagerie par Résonance Magnétique

LCA : Ligament Croisé Antérieur

LIJ : Lésion des muscles Ischio-Jambiers

LM : Lésion Musculaire

MG : Médecin Généraliste

MKDE : Masseur Kinésithérapeute Diplômé d'État

MSP : Maison de Santé Pluriprofessionnelle

MSU : Maître de Stage Universitaire

MU : Médecin Urgentiste

NFL : National Football League

NH : *Nordic Hamstring*

PRP : Plasma Riche en Plaquettes

PPP : Plasma Pauvre en Plaquettes

*RATIO I/Q* : *Ratio* de force dynamométrique entre Ischio-jambiers et Quadriceps

*RATIO H/C* : *Ratio* de force dynamométrique entre ischio-jambiers Homo et Controlatéral

RPE : *Rating of Perceived Exertion*, auto-évaluation de l'intensité perçue lors d'un effort

RTS : Retour au sport (entraînement spécifique complet et compétition)

ST : Muscle Semi-Tendineux

SM : Muscle Semi-Membraneux

UI : Unités Internationales

VFC : Variabilité de la Fréquence Cardiaque

VO2 max : Volume Maximal d'Oxygène consommé par l'athlète (mL/kg/min)

## TABLE DES MATIÈRES

<b>I.</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
	I.1. ANATOMIE ET ASPECTS BIOMÉCANIQUES .....	1
	I.2. MÉCANISME LÉSIONNEL .....	1
	I.3. CONTEXTE ET RECOMMANDATIONS .....	2
<b>II.</b>	<b>MATÉRIEL ET MÉTHODE .....</b>	<b>4</b>
	II.1. OBJECTIFS.....	4
	II.2. TYPE D'ÉTUDE.....	4
	II.3. POPULATION ÉTUDIÉE.....	4
	II.4. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE .....	5
	II.5. QUESTIONNAIRES.....	5
	II.6. RECUEIL DES DONNÉES ET ANALYSES STATISTIQUES.....	6
<b>III.</b>	<b>RÉSULTATS.....</b>	<b>8</b>
	III.1. POPULATION DE L'ÉTUDE .....	8
	III.2. STATISTIQUES DESCRIPTIVES .....	8
	III.2.A. OBJECTIF PRIMAIRE .....	8
	III.2.B. OBJECTIF SECONDAIRE.....	15
	III.3. STATISTIQUES ANALYTIQUES .....	22
	III.3.A. OBJECTIF PRIMAIRE .....	22
	III.3.B. OBJECTIF SECONDAIRE.....	23
<b>IV.</b>	<b>DISCUSSION .....</b>	<b>25</b>
	IV.1. DIAGNOSTIC .....	25
	IV.2. EXAMENS COMPLÉMENTAIRES ET PONCTION D'HÉMATOME.....	26
	IV.3. CLASSIFICATIONS ET CRITÈRES DE GRAVITÉ.....	28
	IV.4. INDICATIONS CHIRURGICALES.....	29
	IV.5. PRISE EN CHARGE PHARMACOLOGIQUE.....	30
	IV.6. PRISE EN CHARGE PRÉCOCE.....	31
	IV.7. ÉLABORATION DU PROTOCOLE RÉÉDUCATIF.....	32
	IV.7.A. RESPECT DU RESENTI DU PATIENT.....	32
	IV.7.B. INDIVIDUALISATION ET SPÉCIFICITÉ.....	32
	IV.7.C. DRAPEAUX ROUGES .....	33
	IV.7.D. INTÉRÊT DES EXERCICES ISOMÉTRIQUES PRÉCOCES .....	33
	IV.7.E. IMPORTANCE DES CONTRAINTES EXCENTRIQUES.....	34
	IV.7.F. IMPORTANCE DU BFLP.....	34
	IV.7.G. TRAVAIL FONCTIONNEL PRÉCOCE : LE ROLE CLÉ DE LA COURSE.....	35
	IV.7.H. NE PAS NÉGLIGER LES AUTRES FACTEURS DE RISQUE LÉSIONNEL.....	36
	IV.7.I. QUANTIFICATION DE LA FATIGUE.....	36
	IV.7.J. COMMUNICATION INTER ET PLURIPROFESSIONNELLE.....	37
	IV.8. RETOUR AU SPORT.....	37
	IV.9. THÉRAPIES D'APPOINT .....	39
	IV.10. FORCES, LIMITES ET PERSPECTIVES .....	39
	IV.10.A. FORCES.....	39



IV.10.B. LIMITES .....	40
IV.10.C. PERSPECTIVES .....	41
<b>V. CONCLUSION .....</b>	<b>42</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>43</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>64</b>

# I. INTRODUCTION

## I.1. ANATOMIE ET ASPECTS BIOMECANIQUES

Composés du biceps fémoral avec sa longue et courte portion (BFLP et BFCP), du semi-membraneux (SM) et du semi-tendineux (ST), l'anatomie et la fonction des ischio-jambiers (IJ) expliquent les enjeux lésionnels qui leur sont attribués.

Le BFLP et le ST s'insèrent conjointement en proximal sur la tubérosité ischiatique. Le BFLP possède également une insertion sur le ligament sacro-tubéreuse, le liant aux articulations sacro-iliaques. Les IJ sont donc directement connectés au bassin, à la région lombo-sacro-iliaque et indirectement au tronc. En distalité, le ST et le SM sont liés au ligament collatéral médial et au ménisque médial. Le biceps fémoral s'insère sur la tête de la fibula et possède des attaches au ligament collatéral latéral, à la bandelette ilio-tibiale et au fascia associé.

Ils sont majoritairement extenseurs de hanche et fléchisseurs de genou mais sont aussi impliqués dans les rotations de jambe et le contrôle des translations du genou. Leur composante bi-articulaire leur octroie un rôle crucial de stabilisation et de lutte contre la gravité dans la cinétique de course à pied. Les IJ sont alors le groupe musculaire le plus largement recruté et le principal siège d'application des contraintes excentriques. Ces données s'expriment majoritairement au sein du BFLP et la conjonction de facteurs biomécaniques de mise en tension musculaire depuis le tronc jusqu'au pelvis l'exposent particulièrement aux lésions [1].

## I.2. MÉCANISME LÉSIONNEL

Les lésions musculaires (LM) ne touchent pas que les fibres musculaires, rapidement reconstructibles par mobilisation sanguine de leurs protéines structurelles. Les délais et enjeux cicatriciels dépendent du degré d'atteinte des tissus conjonctifs de soutien. Ces structures collagéniques nécessitent des phases de resynthèse et de réadaptation proportionnelles à leur destruction. Nous devrions donc parler de lésions « myocollagéniques » mais par souci de compréhension nous continuerons d'utiliser le terme de « lésions musculaires » au travers de l'étude [2].

Les LM peuvent survenir sur un mécanisme traumatique direct ou indirect.

Un traumatisme direct provoque une dilacération des tissus accompagnée d'une hémorragie interstitielle parfois volumineuse. Leur localisation la plus fréquente est le vaste intermédiaire par compression du muscle contre la diaphyse fémorale. Les lésions indirectes ou « intrinsèques » sont plus fréquentes et associées à une récupération plus longue [3,4]. Rapportées aux IJ, elles se divisent en deux catégories :

- Les « *sprinting* » lésions représentent la plus large sous population (entre 60 et 80%) [5-8]. Elles sont observées lors d'une contraction musculaire excentrique intense

quand les demandes de déploiement de force, de stabilisation et de contrôle sont maximales [9]. Elles touchent quasi-systématiquement le BFLP, à sa jonction myotendineuse et myoaponévrotique. Les critères de retour au sport (RTS) sont atteints plus vite que pour les « *stretching* » lésions par une moindre atteinte des tissus conjonctifs et des chaînes musculaires annexes [7]. Elles sont cependant particulièrement sujettes aux récives, nous poussant à réfléchir davantage aux modalités de leur rééducation. Par cet argument et celui de leur fréquence nous discuterons en priorité de leur prise en charge spécifique.

- Les « *stretching* » lésions sont la conséquence d'un étirement du tissu musculaire dépassant ses capacités plastiques sans contrôle inhibiteur des muscles antagonistes (jambe antérieure lors du tackle glissé ou phase terminale du *swing* pendant la frappe de balle au football par exemple). Elles touchent principalement la jonction myotendineuse du semi-membraneux et ont un pronostic plus sombre, compromettant souvent le retour à des performances antérieures à la blessure ce qui pourrait biaiser la comparaison des taux de récive. Askling a mis en avant et illustré cet aspect souvent sous-estimé par les thérapeutes et les athlètes. Des lésions associées du carré fémoral et des adducteurs sont fréquentes [10].

### **I.3. CONTEXTE ET RECOMMANDATIONS**

Les LM sont les blessures traumatiques les plus fréquentes en situation sportive, représentant 10 à 55 % d'entre elles [11-13]. Elles compromettent largement la poursuite des activités immédiates mais sont surtout responsables du plus grand nombre d'heures perdues hors de l'entraînement et de la compétition, multipliant leurs répercussions. Cette indisponibilité varie fortement selon le grade lésionnel, le mécanisme traumatique et le sport en question [14-23].

Les IJ sont les muscles les plus fréquemment touchés [3,15,24,25] et le BFLP le chef le plus largement atteint (80% des LIJ de façon générale [5] et la quasi-totalité des LIJ dans le football [26]). Les mécanismes traumatiques précédemment décrits expliquent leur occurrence dans les sports nécessitant des courses à hautes intensités répétées ou des efforts brutaux et puissants des membres inférieurs. Les LIJ représentent ainsi jusqu'à 50% des blessures dans le football [27,28] avec une incidence lésionnelle variant de 0,3 à 3 blessures pour 1000 heures de jeu. 22% des joueurs professionnels en sont victimes au moins une fois par saison. Des statistiques similaires sont retrouvées dans le rugby, le football Américain et Australien, le handball, le judo ou la danse [8]. Les études épidémiologiques longitudinales récentes ne montrent pas de diminution de cette incidence ces deux dernières décennies, contrairement à toutes les autres blessures fréquentes des tissus mous. Elle semble même augmenter de 6.7% par an [11,25,29,30]. En parallèle les récives sont particulièrement fréquentes : 30% des atteintes du BFLP sont récurrentes [31,32] et jusqu'à 33 % des footballeurs expérimentent un nouvel épisode lésionnel moins d'un an après la blessure initiale [25]. En comparant footballeurs professionnels et amateurs, une différence significative du taux de récive (17% contre

35%) et du temps de RTS (augmenté de 30%, 18 jours contre 24 jours en moyenne selon une étude de 2018 [33]) souligne l'importance d'une prise en charge attentive, plus accessible aux professionnels.

Pour faire face à ces données épidémiologiques alarmantes, partiellement liées à l'augmentation des contraintes dans le monde du sport [34], des exercices de renforcement excentrique comme le *Nordic Hamstring* (NH) ou le programme FIFA 11+ ont été largement promus, avec un optimisme qui peut donc sembler disproportionné [14,24,35-39]. Et en post-lésionnel aucun protocole rééducatif « standardisé » ne démontre actuellement sa supériorité dans la littérature. La prévention et la rééducation des LIJ se veulent avant tout individualisées et basées sur une vision fonctionnelle. La reprise d'appui précoce, la remise en mouvement et la préparation physique spécifique au sport par de la course à haute intensité répétée semblent être les clés d'un retour rapide à la pratique avec un risque minimisé de récurrence [24,40]. Le rôle du praticien de premiers recours est alors central dans la prise en charge des LIJ, réalisant un diagnostic de certitude, dispensant de premières mesures adéquates et incluant le patient dans un parcours de soin efficient selon des délais adaptés. Les lésions aiguës des tissus mous semblent pourtant largement banalisées et leurs conséquences minimisées en population générale. La majorité d'entre elles ne bénéficient jamais de consultations dédiées au moment du traumatisme, altérant potentiellement l'intérêt et la formation des praticiens envers des atteintes faussement peu communes. Parmi les patients requérant les soins premiers, seule une minorité est alors placée dans un circuit rééducatif optimal [41].

Redéfinir les modalités actuelles de préparation physique, de prise en charge médicale et de rééducation des LIJ apparaît comme un enjeu de santé important. Statuer sur les pratiques réelles est alors le premier axe d'amélioration du parcours de soin. Actuellement, seuls deux travaux de thèse ont interrogé des médecins (uniquement des médecins militaires et généralistes) concernant leur approche face aux LM, sans s'intéresser spécifiquement aux ischio-jambiers [38,39].

Au travers de cette étude, nous établirons donc un état des lieux des pratiques des médecins de premier recours et des kinésithérapeutes face aux lésions aiguës des ischio-jambiers dans le département des Hautes-Pyrénées, haut lieu sportif. Nous discuterons ensuite des données recueillies en les confrontant à la littérature actuelle.

## **II. MATÉRIEL ET MÉTHODE**

### **II. 1. OBJECTIFS**

L'objectif principal de cette étude est d'effectuer un état des lieux des pratiques des médecins de premier recours concernant la prise en charge d'un patient atteint d'une lésion musculaire aiguë des ischio-jambiers.

L'objectif secondaire de la recherche consiste à réaliser le même bilan chez les kinésithérapeutes.

### **II. 2. TYPE D'ÉTUDE**

Il s'agit d'une étude quantitative, descriptive et analytique réalisée à partir de réponses volontaires et anonymes des professionnels de santé des Hautes-Pyrénées à un questionnaire, recueillies entre juin et septembre 2024. Du point de vue réglementaire, l'étude était dite "hors loi Jardé" ne nécessitant pas de passage devant un Comité de Protection des Personnes. La référence MR-004 encadrant le traitement de données personnelles a été utilisé comme étalon méthodologique. Le dossier est enregistré auprès de la CNIL sous le numéro 2024BG78 (*ANNEXE 1*).

### **II. 3. POPULATION ÉTUDIÉE**

La population de l'étude correspondait aux médecins généralistes (MG) et médecins urgentistes (MU) exerçant dans le bassin des Hautes-Pyrénées : MG exerçant dans les Hautes-Pyrénées en tant que libéral, salarié ou remplaçant ; MU exerçant dans le même département au sein des services d'urgence des Centres Hospitaliers (CH) de Tarbes, Lourdes, Bagnères-de-Bigorre et Lannemezan.

Les critères d'inclusion étaient d'être médecin généraliste ou urgentiste exerçant dans les Hautes-Pyrénées (65). Les critères d'exclusion étaient : être interne en DES de Médecine d'Urgence ou DES de Médecine Générale non-remplaçant, être un médecin n'exerçant pas dans le 65, ou exerçant uniquement la médecine thermale, être un médecin généraliste non informatisé. L'inclusion des médecins a été réalisé à l'aide de l'annuaire du Conseil Départemental de l'Ordre des Médecins (CDOM) des Hautes-Pyrénées. Au total, 252 MG et 69 MU ont été inclus dans l'étude.

L'étude s'est également penchée sur les kinésithérapeutes (MKDE) pratiquant dans le même département. Leur inclusion a été réalisée via l'annuaire du Conseil National de l'Ordre des Kinésithérapeutes (CNOMK). Au total, 261 MKDE ont été inclus.

## II.4. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Une revue narrative de la littérature a été réalisée pour répondre aux objectifs de ce travail de thèse : élaborer des questionnaires pertinents et discuter leurs résultats. La recherche bibliographique et la sélection des articles ont été menées du 5 janvier 2024 au 15 octobre 2024 par un seul chercheur. Les études de haut niveau de preuve (essais contrôlés randomisés, revues systématiques et méta-analyses) publiées dans des journaux rigoureux ont été privilégiées. Cependant dans un but de discussion scientifique ce travail s'est permis d'inclure des études de moindre niveau de preuve pour illustrer certains propos et permettre des voies de réflexion sans que ces dernières ne soient citées de façon isolée pour justifier quelconque évidence scientifique.

Les bases de données suivantes ont été interrogées : *PubMed (MEDLINE), Cochrane, Web of Science, SPORTDiscus*. Pour limiter le biais de recherche, des moteurs de recherche de littérature grise ont été explorés : *Google Scholar, SUDOC, HAS, ClinicalKeyStudent, Global ETD Search*.

Les mots-clés ont été trouvés à l'aide du site *HeTOP*. Des opérateurs booléens ont été combinés afin de construire les équations de recherches présentées en *ANNEXE 2*. Le stockage et la gestion de la bibliographie ont été réalisés à l'aide du logiciel *Zotero*.

## II.5 QUESTIONNAIRES

L'élaboration des questionnaires a été réalisée par l'intermédiaire de l'application *Google Forms*<sup>®</sup>. Ils étaient basés sur une réponse anonyme et volontaire. Il se composait pour les médecins généralistes de 31 questions obligatoires dont 30 fermées (27 dichotomiques et 3 multiples) et 1 question ouverte. Pour les médecins urgentistes, 26 questions obligatoires dont 25 fermées (24 dichotomiques et 1 multiple) et 1 question ouverte. Pour les kinésithérapeutes, 31 questions obligatoires dont 30 fermées (27 dichotomiques et 3 multiples) et 1 question ouverte. Des précisions ont parfois été demandées sous forme de questions libres non obligatoires. La majorité des questions étaient fermées pour permettre l'exploitation des données. Les questions se sont efforcées de bannir l'utilisation de la négation, de rester neutres et de limiter le risque de désirabilité sociale (*ANNEXE 3*).

Une phase de pré-test a été réalisée pour vérifier la validité du questionnaire, sa faisabilité, la syntaxe des questions et la cohérence des réponses. Un premier questionnaire a été élaboré et exposé à 7 internes de médecine générale remplaçants, 1 médecin urgentiste, 4 MKDE puis a été amélioré à 4 reprises. Le questionnaire final a été ultimement testé sur ce même échantillon et deux médecins généralistes thésés supplémentaires.

Le questionnaire a été structuré en 6 parties. La 5<sup>e</sup> partie et les questions relatives au lieu/mode d'exercice n'ont pas été incluses dans le questionnaire pour les médecins urgentistes, sans lien avec leurs pratiques et modalités d'exercice (ANNEXE 3).

La 1<sup>ère</sup> rubrique portait sur le justificatif de l'étude, son design, ses objectifs, son temps de passation et l'aspect réglementaire pour faciliter le taux de participation (ANNEXE 4).

La 2<sup>ème</sup> partie concernait les caractéristiques socio-démographiques de la population étudiée : sexe, âge, lieu et mode d'exercice, expérience, formation en troubles musculosquelettiques. Elle évaluait la représentabilité de l'échantillonnage pour l'extrapolation des résultats à la population source (ANNEXE 3).

La 3<sup>ème</sup> rubrique cherchait à comprendre la réflexion diagnostique du thérapeute face à une suspicion de LIJ, auto-estimer ses capacités de prise en charge, son recours aux examens complémentaires et évaluer les conséquences de ces lésions sur la prescription d'arrêt de travail (ANNEXE 3).

La 4<sup>ème</sup> partie s'intéressait à la prise en charge : orientation, prescriptions pharmacologiques, recommandations physiques et fonctionnelles, réalisation de gestes pratiques, croyances véhiculées et délais espérés de prise en charge. Pour les kinésithérapeutes cette partie évaluait l'élaboration et les modalités de réalisation du programme rééducatif, les ressources disponibles et les conseils véhiculés (ANNEXE 3).

La 5<sup>ème</sup> rubrique explorait la communication entre les différents intervenants, évaluait le suivi du patient, le rôle des thérapeutes dans l'autorisation du RTS et les critères considérés à cet effet (ANNEXE 3).

Enfin la 6<sup>ème</sup> partie était une question libre non obligatoire visant à proposer des commentaires par le répondant (ANNEXE 3).

La diffusion des questionnaires a été réalisée par courrier électronique obtenus auprès de contacts de diffusion personnels, appels téléphoniques, le CDOM, le CDOMK et les SAU des Hautes-Pyrénées (par l'intermédiaire des cadres des services). Un planning a préalablement été défini avec la date de 1<sup>ère</sup> diffusion (17 juin 2024), de relances successives (15 juillet, 12 août et 2 septembre 2024), et l'autorisation d'un retour jusqu'à 3 semaines après le dernier envoi. Pour favoriser l'adhésion des questionnaires manuscrits (pré-testés également et correspondant à l'identique aux questionnaires proposés informatiquement) ont été distribués lors de la deuxième relance dans les SAU concernés et dans 5 MSP regroupant des MG et des MKDE correspondants aux critères d'inclusion. Tous les médecins de 1<sup>er</sup> recours inclus ont été interrogés : 252 MG et 69 MU. Tous les kinésithérapeutes inclus ont été interrogés : 261 MKDE.

## **II. 6 RECUEIL DES DONNÉES ET ANALYSES STATISTIQUES**

Le recueil des données s'est déroulé entre le 17 juin 2024 et le 20 septembre 2024. Le questionnaire était hébergé sur le logiciel en ligne *Google Forms*<sup>®</sup>. Le recueil a été retranscrit sur *Microsoft Office Excel*<sup>®</sup> pour constituer une base de données. Les analyses statistiques ont été réalisées manuellement sur *Microsoft Office Excel*<sup>®</sup>. Les variables qualitatives sont exprimées en effectifs et pourcentages, les variables quantitatives sont

exprimées en moyennes +/- écart-type. Les relations entre variables qualitatives ont été analysées à l'aide du test du  $\chi^2$ . Les relations entre variables qualitatives et quantitatives ont été étudiées par le test de Student et les relations entre les variables quantitatives par le test de nullité du coefficient de corrélation de Pearson. Le seuil de significativité admis est de 0.05



### III. RÉSULTATS

#### III.1. POPULATION DE L'ÉTUDE

Le taux de réponse de chaque sous-population contactée est respectivement de : 39.13% (n=27) parmi les 69 MU, 20.24% (n=51) parmi les 252 MG, 17,62% (n=46) parmi les 261 MKDE. 11 réponses sont apparues incomplètes et ont été exclues de l'étude pour limiter les biais de réponse. Toutes les autres réponses recueillies par *GoogleForms*<sup>®</sup> et support papier ont été incluses dans l'étude.

Les caractéristiques socio-démographiques de la population d'étude sont décrites dans le *Tableau 1*.

	Population totale (n=124)	Médecins de premiers recours (n=78)	Médecins Urgentistes (n=27)	Médecins Généralistes (n=51)	Kinésithérapeutes (n=46)
<b>Sexe : n (%)</b> - Hommes - Femmes	70 (56.45) 54 (43.55)	44 (56.41) 34 (43.59)	17 (62.96) 10 (37.04)	27 (53) 24 (47)	26 (56.52) 20 (43.48)
<b>Âge</b> - Médian [Q25-75] - Moyen (écart type) - Minimum : années - Maximum : années	36 [29-49] 38,76 (11.32) 19 73	36 [30-49] 40.12 (11.98) 26 73	39 [35-49] 41.74 (8.87) 29 63	36 [29-42] 39.25 (9.05) 26 73	32 [29-43] 36.46 (9.84) 19 54
<b>Mode d'exercice : n (%)</b> - Libéral - Salarial - Remplacements	X	X	X	31 (60.78) 4 (7.84) 16 (31.37)	33 (71.74) 10 (21.74) 3 (6.52)
<b>Lieu d'exercice : n (%)</b> - Urbain - Rural - Station de ski	X	X	X	18 (35.3) 33 (64.7) 0 (0)	17 (36.96) 28 (60.87) 1 (2.17)
<b>Expérience : n (%)</b> - >/= 5 ans - < 5 ans	87 (70.16) 37 (29.84)	49 (62.82) 29 (37.18)	22 (81.48) 5 (18.52)	27 (52.94) 24 (47.06)	38 (82.61) 8 (17.39)
<b>Formation complémentaire : n (%)</b> - Oui - Non	27 (21.77) 97 (78.23)	7 (8.97) 71 (91.03)	2 (7.4) 25 (92.6)	5 (9.8) 46 (90.2)	20 (43.48) 26 (56.52)

*Tableau 1. Caractéristiques socio-démographiques de la population d'étude.*

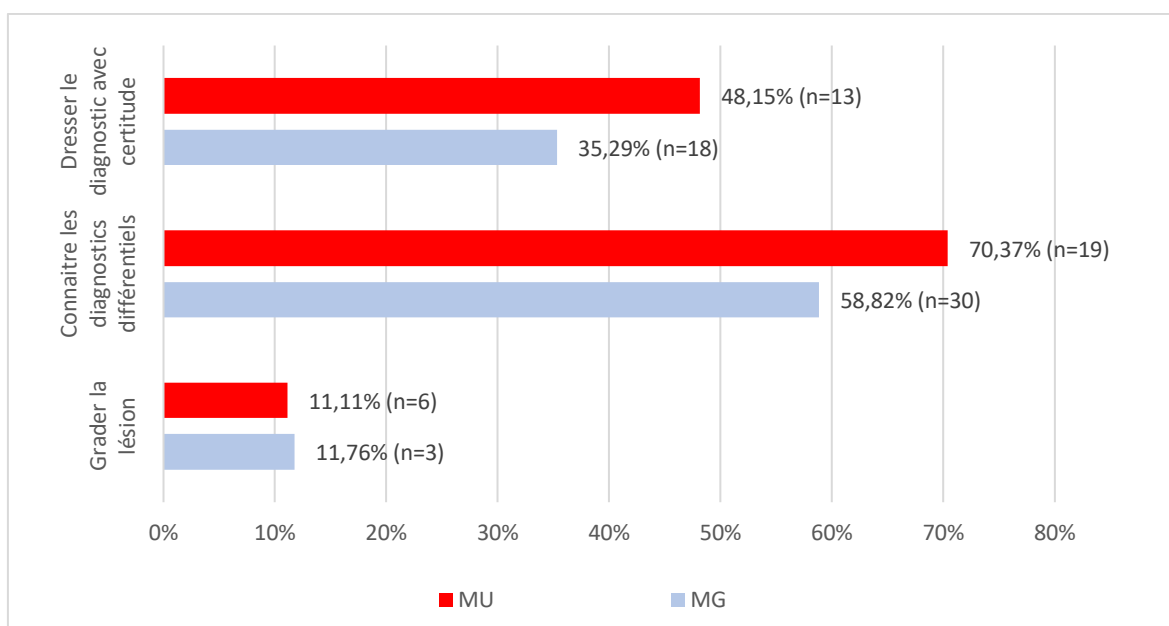
#### III.2. STATISTIQUES DESCRIPTIVES

##### III.2.A OBJECTIF PRIMAIRE

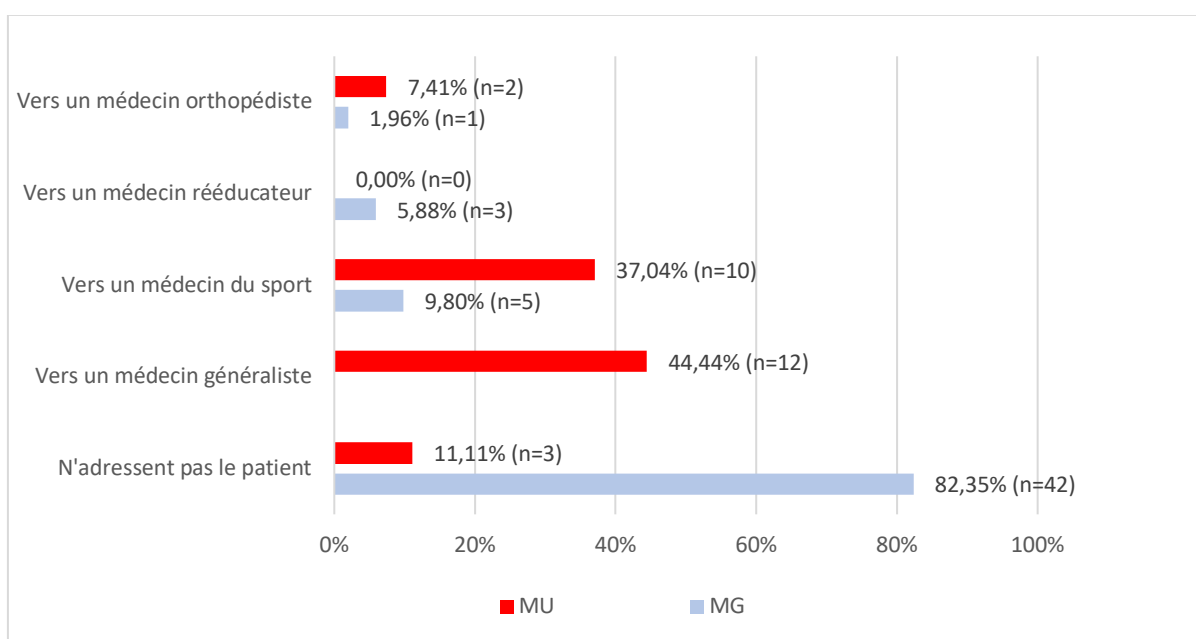
La démarche diagnostique des médecins de premier recours est illustrée dans les *Figures 1* à *5*.

L'aisance des **MU** et **MG** à diagnostiquer une LIJ a été estimée par leur propre auto-évaluation sur le sujet, leur connaissance des diagnostics différentiels et la réalisation d'une gradation de la lésion. Ces données sont décrites en *Figure 1* et les statistiques de recours à un confrère sont exposées en *Figure 2*.

Concernant le recours au bilan complémentaire, **25.93% (n=7) des MU réalisent eux-mêmes une échographie au moment de la prise en charge, et un seul parmi eux envisage de prescrire une échographie à réaliser au décours, s'il a un doute diagnostique persistant ou pour caractériser la gravité lésionnelle.** Les MG n'ont pas été interrogés sur ce point. Les modalités de prescriptions d'échographie et d'IRM ainsi que leurs délais attendus sont décrits en *Figure 3* et *Figure 4*.



*Figure 1. Aisance diagnostique des médecins de premier recours.*



*Figure 2. Adressage des patients victimes de LIJ (médecins de premier recours).*

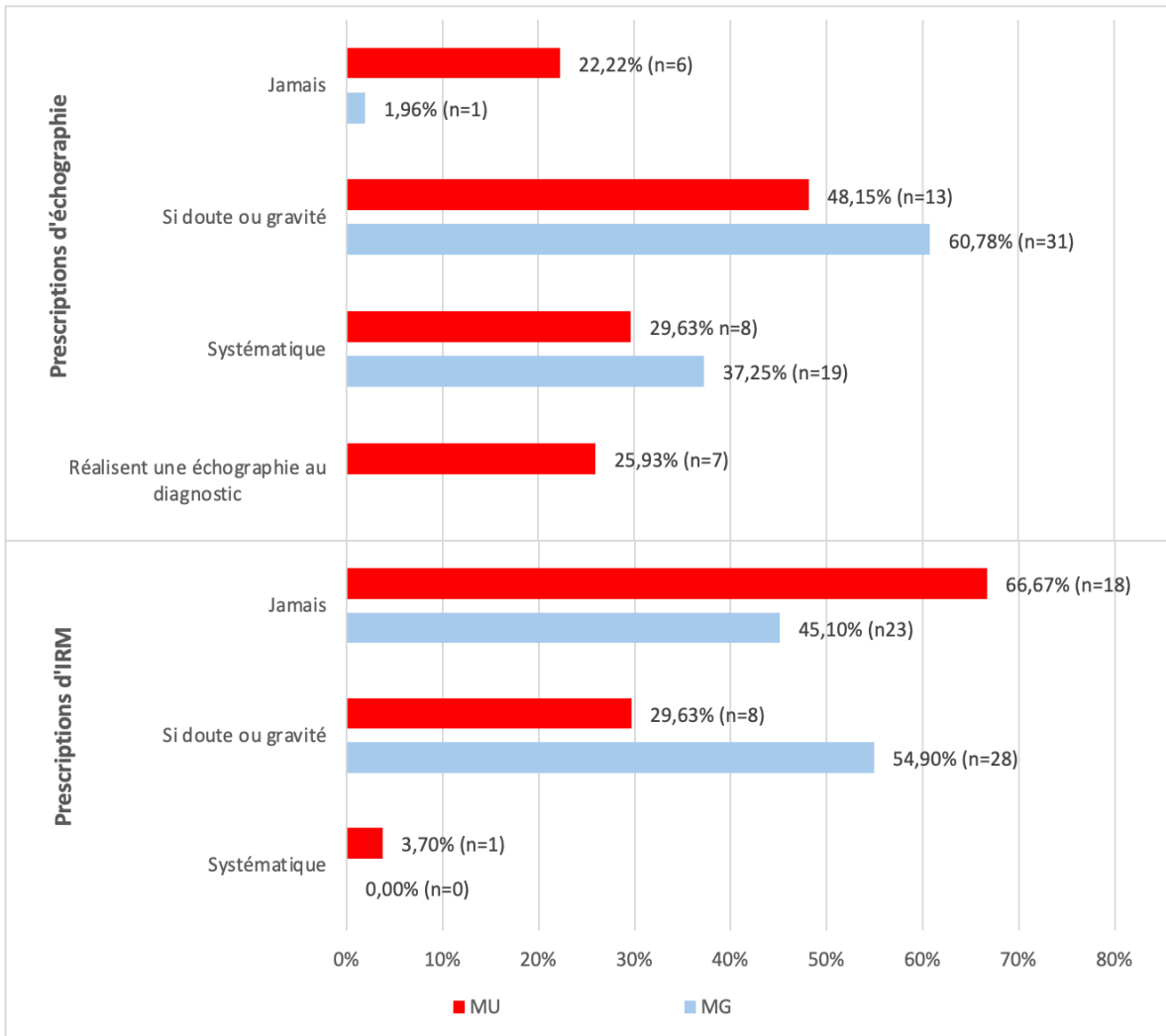


Figure 3. Prescriptions et réalisations d'échographie et d'IRM des médecins de premier recours.

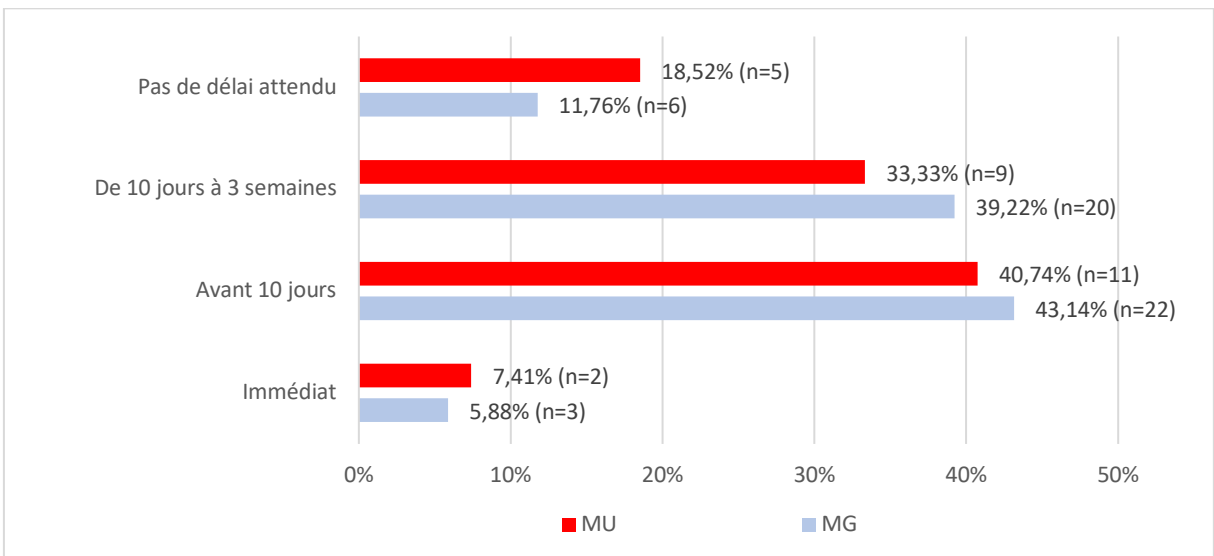


Figure 4. Délais attendus par les médecins de premier recours à la réalisation d'imagerie.

Les conséquences des LIJ en termes d'arrêt de travail sont décrites en Figure 5.

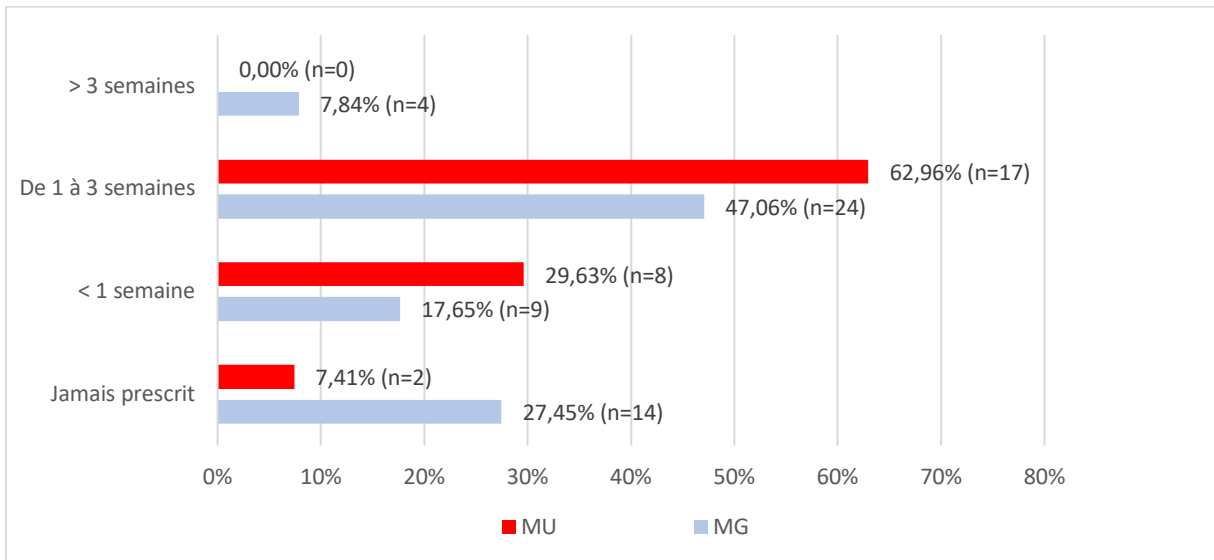


Figure 5. Prescriptions d'arrêts de travail et leurs durées moyennes devant une LIJ (médecins de premier recours).

Les modalités de prise en charge des médecins de premier recours face aux LIJ sont décrites dans les Figures 5 à 11.

**64.70% des MG** s'estiment aptes à organiser le parcours de soin des patients victimes de LIJ. Les MU n'ont pas été interrogés sur ce point.

Parmi les propositions de réponses concernant leurs prescriptions pharmacologiques, **aucun MG et aucun MU n'a opté pour des glucocorticoïdes**. Les modalités de prescriptions d'antalgiques, d'anti-inflammatoires et de myorelaxants sont décrites en Figure 6.

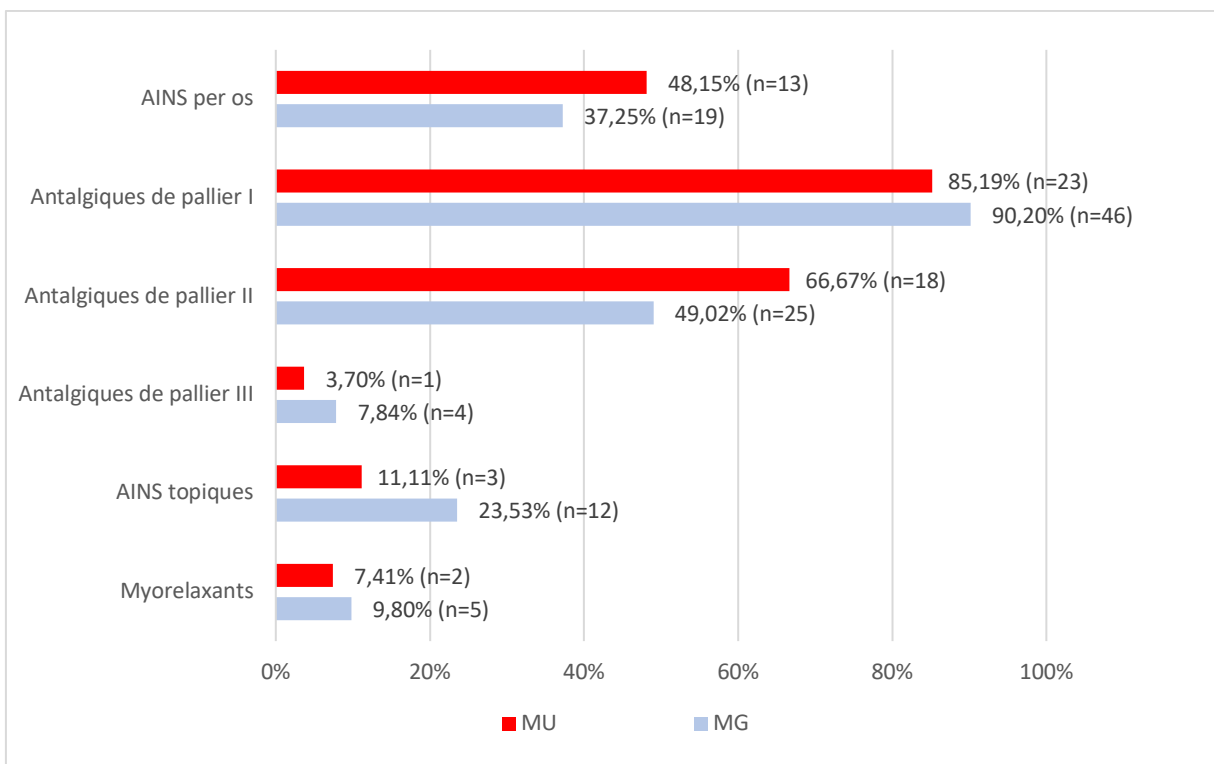
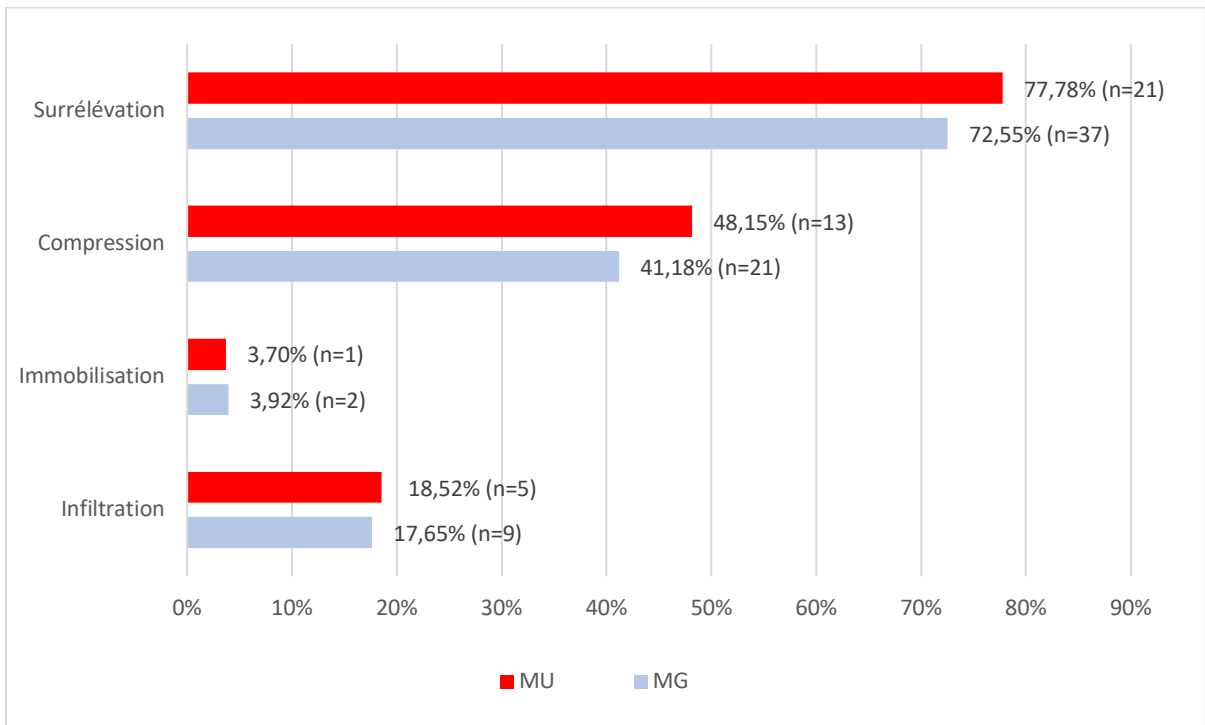
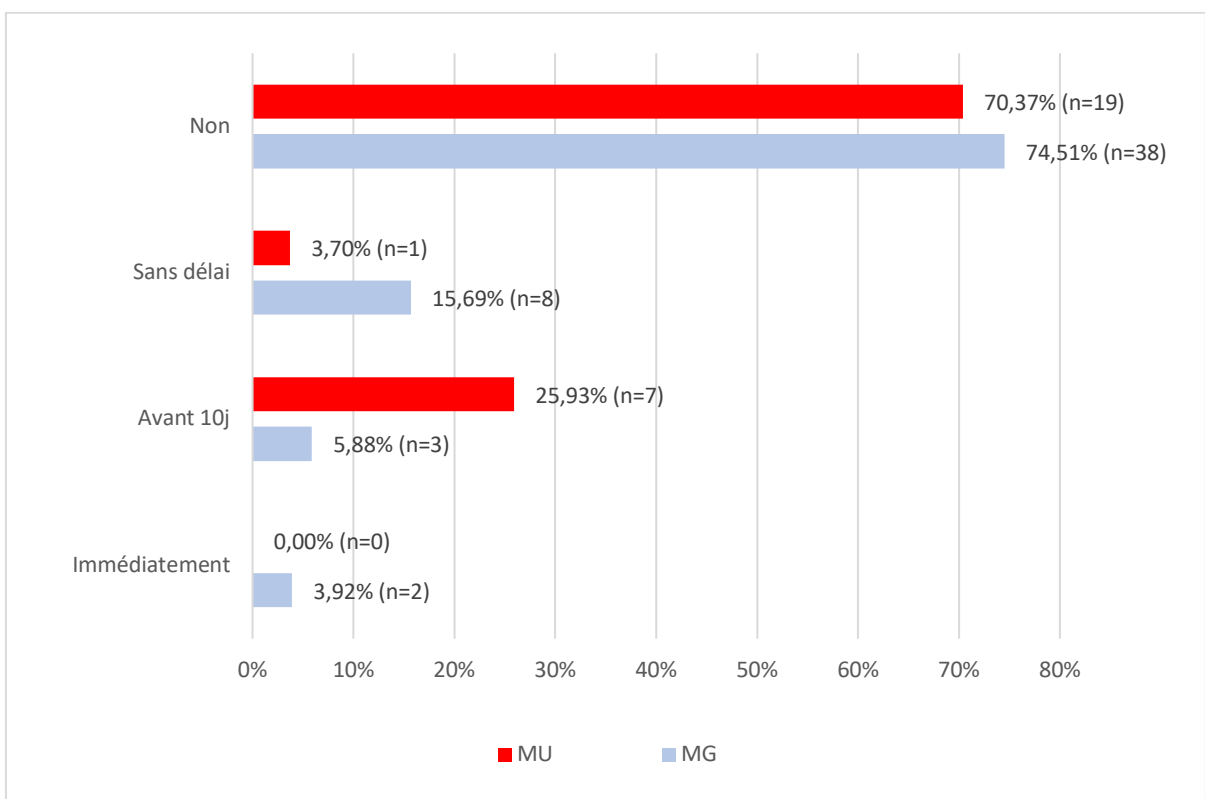


Figure 6. Prescriptions pharmacologiques des médecins de premier recours face à une LIJ.

Les mesures physiques mises en place ou recommandées par les médecins de premier recours sont détaillées en *Figure 7* et *Figure 8*. Les MU prescrivant une immobilisation le font par attelle de Zimmer et les MG par attelle de Zimmer ou attelle cruro-pédieuse.



*Figure 7. Mesures physiques mises en place ou recommandées par les médecins de premier recours.*



*Figure 8. Réalisation ou prescription d'une ponction d'hématome suspecté ou avéré (médecins de premier recours).*

Les premières mesures pratiques et rééducatives prescrites sont étudiées en *Figure 9* et *10*. Parmi les médecins recommandant la réalisation des activités autonomes sous un seuil de douleur « acceptable », ce dernier est alors décrit synthétiquement comme une **EVA ou EVS  $\leq 3/10$ , une sensation de gêne ou de courbature plus que de douleur, la disparition de cette sensation au repos et n'apparaissant pas d'emblée à la mise en mouvement.**

La prescription de kinésithérapie au décours du diagnostic et les délais espérés par les médecins avant le début des soins sont décrits en *Figure 11*.

L'organisation des suites et du retour au sport est décrite en *Figure 12*, les **MU n'ont donc pas été interrogés** sur cette entité ne correspondant pas à leur mode d'exercice. Parmi les **MG** qui prendraient la responsabilité d'autoriser le RTS, les **critères décrits à cet égard sont l'absence de douleur lors de l'activité ou en vie quotidienne à 92.60% (n=25), un aval du kinésithérapeute référent à 85.19% (n=23), l'absence de douleur à la contraction contrariée des IJ à 11.1% (n=3), 3.70% (n=1) demandent un délai minimal de 12 semaines, 3.70% (n=1) un délai minimal de 3 semaines et 3.70% (n=1) un suivi échographique par un spécialiste qui objective une cicatrisation radiologique complète.**

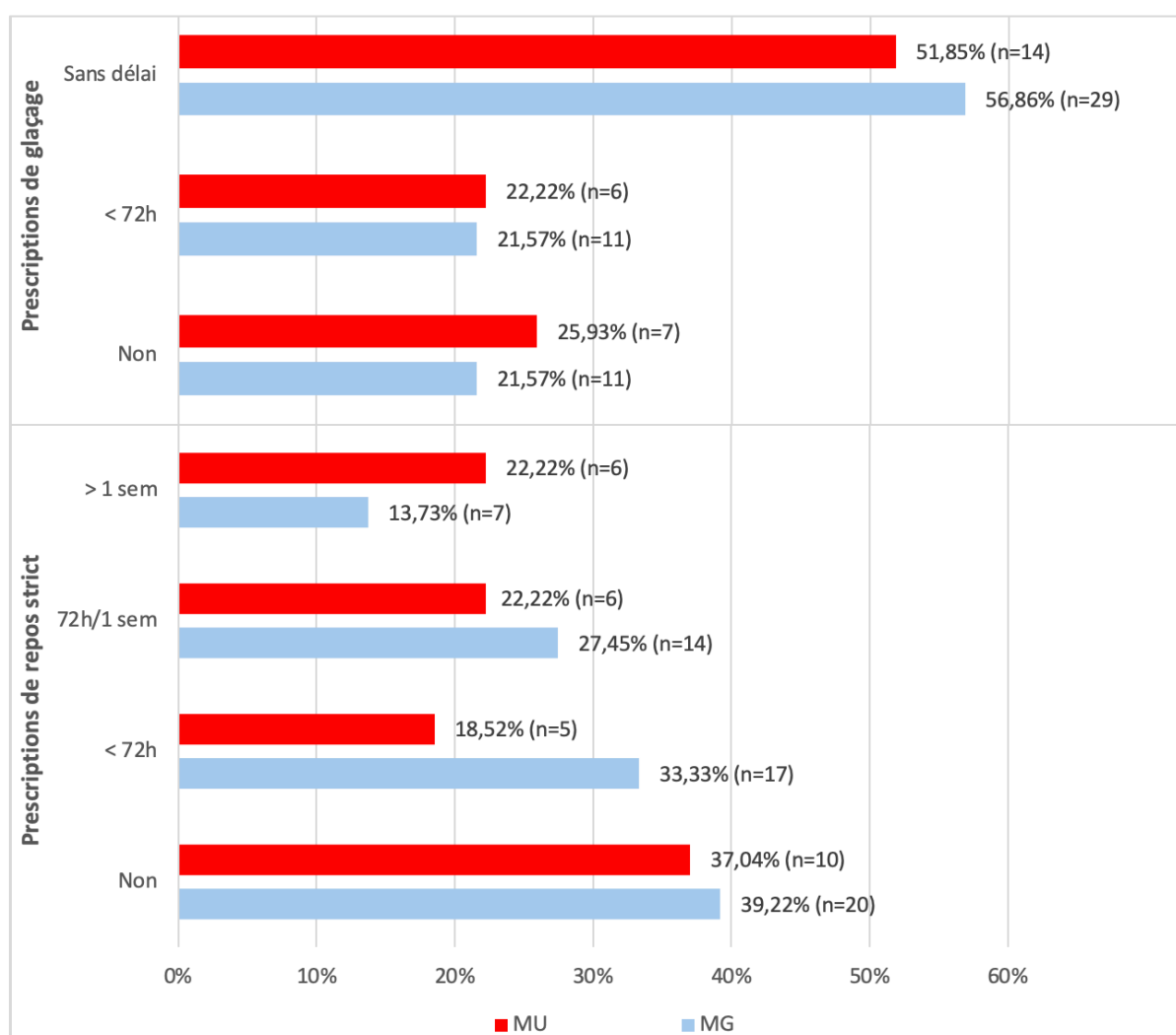


Figure 9. Prescriptions de repos strict et de glaçage (médecins de premier recours).

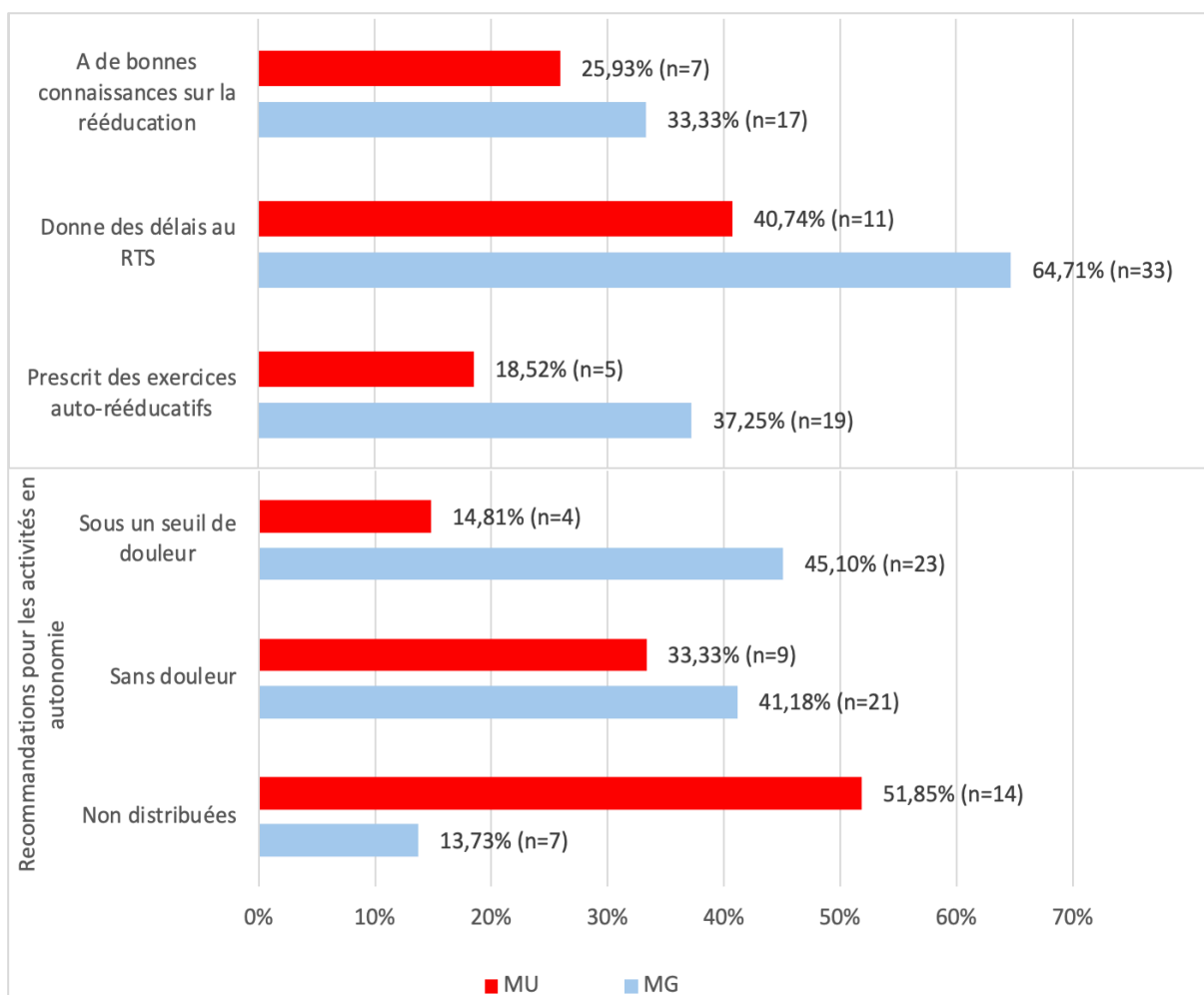


Figure 10. Premières mesures rééducatives mises en place (médecins de premier recours).

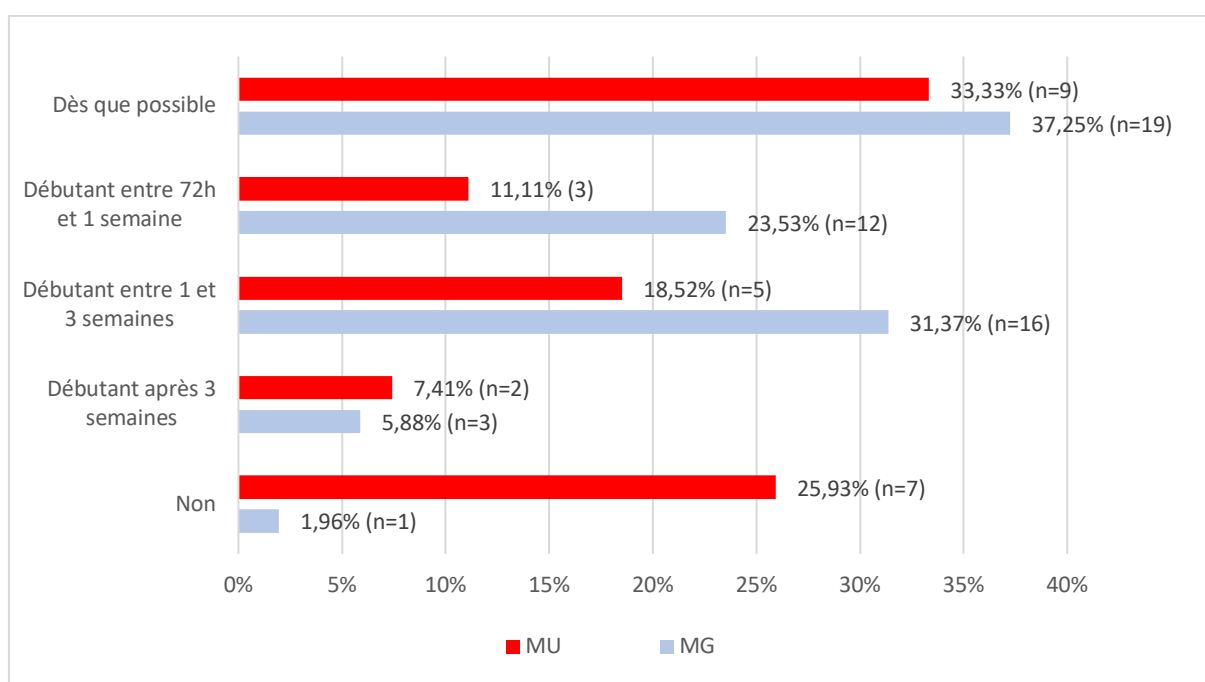


Figure 11. Prescriptions de kinésithérapie et délais espérés du début des soins par les médecins de premier recours.

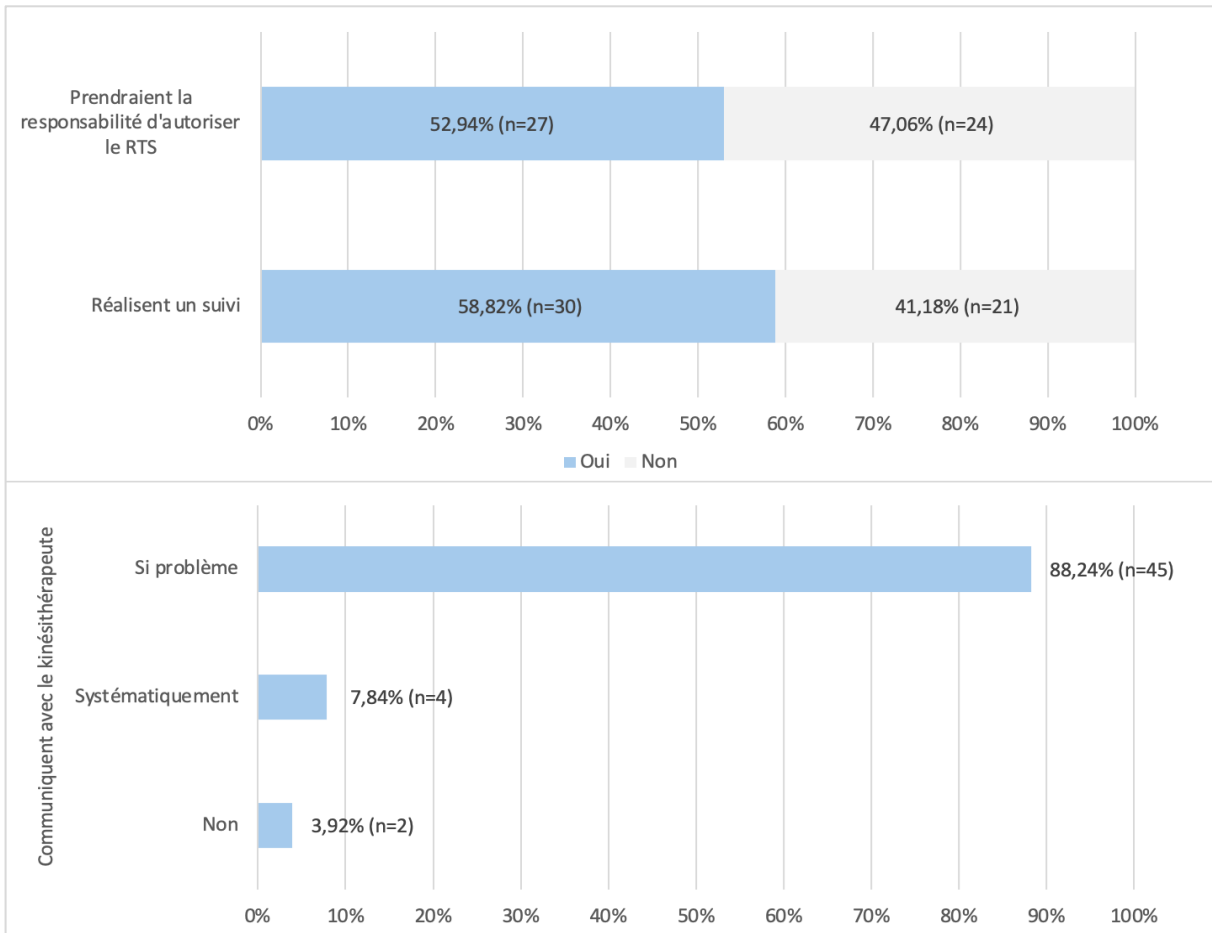


Figure 12. Éléments de l'organisation des suites mises en place par les MG.

### III.2.B. OBJECTIF SECONDAIRE

Parmi les **kinésithérapeutes** interrogés, **13.04% (n=6)** estiment que le diagnostic de LIJ repose sur l'examen clinique seul. **86.96% (n=40)** pensent qu'il est nécessaire d'y adjoindre un bilan radiologique selon les modalités décrites en *Figure 13*.

**82.98% (n=39)** des kinésithérapeutes interrogés utilisent des « drapeaux rouges » durant la rééducation, visant à les alerter sur l'ampleur de la lésion, des signes de complications ou des diagnostics différentiels. À cet effet, **80.43% (n=37)** des MKDE adressent ou réadressent leurs patients vers un médecin, et jamais de manière systématique. Les raisons avancées à ce recours sont détaillées en *Figure 14*. **70.27% (n=26)** en attendent la prescription d'un bilan d'imagerie.



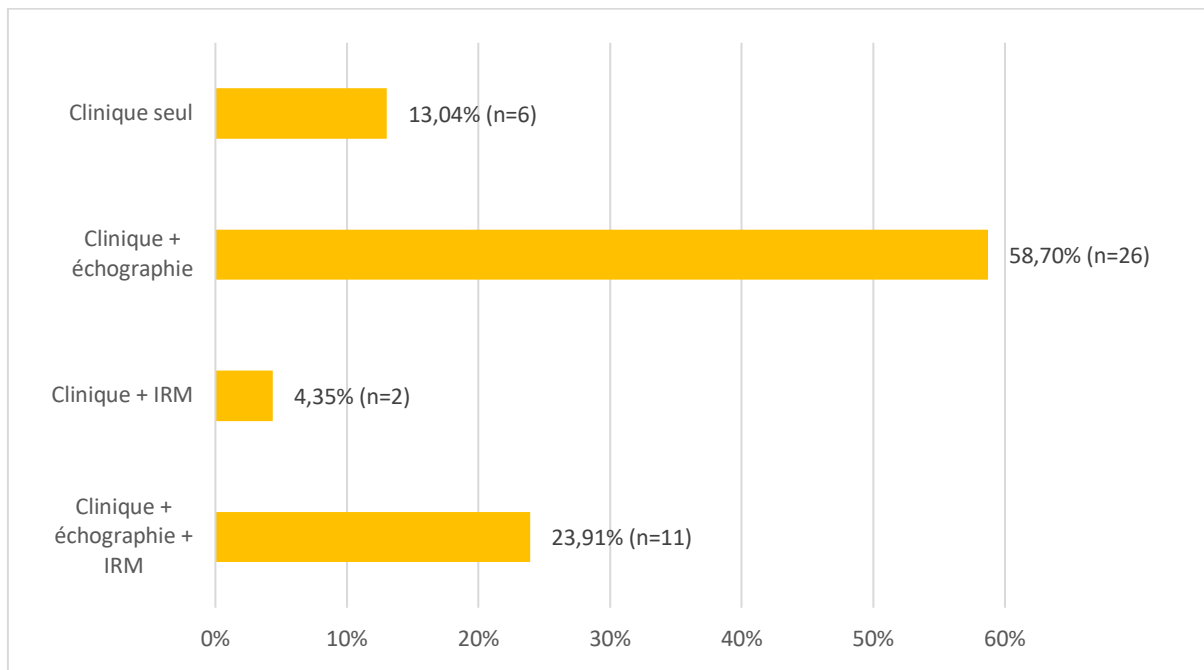


Figure 13. Entités nécessaires au diagnostic de LIJ selon les MKDE.

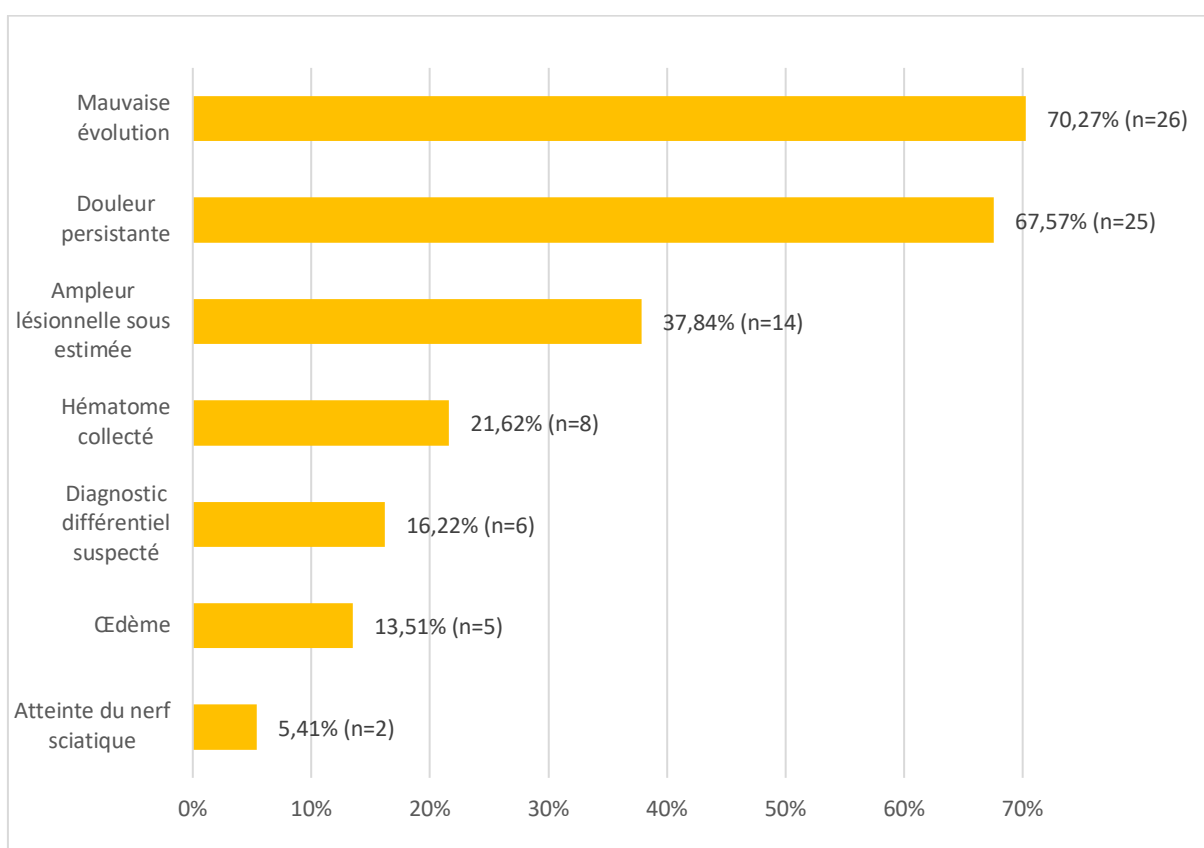


Figure 14. Critères décrits par les MKDE pour le recours à un médecin.

Les principes rééducatifs (conception du protocole rééducatif, prise en charge d'une greffe de LCA provenant des IJ, indication de délais avant RTS au moment de la prise en charge, durée du repos strict après lésion) sont décrits en Figure 15.

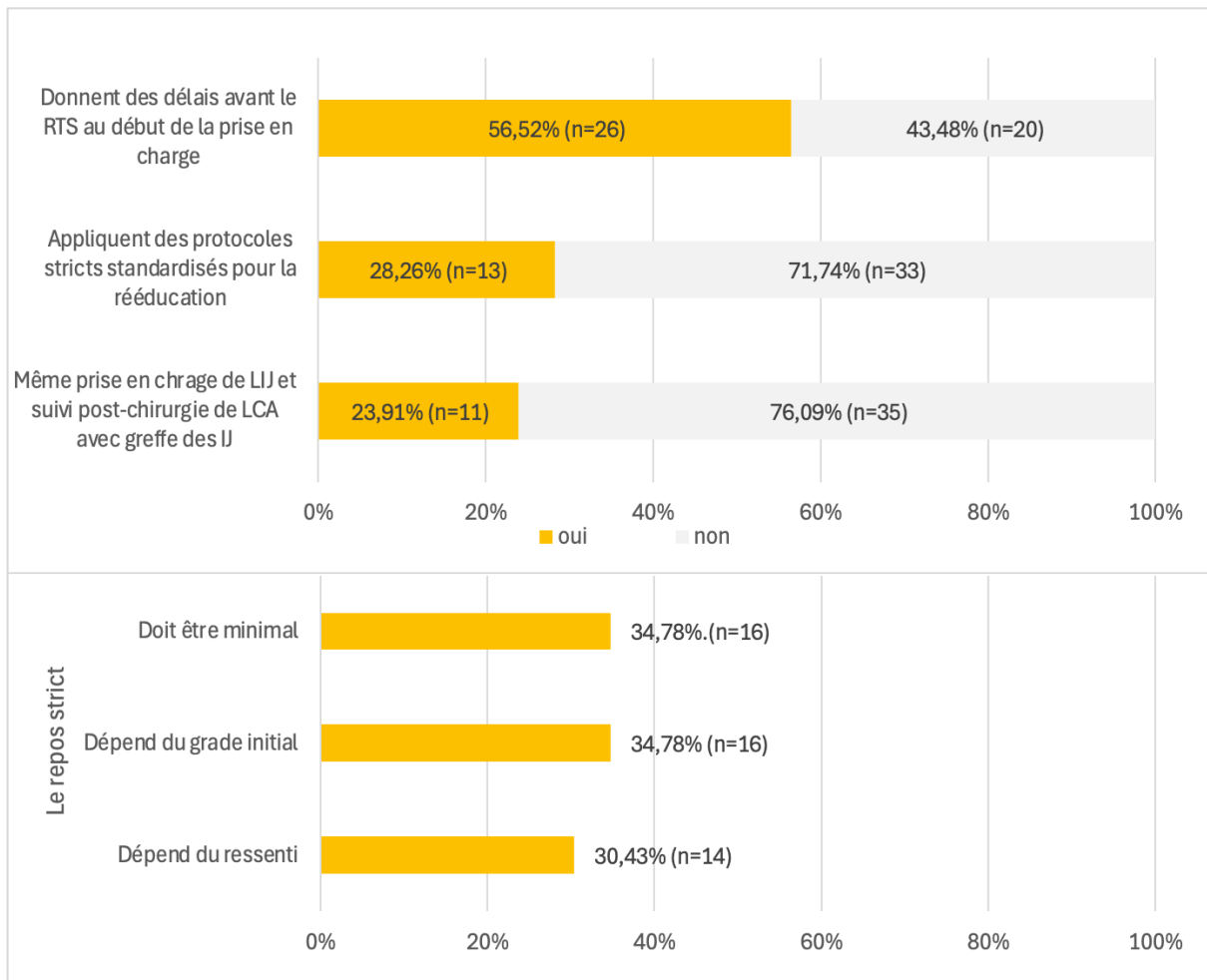


Figure 15. Principes rééducatifs rapportés par les MKDE.

Parmi les thérapies chimiques proposées **aucun MKDE ne recommande une médication par glucocorticoïdes**. Les thérapies physiques et matérielles mises en place (accès aux machines d'isocinétisme, à ultrasons pulsés, aux appareils à restriction du flux sanguin ou *Blood Flow Restriction* (BFR), à l'électrolyse percutanée intratissulaire (EPIT), aux Laser-Thérapies, au suivi électromyographique, place des soins de *Kinésio-Taping*, recommandations d'infiltration du site lésionnel par un médecin) sont exposées en Figure 16.

Les modalités de réalisation des exercices rééducatifs recommandées par les MKDE sont décrites en Figure 17. La prescription d'exercices isométriques précoces, de travail cardiovasculaire et proprioceptif ainsi que la proportion de MKDE monitorant la fatigue durant le processus rééducatif sont explorées en Figure 18.

Les prescriptions d'exercices analytiques (prescription majoritaire d'exercices à « dominante genou » comme le *Nordic Hamstring* ou le *Leg Curl*, à « dominante hanche » comme le *Deadlift* ou le *Back Extension*, ou d'un travail globalement équivalent entre les deux types d'exercices) sont illustrées en Figure 19. **À la question libre proposant de citer des exercices clés, 10.87% (n=5) des MKDE évoquent le travail excentrique de façon large, et 8.70% (n=4) mentionnent directement le *Nordic Hamstring*.**

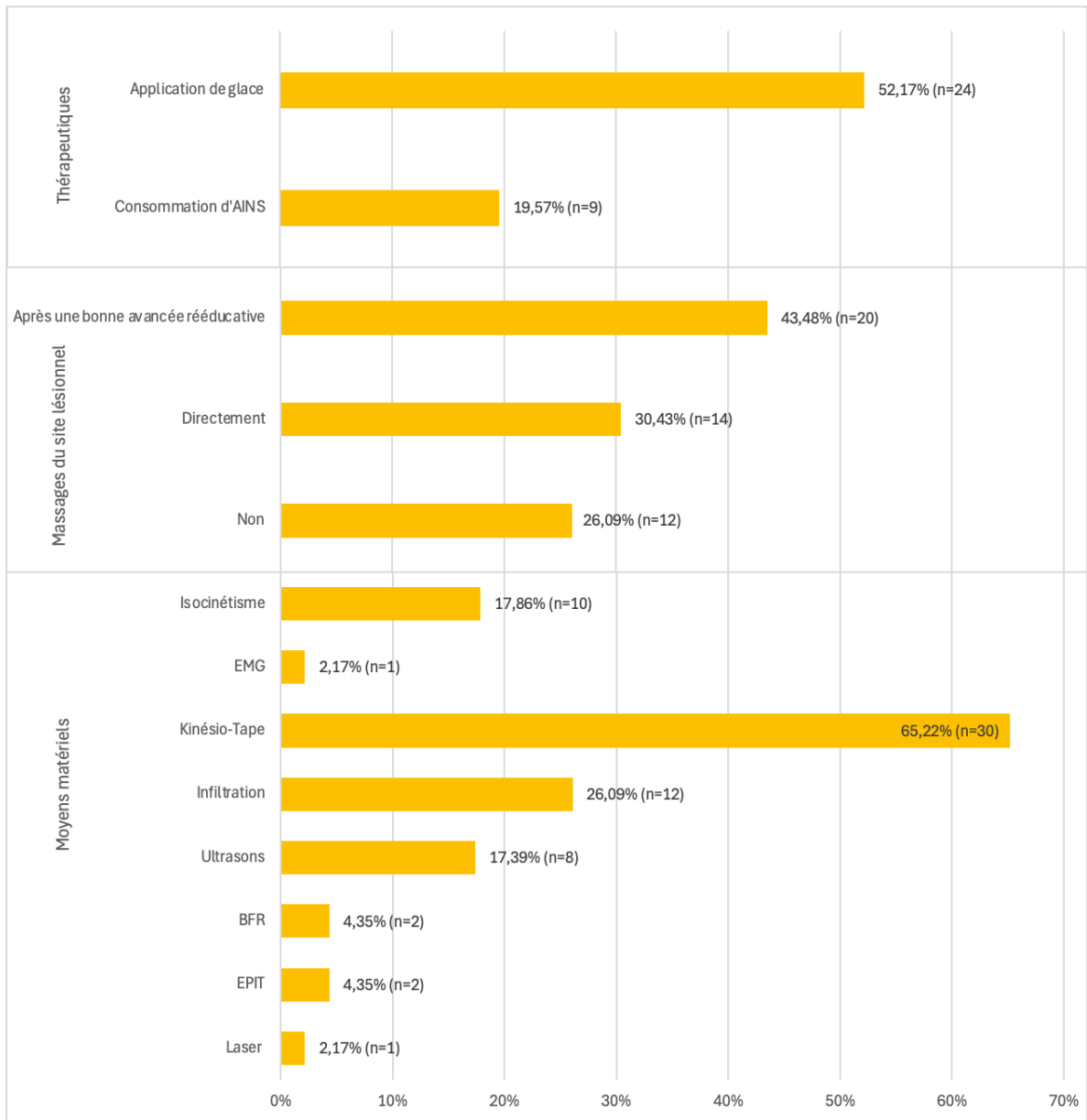


Figure 16. Modalités thérapeutiques et matérielles mises en place par les MKDE dans le processus rééducatif.

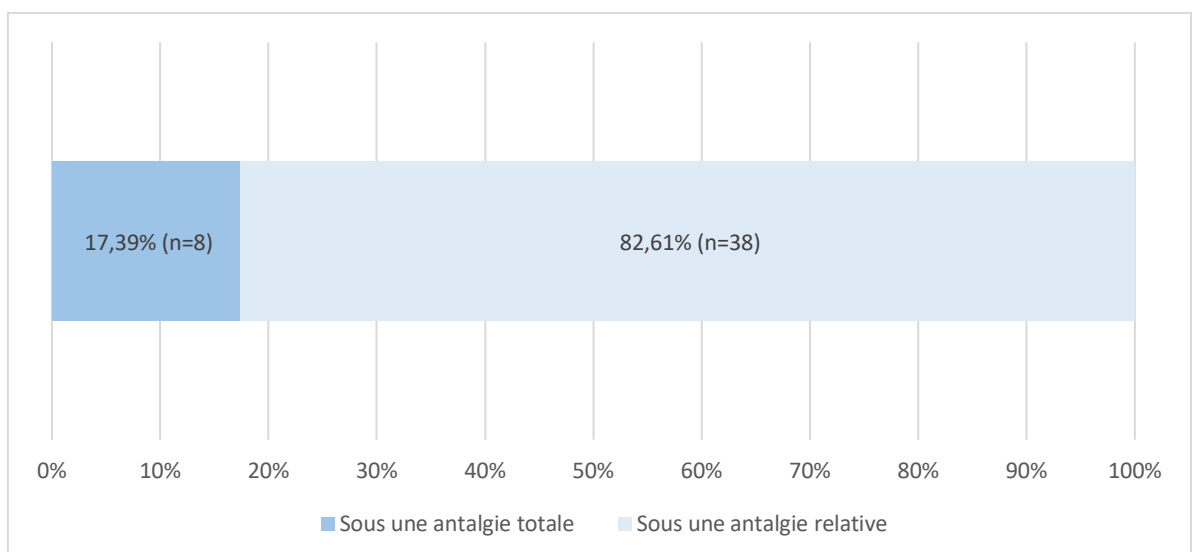


Figure 17. Modalités de réalisation des exercices proposés par les MKDE.

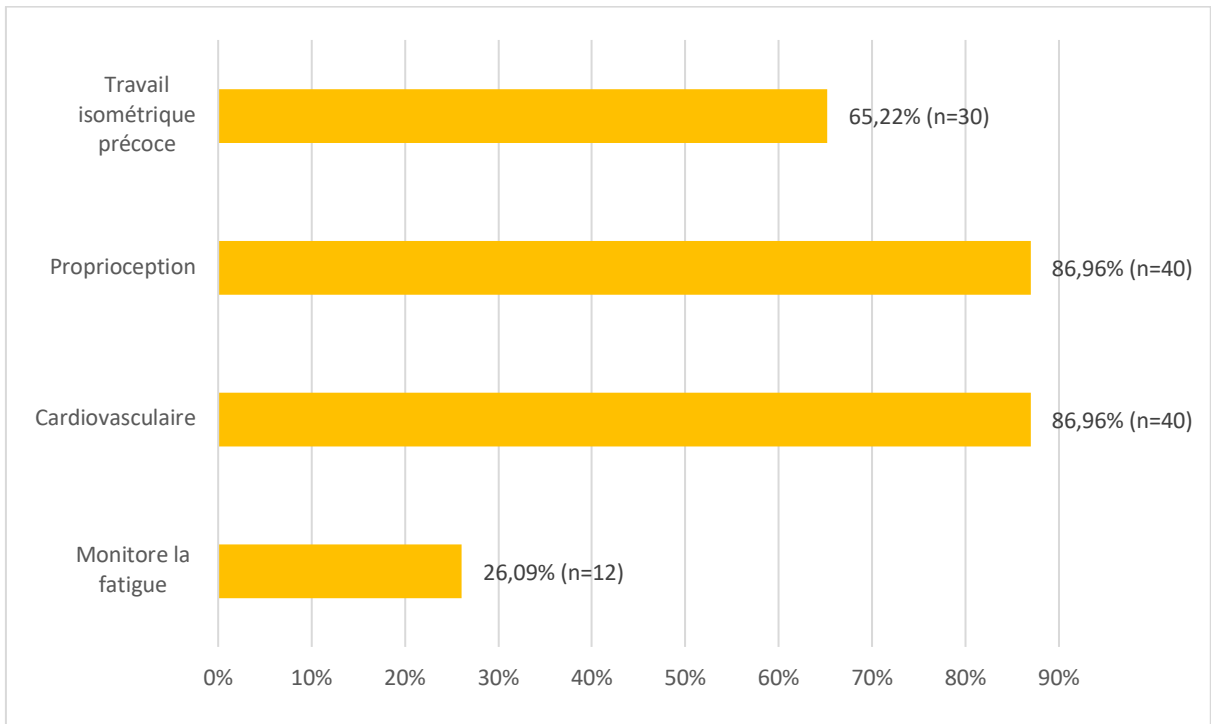


Figure 18. Éléments annexes de prise en charge préconisés par les MKDE.

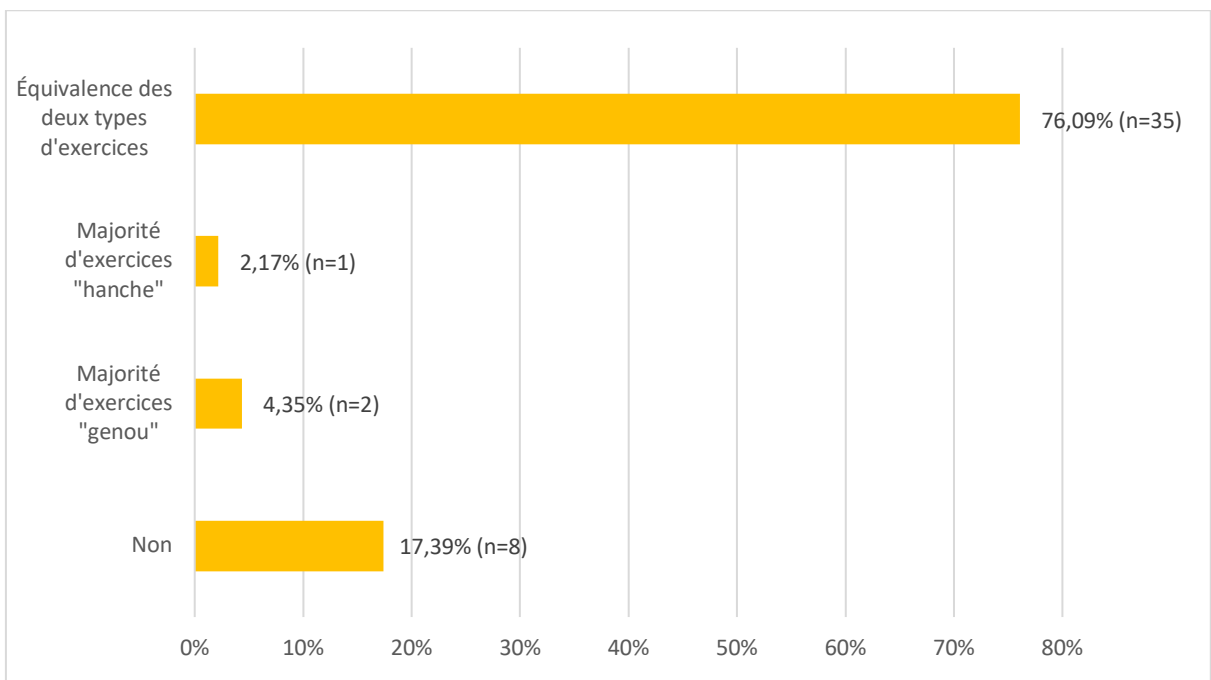


Figure 19. Prescriptions d'exercices analytiques et leurs modalités parmi les MKDE.

Les modalités d'intégration et de correction de la technique de course à pied et de *sprint* (travail fonctionnel) au sein du processus rééducatif sont décrites en Figure 20.



Figure 20. Modalités de réalisation du travail fonctionnel de course et de sprint dans le processus rééducatif selon les MKDE.

Les critères considérés par les kinésithérapeutes (analytiques par mesures dynamométriques, fonctionnels comme la course ou le *sprint* sans douleur, *Triple Hop* et *Hop Test*, quantification des charges assimilées et assimilables, durée de la rééducation...) pour autoriser le RTS sont explorés en Figure 21.

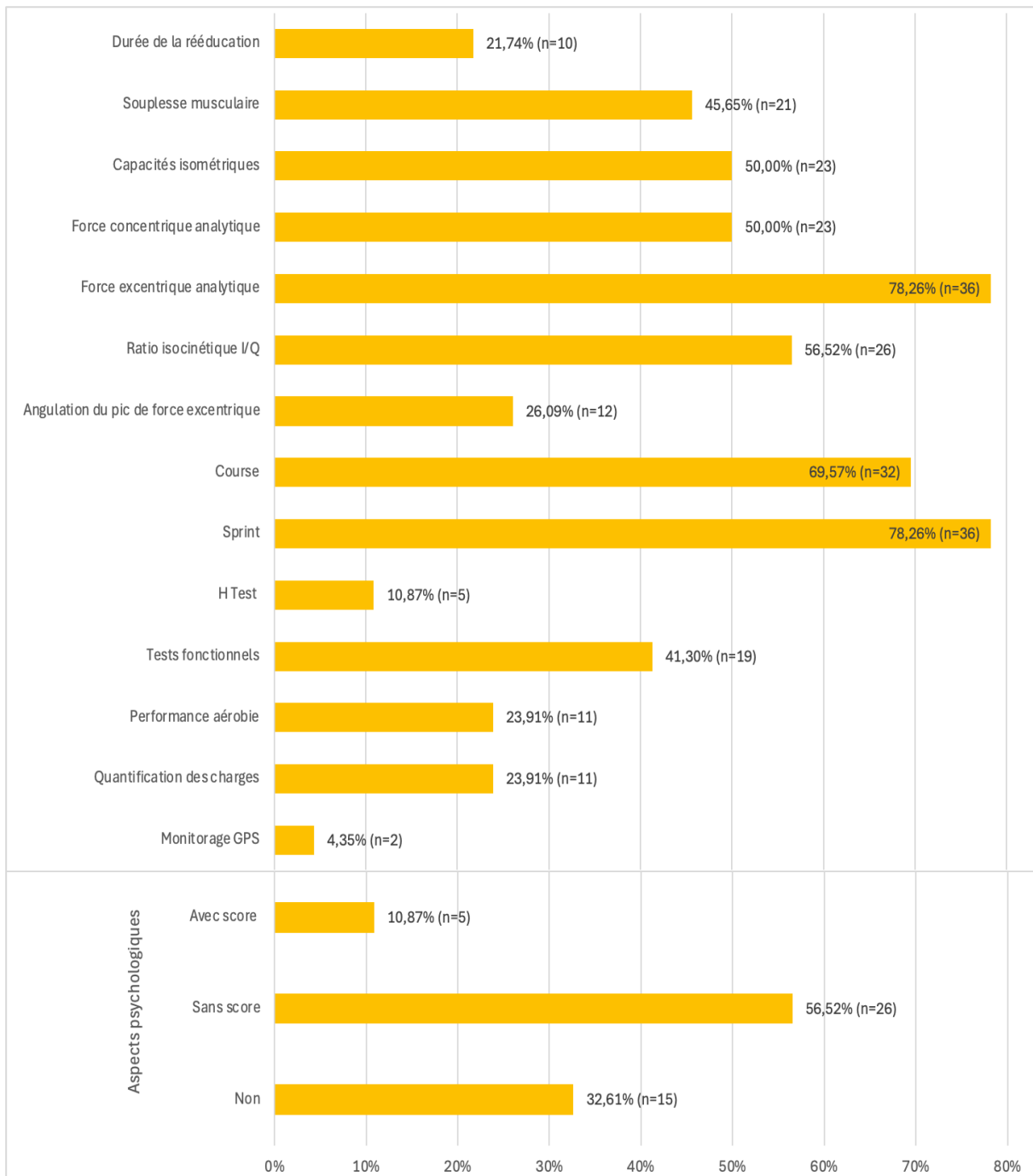


Figure 21. Critères considérés par les kinésithérapeutes de l'étude pour valider le RTS.

Enfin, après avoir autorisé le RTS, 63.04% (n=29) des MKDE déclarent effectuer un suivi du patient.

### III.3. STATISTIQUES ANALYTIQUES

#### III.3.A. OBJECTIF PRIMAIRE

L'étude a d'abord recherché des liens entre les caractéristiques socio-démographiques et les pratiques des médecins de premier recours. Le seuil de « jeune » ou « âgé » a été attribué à un âge  $\leq$  ou  $>$  à 40 ans en se référant à l'approximation de l'âge moyen des médecins de premier recours.

Dû au trop faible effectif de cette sous population, aucun lien significatif n'a pu être établi entre les pratiques des médecins ayant bénéficié ou pas de formations en troubles musculosquelettiques.

Aucun lien n'a été établi entre l'expérience et les pratiques des **médecins urgentistes** par manque de médecins peu expérimentés ( $< 5$  ans d'exercice). Les hommes font significativement plus réaliser de ponctions d'hématomes que les femmes ( $p=0.025$ ).

Parmi les **médecins généralistes**, les médecins remplaçants sont largement moins expérimentés ( $p=0.000002$ ), mais aucune différence de pratique significative selon le mode d'exercice n'a pu être mise en évidence. Les hommes ont plus significativement recours à l'IRM que les femmes ( $p=0.001$ ). Ces dernières considèrent avoir moins de connaissances sur la rééducation des LIJ que les hommes ( $p=0.04$ ) et espèrent que les soins de kinésithérapie débutent significativement plus vite ( $p=0.027$ ). Les MG âgés ( $>40$  ans) prescrivent plus systématiquement des échographies ( $p=0.009$ ), et recommandent davantage la réalisation des activités en autonomie sous une antalgie totale ( $p=0.0008$ ). Les MG jeunes ( $<40$  ans) prescrivent moins d'AINS per os ( $p=0.042$ ) et topiques ( $p=0.036$ ), et recommandent significativement plus la réalisation des activités autonomes sous une antalgie relative ( $p=0.0008$ ). Ils espèrent que les soins de kinésithérapie débutent plus précocement que leurs homologues âgés ( $p=0.023$ ).

Les médecins urbains prescrivent plus systématiquement une échographie devant une LIJ, significativement plus que les médecins ruraux qui les prescrivent en cas de doute diagnostic ou selon la gravité lésionnelle estimée ( $p=0.038$ ). Les médecins expérimentés ( $\geq 5$  ans d'exercice) prescrivent significativement plus de repos strict ( $p=0.043$ ).

L'étude s'est par la suite demandé s'il existait des associations significatives entre les pratiques des différentes sous-populations de médecins.

Les **urgentistes** se disant aptes à dresser un diagnostic avec certitude rapportent également mieux connaître les diagnostics différentiels à envisager ( $p=0.016$ ). Les MU réalisant eux même une échographie initiale prescrivent significativement moins d'échographie à réaliser au décours ( $p=0.00002$ ), et considèrent significativement plus avoir de bonnes connaissances sur le processus rééducatif ( $p=0.001$ ). Les MU ne prescrivant pas d'AINS à leurs patients prescrivent significativement plus d'antalgiques de pallier II ( $p=0.029$ ) et d'application de glace sur la lésion ( $p=0.004$ ). Ils font aussi plus significativement réaliser ou

faire réaliser une ponction d'hématome post lésionnel ( $p=0.027$ ). Les MU ne donnant pas délai avant le RTS au moment de la prise en charge dispensent significativement plus de recommandations pour la réalisation des activités en autonomie ( $p=0.004$ ).

Les **généralistes** ne se considérant pas aptes à organiser le parcours de soins d'un patient victime de LIJ s'estiment moins capables de dresser un diagnostic avec certitude ( $p=0.0076$ ), rapportent significativement moins de connaissances concernant le processus rééducatif ( $p=0.013$ ), prescrivent significativement moins d'exercices auto-rééducatifs ( $p=0.009$ ), effectuent significativement moins de suivi des patients atteints ( $p=0.032$ ) et se décrivent moins aptes à autoriser le RTS ( $p=0.038$ ).

Les MG prescrivant des échographies de façon systématique et ceux ne prescrivant jamais d'IRM prescrivent significativement plus d'AINS topiques ( $p=0.029$  et  $p=0.017$  respectivement). Les MG se considérant alertes concernant la rééducation des LIJ prescrivent moins d'AINS topiques ( $p=0.037$ ).

Parmi les MG prescrivant significativement plus d'activités en autonomie sous une antalgie relative que totale se trouvent les médecins se disant alertes sur les diagnostics différentiels ( $p=0.038$ ), prescrivant du repos strict post-lésionnel pour moins de 72 heures ( $p=0.023$ ), les médecins prescrivant des exercices auto-rééducatifs ( $p=0.00007$ ) et les médecins qui considèrent avoir de bonnes connaissances sur le processus rééducatif ( $p=0.0006$ ).

Enfin, nous avons étudié les différences significatives de pratiques entre MU et MG.

Les **MU** sont significativement plus expérimentés ( $p=0.013$ ). Ils ont significativement moins tendance à ne pas prescrire d'arrêt de travail devant une LIJ, sans corrélation statistique avec leur durée ( $p=0.037$ ). Les **MG** donnent significativement plus de délais de convalescence au moment de la prise en charge ( $p=0.042$ ) et plus de recommandations pour la réalisation des activités en autonomie pour leurs patients ( $p=0.0007$ ). Les **MU** prescrivent significativement moins de soins de kinésithérapie ( $p=0.0003$ ).

Les statistiques analytiques non mentionnées sont décrites en *ANNEXE 5*.

### **III.3.B. OBJECTIF SECONDAIRE**

Nous avons donc recherché des liens significatifs entre les caractéristiques des kinésithérapeutes, leurs pratiques et les différentes sous-populations de pratiques.

En comparant les réponses des kinésithérapeutes expérimentés et peu expérimentés, aucune différence de pratique significative n'a pu être mise en exergue. Des données très similaires ont presque systématiquement été observées. Les MKDE ayant bénéficié d'une formation complémentaire en troubles musculosquelettiques réalisent significativement plus de tests fonctionnels spécifiques pour juger du RTS ( $p=0.015$ ).

Les hommes pensent significativement plus que le diagnostic repose sur l'IRM (en association ou non avec l'échographie) ( $p=0.038$ ), et monitorent davantage la fatigue



accumulée durant la rééducation ( $p=0.029$ ). Les praticiens libéraux pensent significativement plus que la durée de repos strict doit être minimale, les salariés qu'elle dépend du grade lésionnel et repose sur des délais prédéfinis, et les remplaçants qu'elle doit dépendre du ressenti du patient ( $p=0.016$ ). Les MKDE salariés ont significativement plus accès aux machines d'isocinétisme ( $p=0.003$ ), ils prescrivent une reprise de la course à pied significativement plus tardive durant la rééducation ( $p=0.002$ ) et considèrent significativement moins le *sprint* dans leurs critères de RTS ( $p=0.017$ ). Les libéraux réalisent significativement plus de suivi après le RTS ce qui est cohérent avec leur mode d'exercice ( $p=0.002$ ). Les praticiens ruraux réalisent davantage de massages du site lésionnel immédiats lors de la prise en charge et les MKDE urbains réalisent significativement moins de massages ( $p=0.016$ ).

Les praticiens utilisant des machines d'isocinétisme considèrent plus le *ratio* de force I/Q ( $p=0.002$ ) et l'angulation du pic de force excentrique dynamométrique ( $p=0.005$ ) dans les critères de RTS. Ceci sans prévaloir sur leur considération des critères fonctionnels.

Les MKDE considérant le *sprint* comme élément central de la rééducation considèrent significativement plus le *sprint* ( $p=0.013$ ), les tests fonctionnels spécifiques ( $p=0.015$ ) et moins les capacités de souplesse musculaire ( $p=0.0002$ ) comme critères de RTS.

Les MKDE prescrivant des exercices isométriques précoces à leurs patients demandent moins la réalisation des exercices rééducatifs sous une antalgie totale ( $p=0.0005$ ). Ils effectuent davantage de correction de leur technique de course après analyse spécifique ( $p=0.047$ ), considèrent significativement plus que le *sprint* est un élément central de la rééducation ( $p=0.005$ ), prescrivent moins d'application de glace sur la lésion ( $p=0.002$ ), et effectuent moins de massages précoces sur le site lésionnel ( $p=0.012$ ).

Les MKDE considérant la souplesse musculaire comme critère de RTS réalisent davantage de massages sur le site lésionnel après une bonne avancée rééducative ( $p=0.009$ ). Ils prescrivent significativement plus l'application de glace sur la lésion ( $p=0.002$ ) et l'utilisation d'AINS ( $p=0.04$ ), considèrent significativement moins le *sprint* comme élément central de la rééducation ( $p=0.0002$ ) et testent moins leurs patients par des tests fonctionnels pour juger du RTS ( $p=0.027$ ). Les praticiens considérant les capacités d'endurance pour le RTS ont significativement plus tendance à quantifier la charge de travail de leurs patients lors du processus rééducatif ( $p=0.006$ ).

Les MKDE prenant en charge de la même façon une LIJ et un suivi post reconstruction de LCA avec greffe des IJ ont significativement moins tendance à considérer la reprise de la course comme critère de RTS ( $p=0.046$ ). Les praticiens prescrivant l'application de glace sur la lésion ont significativement moins tendance à effectuer des tests fonctionnels spécifiques pour juger du RTS ( $p=0.0004$ ). Ils considèrent moins le *sprint* comme élément central de la rééducation ( $p=0.0002$ ), prescrivent moins d'exercices isométriques précoces ( $p=0.024$ ) et pensent significativement plus que la durée de repos strict dépend du grade lésionnel et repose sur des délais stricts ( $p=0.0017$ ).

Les statistiques analytiques non mentionnées sont décrites en ANNEXE 5.

## IV. DISCUSSION

### IV. 1. DIAGNOSTIC

Dans notre étude une minorité de praticiens se considèrent aptes à dresser un diagnostic de lésion des ischio-jambiers (LIJ) avec certitude (48% des urgentistes (MU) et 35% des généralistes (MG), bien que 70% des MU et 59% des MG estiment connaître ses diagnostics différentiels. Ces derniers sont pourtant parfois complexes et peuvent impliquer une prise en charge urgente. Les données analytiques montrent une corrélation entre le manque d'aisance à organiser le parcours de soin, affirmer le diagnostic, connaître les diagnostics différentiels, dispenser les mesures adéquates et organiser le suivi du patient. Ces chiffres soulignent la banalisation de ces blessures et les conséquences qui leur sont imputées, bien que la majorité des praticiens prescrivent des arrêts de travail supérieurs à une semaine face à ces lésions.

Le diagnostic de lésion musculaire aiguë repose avant tout sur l'anamnèse et l'examen clinique. Les données à recueillir en ce sens sont primordiales afin d'envisager tout diagnostic différentiel [24,48] (ANNEXE 6).

Les éléments clés de l'anamnèse caractérisent une atteinte typique (douleur brutale et vive à la face postérieure de la cuisse) et le mécanisme de survenue (« *sprinting* » ou « *stretching* » lésion). Est fréquemment décrit une sensation ou bruit audible de « pop », parfois par les autres joueurs présents sur le terrain. Une sensation de chaleur ou de spasme intense dans le muscle peut également être rapportée [42,49].

Les circonstances précises de l'évènement doivent être précisées, un antécédent de traumatisme est souvent évoqué mais cette simple notion ne suffit pas à réfuter une atteinte maligne sous-jacente si elle ne semble pas concrètement liée à la lésion. En effet les sarcomes sont des diagnostics différentiels à exclure avec certitude. Ils ne représentent qu'1 % des tumeurs des tissus mous chez l'adulte et ont une incidence de 4 à 5 cas pour 100.000 personnes chaque année en Europe. Ils sont donc rares, mais un diagnostic précoce et précis avec un traitement approprié est crucial pour le pronostic clinique du patient. Un traumatisme atypique ou une histoire de la maladie peu corrélée aux symptômes (mécanisme lésionnel, délai de survenue, évolution naturelle des symptômes et ancienneté des premiers éléments cliniques), un antécédent de néoplasie, une évolution clinique atypique, des modifications morphologiques de l'anatomie musculaire, une multiplicité de lésions, ou la palpation d'une tuméfaction en particulier >5cm, profonde, ferme et adhérente aux tissus adjacents poussent le clinicien à la suspicion et la réalisation d'exams complémentaires [50,51].

L'examen clinique recherche des signes de complication ou de gravité. L'inspection et la palpation sont primordiaux à cet effet et recherchent une ecchymose, une zone de béance intra-lésionnelle, une réelle perte de tension ou un déficit important de fonction motrice. Le *testing* fonctionnel visera à confirmer l'atteinte musculaire et reproduire une douleur en étirement passif en flexion de hanche et extension de genou et/ou étirement actif des

ischio-jambiers et/ou contraction isométrique en flexion de hanche genou à 90° et/ou contraction isométrique en flexion de hanche et extension de genou. Le « *taking off the shoe test* » : demander au patient de retirer la chaussure de sa jambe symptomatique avec la jambe saine est parlant et peut-être contributif. Un *testing* neurologique focal vise à exclure une atteinte neurologique différentielle ou conjointe (par atteinte du nerf sciatique et son trajet intra-musculaire aux ischio-jambiers (IJ)). L'ensemble des éléments collectés permettent d'estimer l'ampleur lésionnelle et d'engager les explorations complémentaires nécessaires [14,24,52,53].

## IV. 2. EXAMENS COMPLÉMENTAIRES ET PONCTION D'HÉMATOME

Les médecins des Hautes-Pyrénées recourent au bilan radiologique de façon hétéroclite. Devant une suspicion de LIJ, 30% des MU et plus d'un tiers des MG prescrivent une échographie de façon systématique, deux tiers des MU et 45% des MG ne prescrivent jamais d'IRM. Les délais attendus pour leur réalisation sont disparates, plus de la moitié n'en attendent pas ou l'espèrent entre 10 jours et 3 semaines, illustrant un manque de connaissances concernant l'évolution des lésions musculaires (LM) et d'intérêt secondaire à ce bilan hormis une confirmation radiologique de la suspicion clinique. A cet effet 87% des MKDE interrogés pensent que le diagnostic de LIJ doit associer une imagerie à l'examen clinique et 70% des MKDE qui réadressent leurs patients vers un médecin attendent de ce recours la prescription d'un bilan radiologique.

Les examens complémentaires sont un appui mais ne doivent pas être systématiques. Ils sont recommandés en cas de doute diagnostic ou devant une suspicion d'atteinte étendue/sévère à l'examen initial. Ils permettent de caractériser l'atteinte tissulaire, quantifier une potentielle collection hématique et envisager sa ponction. Pendant le suivi une mauvaise évolution clinique doit faire envisager ce recours.

L'échographie est l'examen de première intention. Elle a l'avantage d'être dynamique, à faible coût et de bonne accessibilité mais de résolution limitée face aux lésions profondes ou touchant la jonction myotendineuse. Elle a aussi le désavantage d'être opérateur dépendant. L'IRM reste à ces effets l'examen le plus performant. Elle permet également d'exclure une atteinte conjointe du nerf sciatique, d'implication chirurgicale. L'IRM n'a cependant pas sa place dans le suivi cicatriciel par son manque d'accessibilité et son coût [54].

En échographie, l'évaluation initiale d'une LM ne doit pas montrer d'état inflammatoire, de vascularisation ou de calcification intra lésionnelle, ni de contact obtus ou d'adhérence avec les fascias adjacents. La caractérisation du tissu musculaire doit montrer une déviation post traumatique de l'orientation de ses fibres. Un hématome secondaire est dépressible, avec un aspect homogène purement liquidien (sans composante tissulaire).

En 2015, l'ESSR a publié des recommandations pour la caractérisation clinico-radiologique des tumeurs des tissus mous. Tout doute diagnostic, impossibilité de conclure à une lésion bénigne ou anomalie dans l'évolution naturelle doivent pousser le thérapeute à réaliser un

bilan complémentaire par IRM, interprété par un radiologue alerte sur le diagnostic de sarcome. En cas d'élément en faveur d'une atteinte maligne, il s'impose d'adresser le patient en urgence vers un centre référent [50,51].

Le recours et le choix des examens complémentaires dépendent donc du contexte clinique. Ils doivent être réalisés dans un délai idéal de 48 heures à 10 jours après le traumatisme, l'ampleur de la lésion et de l'hématome étant sous-estimées en dehors de ces délais. Une collection hématique trop importante altère le processus cicatriciel, peut causer un syndrome des loges ou à terme une myosite ossifiante. Une ponction doit s'envisager entre 48h et 10j (trop de risques de récives avant, hématome trop coagulé après) dès que son volume atteint 5 cm<sup>3</sup> [14,55-58,153].

Dans notre étude 70% des MU et 75% des MG ne font pas réaliser de ponction d'hématome. Pourtant les MKDE annoncent réadresser leur patient vers un médecin à 38% en cas d'ampleur lésionnelle importante et 22% en cas d'hématome avéré ou suspecté. Sur l'ensemble des thérapeutes interrogés, seul un MG mentionne l'intérêt d'un suivi échographique mais le justifie en considérant la cicatrisation radiologique complète comme critère obligatoire pour autoriser le RTS. Après l'évacuation potentielle de cette collection il convient pourtant de comprimer le muscle par bandage et surveiller la survenue d'une éventuelle récive pour répéter sa ponction. Le suivi échographique est alors un appui pour s'assurer de la disparition de l'hématome lors de la remise en charge ou remettre en cause le grade ou le diagnostic initial. Il ne doit jamais primer sur la clinique pour guider l'avancée rééducative ou être considéré comme critère de RTS [24,247-249]. En cas de lésion mineure ne montrant qu'un aspect tissulaire hyperéchogène initial, ce signal doit rapidement disparaître. Lors de la phase de remodelage et l'introduction d'activités plus intenses, de petites déchirures hyperéchogènes pourront être objectivées, liées à la charge rééducative. Leur présence trop étendue évoque un tissu cicatriciel de mauvaise qualité et plus sujet aux récives lésionnelles futures [14,24,57,209,218,256-260].

Le développement de l'élastographie ou « *shear wave elastography* » permet une étude précise des tissus mous et le dépistage de zones d'hypo-extensibilité avec une bien meilleure sensibilité que la plupart des test cliniques usuels pour les tissus musculaires (comme la mesure d'amplitude articulaire passive). Ces zones localisées de contraction intramusculaire (« *trigger point* ») sont corrélées à une inhibition neuromusculaire majorée, une perte de force motrice, une moindre adaptabilité aux contraintes excentriques et donc à plus fort risque de déchirure [92-95]. De récents modèles mettent en cause l'anatomie et la réactivité des fascias dans cet excès de raideur musculaire, favorisées par des antécédents lésionnels. Leur dépistage et leur traitement se doit d'être individualisé durant tout le protocole rééducatif. L'élastographie apparait alors comme un formidable outil pour le diagnostic et le suivi. D'autres études de plus grande ampleur et adaptées aux IJ sont à promouvoir en ce sens [96-108].

### IV. 3. CLASSIFICATIONS ET CRITÈRES DE GRAVITÉ

Lors du diagnostic initial, seul 11.1% des MU et 11.8% des MG interrogés effectuent une gradation de l'ampleur lésionnelle, probablement par manque de connaissances sur le sujet. La prise en charge sera pourtant dépendante du degré d'atteinte tissulaire.

Plusieurs systèmes de classification ou gradation des lésions musculaires sont décrits, permettant de mieux structurer la prise en charge et d'estimer le temps de rééducation approprié qui ne dépend en réalité que de l'évolution clinique. (ANNEXE 7) La classification la plus ancienne et la plus simple est celle de Jackson (1973). Elle repose uniquement sur l'examen clinique et comporte trois grades de sévérité extrapolant l'atteinte structurelle sous-jacente. Elle permet notamment de sélectionner les cas où un avis chirurgical s'envisage (grades II et III) (ANNEXE 8) [52].

Depuis, de nombreuses classifications ont vu le jour.

La *Munich Muscle Injury Classification* [59] à laquelle se réfèrent les recommandations internationales, différencie :

- Les troubles fonctionnels (type 1a = troubles fonctionnels induits par la fatigue, type 1b = douleurs musculaires d'apparition retardée, courbatures ou DOMS (*delayed onset muscle soreness*) ne représentent pas d'altération structurelle des tissus musculaires et ne nécessitent pas de soins spécifiques hormis une adaptation transitoire de l'entraînement ;
- Les troubles neuro-musculaires d'origine centrale (type 2a) ou périphérique (2b) ;
- Les lésions structurelles (type 3a = lésion mineure partielle du muscle, type 3b = lésion modérée partielle, type 4 = ruptures musculaires (sub)totales et avulsions tendineuses).

La *British Athletics Muscle Injury Classification* (BAMIC) [59] propose d'associer :

- L'étendue de la lésion selon 5 stades basés sur l'IRM (stade 0 = DOMS; stade 1 = lésion minimale en termes de dimensions longitudinale et de pourcentage de fibres impliquées; stade 2 = lésion modérée ; stade 3 = lésion étendue; stade 4 = lésion complète) ;
- Le site de la lésion (a = myofasciale; b = musculaire/musculo-tendineuse ; c = intratendineuse).

La classification ISMuLT (Société Italienne des Muscles, Ligaments et Tendons) [14] et la MLG-R (issue d'une collaboration entre le FC Barcelone et Aspetar) [61] peuvent aussi être citées. La classification de Durey et Rodineau (1990) [62] couvre tous les stades lésionnels, du grade 0 représenté par les DOMS au grade 4 soit une déchirure complète. Brasseur (2017) [62] a proposé une corrélation échographique à la classification de Durey et Rodineau, permettant d'optimiser la prise en charge et d'affiner le pronostic. Ces éléments clinico-radiologiques unifiés ont l'avantage d'être clairs et parlants pour le grand public (ANNEXE 9).

Chacune des classifications a ses spécificités bien qu'elles soient toutes basées sur des critères communs. Leur comparaison ne permet pas de définir la supériorité de l'une par

rapport à l'autre, l'ensemble des intervenants d'une même cellule médicale se devant surtout d'utiliser la même classification afin d'éviter les erreurs de communication au détriment de la prise en charge du patient [18,25,64,65].

#### IV. 4. INDICATIONS CHIRURGICALES

Malgré des difficultés évidentes dans la caractérisation de l'ampleur lésionnelle, seul 31% des médecins de premier recours adressent leurs patients vers un confrère spécialiste en troubles musculosquelettiques et une infime minorité (3.8%) envisagent un recours vers un orthopédiste. Une lésion jugée importante selon sa localisation et sa sévérité, le nombre de chefs atteints ainsi que l'exigence sportive du patient nécessitent pourtant *a minima* le recours vers un médecin alerte sur une potentielle implication chirurgicale [154-169].

Les lésions musculaires corporeales qui n'ont pas ou peu de muscles agonistes préservés doivent bénéficier d'un avis chirurgical en cas de lésion complète ou englobant plus de 50 % de la section musculaire [12]. Les lésions myotendineuses proximales doivent alerter le thérapeute face à leur risque de complication. La recherche d'avulsion osseuse déplacée, de lésion tendineuse proximale libre (rupture totale) de 3 tendons ou de 2 tendons associée à une rétraction tendineuse supérieure à 2 cm impose une évaluation orthopédique. Dans ces indications, le suivi longitudinal post-chirurgical montre une amélioration significative de la force déployée et des délais de RTS comparativement au traitement fonctionnel [11,170]. Chez les athlètes élités la discussion d'une opération face aux lésions myotendineuses proximales doit être élargie, toujours dans un but de diminuer le temps de RTS. La réinsertion d'une lésion complète isolée d'un des 3 tendons peut même être envisagée mais reste controversée [165]. Des études de plus grande ampleur pour déterminer les conséquences d'une réparation chirurgicale sur les récurrences, mieux définir les risques, les complications et les techniques opératoires sont nécessaires pour clarifier les indications de prise en charge. Les techniques de chirurgie endoscopique sont assez récentes et nécessitent plus de retour afin d'être adoptées consensuellement [11]. Concernant les délais de prise en charge, plus la lésion jugée chirurgicale est opérée tôt, meilleurs sont les résultats en termes de satisfaction, délais de RTS, performance et douleur. Les données concernant les lésions d'indication chirurgicale prises en charge de façon tardive font débat. Les délais étudiés varient de 4 semaines à 3 mois, il est complexe d'établir des consensus clairs entre la nécessité d'une intervention ou d'un traitement fonctionnel. La décision sera donc d'autant plus individualisée à l'athlète. La reprise d'appui complet et l'absence de port d'attelle dès la sortie du bloc opératoire ne semble pas péjoratif à la rééducation. Une reprise lente de la marche guidée par la clinique est envisageable de façon très précoce. Le délai de RTS pour les ruptures traitées chirurgicalement est en général de 6 à 9 mois [12,163,164]. Environ  $\frac{3}{4}$  des athlètes reprennent leur activité au niveau antérieur à la lésion après le processus rééducatif [155].

#### IV. 5. PRISE EN CHARGE PHARMACOLOGIQUE

La majorité des médicaments prescrits par les médecins de notre étude sont des antalgiques de pallier I (85% des MU et 90% des MG) mais 55% des médecins ont aussi recours aux antalgiques de pallier II et une minorité aux antalgiques de pallier III. En parallèle 9% des médecins prescrivent des myorelaxants, 48% des MU et 37% des MG prescrivent des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) et 20% des MKDE recommandent leur utilisation.

Pour discuter des thérapies à mettre en place ou à bannir, il faut comprendre les phénomènes physiologiques post-lésionnels. Trois phases biologiques sont impliquées dans la régénération tissulaire [14,171] :

- L'atteinte tissulaire initiale engendre une phase inflammatoire de 48 à 72 heures pour l'élimination des tissus nécrotiques. La lésion est alors particulièrement susceptible de s'aggraver.
- Suit la phase régénérative où apparaît le granulome cicatriciel, fragile également et qui ne peut supporter une remise en charge trop importante.
- Enfin la phase de remodelage et l'adaptation des tissus aux contraintes mécaniques qui leur sont imposées, jusqu'à plus d'un an après le traumatisme initial.

La progression entre ces phases est un *continuum* sans seuil de transition brutal et les voies physiologiques impliquées sont intriquées. Des phénomènes inflammatoires persistent durant tout le processus cicatriciel et sont nécessaires au renouvellement tissulaire. Inhiber ces voies physiologiques, d'autant plus en phase précoce lorsqu'elles sont maximales, affecte négativement la cicatrisation à court et long terme. Les thérapies anti-inflammatoires seraient donc à bannir [173]. Pourtant d'anciennes études recommandaient l'utilisation d'AINS voire de glucocorticoïdes en phase aiguë dans le traitement des lésions des tissus mous et des courbatures [174]. Les AINS apparaissent largement utilisés par les athlètes, un rapport montrait en 2010 que l'incidence de leur utilisation déclarée dépasse généralement l'incidence des blessures signalées. Les AINS ne sont alors pas seulement utilisés dans le traitement curatif des lésions, mais aussi en prophylaxie [175-178]. La compréhension de leur mode d'action a pourtant permis de décrier leur banalisation. Si les effets indésirables et les risques associés à leur utilisation poussent à repenser leur prescription de façon générale, il est désormais avéré que les AINS et les corticoïdes exercent une influence négative sur toutes les phases de la cicatrisation tissulaire. Ces médicaments sont à proscrire durant toute la rééducation des lésions musculaires aiguës [172,173,179,180,320-325].

Le paracétamol n'a pas d'effet néfaste avéré sur la cicatrisation. Il peut être utilisé avec prudence durant les premiers jours en cas de douleur persistante au repos, voire en association avec des antalgiques de pallier II. Lors de la reprise d'activité les antalgiques ne doivent cependant pas masquer des signaux de douleur guidant la progressivité de la rééducation [14,24,173,175,181].

Les myorelaxants n'ont aucun effet bénéfique démontré. Ils exposent le patient à des effets indésirables ne justifiant aucunement leur recours [14,24,173,175,181,326,327].

Malgré une prescription par 75% des médecins et plus de la moitié des MKDE de notre étude, l'application de glace sur la lésion est également remise en question. Le froid perturbe les voies de l'inflammation, de l'angiogenèse mais aussi de resynthèse du collagène. Par son action vasoconstrictrice il cause un retard d'extravasation des polynucléaires neutrophiles et des macrophages, perturbant l'élimination des tissus nécrotiques. Son action analgésique incite à la prudence lors des exercices rééducatifs. En somme la cryothérapie semble à proscrire, particulièrement en phase précoce [173,332].

#### IV. 6. PRISE EN CHARGE PRÉCOCE

Les mesures immédiates dispensées sont cruciales et représentent la première étape de la rééducation. Elles sont universelles pour toute LM durant les 48 à 72 premières heures post-lésionnelles, quelle que soit la blessure, sa localisation et son ampleur. Ces mesures accompagnent la phase inflammatoire et visent à réduire l'aggravation de la lésion initiale [9]. Différents acronymes se sont succédés pour définir les mesures immédiates à mettre en œuvre sur les lieux du traumatisme. Ils sont souvent remis à jour avec les données de la science. « POLICE » : « *Protection, Optimal loading, Ice, Compression, Elevation* » a d'abord remplacé « RICE » et « PRICE » : « *Protection, Rest, Ice, Compression, Elevation* ». La notion d' « *Optimal loading* » remplaçait la notion de « *Rest* », illustrant l'importance de l'approche active [12,148,175]. Ignorant cependant l'évolution subaiguë et chronique des tissus, « POLICE » fait désormais place au protocole « PEACE and LOVE » [173,182-185].

L'acronyme « PEACE » guide l'approche initiale durant ces 3 premiers jours :

- *Protection* : restriction des mouvements et activités augmentant la douleur. Minimise le saignement et prévient la distension des fibres lésées ;
- *Elevation* du membre lésé au repos. Au-dessus du cœur pour permettre un drainage des liquides interstitiels. Malgré l'absence d'efficacité démontrée, cette mesure n'apparaît pas néfaste. Des massages drainants de la zone lésée peuvent aussi être recommandés mais ne doivent débiter qu'avec l'introduction des exercices en charge [35,181]. 30% des MKDE de l'étude les réalisent dès le début de la rééducation et 27% n'en réalisent pas ;
- *Avoid anti-inflammatories* : exclusion des thérapies anti-inflammatoires comme cité précédemment ;
- *Compression* : bandage compressif immédiat, remplacé après 48 heures par un bandage élastique mieux toléré et poursuivi tant qu'une collection intratissulaire est suspectée. Réduit l'œdème interstitiel et l'hématome secondaire [14,16] ;
- *Educate* : illustre le rôle clé des thérapeutes de premier recours. Une meilleure éducation sur les conséquences des LIJ, l'importance d'une prise en charge attentive et la prescription de premiers exercices auto-rééducatifs simples aident à l'inclusion du patient dans le parcours de soin. Ces mesures cruciales pour le devenir de la lésion ne sont appliquées que par 30% des médecins de notre étude.



Si la surélévation du membre lésé au repos est donc ancienne et encrée dans les pratiques (74% de prescription dans notre étude), seul 44% des médecins réalisent une compression de la lésion qui paraît pourtant bien plus importante à la bonne évolution cicatricielle.

#### **IV. 7. ÉLABORATION DU PROTOCOLE RÉÉDUCATIF**

65% des MG s'estiment aptes à organiser le parcours de soin des patients victimes de LIJ, mais seul 31% des médecins de notre étude déclarent avoir de bonnes connaissances concernant la rééducation des LIJ. Ils se reposent ainsi sur une large prescription de kinésithérapie (74% des MU et 98% des MG) en l'espérant débiter précocement. Malgré le manque de moyens matériels apparent pour le suivi, l'EMG n'étant utilisé que par 2% des MKDE et les machines d'isocinétisme par 18% d'entre eux, le travail analytique (d'isolation musculaire) est largement promu (82%) par des exercices variés (équivalence des exercices mettant en jeu la hanche ou le genou pour 76% des thérapeutes). Cependant 33% des MKDE considèrent le *sprint* comme central au sein du processus rééducatif, 52% demandent une reprise précoce de la course à pied à leurs patients et 70% ne proposent pas de correction de la technique de course ou le font sans analyse spécifique de cette dernière. La vision rééducative proposée par les thérapeutes de notre étude suit donc de grands principes analytiques au détriment de l'aspect fonctionnel. Le patient représente pourtant plus qu'un simple tissu musculaire lésé. Considérer son environnement et l'ensemble des facteurs de risque lésionnels (ANNEXE 10, ANNEXE 11, ANNEXE 12) permet de construire des protocoles de soin adaptés selon des principes parfois négligés.

##### **IV.7.A – RESPECT DU RESENTI DU PATIENT**

Les sensations du patient représentent le meilleur moyen de guider l'introduction d'exercices et l'augmentation de leur charge. L'auto-évaluation de la douleur perçue permet d'objectiver ce ressenti. La temporalité et le suivi dynamométrique sont des appuis qui ne doivent pas prévaloir sur cet aspect. Demander la réalisation des exercices rééducatifs sous une antalgie stricte est néfaste pour l'adaptation cicatricielle et augmente les délais de RTS. La majorité des études recommandent l'utilisation de l'Échelle Verbale Simple (EVS) ou de l'Échelle Visuelle Analogique (EVA) et de tolérer un seuil de douleur  $\leq$  à 4/10 y compris lors de la reprise de la course à pied [1,6,7,9,173,186,187,194]. Ce suivi doit être effectué pendant mais aussi après l'exercice, une douleur persistant après l'effort est un critère d'alerte pour le thérapeute [195,196]. 35% des médecins de notre étude prescrivent la réalisation des activités sous un seuil de douleur, qu'ils définissent alors bien selon les éléments cités (seuil de douleur auto évalué  $\leq$  3/10, disparition des douleurs au repos...).

##### **IV.7.B – INDIVIDUALISATION ET SPÉCIFICITÉ**

Aucun protocole rééducatif structurel (*L-protocol*, *C-protocol*, *Agility and Trunk stabilisation...*) ne montre sa supériorité dans la littérature actuelle, bien qu'elle manque

encore de données comparatives probantes [14,24,34-40,72,164,210,220,222,248,333]. La rééducation se veut spécifique et individualisée. Le *screening* (analyse) des demandes de l'exercice physique antérieur et des forces ou faiblesses du patient durant le processus rééducatif permet de choisir les exercices optimaux pour sa progression, proposer un *continuum* dans l'augmentation de leur charge et se prémunir au mieux du risque de récurrence [53,197]. Les MKDE interrogés individualisent largement leur prise en charge, seul 28% appliquent des protocoles stricts et 24% prendraient en charge de la même façon une LIJ et un suivi post-chirurgie de LCA avec greffe provenant des IJ.

#### **IV.7.C – DRAPEAUX ROUGES**

80% des kinésithérapeutes interrogés adressent ou réadressent leurs patients vers un médecin durant la rééducation, principalement en cas d'évolution « anormale » de la symptomatologie, devant la persistance de douleurs, une remise en question de l'ampleur lésionnelle diagnostiquée ou une suspicion directe de diagnostic différentiel. Ainsi 83% d'entre eux utilisent des « drapeaux rouges », signaux objectifs d'un risque de complication. De façon précoce un retard ou une douleur à la remise en charge du muscle lésé, à la reprise de la course à pied à faible allure ou dans la récupération d'une extensibilité totale sont à dépister. Une stagnation ou une régression du patient durant la rééducation, une sensation « différente » dans le muscle lésé à l'exercice, des signes de pathologie évolutive, inflammatoire ou neurologique sont à chercher durant tout le suivi rééducatif [14].

#### **IV.7.D – INTÉRÊT DES EXERCICES ISOMÉTRIQUES PRÉCOCES**

Les contractions isométriques et concentriques appliquent une force relativement constante sur l'ensemble du tissu musculaire. Contrairement aux contraintes excentriques, le granulome cicatriciel n'est alors que peu soumis à la traction, évitant un diastasis contraire à sa bonne évolution [9,207]. La réalisation d'activités isométriques précoces paraît sans risque, améliore le recrutement et l'activation des unités motrices avec un effet antalgique de surcroît. Entre 30 et 50 répétitions de 10 à 20 secondes de contractions sont suggérées et peuvent être envisagées dès le lendemain de la blessure [24,25,181,198-203]. Ce réveil isométrique des IJ est mis en œuvre par une majorité des MKDE (65%) de notre étude. Une variation de l'angulation articulaire lors des contractions permet de modifier la force déployée dans un but de progressivité [35,204-206]. Les appareils d'isocinétisme, les machines elliptiques ou le vélo stationnaire sont intéressants à cette étape, permettant des mouvements contrôlés et un recrutement musculaire précis.

L'introduction du travail excentrique en charge dès le lendemain du traumatisme contre 9 jours après ne démontre pas de bénéfice pour le délai de RTS ni de diminution du taux de récurrence selon Vermeulen et collaborateurs [208] et peut donc même être péjoratif. Des étirements passifs du membre lésé et le traitement individualisé de *trigger points* peuvent être réalisés prudemment après 72 heures afin de retrouver des amplitudes articulaires satisfaisantes pour le travail rééducatif et les activités quotidiennes. Au-delà du protocole de rééducation, un gain d'amplitude articulaire maximal et la prescription d'étirements

jouant sur l'entièreté du corps musculaire n'apparaissent pas assez spécifiques pour s'affranchir du risque de LM en pratique [14,77,81-91,181,188,189,209-212].

#### **IV.7.E – IMPORTANCE DES CONTRAINTES EXCENTRIQUES**

Ce sont toutefois ces contraintes excentriques qui permettent les plus gros avantages adaptatifs lors du remodelage tissulaire : résistance et endurance du tissu cicatriciel face aux contraintes, force déployable, adaptations architecturales protectrices (diminution de l'angle de pennation des fibres ou augmentation de leur longueur (ANNEXE 13)) et levée d'inhibition corticospinale. Cette inhibition automatique de l'activité myoélectrique joue un rôle protecteur immédiat mais devient à terme péjorative (augmentation du risque de récurrence et diminution des performances) si elle n'est pas résolue lors de la reprise sportive. Rapporté aux ischio-jambiers ce phénomène affecte majoritairement le BFLP au bénéfice du BFCP [43,111-116]. Ce phénomène apparaît et persiste davantage en résistance excentrique, expliquant les conséquences imputées et l'importance de l'exposition à ces contraintes [24,74,75,195-200,210-222].

#### **IV.7.F – IMPORTANCE DU BFLP**

Le BFLP est le chef musculaire le plus largement recruté, soumis aux contraintes lors de la course et inhibé après une LIJ, expliquant sa susceptibilité lésionnelle et l'incidence de ses récurrences. Les exercices analytiques trouvent leur intérêt rééducatif dans un recrutement neuromusculaire précis permettant d'isoler certains chefs musculaires selon les exercices demandés. 80% des MKDE ayant cité un exercice fondamental pour la rééducation des LIJ mentionnent directement le *Nordic Hamstring* (NH). Cet exercice est promu pour la rééducation des chirurgies de LCA avec greffe provenant des IJ [73,101,223,224] mais semble moins spécifique pour la rééducation propre des LIJ et du BFLP [94,225-227]. Les exercices à « dominante hanche » permettent d'isoler le BFLP du BFCP qui s'insère sur le fémur. Ils induisent un recrutement conjoint des érecteurs du rachis et des fessiers. Par ordre moyen d'activation du BFLP les études citées classent : *back extension* > *stiff leg deadlift*, soulevé de terre roumain > *glider* > *hip extension* > *single leg supine bridge* > *russian deadlift*. Les exercices à « dominante genou » activent préférentiellement le SM et le ST. Parmi eux le *prone leg curl* est lui aussi plus intéressant que le NH pour le BFLP [67,101,229-212]. Les exercices de fentes activent préférentiellement les fessiers ou les quadriceps [233]. Les exercices à haut degré d'allongement musculaire sont à privilégier pour se prémunir au mieux des récurrences et diminuer les délais de récupération (ANNEXE 12) [6,24,200,210,215-222]. Ces données sont cependant à confirmer par des études plus robustes et varient selon les portions musculaires, les sujets, l'angulation des genoux ou la position des pieds [44,228,234-236]. Ces variabilités ne desservent pas la rééducation, chaque chef musculaire affaibli ou inactivé déporte les contraintes appliquées sur ses agonistes et devient un facteur de récurrence [1,44,94,225-227,237,238]. Les protocoles doivent être transversaux et variés comme cité par les MKDE de notre étude. Un suivi électromyographique (EMG) est alors intéressant pour objectiver la levée d'inhibition

corticospinale précédemment citée et l'activation des différents chefs musculaires [117-122,200,215] tout comme un suivi dynamométrique par évaluation de la courbe force-vélocité, *ratios* de force I/Q ou H/C permet d'adapter le programme rééducatif aux points faibles du patient [24,200,210,215,218-222].

#### **IV.7.G – TRAVAIL FONCTIONNEL PRÉCOCE : LE RÔLE CLÉ DE LA COURSE**

42% des médecins de notre étude prescrivent du repos strict pour plus de 72 heures et seul 35% des MKDE pensent que sa durée doit être minimale. Le repos strict prolongé est pourtant ce qu'il y a de plus néfaste pour la réadaptation tissulaire [14,24,118-121,173,186-191], l'exposition précoce à des exercices spécifiques selon la tolérance clinique est alors déterminant [74,75,193-200,213,214]. Si Woodward a introduit ce principe dès 1953, Bayer et collaborateurs ont récemment démontré que la prise en charge d'une LM débutant au deuxième jour contre neuvième jour post-trauma réduisait significativement (gain médian de 3 semaines) les délais de récupération [25,192].

En ce sens la reprise d'appui, de la marche et de la course développent des contraintes maximales et spécifiques [200,213,215,330,331] ainsi qu'un travail neuromusculaire, proprioceptif et de coordination d'autant plus bénéfique pour la rééducation des IJ. La marche autonome exerce par exemple plus de contraintes tissulaires que le *Leg Curl* à pleine puissance [218]. Courir est un exercice universel facile à monitorer par des leviers de vitesse et de distance, pouvant se pratiquer en autonomie et ne nécessitant pas d'investissement matériel conséquent. De plus la course cible préférentiellement le BFLP en termes d'activation neuromusculaire et de mécanotransduction [1,45,46,92,93,238-243]. Le schéma d'activation des IJ dans la cinétique de course est le même quelle que soit la vitesse ou la puissance déployée, seule l'intensité de cette activation se majore proportionnellement à ces données. Ainsi la reprise précoce du running ne pourra qu'être encouragée, même à faible intensité [239]. Un moyen fiable de l'introduire dans des délais adéquats est de tester le patient sur des alternances de course à basse intensité et de marche dès que cette dernière est possible en autonomie. Trois tests peuvent également aider le clinicien : l'absence de douleur lors de la réalisation du *H test*, l'absence de douleur au *one leg squat*, et le fait de retrouver des capacités d'extensibilité musculaire active et passive totales. L'apport de machines antigravitaires peut être précieux pour une introduction encore plus précoce du *footing* en charge minimale [1,45,46,92,93,239-243]. La reprise de la course permet de dépister les facteurs biomécaniques favorisant le risque lésionnel. Leur correction nécessite alors une analyse précise, globale et multimodale de la cinétique gestuelle du patient (*ANNEXE 14*), à des allures progressives vers le *sprint*. Dispenser des conseils « généraux » sur la cadence de pas ou l'attaque du pied ne semble pas assez spécifique pour diminuer le risque lésionnel. Toujours dans un but de spécificité, la reprise d'activités fonctionnelles comme les frappes de balle dans le football doivent s'envisager précocement [328].

Sprinter développe ces aspects dans leurs limites maximales et constitue alors autant un exercice rééducatif optimal qu'un test fonctionnel crucial pour la reprise du sport dans des

délais proches [24,210,218-222]. Il est de ce fait le seul exercice à devoir être effectué sans douleur durant la rééducation [24,37,86].

#### IV.7.H – NE PAS NÉGLIGER LES AUTRES FACTEURS DE RISQUE LÉSIONNEL

Il convient de ne pas rester focalisé sur les IJ et considérer « l'environnement musculaire » dans le processus rééducatif (ANNEXE 15). L'acronyme « LOVE » illustre l'importance de cette vision fonctionnelle et transversale :

- *Load* : illustre l'intérêt d'une remise en charge précoce et progressive ;
- *Optimism* : L'anxiété, la dépression et le négativisme sont des freins à la récupération. La considération de facteurs psychologiques doit être intégrée à la prise en charge [193] ;
- *Vascularisation* : La reprise précoce d'une activité cardiovasculaire aérobie (en adaptant la charge du muscle atteint dans un premier temps) aide à vasculariser les tissus lésés, diminue le déconditionnement cardiovasculaire et maintient l'athlète autour de son poids de forme. Elle permet une diminution du recours à l'usage d'antalgiques [14,24,75,173] ;
- *Exercice* : Intégrer des exercices spécifiques d'agilité et de proprioception ne modifie pas le temps de RTS mais diminue le risque de récurrence conjointement à un perfectionnement de la technique de course [81,223]. Le travail proprioceptif peut être débuté précocement avec des exercices d'équilibre sur des surfaces stables et instables, sans et avec déstabilisations, demandes de tâches cognitives supplémentaires, avec puis sans soutien du système visuel [14,24,181,249-251].

Ce travail cardiovasculaire ou de proprioception semble largement réalisé selon les MKDE de notre étude (87%).

#### IV.7.I – QUANTIFICATION DE LA FATIGUE

La fatigue est une entité plurifactorielle et parfois subjective qui peut être modélisée par l'addition de la charge externe appliquée aux tissus lors de l'exercice et de la charge interne regroupant toutes les causes d'altération des capacités d'anabolisme. Rapportée aux membres inférieurs elle peut diminuer le contrôle postural, la proprioception, la force déployée et le *ratio* de force entre muscles agonistes et antagonistes. Elle constitue alors un important facteur de survenue lésionnelle, l'objectiver et la quantifier lors de la rééducation et après le RTS permet d'authentifier une progression et prévenir des périodes de surcharge propices aux blessures [135,252] (ANNEXE 16). L'accessibilité des outils disponibles (GPS, *Time-Motion Analysis* (TMA), montres connectées, dynamomètres, tests fonctionnels...) facilite désormais cette démarche holistique (ANNEXE 16). L'éventail de données disponibles permet au thérapeute d'adapter son modèle selon les situations cliniques. Seul 26% des MKDE de notre étude effectuent ce *monitoring*.

#### IV.7.J – COMMUNICATION INTER ET PLURIPROFESSIONNELLE

La prise en charge des LIJ se doit donc d'être envisagée dans sa transversalité. L'ensemble des aspects exposés imposent l'expertise de thérapeutes alertes sur la biomécanique, la nutrition, la quantification de la fatigue et de la charge mentale. L'intégration de préparateurs physiques, de diététiciens-nutritionnistes et de psychologues dans le protocole de soin représente une valeur ajoutée au traitement. Ce travail n'interrogeant pas ces professionnels de santé, d'autres études les incluant sont à entreprendre pour apporter de nouvelles voies de progression dans le parcours de soin des LIJ. Si 96% des MG de notre étude communiquent avec le MKDE durant le suivi rééducatif, seul 8% le font de manière systématique. Une communication interprofessionnelle plus attentive permettrait certainement un suivi optimisé et approfondi [25].

#### IV. 8. RETOUR AU SPORT

Environ la moitié des médecins généralistes de notre étude (53%) prendraient la responsabilité d'autoriser le RTS à leurs patients, avec comme critère majoritaire (85%) un aval préalable du kinésithérapeute. Le RTS repose donc largement sur le MKDE référent. À cet effet les critères mis en jeu sont disparates mais nombreux. Parmi ceux proposés dans notre questionnaire des critères fonctionnels comme la course (70%), le *sprint* (78%) ou analytiques comme la force excentrique (78%) sont mis en avant. 67% des MKDE évaluent l'aptitude psychologique à la reprise, 11% se basant alors sur des scores objectifs. Environ la moitié des thérapeutes mettent en jeu la souplesse musculaire, les capacités de contraction isométrique ou concentrique, le *ratio* de force I/Q, ou la réalisation de tests fonctionnels (*Triple Hop* ou *Hop Test* comme exemples donnés). Un quart se basent sur la durée de la rééducation, les capacités musculaires aérobies ou sur une quantification précise des charges de travail (en adéquation avec les données de *monitoring* durant le processus rééducatif, 4% utilisant le monitoring GPS à cet effet). Seul 11% des thérapeutes utilisent le *H Test* d'Askling.

La décision de retour au sport après une lésion musculaire reste un challenge pour le praticien, qui l'oblige à prendre en compte des facteurs contextuels multiples comme les exigences sportives calendaires, les capacités requises en compétition, ou l'aptitude psychologique. Les délais moyens les mieux documentés concernant les IJ sont très variables, de quelques jours à plusieurs mois selon la gravité de la lésion initiale. On remarque également une grande variabilité entre lésions de même ampleur, illustrant la complexité du processus rééducatif. Pour des lésions de grade 2 et 3 selon Jackson, des délais de RTS ont été rapportés à  $22 \pm 11$  et  $73 \pm 60$  jours respectivement selon de larges rapports prospectifs [7,261].

Les critères de RTS ont pour but de monitorer le retour à la performance en minimisant le risque de récurrence. En ce sens il ne suffit pas de rejouer un match ou participer à un

entraînement complet pour valider un retour à la compétition sans risque, le suivi au décours reste primordial. La fenêtre de vulnérabilité maximale pour une rechute est même jugée à 15 semaines après le RTS, le processus rééducatif imposant une importante charge de travail aiguë pour une capacité d'assimilation tissulaire devenue faible et donc à haut risque lésionnel. La quantification de la charge de travail dans cette fenêtre et le respect de périodes d'assimilation (diminution de l'intensité et de la durée des exercices) entre les périodes de fortes contraintes sont plus que jamais encouragés. Ce *screening* peut être effectué selon toutes les modalités de monitoring explorées précédemment [25,261-263]. Le suivi GPS corrélé aux observations du terrain et au ressenti du patient sont aujourd'hui particulièrement plébiscités dans de nombreux sports collectifs. Ils illustrent l'importance du recueil de données fonctionnelles en pratique spécifique, qui prévaudront toujours sur des tests dynamométriques (comme un suivi isocinétique strict de récupération de force recommandé par le passé), des critères radiologiques, anatomiques, ou neuromusculaires. Ces derniers sont les moins bons facteurs pronostiques de récurrence [254,255] même s'ils ne doivent pas être négligés pour un suivi holistique du patient : des asymétries de force musculaire, à savoir des *ratios* agoniste/antagonistes (*ratio* I/Q) et des *ratios* entre ischio-jambiers homo/controlatéral (*ratio* H/C) déséquilibrés sont impliqués dans le risque global de lésion des tissus mous aux membres inférieurs [1,79].

Plusieurs critères simples et reproductibles sont proposés pour juger d'un RTS à risque minimisé : [37,45,264]

- Absence de douleur à la palpation et à la contraction isométrique.
- Flexibilité active et passive totales et indolores.
- Absence de douleur pendant et après la réalisation d'exercices fonctionnels spécifiques.
- Performance aérobie et anaérobie satisfaisante lors des mêmes exercices.

Le *sprint* et la répétition des *sprints* dans des délais courts reste le test fonctionnel le plus spécifique et prédictif. Les capacités et sensations lors de la décélération devront également être tenues pour compte. Les capacités d'endurance musculaire et de flexibilité active pourront être évaluées conjointement par le *single leg bridge* (maintien de la position et absence de douleur). Van der horst, Reurink et Askling insistent sur la reproduction de tests en allongement maximal répété durant toute l'avancée de la rééducation pour prédire d'une bonne récupération fonctionnelle des « stretching » lésions [210,255]. À cet égard le *H Test* d'Askling sera aussi précieux pour s'assurer du bon déroulé rééducatif qu'autoriser la reprise précoce de la course à pied en jugeant des capacités de flexibilité active et d'endurance musculaire. Une évolution péjorative des sensations lors de sa réalisation peut alerter le thérapeute sur la bonne avancée rééducative. [210]

Une multitude de tests fonctionnels existent comme le *Triple Hop* et le *Hop Test* qui semblent avoir une bonne valeur prédictive de l'activation neuromusculaires des IJ [122]. Ces tests sont aujourd'hui validés par des consensus d'experts, des études de plus haut niveau de preuves sont nécessaires pour comparer leur supériorité. Le plus important reste

de tester la force, l'endurance de force et la fonction du muscle lésé dans sa spécificité [37,264-268].

Parallèlement à ces critères, les facteurs psychologiques ne doivent pas être négligés. Les thérapeutes devront procéder à des entretiens réguliers sur les ressentis physiques et mentaux, juger de l'appréhension, l'âge, le niveau sportif, le moment de la saison, les objectifs de l'athlète, des aspects économiques, sociaux... En somme tout ce qui gravite autour du patient. En ce sens l'échelle d'évaluation IPRRS (*Injury Psychological Readiness to Return to Sport scale*) peut aider le clinicien [269].

#### **IV. 9. THÉRAPIES D'APPOINT**

Une large utilisation du *Kinésio-Tape* semble plébiscitée par les MKDE de notre étude (65%). Mais les thérapies « matérielles » comme les ultrasons pulsés (17%), le *Blood Flow Restriction* (4%), l'Électrolyse Percutanée Intratissulaire (4%) ou les thérapies laser (2%) n'apparaissent pas centrales dans la prise en charge.

Parmi ces dernières, l'utilisation de l'électrostimulation peut être intéressante avant la remise en charge pour l'activation neuromusculaire, la décontracture des « *tender points* » et les phénomènes douloureux excessifs. Elle pourrait aussi stimuler l'implantation de cellules souches au sein de la zone lésée. Au-delà de cette étape mais leur intérêt clinique est moindre, la rééducation se voulant alors plus intensive et spécifique [24,64,188,270-273]. L'utilisation de *Kinesio-Tape* démontre un léger effet antalgique et influence certains paramètres musculaires comme le niveau de force développé, l'amplitude de mouvements ou le contrôle proprioceptif, sans pour autant accélérer le retour au sport [274]. Les thérapies par ultrasons pulsés et thérapies laser de bas niveau pourraient favoriser les concentrations en facteurs de croissance sur le site lésionnel et la prolifération cellulaire pour une utilisation après les 72 premières heures, mais n'ont que des effets antalgiques démontrés [14,16,17,181,281-293]. L'entraînement avec restriction du flux sanguin (*Blood Flow Restriction*) favoriserait l'angiogenèse et la régénération tissulaire sans qu'aucune étude ne démontre formellement ces bénéfices [37]. Parmi les thérapies thermiques proposées, la cryothérapie et les thérapies de contraste n'ont pas de bénéfice démontré et peuvent même être péjoratives pour les raisons précédemment citées. L'application de chaleur a démontré son innocuité et pourrait diminuer la fatigabilité musculaire, permettant d'envisager son utilisation [14,24,173,275-280,332].

#### **IV. 10. FORCES, LIMITES ET PERSPECTIVES**

##### **IV.10.A. FORCES**

Une des principales forces de cette étude est son caractère inédit en France. Aucun travail n'a interrogé les médecins de premier recours et les MKDE dans leur prise en charge des



LII. La revue de littérature proposée est conséquente et aborde l'ensemble des problématiques rencontrées durant la prise en charge, depuis le diagnostic jusqu'au RTS.

Le taux de réponse de notre étude est correct, avec pour rappel 20.24% des MG, 39.13% des MU et 17.62% des kinésithérapeutes interrogés. Il a pu être facilité par la conception du questionnaire préalablement retravaillé, sa durée de passation et sa large diffusion à caractère départemental. Cette dernière a cependant nécessité plusieurs rappels et plusieurs modalités de diffusion. Malgré ces mesures nous avons obtenu une adhésion plus faible que celle décrite dans un travail de thèse étudiant la prise en charge des lésions du LCA en soins de premier recours, effectué en décembre 2023 sur les mêmes populations [319]. Ces données pourraient s'expliquer par l'exclusion des retours incomplets pour limiter le biais de réponse (11 réponses exclues). Mais surtout, les LIJ peuvent représenter un moindre intérêt thérapeutique chez les médecins de premier recours et une moindre prise en charge chez les kinésithérapeutes, les lésions du LCA étant un motif de consultation plus concret pour l'ensemble des praticiens. Cette donnée insisterait sur la banalisation des LIJ comparativement à leurs épidémiologie et conséquences.

#### **IV.10.B. LIMITES**

Le biais de sélection reste la principale interrogation de cette étude. La caractérisation de la population cible des Hautes-Pyrénées a été difficile à plusieurs égards. Les données démographiques les plus récentes dont nous disposons sont celles de la DREES et du CNOM (2023 pour les MG et 2020 pour les MKDE pour lesquels nous ne disposons pas d'Atlas démographique spécifique aux Hautes Pyrénées). Ces deux sources montrent des incohérences entre elles bien que publiées à la même date [317,318]. Le CDOM et le CDOMK des Hautes-Pyrénées ont refusé la diffusion d'informations démographiques pour cette étude. Bien que le taux de participation soit jugé correct, que le pourcentage de praticiens formés aux troubles musculosquelettiques soit cohérent chez les MG et les MU (respectivement 9.8% et 7.4%) et que la caractérisation du sexe des répondants semble correspondre aux données dont nous disposons (47% de femmes MG dans notre étude contre 45% d'après la DREES en 2023), notre étude regroupe des MG plus jeunes (39.25 ans en moyenne contre 52,2 selon la DREES en 2023), avec un exercice plus libéral (60.78% contre 49,1%) et plus de remplaçants (31.37% contre 18,3%). Ces différences peuvent s'expliquer par le mode de diffusion informatique du questionnaire et la plus grande disponibilité des remplaçants. Cependant la DREES ne comptabilise pas les médecins qui exercent une autre spécialité que celle du diplôme initial. Elle ne prend pas en compte les DESC notamment celui de Médecine d'Urgence qui représente la totalité des MU avant la création du DES en 2017. On peut ainsi s'interroger sur l'extrapolation des données à la population cible. N'ayant pas de référence opposable sur la population d'urgentistes, nous ne pouvons conclure sur l'extrapolation de nos données les concernant. Pour augmenter le nombre de participants nous avons préféré étendre la diffusion du questionnaire en le proposant en manuscrit, il est alors possible que nous ayons recruté des participants ne répondant pas à la description de la population cible.

Il existe probablement un biais de déclaration lié au risque de désidérabilité sociale. Nous pouvons aussi évoquer quelques limites liées à la rédaction du questionnaire. La présence de questions ouvertes a pu entraîner des réponses incohérentes que nous avons tenté de rectifier en créant des groupes homogènes à partir de ces réponses. Les réponses fermées ont quant à elles pu restreindre les participants à une réponse catégorique qui ne reflète pas forcément leurs pratiques.

Enfin cette étude n'a interrogé que des médecins et des kinésithérapeutes. Intégrer d'autres professionnels de santé permettrait certainement d'apporter d'autres voies de réflexion et de progression pour optimiser le parcours de soin.

#### **IV.10.C. PERSPECTIVES**

La vision proposée dans cette étude pour la prise en charge des LIJ est transversale et pluridisciplinaire. Elle veut avant tout ouvrir la porte à des études d'ampleur pour unifier les pratiques actuelles. Toutes les données précédentes convergent vers un point : le pronostic sombre des LIJ est en grande partie dû à l'errance des patients qui en sont victime hors du parcours de soin. A cet égard, lutter contre leur banalisation et proposer une remise en mouvement précoce, fonctionnelle et spécifique sont les clés d'une prise en charge adaptée. Toutes les thérapies accessoires qui voient le jour, aussi impressionnantes et novatrices soient-elles, ne permettront que des gains marginaux face à ce propos.

Ainsi, seul 18.5% des MU, 17.6% des MG et 26% des MKDE recommandent une infiltration du site lésionnel à leur patient. Si elles sont longtemps apparues hasardeuses, les thérapies « régénératives » portent de grands espoirs pour la cicatrisation tissulaire et leurs indications se démocratisent dans de plus en plus de pathologies. Concernant les LM, les extraits de sang de veau ou les facteurs de croissance injectables n'ont pas de bénéfice démontré. Les injections de PRP ne semblent favoriser que la différenciation cellulaire *in vivo*, ne confirmant pas les données espérées *in vitro*. Les injections de PPP potentialiseraient quant à elles la prolifération cellulaire intra-lésionnelle, facteur clé pour l'optimisation des délais cicatriciels. Des résultats cliniques encourageants leurs ont récemment été attribués. De plus grands travaux sont alors nécessaires pour affirmer ces espoirs, la voie est ouverte à l'élaboration de protocoles standardisés pour définir de façon optimale la cytologie, le dosage, le délai et la façon de délivrer le produit dans la lésion [24,66,209,247,295-316].

## V. CONCLUSION

À l'instar des autres lésions aiguës des tissus mous, les lésions musculaires sont encore banalisées et échappent trop souvent à une prise en charge adéquate. Les lésions des ischio-jambiers illustrent bien ce propos, étant une des blessures traumatiques les plus fréquentes, les plus handicapantes et sujettes aux récives mais surtout les seules lésions des tissus mous à voire leur incidence augmenter actuellement. Les données épidémiologiques et les conséquences attribuées aux LIJ contrastent avec le manque d'aisance diagnostique et les difficultés de prise en charge observées dans cette étude chez les médecins de premier recours. La minimisation de leur importance altère probablement le recours aux consultations, aboutissant à un manque d'intérêt et de formation de la part des praticiens. Ces lacunes engendrent une grande hétérogénéité des pratiques, illustrée par un défaut d'encadrement à la prescription d'imagerie, une large prescription de thérapeutiques parfois délétères, des carences dans la mise en place des mesures initiales les plus importantes et l'intégration du patient dans un parcours de soin adapté. Tous ces éléments tutorent pourtant les suites cicatricielles.

L'évolution de la prévention et la rééducation des LIJ a suivi un chemin important ces dernières années. Devant les bénéfices avérés du travail excentrique sur le remodelage tissulaire, l'accent était initialement porté sur des exercices de renforcement comme le *Nordic Hamstring*, visant purement à augmenter la force musculaire de façon analytique. En l'absence de résultats satisfaisants, la notion de fonctionnalité a été mise au centre des débats. Il est apparu que les contraintes engendrées par la course et le *sprint* sont maximales et permettent un recrutement neuromusculaire spécifique à la pratique, bien plus à même d'induire des adaptations bénéfiques. La remise en mouvement précoce depuis la marche vers le *sprint* est désormais la pierre angulaire du processus rééducatif. Pour aller plus loin, il paraît crucial de considérer la densité des efforts de course dans un temps imparti et dans des situations spécifiques pour préparer au mieux le sportif à son retour à la compétition. Le renforcement analytique n'est toutefois pas à abolir et devra être centré sur le BFLP, chef musculaire le plus largement atteint par ses spécificités anatomiques et neuromusculaires lors de la course. Ainsi une prise en charge globale du patient doit être envisagée en considérant les aspects cardiovasculaires, proprioceptifs, biomécaniques, psychologiques et environnementaux. Les données recueillies dans cette étude témoignent de pratiques analytiques souvent dépassées, illustrées par un manque de spécificité, de fonctionnalité et de moyens matériels pour le suivi. Ces carences conduisent à une sous-charge de travail et des adaptations incohérentes avec le retour à la performance, expliquant potentiellement les données épidémiologiques et les taux de récives attribuées aux LIJ.

Une prise de conscience générale de leurs conséquences sombres et la mise en place de protocoles préventifs et rééducatifs adaptés aux données actuelles de la littérature apparaissent désormais comme des enjeux de santé majeurs.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Bramah C., Mendiguchia J., Dos Santos T., Morin JB. Exploring the Role of Sprint Biomechanics in Hamstring Strain Injuries: A Current Opinion on Existing Concepts and Evidence. *Sports Med.* 2024 Apr;54(4):783-793.
2. Wilke Jan, Hespanhol, Luiz, et Behrens Martin. Is It All About the Fascia? A Systematic Review and Meta-analysis of the Prevalence of Extramuscular Connective Tissue Lesions in Muscle Strain Injury. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2019, vol. 7, no 12, p. 2325967119888500.
3. Ekstrand J, Waldén M, Hägglund M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *Br J Sports Med* 2016;50:731-7.
4. Uebliacker P, Müller-Wohlfahrt HW, Ekstrand J. Epidemiological and clinical outcome comparison of indirect (strain) versus direct (contusion) anterior and posterior thigh muscle injuries in male elite football players: UEFA Elite League study of 2287 thigh injuries (2001-2013). *Br J Sports Med* 2015;49:1461-5.
5. Timmins RG, Bourne MN, Shield AJ, et al. Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *Br J Sports Med* 2016;50:1524-35.
6. Ekstrand J., Askling C., Magnusson H., Mithoefer K. Return to play after thigh muscle injury in elite football players: Implementation and validation of the Munich muscle injury classification. *Br. J. Sports Med.* 2013;47:769–774.
7. Ekstrand J, Healy JC, Waldén M, et al. Hamstring muscle injuries in professional football: the correlation of MRI findings with return to play. *Br J Sports Med* 2012;46:112-7.
8. Liu Hui, Garrett William E., Moorman Claude T., et al. Injury rate, mechanism, and risk factors of hamstring strain injuries in sports: a review of the literature. *Journal of Sport and Health Science*, 2012, vol. 1, no 2, p. 92-101.
9. Gurchiek RD. et coll. Hamstrings are stretched more and faster during accelerative running compared to speed-matched constant speed running. *bioRxiv [Preprint]*. 2024 Mar 29:2024.03.25.586659.
10. Askling Carl M., Tengvar Magnus, Saartok Tonu, et al. Proximal hamstring strains of stretching type in different sports: injury situations, clinical and magnetic resonance imaging characteristics, and return to sport. *The American journal of sports medicine*, 2008, vol. 36, no 9, p. 1799-1804.
11. Plastow R., Kerkhoffs GMMJ., Wood D., Paton BM., Kayani B., Pollock N., Court N., Giakoumis M., Head P., Kelly S., Moore J., Moriarty P., Murphy S., Read P., Stirling B., Tulloch L., van Dyk N., Wilson M., Haddad F. London International Consensus and Delphi study on hamstring injuries part 2: operative management. *Br J Sports Med.* 2023 Mar;57(5):266-277.
12. Järvinen T.A.H., Järvinen T.L.N., Kääriäinen M., Kalimo H., Järvinen M. Muscle injuries: Biology and treatment. *Am. J. Sports Med.* 2005;33:745–764.
13. Feeley BT, Kennelly S, Barnes RP, et al. Epidemiology of National Football League training camp injuries from 1998 to 2007. *Am J Sports Med* 2008;36:1597-603.
14. Nanni G., Frizziero A., Oliva F., Maffulli N. *Gli Infortuni Muscolari-Linee Guida*, I.S.Mu.L.T. Calzetti Mariucci Editore; Torgiano, Italy: 2020.
15. Alonso JM, Edouard P, Fischetto G, et al. Determination of future prevention strategies in elite track and field: analysis of Daegu 2011 IAAF Championships injuries and illnesses surveillance. *Br J Sports Med* 2012;46:505-14.

16. Alonso J.M., Edouard P., Fischetto G., Adams B., Depiesse F., Mountjoy M. Determination of future prevention strategies in elite track and field: Analysis of Daegu 2011 IAAF Championships injuries and illnesses surveillance. *Br. J. Sports Med.* 2012;46:505–514.
17. Freckleton G., Pizzari T. Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: A systematic review and meta-analysis. *Br. J. Sports Med.* 2013;47:351–358.
18. Pollock N., James S.L.J., Lee J.C., Chakraverty R. British athletics muscle injury classification: A new grading system. *Br. J. Sports Med.* 2014;48:1347–1351.
19. Engebretsen L, Soligard T, Steffen K, Alonso JM, Aubry M, Budgett R, et al. 2013. Sports injuries and illnesses during the London Summer Olympic Games 2012. *Br J Sports Med* 47:407-414
20. Ekstrand Jan, Krutsch Werner, Spreco Armin, et al. Time before return to play for the most common injuries in professional football: a 16-year follow-up of the UEFA Elite Club Injury Study. *British journal of sports medicine*, 2020, vol. 54, no 7, p. 421-426.
21. Jones, A., Jones, G., Greig, N., Bower, P., Brown, J., Hind, K., & Francis, P. Epidemiology of injury in English Professional Football players: A cohort study. 2019. *Physical therapy in sport*, 35, 18-22.
22. Edouard, P., Serra, J. M., Hertert, P., Cugy, E., Morel, N., Prevost, M., & Depiesse, F. (2016). Athletic injury prevention: Epidemiology of injuries during the French Elite championships. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 59, e21.
23. Williams Sean, Trewartha Grant, Kemp Simon PT, et al. Time loss injuries compromise team success in Elite Rugby Union: a 7-year prospective study. *British journal of sports medicine*, 2016, vol. 50, no 11, p. 651-656.
24. Stefano Palermi, Bruno Massa, Marco Vecchiato, Fiore Mazza, Paolo De Blasiis, Alfonso Maria Romano, Mariano Giuseppe Di Salvatore, Elisabetta Della Valle, Domiziano Tarantino, Carlo Ruosi, and Felice Sirico. Indirect Structural Muscle Injuries of Lower Limb: Rehabilitation and Therapeutic Exercise. 2021 Sep; 6(3): 75.
25. Delvaux F., Croisier J-L., Carling C., Orhant E., Kaux J-F. Hamstring muscle injury in football players - Part I : epidemiology, risk factors, injury mechanisms and treatment. *Rev Med Liege*. 2023 Mar;78(3):160-164.
26. Croisier JL, Forthomme B, Namurois MH, et al. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *Am J Sports Med* 2002;30:199-203.
27. Feeley, B. T., Kennelly, S., Barnes, R. P., Muller, M. S., Kelly, B. T., Rodeo, S. A., & Warren, R. F. (2008). Epidemiology of National Football League training camp injuries from 1998 to 2007. *American Journal of Sports Medicine*, 36(8), 1597–1603
28. Ekstrand, J., Walden, M., & Hagglund, M. (2016). Hamstring injuries have increased by 4% annually in men’s professional football, since 2001: A 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *British Journal of Sports Medicine*, 50(12), 731–737
29. Maniar N, Carmichael DS, Hickey JT, Timmins RG, San Jose AJ, Dickson J, et al. Incidence and prevalence of hamstring injuries in field-based team sports: a systematic review and meta-analysis of 5952 injuries from over 7 million exposure hours. *Br J Sports Med.* 2023;57(2):109–116.
30. Ekstrand J, Bengtsson H, Waldén M, Davison M, Khan KM, Häggglund M. Hamstring injury rates have increased during recent seasons and now constitute 24% of all injuries in men's professional football: the UEFA Elite Club Injury Study from 2001/02 to 2021/22. *Br J Sports Med.* 2022.

31. Dalton SL, Kerr ZY, Dompier TP. Epidemiology of Hamstring Strains in 25 NCAA Sports in the 2009-2010 to 2013-2014 Academic Years. *Am J Sports Med.* 2015 Nov;43(11):2671-9.
32. Hallen A., Ekstrand J. Return to play following muscle injuries in professional footballers. *J Sports Sci.* 2014;32(13):1229-36.
33. Hagglund M., Walden M., Bengtsson H., Ekstrand J. Re-injuries in Professional Football: The UEFA Elite Club Injury Study. *Return to play in football, 2018,* (953-962).
34. Allen T, Taberner M, Zhilkin M, Rhodes D. Running more than before? The evolution of running load demands in the English Premier League. *Int J Sports Sci Coach.* 2023;17479541231164507
35. Afonso J., Reurink G., Clemente FM., Ramirez R., Pizzari T., Andrade R. Revisiting the hamstring injury prevention and rehabilitation literature: filling the gaps!. *Br J Sports Med.* 2024 Mar 8;58(5):243-244.
36. Hotfiel T., Seil R., Bily W., Bloch W., Gokeler A., Kriffter R.M., Mayer F., Ueblacker P., Weisskopf L., Engelhardt M. Nonoperative treatment of muscle injuries- recommendations from the GOTS expert meeting. *J. Exp. Orthop.* 2018;5:24.
37. Plastow R., Kerkhoffs GMMJ., Wood D., Paton BM., Kayani B., Pollock N., Court N., Giakoumis M., Head P., Kelly S., Moore J., Moriarty P., Murphy S., Read P., Stirling B., Tulloch L., van Dyk N., Wilson M., Haddad F. London International Consensus and Delphi study on hamstring injuries part 3: rehabilitation, running and return to sport. 2023 Mar;57(5):278-291.
38. Renuy E. La prise en charge des lésions musculaires aiguës en médecine générale : évaluation des pratiques professionnelles. Thèse pour le diplôme de docteur en médecine. 2016.
39. El Bakali S. Prise en charge thérapeutique des lésions musculaires aiguës intrinsèques : Evaluation des pratiques professionnelles auprès de 321 médecins généralistes de la région Nord-Pas-de-Calais et proposition d'un protocole thérapeutique. Thèse pour le diplôme de Docteur en médecine. 2015.
40. S. Peter Magnusson, Michael Kjaer Monika L. Bayer. Early versus Delayed Rehabilitation after Acute Muscle Injury. *New England Journal of Medicine.* 377;13. September 28, 2017.
41. HAS. Entorses latérales de cheville : Diagnostic, rééducation et retour à la pratique sportive. [Internet]. [cité le 18/09/2024]. Disponible sur : [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2023-09/reco475\\_cadrage\\_reeducation\\_cheville\\_crppi\\_vunum\\_mel.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2023-09/reco475_cadrage_reeducation_cheville_crppi_vunum_mel.pdf)
42. Ishøi, L., Krommes, K., Husted, R. S., Juhl, C. B., & Thorborg, K. 2020. Diagnosis, prevention and treatment of common lower extremity muscle injuries in sport—grading the evidence: a statement paper commissioned by the Danish Society of Sports Physical Therapy (DSSF). *British Journal of Sports Medicine.*
43. Fyfe JJ., Opar DA., Williams MD., et al. The role of neuromuscular inhibition in hamstring strain injury recurrence. *Journal of electromyography and kinesiology,* 2013, vol. 23, no 3, p. 523-530.
44. Lee JWY., Mok KM., Chan HCK., Yung PSH., Chan KM. Eccentric hamstring strength deficit and poor hamstring-to-quadriceps ratio are risk factors for hamstring strain injury in football: A prospective study of 146 professional players. *J Sci Med Sport.* 2018 Aug;21(8):789-793.
45. Maniar N., Shield AJ, Williams MD., Timmins RG., Opar DA. Hamstring strength and flexibility after hamstring strain injury: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2016 Aug;50(15):909-20

46. Markovic G., Sarabon N., Boban F., Zoric I., Jelcic M., Sos K., Scappaticci M. Nordic Hamstring Strength of Highly Trained Youth Football Players and Its Relation to Sprint Performance. *J Strength Cond Res.* 2020 Mar;34(3):800-807.
47. Morin JB., Gimenez P., Edouard P., Arnal P., Samozino P., Brughelli M., Mendiguchia J. Sprint Acceleration Mechanics: The Major Role of Hamstrings in Horizontal Force Production. *Front Physiol.* 2015 Dec 24;6:404
48. Julianne M Forlizzi, Mark B Ward, James Whalen, Thomas H Wuerz, Thomas J Gill. Core Muscle Injury: Evaluation and Treatment in the Athlete. *Am J Sports Med.* 2023 Mar;51(4):1087-1095.
49. Reiman MP, Loudon JK, Goode AP. Diagnostic accuracy of clinical tests for assessment of hamstring injury: a systematic review. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2013;43(4):223–31.
50. Noebauer-Huhmann IM., Weber MA., Lalam RK., Trattinig S., Bohndorf K., Vanhoenacker F., Tagliafico S., Rijswijk C., Vilanova JC., Afonso PD., et al. Soft Tissue Tumors in Adults: ESSR-Approved Guidelines for Diagnostic Imaging. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2015 Dec;19(5):475-82.
51. Gronchi A., et al. Soft tissue and visceral sarcomas: ESMOeEURACANeGENTURIS Clinical Practice Guidelines for diagnosis, treatment and follow-up. *Ann Oncol.* 2021 Nov;32(11):1348-1365.
52. Jackson DW, Feagin JA. Quadriceps contusions in young athletes. Relation of severity of injury to treatment and prognosis. *J Bone Joint Surg Am* 1973;55:95-105.
53. Mendiguchia J, Martinez-Ruiz E, Edouard P, et al. A multifactorial, criteria-based progressive algorithm for Hamstring injury treatment. *Med Sci Sports Exerc* 2017;49:1482-92.
54. Wilson TJ, Spinner RJ, Mohan R, et al. Sciatic Nerve Injury After Proximal Hamstring Avulsion and Repair. *Orthop J Sport Med* 2017; 5: 232596711771368
55. Wong V., Spitz R.W., Bell Z.W., Viana R.B., Chatakondi R.N., Abe T., Loenneke J.P. Exercise induced changes in echo intensity within the muscle: A brief review. *J. Ultrasound.* 2020;23:457–472.
56. Zappia M., Ascione F., Di Pietto F., Fischetti M., Romano A.M., Castagna A., Brunese L. Long head biceps tendon instability: Diagnostic performance of known and new MRI diagnostic signs. *Skelet. Radiol.* 2021;50:1863–1871.
57. Zappia M., Reginelli A., Chianca V., Carfora M., Di Pietto F., Iannella G., Mariani P.P., Di Salvatore M., Bartollino S., Maggioletti N. MRI of popliteo-meniscal fasciculi of the knee: A pictorial review. *Acta. Biomed.* 2018;19:7–17.
58. Coudreuse JM, Bryand F. Conduite à tenir devant une lésion musculaire du sportif. *Sci Sports* 2010;3:168-72.
59. Maffulli N., Aicale R., Tarantino D. Classification of Muscle Lesions. In: Canata G., d’Hooghe P., Hunt K., editors. *Muscle and Tendon Injuries.* Springer; Berlin/Heidelberg, Germany: 2017.
60. Pollock N, James SLJ, Lee JC, Chakraverty R. British athletics muscle injury classification: a new grading system. *Br J Sports Med* 2014;48:1347-51.
61. Valle X, Alentorn-Geli E, Tol JL, et al. Muscle Injuries in sports: a new evidence-informed and expert consensus-based classification with clinical application. *Sports Med* 2017;47:1241-53.
62. Rodineau J, Durey A. Le traitement médical des lésions musculaires. *JAMA Edition Fr (Actualités thérapeutiques):*20-2.

63. Brasseur JL, Zeitoun-Eiss D, Bach G, et al. Valeur pronostique de l'échographie dans les lésions musculaires post-traumatiques. *Actualités en échographie de l'appareil locomoteur* (tome VIII).
64. Chan O., Del Buono A., Best T.M., Maffulli N. Acute muscle strain injuries: A proposed new classification system. *Knee Surg Sports Traumatol. Arthrosc.* 2012;20:2356–2362.
65. Valle X., Alentorn-Geli E., Tol J.L., Hamilton B., Garrett W.E., Jr., Pruna R., Til L., Antoni Gutierrez J., Alomar X., Balius R., et al. Muscle Injuries in Sports: A New Evidence-Informed and Expert Consensus-Based Classification with Clinical Application. *Sports Med.* 2017;47:1241–1253.
66. Silvers-Granelli HJ., et al. Hamstring muscle injury in the athlete: state of the art. *J ISAKOS.* 2021 May;6(3):170-181.
67. Bourne MN., Timmins RG., Opar DA., et al. An evidence-based framework for strengthening exercises to prevent hamstring injury. *Sports Medicine*, 2018, vol. 48, no 2, p. 251-267.
68. Timmins RG., Shield AJ., Williams MD., et al. Architectural adaptations of muscle to training and injury: a narrative review outlining the contributions by fascicle length, pennation angle and muscle thickness. *British journal of sports medicine*, 2016, vol. 50, no 23, p. 1467-1472.
69. Silder A, Reeder SB., Thelen DG. The influence of prior hamstring injury on lengthening muscle tissue mechanics. *Journal of biomechanics*, 2010, vol. 43, no 12, p. 2254-2260.
70. Silder A, Heiderscheit BC., Thelen DG., et al. MRI observations of long-term musculotendon remodeling following a hamstring strain injury. *Skeletal radiology*, 2008, vol. 37, no 12, p. 1101.
71. Silder, A. M. Y., Sherry, M. A., Sanfilippo, J., Tuite, M. J., Hetzel, S. J., & Heiderscheit, B. C. (2013). Clinical and morphological changes following 2 rehabilitation programs for acute hamstring strain injuries: a randomized clinical trial. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 43(5), 284-299.
72. van Dyk N., Bahr R., Burnett AF., Whiteley R., Bakken A. Mosler A., Witvrouw E. 2017. A comprehensive strength testing protocol offers no clinical value in predicting risk of hamstring injury: a prospective cohort study of 413 professional football players. *Br J Sports Med*, 2017, 51(23), 1695-1702.
73. van Dyk N., Behan FP., Whiteley R. Including the Nordic hamstring exercise in injury prevention programmes halves the rate of hamstring injuries: a systematic review and meta-analysis of 8459 athletes. *British journal of sports medicine*, 2019;53(21), 1362-1370.
74. Vatovec R., Kozinc Ž., Šarabon N. Exercise interventions to prevent hamstring injuries in athletes: A systematic review and meta-analysis. *European journal of sport science*, 2019; 1-13.
75. Opar DA, Williams MD, Shield AJ. Hamstring strain injuries: factors that lead to injury and re-injury. *Sports Med.* 2012;42(3):209-26.
76. Liveris NI., Papageorgiou G., Tsepis E., Fousekis K., Tsarbou C., Xergia SA. Towards the Development of a System Dynamics Model for the Prediction of Lower Extremity Injuries. *Int J Exerc Sci.* 2023; 16(3): 1052–1065.
77. Green B, Bourne MN, van Dyk N, Pizzari T. Recalibrating the risk of hamstring strain injury (HSI): A 2020 systematic review and meta-analysis of risk factors for index and recurrent hams- tring strain injury in sport. *Br J Sports Med* 2020;54:1081-8.



78. Moreno Perez V., Sotos-Martinez V., Lopez Valenciano A., Lopez R., Resta R., Del Coso J. Hamstring muscle injury is preceded by a short period of higher running demands in professional football players. *Biol Sport*. 2024 Jan; 41(1): 227–233.
79. Croisier JL, Ganteaume S, Binet J, et al. Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *Am J Sports Med* 2008;36:1469-75.
80. Schuermans J, Danneels L, Van Tiggelen D, et al. Proximal neuromuscular control protects against hamstring injuries in male soccer players: a prospective study with electromyography time-series analysis during maximal sprinting. *Am J Sports Med* 2017;45:1315-25.
81. Visser HM., Reijman M., Heijboer MP., Bos PK. Risk factors of recurrent hamstring injuries : a systematic review. *British Journal of Sports Medicine* 46, n°2, 2012; 124-30.
82. Mendiguchia J., Aranzazu Garrues M., Schilders E., Myer GD., Dalmau-Pastor M. Anterior pelvic tilt increases hamstring strain and is a key factor to target for injury prevention and rehabilitation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2024 Mar;32(3):573-582.
83. Rudisill SS, Varady N, Kucharik MP, Eberlin CT, Martin SD. Evidence-Based Hamstring Injury Prevention and Risk Factor Management: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trial. 2023 Jun;51(7):1927-1942.
84. Orchard JW., Jomaa MC, Orchard JJ., et al. Fifteen-week window for recurrent muscle strains in football: a prospective cohort of 3600 muscle strains over 23 years in professional Australian rules football. *British Journal of Sports Medicine*, 2020.
85. Vickie Wong, Robert W Spitz, Zachary W Bell, Ricardo B Viana, Raksha N Chatakondi, Takashi Abe, Jeremy P Loenneke. Exercise induced changes in echo intensity within the muscle: a brief review. *J Ultrasound* . 2020 Dec;23(4):457-472.
86. Malone S, Roe M, Doran DA, et al. High chronic training loads and exposure to bouts of maximal velocity running reduce injury risk in elite Gaelic football. *J Sci Med Sport*. 2017;20:250–4.
87. Messer DJ., Shield AJ., Williams MD., et al. Hamstring muscle activation and morphology are significantly altered 1–6 years after anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus graft. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2020, vol. 28, no 3, p. 733-741
88. O'Connor, S., McCaffrey, N., Whyte, E. F., Fop, M., Murphy, B., & Moran, K. A. Is Poor Hamstring Flexibility a Risk Factor for Hamstring Injury in Gaelic Games?. *Journal of sport rehabilitation*, 2019, 28(7), 677-681.
89. Van Crombrugge, G., Duvivier, B. M., Van Crombrugge, K., Bellemans, J., & Peers, K. Hamstring injury prevention in Belgian and English elite football teams. *Acta orthopaedica Belgica*, 2019, 85(3), 373-380.
90. Van Doormaal, M. C., van Der Horst, N., Backx, F. J., Smits, D. W., & Huisstede, B. M. No relationship between hamstring flexibility and hamstring injuries in male amateur soccer players: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 2017, 45(1), 121-126.
91. McHugh MP., Cosgrave CH. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2010, 20(2), 169-181.
92. Liu, Y., Sun, Y., Zhu, W., & Yu, J. 2017. The late swing and early stance of sprinting are most hazardous for hamstring injuries. *Journal of sport and health science*, 6(2), 133.

93. Chumanov ES., Heiderscheit BC., Thelen DG. The effect of speed and influence of individual muscles on hamstring mechanics during the swing phase of sprinting. *J Biomech.* 2007;40(16):3555-62.
94. Schache AG, Dorn TW, Blanch PD, Brown NA, Pandy MG. Mechanics of the human hamstring muscles during sprinting. *Med Sci Sports Exerc.* 2012;44(4):647–658.
95. Chumanov E. Schache AG., et al. Hamstrings are most susceptible to injury during the late swing phase of sprinting. *Br J Sports Med.* 2012 Feb;46(2):90.
96. Taljanovic MS., Gimber LH., Becker GW., et al. Shear-Wave Elastography: Basic Physics and Musculoskeletal Applications. *Radiographics.* 2017 May-Jun;37(3):855-870.
97. Cummons P., Schilaty ND., Nagai., Rigamonti L., Ueno R., Bates NA. Application of Shear-Wave Elastography in the Evaluation of Hamstring Stiffness in Young Basketball Athletes. *Int J Sports Phys Ther.* 2022 Dec 1;17(7):1236-1248.
98. Le Sant G., Ates F., Brasseur JL., Nordez A. Elastography Study of Hamstring Behaviors during Passive Stretching. *PLoS One.* 2015 Sep 29;10(9):e0139272.
99. Voglar M., Vatovec R., Kozinc Z., Sarabon N. The effects of eccentric exercise on passive hamstring muscle stiffness: Comparison of shear-wave elastography and passive knee torque outcomes. *Eur J Transl Myol.* 2022 Jun 6;32(2):10567.
100. Akkaya KU., et al. The acute effects of different hamstring muscle stretching techniques on reducing muscle resistance to movement by ultrasound elastography. *J Bodyw Mov Ther.* 2022 Apr;30:112-117.
101. Kawai T., et al. Hamstring strains in professional rugby players result in increased fascial stiffness without muscle quality changes as assessed using shear wave elastography. *J Bodyw Mov Ther.* 2021 Jul;27:34-41.
102. Seymore KD., et al. The effect of Nordic hamstring strength training on muscle architecture, stiffness, and strength. *Eur J Appl Physiol.* 2017 May;117(5):943-953.
103. Morales-Artacho AJ., Lacourpaille L., Guilhem G. Effects of warm-up on hamstring muscles stiffness: Cycling vs foam rolling. *Scand J Med Sci Sports.* 2017 Dec;27(12):1959-1969.
104. Umegaki H., et al. Acute effects of static stretching on the hamstrings using shear elastic modulus determined by ultrasound shear wave elastography: Differences in flexibility between hamstring muscle components. *Man Ther.* 2015 Aug;20(4):610-3.
105. Licen U., Kozinc Z. Using Shear-Wave Elastography to Assess Exercise-Induced Muscle Damage: A Review. *Sensors (Basel).* 2022 Oct 6;22(19):7574.
106. Zhang H., Peng W., et al. Lower Leg Muscle Stiffness on Two-Dimensional Shear Wave Elastography in Subjects With Medial Tibial Stress Syndrome. *J Ultrasound Med.* 2022 Jul;41(7):1633-1642.
107. Evangelidis PE., Massey GJ., Pain MTG., Folland JP. Biceps Femoris Aponeurosis Size: A Potential Risk Factor for Strain Injury? *Med Sci Sports Exerc.* 2015 Jul;47(7):1383-9.
108. Rehorn MR., Blemker SS. The effects of aponeurosis geometry on strain injury susceptibility explored with a 3D muscle model. *J Biomech.* 2010 Sep 17;43(13):2574-81.
109. Buckthorpe M, Wright S, Bruce-Low S, et al. Recommendations for hamstring injury prevention in elite football: translating research into practice. *Br J Sports Med* 2019;53:449–56.
110. Jarvinen TAH., Jarvinen TLN., Kaariainen M., Kalimo H., Jarvinen M. Muscle injury : biology and treatment. *Am J Sports Med.* 2005 May;33(5):745-64.

111. Schuermans J, Van Tiggelen D, Danneels L, et al. Susceptibility to hamstring injuries in soccer: a prospective study using muscle functional magnetic resonance imaging. *Am J Sports Med.* 2016 ;44:1276–85
112. Schuermans, J., Van Tiggelen, D., Danneels, L., & Witvrouw, E. Biceps femoris and semitendinosus—teammates or competitors? New insights into hamstring injury mechanisms in male football players: a muscle functional MRI study. *Br J Sports Med*, 2014. 48(22), 1599-1606.
113. Lord C., Blazeovich AJ, Drinkwater E., Ma’ayah F. Greater loss of horizontal force after a repeated-sprint test in footballers with a previous hamstring injury. *Journal of science and medicine in sport* 22, no. 1. 2019. (16-21).
114. Mendiguchia, J., P. Edouard, P. Samozino, M. Brughelli, M. Cross, A. Ross, N. Gill, and J. Bl Morin. « Field monitoring of sprinting power–force–velocity profile before, during and after hamstring injury: two case reports. » *Journal of sports sciences* 34, no. 6. 2016. (535-541).
115. Timmins RG., Shield AJ., Williams MD., et al. Biceps femoris long head architecture: a reliability and retrospective injury study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2015, vol. 47, no 5, p. 905-913.
116. Duhig SJ., Bourne MN., Buhmann RL., et al. Effect of concentric and eccentric hamstring training on sprint recovery, strength and muscle architecture in inexperienced athletes. *Journal of science and medicine in sport*, 2019, vol. 22, no 7, p. 769-774.
117. Timmins RG., Shield AJ., Williams MD., et al. Architectural adaptations of muscle to training and injury: a narrative review outlining the contributions by fascicle length, pennation angle and muscle thickness. *British journal of sports medicine*, 2016, vol. 50, no 23, p. 1467-1472.
118. Opar DA., Williams MD., Timmins RG., et al. Knee flexor strength and bicep femoris electromyographical activity is lower in previously strained hamstrings. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2013, vol. 23, no 3, p. 696-703.
119. Bourne MN, Opar DA, Williams MD, Al Najjar A, Shield AJ. Muscle activation patterns in the Nordic Hamstring exercise: impact of prior strain injury. *Scand J Med Sci Sports.* 2016;26(6):666–74.
120. Opar DA, Williams MD, Timmins RG, Dear NM, Shield AJ. Knee flexor strength and bicep femoris electromyographical activity is lower in previously strained hamstrings. *J Electromyogr Kinesiol.* 2013;23(3):696–703
121. Timmins RG., Opar DA., Williams MD., et al. Reduced biceps femoris myoelectrical activity influences eccentric knee flexor weakness after repeat sprint running. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2014, vol. 24, no 4, p. e299-e305.
122. Areia C, Barreira P, Montanha T, et al. Neuromuscular changes in football players with previous hamstring injury. *Clinical Biomechanics*, 2019, vol. 69, p. 115-119.
123. Sugiura Y, Sakuma K, Fujita S, Aoki K, Takazawa Y. Effects of Various Numbers of Runs on the Success of Hamstring Injury Prevention Program in Sprinters. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Jul 30;19(15):9375.
124. Huygaerts S, Cos F, Cohen DD, Calleja-González J, Guitart M, Blazeovich AJ, Alcaraz PE. Mechanisms of Hamstring Strain Injury: Interactions between Fatigue, Muscle Activation and Function. *Sports (Basel)*. 2020 May 18;8(5):65.
125. Chavarro-Nieto C, Beaven M, Gill N, Hébert-Losier K. Hamstrings injury incidence, risk factors, and prevention in Rugby Union players: a systematic review. *Phys Sportsmed.* 2023 Feb;51(1):1-19

126. Worrell TW, Perrin DH. Hamstring muscle injury: the influence of strength, flexibility, warm-up, and fatigue. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1992;16(1):12-8.
127. Silva JR, Rumpf MC, Hertzog M, Castagna C, Farooq A, Girard O, Hader K. Acute and Residual Soccer Match-Related Fatigue: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med.* 2018 Mar;48(3):539-583
128. Pinto MD, Blazevich AJ, Andersen LL, Mil-Homens P, Pinto RS. Hamstring-to-quadriceps fatigue ratio offers new and different muscle function information than the conventional non-fatigued ratio. *Scand J Med Sci Sports.* 2018 Jan;28(1):282-293
129. Marshall PW, Lovell R, Knox MF, Brennan SL, Siegler JC. Hamstring Fatigue and Muscle Activation Changes During Six Sets of Nordic Hamstring Exercise in Amateur Soccer Players. *J Strength Cond Res.* 2015 Nov;29(11):3124-33
130. Marshall PW, Lovell R, Knox MF, Brennan SL, Siegler JC. Hamstring muscle fatigue and central motor output during a simulated soccer match. *J Strength Cond Res.* 2015 Nov;29(11):3124-33
131. Chen CH, et al. Acute effects of different dynamic exercises on hamstring strain risk factors. *PLoS One.* 2018 Feb 1;13(2).
132. Verschueren J, et al. Does Acute Fatigue Negatively Affect Intrinsic Risk Factors of the Lower Extremity Injury Risk Profile? A Systematic and Critical Review. *Sports Med.* 2020 Apr;50(4):767-784.
133. Massamba et al. Exercise-Induced Fatigue in Hamstring versus Quadriceps Muscles and Consequences on the Torque-Duration Relationship in Men. *Med Sci Sports Exerc.* 2022 Dec 1;54(12):2099-2108.
134. Sanchez-Migallon et al. Monitoring modifiable injury risk factors over an in-season mesocycle in semi-professional female field hockey players. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2024 Jan 31;16(1):32.
135. Halson SL. Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine.* 2014; vol 4:139-147.
136. Taylor K. Fatigue monitoring in high performance sport: a survey of current trends. *J Aus Strength Cond.* 2012;20:12–23.
137. Morgan WP, Brown DR, Raglin JS, et al. Psychological monitoring of overtraining and staleness. *Br J Sports Med.* 1987;21:107–14.
138. Kellmann M, Kallus KW. The recovery-stress-questionnaire for athletes. Frankfurt: Swets and Zeitlinger; 2000.
139. Rushall BS. A tool for measuring stress tolerance in elite athletes. *J Appl Sport Psych.* 1990;2:51–66.
140. McLaren SJ., Macpherson TW., Weston M. The Relationships Between Internal and External Measures of Training Load and Intensity in Team Sports: A Meta-Analysis. *Sports Medicine.* 2017; vol 48; 641-658.
141. Khatri M. et coll. The effects of collagen peptide supplementation on body composition, collagen synthesis, and recovery from joint injury and exercise: a systematic review. *Amino Acids.* 2021 Oct;53(10):1493-1506.
142. Aussieker T. et coll. Collagen Protein Ingestion during Recovery from Exercise Does Not Increase Muscle Connective Protein Synthesis Rates. *Med Sci Sports Exerc.* 2023 Oct 1;55(10):1792-1802.
143. Kviatovsky SA. et coll. Collagen peptide supplementation for pain and function: is it effective? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2022 Nov 1;25(6):401-406.
144. Close GL. et coll. Nutrition for the Prevention and Treatment of Injuries in Track and Field Athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2019 Mar 1;29(2):189-197.

145. Owens DJ, et coll. Exercise-induced muscle damage: What is it, what causes it and what are the nutritional solutions? *Eur J Sport Sci.* 2019 Feb;19(1):71-85.
146. Scott BR., Duthie GM., Dascombe BJ. Training Monitoring for Resistance Exercise: Theory and Applications. *Sports Medicine.* Vol 46; 687-698.
147. Daanen HA, Lamberts RP, Kallen VL, et al. A systematic review on heart-rate recovery to monitor changes in training status in athletes. *Int J Sports Physiol Perform.* 2012;7:251–60.
148. Shetler K, Marcus R, Froelicher VF, et al. Heart rate recovery: validation and methodologic issues. *J Am Coll Cardiol.* 2001;38:1980–7.
149. Foster C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:1164–8.
150. Banister EW, Calvert TW. Planning for future performance: implications for long term training. *Can J Appl Sport Sci.* 1980;5:170–6.
151. Morton RH, Fitz-Clarke JR, Banister EW. Modeling human performance in running. *J Appl Physiol.* 1990;69:1171–7.
152. Snyder AC, Jeukendrup AE, Hesselink MK, et al. A physiological/psychological indicator of over-reaching during intensive training. *Int J Sports Med.* 1993;14:29–32.
153. Carrillon Y, Cohen M. Imaging findings of muscle traumas in sports medicine. *J Radiol* 2007;88(1 Pt 2):129-42.
154. Wood David G., Packham Iain, Trikha S. Paul, et al. Avulsion of the proximal hamstring origin. *JBJS*, 2008, vol. 90, no 11, p. 2365-2374.
155. Coughlin Ryan P., Kay Jeffrey, Shanmugaraj Ajaykumar, et al. Return to Sport After Surgical Management of Proximal Hamstring Avulsions: A Systematic Review and Meta-analysis. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 2018.
156. Van der Made AD, Reurink G, Gouttebauge V, et al. Outcome after surgical repair of proximal hamstring avulsions: a systematic review. *Am J Sports Med.* 2015;43:2841–2851.
157. Bodendorfer BM, Curley AJ, Kotler JA, et al. Outcomes after operative and nonoperative treatment of proximal hamstring avulsions: a systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2018;46:2798–2808.
158. Chahal J, Bush-Joseph CA, Chow A, et al. Clinical and magnetic resonance imaging outcomes after surgical repair of complete proximal hamstring ruptures: does the tendon heal? *Am J Sports Med.* 2012;40: 2325–2330
159. Cohen SB, Rangavajjula A, Vyas D, et al. Functional results and outcomes after repair of proximal hamstring avulsions. *Am J Sports Med.* 2012;40: 2092–2098
160. Skaara HE, Moksnes H, Frihagen F, et al. Self-reported and performance based functional outcomes after surgical repair of proximal hamstring avulsions. *Am J Sports Med.* 2013;41:2577–2584.
161. Blakeney William G., Zilko Simon R., Edmonston Steven J., et al. A prospective evaluation of proximal hamstring tendon avulsions: improved functional outcomes following surgical repair. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2017, vol. 25, no 6, p. 1943-1950.
162. Irger Markus, Willinger Lukas, Lacheta Lucca, et al. Proximal hamstring tendon avulsion injuries occur predominately in middle-aged patients with distinct gender differences: epidemiologic analysis of 263 surgically treated cases. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2019, p. 1-9.

163. Pasic, Nicholas, Giffin J. Robert, et Degen Ryan M. Practice patterns for the treatment of acute proximal hamstring ruptures. *The Physician and Sportsmedicine*, 2020, vol. 48, no 1, p. 116-122.
164. Lightsey Harry M., Kantrowitz, David E., Swindwell, Hasani W., et al. Variability of United States online rehabilitation protocols for proximal hamstring tendon repair. *Orthop J Sports Med*. 2018 Feb 23;6(2):2325967118755116.
165. Cohen SB, Rangavajjula A, Vyas D, Bradley JP. Functional results and outcomes after repair of proximal hamstring avulsions. 2012. *Am J Sports Med* 40:2092–2098
166. Askling CM, Koulouris G, Saartok T, Werner S, Best TM. Total proximal hamstring ruptures: clinical and MRI aspects including guidelines for postoperative rehabilitation. 2013. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 21:515–533
167. Léger-St Jean Benjamin, Gorica Zylyftar, Magnussen Robert A., et al. Accelerated rehabilitation results in good outcomes following acute repair of proximal hamstring ruptures. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2019. vol. 27, no 10, p. 3121-3124.
168. Harvey MA, Singh H, Obopilwe E, Charette R, Miller S. Proximal hamstring repair strength: a biomechanical analysis at 3 hip flexion angles. 2015. *Orthop J Sports Med* 3:2325967115576910
169. Kayani Babar, Ayuob Atif, Begum Fahima, et al. Surgical Management of Chronic Incomplete Proximal Hamstring Avulsion Injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 2020, p. 0363546520908819
170. Sachin A., Luis MS., Obianuju AO, Thomas WF., Jorge C., Shane NJ. Hamstring Injuries: A Current Concepts Review: Evaluation, Nonoperative Treatment, and Surgical Decision Making. *Am J Sports Med*. 2024 Mar;52(3):832-844.
171. Valle X, Alentorn-Geli E, Tol JL, et al. Muscle injuries in sports: a new evidence- informed and expert consensus-based classification with clinical application. *Sports Med Auckl NZ* 2017;47:1241-53.
172. Järvinen T.A., Järvinen M., Kalimo H. Regeneration of injured skeletal muscle after the injury. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2013;3:337–345.
173. Dubois B, Esculier JF. Soft-tissue injuries simply need PEACE and LOVE. *Br J Sports Med* 2020;54:72-3
174. Almekinders L.C. Anti-Inflammatory Treatment of Muscular Injuries in Sport. *Sports Med*. 1999;28:383–388.
175. Paoloni JA, Milne C, Orchard J, et al. Non- steroidal anti-inflammatory drugs in sports medicine: guidelines for practical but sensible use. *Br J Sports Med* 2009;43:863–5.
176. Mackey AL, Mikkelsen UR, Magnus- son SP, Kjaer M. Rehabilitation of muscle after injury – the role of anti-inflammatory drugs. *Scand J Med Sci Sports* 2012;22:e8-14.
177. Tscholl P.M. and coll. Abuse of medication during international football competition in 2010 – lesson not learned. *Br. J. Sports Med*. 2012.
178. Warden S.J. Prophylactic misusen and recommended use of non-steroidal anti-inflammatory drugs by athletes. *Br. J. Sports Med*. 2009; 43: 548-549.
179. Jones P., Dalziel S.R., Lamdin R., Miles-Chan J.L., Frampton C. Oral non-steroidal anti-inflammatory drugs versus other oral analgesic agents for acute soft tissue injury. *Cochrane Database Syst. Rev*. 2015;7:CD007789.

180. Shen W, Li Y, Tang Y, Cummins J, Huard J. NS-398, a cyclooxygenase-2-specific inhibitor, delays skeletal muscle healing by decreasing regeneration and promoting fibrosis. *Am J Pathol* 2005;167:1105-17.
181. Bisciotti G.N., Volpi P., Amato M., Alberti G., Allegra F., Aprato A., Artina M., Auci A., Bait C., Bastieri G.M., et al. Italian consensus conference on guidelines for conservative treatment on lower limb muscle injuries in athlete. *BMJ Open Sport Exerc. Med.* 2018;4:e000323.
182. Vuurberg G, Hoorntje A, Wink LM, et al. Diagnosis, treatment and prevention of kicking sprains: update of an evidence-based clinical guideline. *Br J Sports Med* 2018;52:956.
183. Khan KM, Scott A. Mechanotherapy: how physical therapists' prescription of exercise promotes tissue repair. *Br J Sports Med* 2009;43:247–52.
184. Graves JM, Fulton-Kehoe D, Jarvik JG, et al. Health care utilization and costs associated with adherence to clinical practice guidelines for early magnetic resonance imaging among workers with acute occupational low back pain. *Health Serv Res* 2014;49:645–65.
185. Hansrani V, Khanbhai M, Bhandari S, et al. The role of compression in the management of soft tissue ankle injuries: a systematic review. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2015;25:987–95.
186. Brooks S.V. Current topics for teaching skeletal muscle physiology. *Adv. Physiol. Educ.* 2003;27:171–182.
187. Delos D., Maak T.G., Rodeo S.A. Muscle injuries in athletes: Enhancing recovery through scientific understanding and novel therapies. *Sports Health.* 2013;5:346–352.
188. Tyler T.F., Schmitt B.M., Nicholas S.J., McHugh M.P. Rehabilitation After Hamstring-Strain Injury Emphasizing Eccentric Strengthening at Long Muscle Lengths: Results of Long-Term Follow-Up. *J. Sport Rehabil.* 2017;26:131–140.
189. Martin RT, Cibulka MT, Bolgla LA, Koc Jr TA, Loudon JK, Manske RC, Weiss J, Christoforetti JJ, Heiderscheit BC. Hamstring Strain Injury in Athletes. 2022 Mar;52(3):CPG1-CPG44.
190. Areia C, Barreira P, Montanha T, et al. Neuromuscular changes in football players with previous hamstring injury. *Clinical Biomechanics*, 2019, vol. 69, p. 115-119.
191. Sanfilippo J., Silder A., Sherry MA., Tuite MJ., Heiderscheit BC. Hamstring strength and morphology progression after return to sport from injury. *Medicine and science Sports and exercise* 45, n°3, 2013; 448-54.
192. Bayer M.L., Magnusson S.P., Kjaer M. Early versus Delayed Rehabilitation after Acute Muscle Injury. *N. Engl. J. Med.* 2017;377:1300–1301.
193. Briet JP, Houwert RM, Hageman M, et al. Factors associated with pain intensity and physical limitations after lateral ankle sprains. *Injury* 2016;47:2565–9.
194. Hickey JT, Timmins RG, Maniar N, et al. Pain-free versus pain-threshold rehabilitation following acute hamstring strain injury: a randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 2020;50:91-103.
195. Brukner P. Hamstring injuries : prevention and treatment – an update. *Br J Sports Med.* 2015 Oct;49(19):1241-4
196. Hickey JT., Timmins RG., Maniar N., Williams MD., Opar DA. Criteria for Progressing Rehabilitation and Determining Return-to-Play Clearance Following Hamstring Strain Injury: A Systematic Review. *Sports Med.* 2017 Jul;47(7):1375-1387

197. Freeman B, Young W, Talpey S, Smyth A, Pane C, Carlon T. The effects of sprint training and the Nordic hamstring exercise on eccentric hamstring strength and sprint performance in adolescent athletes. *J Sports Med Phys Fitness*. 2019; 59
198. Chaudhry S., Morrissey D., Woledge R.C., Bader D.L., Screen H.R. Eccentric and concentric loading of the triceps surae: An in vivo study of dynamic muscle and tendon biomechanical parameters. *J. Appl. Biomech*. 2015;31:69–78.
199. Chaouachi A., Hammami R., Kaabi S., Chamari K., Drinkwater E.J., Behm D.G. Olympic weightlifting and plyometric training with children provides similar or greater performance improvements than traditional resistance training. *J. Strength Cond. Res*. 2014;28:1483–1496.
200. Bourne, MN., Williams MD., Opar DA., et al. Impact of exercise selection on hamstring muscle activation. *British journal of sports medicine*, 2017, vol. 51, no 13, p. 1021-1028.
201. Kay D, St Clair GA, Mitchell MJ, et al. Different neuromuscular recruitment patterns during eccentric, concentric and isometric contractions. *J Electromyogr Kinesiol* 2000;10:425–31
202. Rio E, Kidgell D, Purdam C, et al. Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in Patellar tendinopathy. *Br J Sports Med* 2015;49:1277–83.
203. Fisher BE, Southam AC, Kuo Y-L, et al. Evidence of altered corticomotor excitability following targeted activation of gluteus maximus training in healthy individuals. *Neuroreport* 2016;27:415–21.
204. Brooks S.V. Current topics for teaching skeletal muscle physiology. *Adv. Physiol. Educ*. 2003;27:171–182.
205. Delos D., Maak T.G., Rodeo S.A. Muscle injuries in athletes: Enhancing recovery through scientific understanding and novel therapies. *Sports Health*. 2013;5:346–352.
206. Dias da Silva S.R., Gonçalves M. Dynamic and isometric protocols of knee extension: Effect of fatigue on the EMG signal. *Electromyogr. Clin. Neurophysiol*. 2006;46:35–42.
207. Plastow R., Kerkhoffs GMMJ., Wood D., Paton BM., Kayani B., Pollock N., Court N., Giakoumis M., Head P., Kelly S., Moore J., Moriarty P., Murphy S., Read P., Stirling B., Tulloch L., van Dyk N., Wilson M., Haddad F. London International Consensus and Delphi study on hamstring injuries part 2: operative management. *Br J Sports Med*. 2023 Mar;57(5):266-277.
208. Vermeulen R, Whiteley R, van der Made AD, van Dyk N, Almusa E, Geertsema G, Targett S, Farooq A, Bahr R, Tol JL, Wangensteen A. Early versus delayed lengthening exercises for acute hamstring injury in male athletes: a randomised controlled clinical trial. *Br J Sports Med*. 2022 Jul;56(14):792-800.
209. Volpi P., Bisciotti G.N. *Muscle Injury in the Athlete*. Springer; Berlin/Heidelberg, Germany: 2019
210. Askling C.M., Tengvar M., Thorstensson A. Acute hamstring injuries in Swedish elite football: A prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *Br. J. Sports Med*. 2013;47:953–959.
211. Jørgensen L.B., Hölmich P., Serner A. Large eccentric strength increase using the Copenhagen Adduction exercise in football: A randomized controlled trial. *Scand. J. Med. Sci. Sports*. 2016;26:1334–1342.
212. Tesch P.A., Fernandez-Gonzalo R., Lundberg T.R. Clinical Applications of Iso-Inertial, Eccentric-Overload (YoYo™) Resistance Exercise. *Front. Physiol*. 2017;8:241.



213. Pollard CW., Opar DA., Williams MD., Bourne MN., Timmins RG. Razor hamstring curl and Nordic hamstring exercise architectural adaptations: impact of exercise selection and intensity. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2019;29(5), 706-715.
214. Presland JD., Timmins RG., Bourne MN., Williams MD., Opar DA. The effect of Nordic hamstring exercise training volume on biceps femoris long head architectural adaptation. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2018;28(7), 1775-1783.
215. Hegyi A., Csala D., Péter A., Finni T., Cronin NJ. High density electromyography activity in various hamstring exercises. *Scand J Med Sci Sports*. 2019 Jan;29(1):34-43.
216. Sherry MA, Johnston TS, Heiderscheit BC. Rehabilitation of acute hamstring strain injuries. *Clin Sports Med*. 2015 Apr;34(2):263-84.
217. Mason DL, Dickens VA, Vail A. Rehabilitation for hamstring injuries. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012 Dec 12:12:CD004575.
218. Bayer M.L., Magnusson S.P., Kjaer M. Early versus Delayed Rehabilitation after Acute Muscle Injury. *N. Engl. J. Med*. 2017;377:1300–1301.
219. Worrell TW. Factors associated with hamstring injuries. An approach to treatment and preventative measures. *Sports Med Auckl NZ* 1994;17:338-45.
220. Askling CM, Tengvar M, Tarassova O, Thorstensson A. Acute hamstring injuries in Swedish elite sprinters and jumpers: a prospective randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *Br J Sports Med* 2014;48:532-9.
221. Malliaropoulos N, Papalexandris S, Papalada A, Papacostas E. The role of stretching in rehabilitation of hamstring injuries: 80 athletes follow-up. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:756-9.
222. Sherry MA, Best TM. A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains. *J Orthop Sports Phys Ther* 2004;34:116-25.
223. Varkha S., Sahil D., Neil D. The Role of the Nordic Hamstring Curl in the Rehabilitation of Hamstring Injuries: A Narrative Review. *Parul University Journal of Health Sciences and Research*. 2024.
224. Behan FP., Van Dyk N., Rane L., Thorne E., Banaghan A., Gilsehan K. Implementing hamstring injury prevention programmes remotely: a randomised proof of concept trial. *BMJ Open Sport Exerc Med*. 2024 Jan 23;10(1):e001728.
225. Petersen J., et al. Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 2011 Nov;39(11):2296-303.
226. Van der Horst N., Smits DW., Petersen J., Goedhart EA., Backx FJG. The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 2015 Jun;43(6):1316-23.
227. Cuthbert M., et al. The Effect of Nordic Hamstring Exercise Intervention Volume on Eccentric Strength and Muscle Architecture Adaptations: A Systematic Review and Meta-analyses. *Sports Med* . 2020 Jan;50(1):83-99.
228. Martín-Fuentes, I., Oliva-Lozano, J. M., & Muyor, J. M. 2020. Electromyographic activity in deadlift exercise and its variants. A systematic review. *Plos one*, 15(2), e0229507.
229. Opar DA., Williams MD., Timmins RG., et al. Knee flexor strength and bicep femoris electromyographical activity is lower in previously strained hamstrings. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2013, vol. 23, no 3, p. 696-703.

230. Mendiguchia J, Garrues MA., Cronin JB., et al. Nonuniform changes in MRI measurements of the thigh muscles after two hamstring strengthening exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2013, vol. 27, no 3, p. 574-581.
231. Mendez-Villanueva A, Suarez-Aroones L., Rodas G., et al. MRI-based regional muscle use during hamstring strengthening exercises in elite soccer players. *PLoS One*, 2016, vol. 11, no 9.
232. Crawford SK., Hickey J., Vlisides J., Chambers JS., Mosiman SJ., Heiderscheit BC. The effects of hip- vs. knee-dominant hamstring exercise on biceps femoris morphology, strength, and sprint performance: a randomized intervention trial protocol. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2023 Jun 26;15(1):72.
233. Hickey JT., Opar DA., Weiss LJ., Heiderscheit BC. Hamstring Strain Injury Rehabilitation. *J Athl Train.* 2022 Feb; 57(2): 125–135.
234. Jónasson, G., Helgason, A., Ingvarsson, Þ., Kristjánsson, A. M., & Briem, K. The effect of tibial rotation on the contribution of medial and lateral hamstrings during isometric knee flexion. *Sports health*, 8(2), 2016, 161-166.
235. Lim, W. T. Influence of Tibial Rotation on EMG Activities of Medial and Lateral Hamstrings During Maximal Isometric Knee Flexion. *Physical Therapy Korea*, 25(4), 2016, 46-52.
236. Beuchat, A., & Maffiuletti, N. A. (2019). Foot rotation influences the activity of medial and lateral hamstrings during conventional rehabilitation exercises in patients following anterior cruciate ligament reconstruction. *Physical Therapy in Sport*, 39, 69-75.
237. Delvaux F, Schwartz C, Decrequey T, et al. Influence of a field hamstring eccentric training on muscle strength and flexibility. *Int J Sports Med* 2020;41:233-41.
238. Mendiguchia J., Conceição F., Edouard P., Fonseca M., Pereira R., Lopes H., Jiménez-Reyes P. Sprint versus isolated eccentric training: Comparative effects on hamstring architecture and performance in soccer players. *Plos one*, 2020; 15(2), e0228283.
239. Hegyi, A., Gonçalves, B. A., Finni, T., & Cronin, N. J. (2019). Individual Region-and Muscle-specific Hamstring Activity at Different Running Speeds. *Medicine and science in sports and exercise*, 51(11), 2274-2285.
240. Chang JS., et coll. Management of hamstring injuries: current concepts review. *Bone Joint J.* 2020 Oct;102-B(10):1281-1288.
241. Freeman B, Young W, Talpey S, Smyth A, Pane C, Carlon T. The effects of sprint training and the Nordic hamstring exercise on eccentric hamstring strength and sprint performance in adolescent athletes. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019; 59
242. Alcaraz PE., Carlos-Vivas J., Oponjuru BO., Martinez-Rodriguez A. The effectiveness of resisted sled training (RST) for sprint performance: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 2018; 48(9), 2143-2165.
243. Buckthorpe M., Wright S., Bruce-Low S., Nanni G., Sturdy T., Gross AS, Bowen L. et al. « Recommendations for hamstring injury prevention in elite football: translating research into practice. » *Br J Sports Med* 53, no. 7 (2019): 449-456.
244. Pandy MG, Lai AKM, Schache AG, Lin YC. How muscles maximize performance in accelerated sprinting. *Scand J Med Sci Sports.* 2021;31(10):1882–1896.
245. Higashihara A, Nagano Y, Ono T, Fukubayashi T. Differences in hamstring activation characteristics between the acceleration and maximum-speed phases of sprinting. *J Sports Sci.* 2018;36(12):1313–1318.

246. Chumanov ES, Heiderscheit BC, Thelen DG. Hamstring musculotendon dynamics during stance and swing phases of high-speed running. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(3):525–532.
247. Miroshnychenko O., Chang WT., Dragoo JL. The Use of Platelet-Rich and Platelet-Poor Plasma to Enhance Differentiation of Skeletal Myoblasts: Implications for the Use of Autologous Blood Products for Muscle Regeneration. *Am J Sports Med.* 2017 Mar;45(4):945-953.
248. Impellizzeri FM, McCall A, van Smeden M. Why methods matter in a meta-analysis: a reappraisal showed inconclusive injury preventive effect of Nordic hamstring exercise. *J Clin Epidemiol.* 2021;140:111–124.
249. Alonso-Fernandez D., et coll. Impact of Askling L-PROTOCOL on Biceps Femoris Architecture, Hamstring Flexibility and Sprint Performance. *Int J Sports Med.* 2022 Apr;43(4):373-380.
250. Moffa S., Perna A., Candela G., Cattolico A., Sellitto C., De Blasiis P., Guerra G., Tafuri D., Lucariello A. Effects of Hoverboard on Balance in Young Soccer Athletes. *J. Funct. Morphol. Kinesiol.* 2020;5:60.
251. Bliven K.C.H., Anderson B.E. Core stability training for injury prevention. *Sports Health.* 2013;5:514–522.
252. Tiernan C, Comyns T, Lyons M, et al. The association between training load indices and injuries in elite soccer players. *J Strength Cond Res* 2022;36:3143-50.
253. Moen MH, Reurink G, Weir A, et al. Predicting return to play after hamstring injuries. *Br J Sports Med* 2014;48:1358-63.
254. Koulouris G., Connell DA., Brukner P., Schneider M. Magnetic resonance imaging parameters for assessing risk of recurrent hamstring injuries in elite athletes. *Am J Sports Med.* 2007; Sep;35(9):1500-6.
255. Van der Horst N., van de Hoef S., Reurink G., Huisstede B., Backx F. Return to Play After Hamstring Injuries: A Qualitative Systematic Review of Definitions and Criteria. *Sports Med.* 2016; 46: 899–912.
256. Bisciotti G.N., Eirale C. Le lesioni muscolari indotte dall’esercizio: Il delayed muscle soreness. *Med. Dello Sport.* 2012;65:423–435.
257. Megliola A., Eutropi F., Scorzelli A., Gambacorta D., De Marchi A., De Filippo M., Faletti C., Ferrari F.S. Ultrasound and magnetic resonance imaging in sports-related muscle injuries. *Radiol. Med.* 2006;111:836–845.
258. Alessandrino F., Balconi G. Complications of muscle injuries. *J. Ultrasound.* 2013;16:215–222. doi: 10.1007/s40477-013-0010-4.
259. Guermazi A., Roemer F.W., Robinson P., Tol J.L., Regatte R.R., Crema M.D. Imaging of Muscle Injuries in Sports Medicine: Sports Imaging Series. *Radiology.* 2017;282:646–663.
260. Petersen J., Thorborg K., Nielsen M.B., Skjødt T., Bolvig L., Bang N., Hölmich P. The diagnostic and prognostic value of ultrasonography in soccer players with acute hamstring injuries. *Am. J. Sports Med.* 2014;42:399–404.
261. Ardern CL, Glasgow P, Schneiders A, et al. 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *Br J Sports Med* 2016;50:853-64.
262. Duhig, Steven, Anthony J. Shield, David Opar, Tim J. Gabbett, Cameron Ferguson, and Morgan Williams. Effect of high-speed running on hamstring strain injury risk. *Br J Sports Med* 50, no. 24 (2016): 1536-1540.
263. Orchard JW., Jomaa MC, Orchard JJ., et al. Fifteen-week window for recurrent muscle strains in football: a prospective cohort of 3600 muscle strains

- over 23 years in professional Australian rules football. *British Journal of Sports Medicine*, 2020.
264. Delvaux F, Rochcongar P, Bruyere O, et al. Return-to-play criteria after hamstring injury: actual medicine practice in professional soccer teams. *J Sports Sci Med* 2014;13:721-3.
  265. Stares, JJ., Brian D., Peeling P., Heasman J., Rogalski B., Fahey-Gilmour J., Dupont G, K. Drew M., Welvaert M., Toohey L. Subsequent injury risk is elevated above baseline after return to play: a 5-year prospective study in elite Australian football. *The American journal of sports medicine* 47, no. 9 (2019): 2225-2231.
  266. Van Der Horst N, Backx FJG., Goedhart EA., Huisstede BMA. Return to play after hamstring injuries in football (soccer): a worldwide Delphi procedure regarding definition, medical criteria and decision-making. *British journal of sports medicine* 51, no. 22 (2017): 1583-1591.
  267. Ardern, Clare L., Glasgow P., Schneiders A., Witvrouw A., Clarsen B., Cools A., Gojanovic B. et al. 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *British journal of sports medicine* 50, no. 14 (2016): 853-864.
  268. Dunlop G., Ardern CL, Andersen TA, Lewin C., Dupont G., Ashworth B., O'Driscoll G., Rolls A., Brown S., McCall A. Return-to-Play Practices Following Hamstring Injury: A Worldwide Survey of 131 Premier League Football Teams. *Sports Medicine* (2019): 1-12.
  269. Glazer DD. Development and preliminary validation of the Injury-Psychological Readiness to Return to Sport (I-PRRS) scale. *J Athl Train* 2009;44:185-9.
  270. Quintero A.J., Wright V.J., Fu F.H., Huard J. Stem cells for the treatment of skeletal muscle injury. *Clin. Sports Med.* 2009;28:1–11.
  271. Di Filippo E.S., Mancinelli R., Marrone M., Doria C., Verratti V., Toniolo L., Dantas J.L., Fulle S., Pietrangelo T. Neuromuscular electrical stimulation improves skeletal muscle regeneration through satellite cell fusion with myofibers in healthy elderly subjects. *J. Appl. Physiol.* 2017;123:501–512.
  272. Ljubic V., Adihetty P.J., Hood D.A. Application of Animal Models: Chronic Electrical Stimulation-Induced Contractile Activity. *Can. J. Appl. Physiol.* 2005;30:625–643.
  273. Petersen J., Thorborg K., Nielsen M.B., Skjødt T., Bolvig L., Bang N., Hölmich P. The diagnostic and prognostic value of ultrasonography in soccer players with acute hamstring injuries. *Am. J. Sports Med.* 2014;42:399–404.
  274. Williams S, Whatman C, Hume PA, Sheerin K. Kinesio taping in treatment and prevention of sports injuries: a meta-analysis of the evidence for its effectiveness. *Sports Med Auckl NZ* 2012;42:153-64.
  275. Roberts L.A., Nosaka K., Coombes J.S., Peake J.M. Cold water immersion enhances recovery of submaximal muscle function after resistance exercise. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2014;307:R998–R1008.
  276. Bieuzen F., Bleakley C.M., Costello J.T. Contrast water therapy and exercise induced muscle damage: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE.* 2013;8:e62356.
  277. Duñabeitia I., Arrieta H., Torres-Unda J., Gil J., Santos-Concejero J., Gil S.M., Irazusta J., Bidaurrezaga-Letona I. Effects of a capacitive-resistive electric transfer therapy on physiological and biomechanical parameters in recreational runners: A randomized controlled crossover trial. *Phys. Ther. Sport Off. J. Assoc. Chart. Physiother. Sport Med.* 2018;32:227–234.

278. Pérez-Bellmunt A., Casasayas O., Navarro R., Simon M., Martin J.C., Pérez-Corbella C., Blasi M., Ortiz S., Álvarez P., Pacheco L. Effectiveness of low-frequency electrical stimulation in proprioceptive neuromuscular facilitation techniques in healthy males: A randomized controlled trial. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 2019;59:469–475.
279. Landry M. Brukner & Khan's Clinical Sports Medicine. *Physiother Can* 2014;66:109-10.
280. Costello JT, Baker PR, Minett GM, et al. Whole-body cryotherapy (extreme cold air exposure) for preventing and treating muscle soreness after exercise in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015 Sep 18;2015(9):CD010789.
281. Hotfiel T., Seil R., Bily W., Bloch W., Gokeler A., Kriffter R.M., Mayer F., Ueblacker P., Weisskopf L., Engelhardt M. Nonoperative treatment of muscle injuries-recommendations from the GOTS expert meeting. *J. Exp. Orthop.* 2018;5:24.
282. Lim W., Lee S., Kim I., Chung M., Kim M., Lim H., Park J., Kim O., Choi H. The anti-inflammatory mechanism of 635 nm light-emitting-diode irradiation compared with existing COX inhibitors. *Lasers Surg. Med.* 2007;39:614–621.
283. Ramos L., Marcos R.L., Torres-Silva R., Pallota R.C., Magacho T., Mafra F.P.F., Macedo M.M., Carvalho R.L.D.P., Bjordal J.M., Lopes-Martins R.A.B. Characterization of Skeletal Muscle Strain Lesion Induced by Stretching in Rats: Effects of Laser Photobiomodulation. *Photomed Laser Surg.* 2018;36:460–467.
284. Clijsen R., Brunner A., Barbero M., Clarys P., Taeymans J. Effects of low-level laser therapy on pain in patients with musculoskeletal disorders: A systematic review and meta-analysis. *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* 2017;53:603–610.
285. Rantanen J, Thorsson O, Wollmer P, et al. Effects of therapeutic ultrasound on the regeneration of skeletal myofibers after experimental muscle injury. *Am J Sports Med* 1999;27:54-9.
286. Wilkin LD, Merrick MA, Kirby TE, Devor ST. Influence of therapeutic ultrasound on skeletal muscle regeneration following blunt contusion. *Int J Sports Med* 2004;25:73-7.
287. Alves AN, Fernandes KPS, Deana AM, et al. Effects of low-level laser therapy on skeletal muscle repair: a systematic review. *Am J Phys Med Rehabil* 2014;93:1073-85.
288. Reher P, Doan N., Bradnock B., Meghji S., Harris M. Effect of ultrasound on the production of IL-8, basic FGF and VEGF. *Cytokine.* 1999;11:416–423.
289. McBrier N.M., Lekan J.M., Druhan L.J., Devor S.T., Merrick M.A. Therapeutic ultrasound decreases mechano-growth factor messenger ribonucleic acid expression after muscle contusion injury. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2007;88:936–940.
290. Adabbo M., Paolillo F.R., Bossini P.S., Rodrigues N.C., Bagnato V.S., Parizotto N.A. Effects of Low-Level Laser Therapy Applied Before Treadmill Training on Recovery of Injured Skeletal Muscle in Wistar Rats. *Photomed. Laser Surg.* 2016;34:187–193.
291. Alves A.N., Fernandes K.P.S., Deana A.M., Bussadori S.K., Mesquita-Ferrari R.A. Effects of low-level laser therapy on skeletal muscle repair: A systematic review. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 2014;93:1073–1085.
292. Pastore D., Greco M., Passarella S. Specific helium-neon laser sensitivity of the purified cytochrome c oxidase. *Int. J. Radiat. Biol.* 2000;76:863–870.

293. Renno A.C.M., McDonnell P.A., Parizotto N.A., Laakso E.L. The effects of laser irradiation on osteoblast and osteosarcoma cell proliferation and differentiation in vitro. *Photomed. Laser Surg.* 2007;25:275–280.
294. Brock J, Golding D, Smith PM, et al. Update on the role of Actovegin in musculoskeletal medicine: a review of the past 10 Years. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med* 2018; epub ahead of print.
295. Zembroń-Łacny A, Krzywański J, Ostapiuk-Karolczuk J, Kasperska A. Cell and molecular mechanisms of regeneration and reorganization of skeletal muscles. *Ortop Traumatol Rehabil* 2012;14:1-11.
296. A Hamid MS, Mohamed Ali MR, Yusof A, George J, Lee LPC. Platelet-rich plasma injections for the treatment of hamstring injuries: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2014;42:2410-8.
297. Brock J, Golding D, Smith PM, et al. Update on the role of Actovegin in musculoskeletal medicine: a review of the past 10 Years. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med* 2018; epub ahead of print.
298. Zembroń-Łacny A, Krzywański J, Ostapiuk-Karolczuk J, Kasperska A. Cell and molecular mechanisms of regeneration and reorganization of skeletal muscles. *Ortop Traumatol Rehabil* 2012;14:1-11.
299. Jordan Boivin, Rachael Tolsma, Peter Awad, Keith Kenter, Yong Li. The Biological Use of Platelet-Rich Plasma in Skeletal Muscle Injury and Repair. Decembre 2021. *The American Journal of Sports Medicine* 51(5):036354652110616
300. Kyle N Kunze, Charles P Hannon, Jared D Fialkoff, Rachel M Frank, and Brian J Cole. Platelet-rich plasma for muscle injuries: A systematic review of the basic science literature. 2019 Jul 18; *10(7): 278–291.*
301. Jiahui Zhang, Jun Zhang, 2Nannan Zhang, Tao Li, Xiaohe Zhou, Jue Jia, Yingying Liang, Xiaochun Sun , and Huabiao Chen. The Effects of Platelet-Rich and Platelet-Poor Plasma on Biological Characteristics of BM-MSCs In Vitro. 2020 Aug 26.
302. Flaminia Chellini, Alessia Tani, Sandra Zecchi-Orlandini, and Chiara Sassoli. Influence of Platelet-Rich and Platelet-Poor Plasma on Endogenous Mechanisms of Skeletal Muscle Repair/Regeneration. 2019 Feb; *20(3): 683.*
303. Verena Oberlohr, Haylie Lengel, William S. Hambricht, Kaitlyn E. Whitney, Thos A. Evans MD, Johnny Huard. *Biologics for Skeletal Muscle Healing: The Role of Senescence and Platelet-Based Treatment Modalities.* Septembre 2020.
304. Peter Everts, Kentaro Onishi, Prathap Jayaram, José Fábio Lana, and Kenneth Mautner. Platelet-Rich Plasma: New Performance Understandings and Therapeutic Considerations in 2020. 2020 Oct; *21(20): 7794.*
305. Reurink G, Goudswaard GJ, Moen MH, et al. Platelet-rich plasma injections in acute muscle injury. *N Engl J Med* 2014;370: 2546-7.
306. Pas HI, Reurink G, Tol JL et al. Efficacy of rehabilitation (lengthening) exercises, platelet-rich plasma injections, and other conservative interventions in acute hamstring injuries: an updated systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2015 ; 49 : 1197-205.
307. Delos D, Leineweber MJ, Chaudhury S et al. The effect of platelet-rich plasma on muscle contusion healing in a rat model. *Am J Sports Med* 2014 ; 42 : 2067-74.
308. Rettig AC, Meyer S, Bhadra AK. Platelet-Rich Plasma in Addition to Rehabilitation for Acute Hamstring Injuries in NFL Players: Clinical Effects and Time to Return to Play. *Orthop J Sports Med* 2013 ; 1 : 2325967113494354.

309. Hamilton B, Tol JL, Almusa E et al. Platelet-rich plasma does not enhance return to play in hamstring injuries: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med* 2015 ; 49 : 943-50.
310. Guillodo Y, Madouas G, Simon T et al. Platelet-rich plasma (PRP) treatment of sports-related severe acute hamstring injuries. *Muscles Ligaments Tendons J* 2016 ; 5 : 284-8.
311. Martinez-Zapata MJ, Orozco L, Balias R et al. Efficacy of autologous platelet-rich plasma for the treatment of muscle rupture with haematoma: a multicentre, randomised, double-blind, placebocontrolled clinical trial. *Blood Transfus* 2016 ; 14 : 245-54.
312. Rossi LA, Molina Rómoli AR, Bertona Altieri BA et al. Does platelet-rich plasma decrease time to return to sports in acute muscle tear? A randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Oct;25(10):3319-3325.
313. Bubnov R, Yevseenko V, Semenov I. Ultrasound guided injections of platelet-rich plasma for muscle injury in professional athletes. Comparative study. *Med Ultrason* 2013 ; 15 : 101-5.
314. Fusagawa H., et al. Platelet-rich plasma does not accelerate the healing of damaged muscle following muscle strain. *J Orthop Res.* 2024 Jun;42(6):1190-1199.
315. Hwang CE., Dragoo J. Use of Platelet-poor Plasma in Acute Quadriceps Muscle Strain in a Division I Football Placekicker: A Case Report. *Musculoskeletal and sports medicine.* 2021.
316. Kruse RC., Eisenmann J., Glass NA., Petrachianan K., Wilz L. Platelet-Poor vs Platelet-Rich Plasma For The Treatment Of Acute Thigh Muscle Injuries. *Am J Phys Med Rehabil.* 2024 Jul 3.
317. Démographie des professionnels de santé - DREES [Internet]. [Cité 18 septembre 2024]. Disponible sur: <https://drees.shinyapps.io/demographie-ps/>
318. Arnault DF. Atlas de la Démographie Médicale en France : situation au 1er Janvier 2023. [Internet]. [cité le 18 septembre 2024]. Disponible sur: [https://www.conseil-national.medecin.fr/sites/default/files/external-package/analyse\\_etude/b6i7b6/cnom\\_atlas\\_demographie\\_2023.pdf](https://www.conseil-national.medecin.fr/sites/default/files/external-package/analyse_etude/b6i7b6/cnom_atlas_demographie_2023.pdf)
319. Hubert S. Lésion du ligament croisé antérieur en soins de premier recours : enquête de pratique en Hautes-Pyrénées. Thèse pour le diplôme de docteur en médecine. 2023.
320. ANSM. Interdiction de la publicité auprès du grand public pour l'ibuprofène 400mg. [Internet]. [Cité le 29/09/2024]. Disponible sur : <https://ansm.sante.fr/actualites/interdiction-de-la-publicite-aupres-du-grand-public-pour-libuprofene-400-mg>
321. ANSM. Rappel du bon usage du diclofenac apres la publication d'une nouvelle étude relative au risque cardiovasculaire. [Internet]. [Cité le 29/09/2024]. Disponible sur : <https://ansm.sante.fr/actualites/rappel-du-bon-usage-du-diclofenac-apres-la-publication-dune-nouvelle-etude-relative-au-risque-cardiovasculaire>
322. ANSM. Rappel du bon usage des AINS. [Internet]. [Cité le 29/09/2024]. Disponible sur : <https://ansm.sante.fr/uploads/2021/01/07/rappel-bonusageains130821.pdf>
323. Bindu S. et col. Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) and organ damage: A current perspective. *Biochem Pharmacol.* 2020 Oct;180:114147.
324. Maniar KH. et col. Lowering side effects of NSAID usage in osteoarthritis: recent attempts at minimizing dosage. *Expert Opin Pharmacother.* 2018 Feb;19(2):93-102.

325. Harirforoosh S. et col. Adverse effects of nonsteroidal antiinflammatory drugs: an update of gastrointestinal, cardiovascular and renal complications. *J Pharm Pharm Sci.* 2013;16(5):821-47.
326. Prescrire. Thiocolchicoside: review of adverse effects. *Prescrire Int.* 2016 Feb;25(168):41-3.
327. Prescrire. Contractures musculaires : éviter le thiocolchicoside. [internet]. [cité le 3 octobre 2024]. Disponible sur : <https://www.prescrire.org/fr/3/31/51193/0/NewsDetails.aspx>
328. Arundale A. et coll. AN INTERVAL KICKING PROGRESSION FOR RETURN TO SOCCER FOLLOWING LOWER EXTREMITY INJURY. *Int J Sports Phys Ther.* 2015 Feb; 10(1): 114–127.
329. Ohtsubo R. et coll. Characterizing Muscle Activity in Soccer Players with a History of Hamstring Strain Injuries during Accelerated Sprinting. *J Sports Sci Med.* 2024 Sep 1;23(1):656-662.
330. Jansz JJ. Hamstring Strain Rehabilitation: A Literature Review and Practical Guidelines for Physical Rehabilitation. *Journal of Australian Strength & Conditioning.* Juill 2021;29(4):58-85.
331. Silvers-Granelli HJ., et coll. Hamstring muscle injury in the athlete: state of the art. *J ISAKOS.* 2021 May;6(3):170-181.
332. Labidi M. et coll. The Effects of Heat Therapy During Immobilization and Rehabilitation on Muscle Atrophy and Strength Loss at Return to Sports in Healthy Humans. *Orthop J Sports Med.* 2024 Oct 21;12(10):23259671241281727.
333. Jankaew A., et coll. Therapeutic Exercises and Modalities in Athletes With Acute Hamstring Injuries: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Health.* 2023 Jul-Aug;15(4):497-511.



## ANNEXES

ANNEXE 1. Démarches règlementaires de l'étude (inscription au registre interne du DUMG).



**Université PAUL SABATIER – TOULOUSE III**  
Facultés de Médecine de Toulouse  
**DEPARTEMENT UNIVERSITAIRE DE MEDECINE GENERALE (DUMG)**  
Faculté de médecine de Toulouse – Rangueil 133 route de Narbonne  
31062 TOULOUSE Cedex

**Pr Pierre BOYER**

Directeur NTIC – Numérique

DPO-78344

DUMG Toulouse

[pierre.boyer@dumg-toulouse.fr](mailto:pierre.boyer@dumg-toulouse.fr)

[dpo@dumg-toulouse.fr](mailto:dpo@dumg-toulouse.fr)

Je soussigné **Pr Pierre Boyer**, DPO du département universitaire de médecine générale de Toulouse, certifie que :

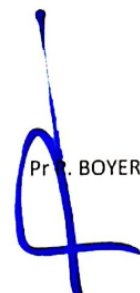
**M. BIZAT Gaëtan**

- a satisfait aux obligations de déclaration des travaux de recherche concernant le Règlement Général de Protection des Données

- a été inscrit dans le TABLEAU D'ENREGISTREMENT RECHERCHE ET THESES - Déclaration conformité CNIL au sein du DUMG de TOULOUSE (133 route de Narbonne 31 062 Toulouse CEDEX) à la date du 10/09/2024

sous le numéro : **2024BG78**

Fait à Toulouse, le 14/09/2024

  
Pr P. BOYER

ANNEXE 2. Équations de recherche de la recherche bibliographique.

Base de données utilisées	Équation de recherche
Pubmed	<p>« hamstring » AND</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (Injury OR Injuries)</li> <li>- Rehabilitation</li> <li>- Anatomy</li> <li>- (Biomechanic OR Biomechanics)</li> <li>- Strain</li> <li>- Training</li> <li>- Fatigue</li> <li>- « Eccentric Contraction »</li> <li>- « Concentric Contraction »</li> <li>- Biceps Femoris Long Head</li> </ul> <p>« hamstring injury » AND</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (Epidemiology OR incidence OR Prevalence)</li> <li>- Diagnosis</li> <li>- (Sport OR Sports)</li> <li>- (Return to Play OR Return-to-sport OR RTS)</li> <li>- Strain</li> <li>- Lesion</li> <li>- Nordic Hamstring</li> <li>- Biceps Femoris Long Head</li> <li>- Risk factor</li> <li>- Prevention</li> <li>- Rehabilitation</li> <li>- “Chirurgical repair” OR orthopedic</li> <li>- (Eccentric OR Concentric OR Isometric)</li> <li>- Functional rehabilitation</li> <li>- (Echography OR US OR Ultrasound)</li> <li>- Hematoma</li> <li>- Classification</li> <li>- Psychological</li> <li>- Muscle inhibition</li> <li>- (Sprint OR sprinting OR running)</li> <li>- (Platelet-Rich plasma OR PRP)</li> <li>- (Platelet-Poor plasma OR PPP)</li> <li>- Muscle Inhibition</li> </ul> <p>“Soft tissues” AND</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- NSAID</li> <li>- Inflammation AND Injuries</li> <li>- Paracetamol</li> <li>- (Antalgy AND Lesion OR Injuries)</li> <li>- (Ice OR Cryotherapy)</li> <li>- Infiltration AND Lesion</li> <li>- Lesion</li> <li>- Injuries</li> <li>- Rehabilitation</li> <li>- (RICE OR PRICE OR POLICE OR PEACE and LOVE)</li> </ul> <p>“Fatigue” AND</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Muscle</li> <li>- Training</li> <li>- Mesure</li> <li>- (GPS OR TMA)</li> </ul>

	"Sarcoma " AND - ESSR - (Radiology OR echography OR MRI) H-Test Hearth Rate Recovery Heart Rate Variability (RPE OR "Rating of perceived exertion") "Muscle Lesion" AND - Rehabilitation - Functional Rehabilitation - Eccentric OR Concentric OR Isometric - "Neuromuscular Inhibition" - Strain - Injury OR Lesion
Cochrane	« Hamstring Injury » « Hamstring Injury Rehabilitation »
Web of Science	« Hamstring Injury » « Hamstring Injury Rehabilitation »
SPORTDiscus	« Hamstring Injury » « Hamstring Injury Rehabilitation »

*Équations de recherche selon la base de données*

Littérature grise	Équation de recherche
Google Scholar	Similaire à PubMed
SUDOC	« Lésion Ischio-Jambiers »
HAS	« Lésion musculaire aiguë Ischio-Jambiers » « Ischio-Jambiers » « Lésion musculaire aiguë »
ClinicalKeyStudent	« Hamstring Injury »
Global ETD Search	« Hamstring Injury »

*Équations de recherche dans la littérature grise*

### ANNEXE 3. Questionnaires.

#### CARACTÉRISTIQUES DES THÉRAPEUTES

1. Vous êtes :
- Un homme
- Une femme

*Populations interrogées : MG, MU, MKDE*

2. Quel âge avez-vous ?
- .....

*Populations interrogées : MG, MU, MKDE*

3. Vous exercez majoritairement en : **1 seule réponse**
- Remplacement
- Libéral
- Salariat

*Populations interrogées : MG, MKDE*

4. Où exercez-vous majoritairement ? **(1 seule réponse)**

- Urbain
- Rural
- Station de ski

*Populations interrogées : MG, MKDE*

5. Vous exercez depuis :

- ≥ 5 ans
- < 5 ans

*Populations interrogées : MG, MU, MKDE*

6. Avez-vous une formation complémentaire concernant la prise en charge des lésions musculaires (FMC, DPC, DU, Capacité, Séminaire, Congrès, Échographie...) ?

- Oui
- Non

Si OUI laquelle ou lesquelles ?

.....  
*Populations interrogées : MG, MU, MKDE*

7. Vous considérez-vous apte à organiser le parcours de soin d'un patient victime d'une lésion musculaire des ischio-jambiers ?

- Oui
- Non

*Population interrogée : MG*

## **DIAGNOSTIC**

8. Vous sentez-vous à apte à dresser un diagnostic de lésion musculaire des ischio-jambiers avec certitude ?

- Oui
- Non

*Populations interrogées : MG, MU*

9. Connaissez-vous les diagnostics différentiels à envisager devant une suspicion de lésion musculaire aiguë ?

- Oui
- Non

*Populations interrogées : MG, MU*

10. Devant une suspicion de lésion musculaire des ischio-jambiers vous réalisez vous-même une échographie initiale : **(1 seule réponse)**

- Oui, systématiquement
- Selon l'ampleur initiale
- Non

Si vous avez répondu OUI, vous prescrivez une échographie : **(1 seule réponse)**

- Jamais
- Systématiquement
- Selon la gravité estimée de la lésion ou en cas de doute diagnostic

*Population interrogée : MU*

11. Devant une suspicion de lésion musculaire des ischio-jambiers vous prescrivez une échographie : **(1 ou plusieurs réponses)**

- Jamais
- Systématiquement
- Selon la gravité estimée de la lésion
- En cas de doute diagnostic

*Population interrogée : MG*

12. Devant une suspicion de lésion musculaire des ischio-jambiers vous prescrivez une IRM : **(1 seule réponse)**

- Jamais
- Systématiquement
- Selon la gravité estimée ou en cas de doute diagnostic

*Populations interrogées : MG, MU*

13. En cas de prescription d'une imagerie, quel délai attendez-vous ? **(1 seule réponse)**

- Immédiatement
- Avant 10 jours
- Entre 10 jours et 3 semaines
- Pas de délai particulier

*Populations interrogées : MG, MU*

14. Effectuez-vous une gradation lésionnelle au moment de la prise en charge (par exemple lésion de grade I,II,III ou IV pour ne citer qu'une classification) ?

- Oui
- Non

*Populations interrogées : MG, MU*

15. Avez-vous déjà prescrit un arrêt de travail suite à un diagnostic de lésion des ischio-jambiers ?

- Oui
- Non

Si OUI, précisez la durée moyenne estimée :

- <= 1 semaine
- Entre 1 semaine et 3 semaines
- > 3 semaines

*Populations interrogées : MG, MU*

16. D'après-vous le diagnostic de lésion musculaire aiguë repose sur : **(1 seule réponse)**

- L'examen clinique seul
- L'examen clinique et l'IRM
- L'examen clinique et l'échographie
- L'examen clinique, l'échographie et l'IRM

*Population interrogée : MKDE*

## **PRISE EN CHARGE**

17. Lors d'une suspicion de lésion des ischio-jambiers, adressez-vous le patient directement à un autre médecin ? **(1 seule réponse)**

- Oui, vers un médecin rééducateur
- Oui, vers un médecin orthopédiste
- Oui, vers un médecin du sport
- Non

*Population interrogée : MG*

18. Lors d'une suspicion de lésion des ischio-jambiers, adressez-vous le patient directement à un autre médecin ? **(1 seule réponse)**

- Oui, vers son médecin généraliste
- Oui, vers un médecin rééducateur
- Oui, vers un médecin orthopédiste
- Oui, vers un médecin du sport
- Non

*Population interrogée : MU*

19. Devant une lésion des ischio-jambiers, vous prescrivez du repos strict : **(1 seule réponse)**

- Oui, <72h
- Oui, entre 72h et 1 semaine
- Oui, plus d'une semaine
- Non

*Populations interrogées : MG, MU*

20. Devant une lésion des ischio-jambiers, vous prescrivez l'application de glace sur la lésion : **(1 seule réponse)**

- Oui, < 72h
- Oui, sans délais
- Non

*Populations interrogées : MG, MU*

21. Quelles thérapeutiques prescrivez-vous aux patients dans le cadre de la prise en charge d'une lésion des ischio-jambiers ? **(1 ou plusieurs réponses possibles)**

- AINS en prise orale
- AINS en topique (gel, crème, pommade)
- Antalgiques de pallier I
- Antalgiques de pallier II
- Antalgiques de pallier III
- Glucocorticoïdes
- Myorelaxants
- Aucune

*Populations interrogées : MG, MU*

22. Effectuez-vous une immobilisation du membre lésé de votre patient ?

- Oui
- Non

Si OUI, précisez le type d'immobilisation (attelle souple, Zimmer, attelle articulée...) :

.....

*Populations interrogées : MG, MU*

23. Prescrivez-vous une surélévation du membre lésé au repos ?

- Oui
- Non

*Populations interrogées : MG, MU*

24. Réalisez-vous ou faites-vous réaliser une compression (bandage) du membre lésé chez votre patient ?

- Oui
- Non

*Populations interrogées : MG, MU*

25. En cas de suspicion de lésion importante avec hématome musculaire, vous réalisez ou faites réaliser une ponction de cet hématome : **(1 seule réponse)**

- Oui, immédiatement
- Oui, avant 10 jours
- Oui, sans délai
- Non

*Populations interrogées : MG, MU*

26. Recommanderiez-vous une infiltration du site lésionnel à votre patient ? (PRP, PPP, cellules souches, facteurs de croissance...)

- Oui
- Non

*Populations interrogées : MG, MU, MKDE*

27. Avez-vous des connaissances concernant la rééducation d'une lésion des ischio-jambiers ?

- Oui
- Non

*Populations interrogées : MG, MU*

28. Prescrivez-vous des séances de kinésithérapie à votre patient ?

- Oui
- Non

Si vous avez répondu OUI, dans quel délai espérez-vous que les séances débutent ? **(une seule réponse)**

- Dès que possible
- Entre 72h et 1 semaine
- Entre 1 et 3 semaines
- Après 3 semaines

*Populations interrogées : MG, MU*

29. Prescrivez-vous des exercices auto-rééducatifs à votre patient ?

- Oui
- Non

*Populations interrogées : MG, MU*

30. Donnez-vous des recommandations quant à la réalisation d'activités en autonomie pour le patient ?

- Oui, si aucune douleur n'est ressentie
- Oui, en respectant un seuil de douleur acceptable, précisez comment vous le définissez/l'évaluez ci-dessous
- Non

Précisez comment vous définissez/évaluez un seuil de douleur acceptable : (**non obligatoire**)

.....  
*Populations interrogées : MG, MU*

31. Donnez-vous des délais avant reprise des entraînements complets/compétitions à vos patients au moment de leur prise en charge ?
- Oui
  - Non

*Populations interrogées : MG, MU*

32. Utilisez-vous des « drapeaux rouges » durant le processus de rééducation visant à reconsidérer le diagnostic initial ou l'ampleur lésionnelle estimée ?
- Oui
  - Non

*Population interrogée : MKDE*

33. Réadrez-vous votre patient vers un médecin durant la prise en charge ?
- Oui
  - Non

Si oui, selon quel(s) critère(s) :

.....  
*Population interrogée : MKDE*

34. Donnez-vous des délais avant reprise des entraînements complets/compétitions à vos patients au début de leur prise en charge ?
- Oui
  - Non

*Population interrogée : MKDE*

35. Prendriez-vous en charge de la même façon une lésion musculaire des ischio-jambiers et un suivi post-chirurgie du LCA avec greffe provenant des ischio-jambiers ?
- Oui
  - Non

*Population interrogée : MKDE*

36. Que pensez-vous du repos strict (éviction des activités musculaires) dans la prise en charge d'une lésion des ischio-jambiers ? (**1 seule réponse**)
- Il doit être d'une durée minimale (<72 heures) quelle que soit l'ampleur initiale de la lésion
  - Il dépend du grade initial de la lésion et repose sur des délais stricts
  - Il dépend du ressenti du patient et doit être respecté tant qu'une douleur est perçue

*Population interrogée : MKDE*



37. Quelles thérapeutiques recommanderiez-vous lors de la prise en charge d'une lésion musculaire des ischio-jambiers ? **(1 ou plusieurs réponses possibles)**

- Application de glace sur le site lésionnel
- Médication par AINS (ibuprofène, kétoprofène, naproxène, ou autres topiques anti-inflammatoires)
- Médication par corticoïdes (type solupred, hydrocortancyl...)
- Aucune

*Population interrogée : MKDE*

38. Réalisez-vous massages **sur** le site lésionnel lors de la prise en charge ? **(1 seule réponse)**

- Oui dès le début de celle-ci
- Oui après une bonne avancée dans la rééducation
- Non

*Population interrogée : MKDE*

39. Appliquez-vous un protocole standardisé de prise en charge d'une lésion des ischio-jambiers ?

- Oui
- Non

*Population interrogée : MKDE*

40. Lors de la réalisation d'exercices rééducatifs, quel principe suivez-vous ? **(1 seule réponse)**

- Réalisation de l'exercice sous une antalgie totale (aucune douleur ne doit être déclenchée à l'exercice)
- Réalisation de l'exercice sous une antalgie relative (acceptation d'une douleur auto-évaluée  $\leq 4/10$ )
- Réalisation d'exercices introduits selon des protocoles ou des délais, quelque-soit le seuil de douleur ressenti

*Population interrogée : MKDE*

41. Prescrivez-vous des exercices isométriques à votre patient **dès le début** de la prise en charge ?

- Oui
- Non

*Population interrogée : MKDE*

42. Concernant le travail de rééducation analytique, quels types d'exercices faites-vous réaliser **majoritairement** à votre patient ? **(1 seule réponse)**

- Exercices à dominante « genou » type Nordic Hamstring / Leg Curl
- Exercices à dominante « hanche » type Deadlift / Back-extension
- Équivalence des deux types d'exercices
- Je ne fais pas réaliser de travail analytique

*Population interrogée : MKDE*

43. Souhaitez-vous citer un/des exercice(s) qui vous semblent primordiaux dans le protocole de rééducation d'une lésion des ischio-jambiers ? **(non obligatoire)**

.....  
*Population interrogée : MKDE*

44. Effectuez-vous une correction de la technique de course/*sprint* de votre patient ?

**(1 seule réponse)**

- Oui, après analyse de cette dernière chez le patient
- Oui, sans analyse de cette dernière / conseils généraux dispensés
- Non

*Population interrogée : MKDE*

45. Incluez-vous une reprise progressive de la course à pied dans votre prise en charge ? **(1 seule réponse)**

- Oui, le plus précocement possible
- Oui, sans délais
- Oui, tardivement
- Non

*Population interrogée : MKDE*

46. Le travail de *sprint* est-il selon vous un exercice central de la rééducation ?

- Oui
- Non

*Population interrogée : MKDE*

47. Effectuez-vous un monitoring de la fatigue aiguë/accumulée lors du processus de rééducation ?

- Oui
- Non

*Population interrogée : MKDE*

48. Effectuez-vous un suivi électromyographique chez votre patient lors d'une rééducation des ischio-jambiers ?

- Oui
- Non

*Population interrogée : MKDE*

49. Effectuez-vous un travail de proprioception conjoint à la prise en charge spécifique ?

- Oui
- Non

*Population interrogée : MKDE*

50. Incluez-vous un travail « cardiovasculaire » pour maintenir les capacités d'endurance de votre patient dans votre protocole de prise en charge ?

- Oui
- Non

*Population interrogée : MKDE*

51. Utilisez-vous des machines d'isocinétisme lors de la prise en charge ?

- Oui
- Non

*Population interrogée : MKDE*

52. Avez-vous recours à certaines de ces thérapies d'appoint ? **(0 ou plusieurs réponses possibles)**

- Ultrasons pulsés
- Thérapie laser
- Exercices avec restriction du flux sanguin
- Utilisation de kinésiotapping
- Électrolyse percutanée intratissulaire

*Population interrogée : MKDE*

## SUITES

53. Réalisez-vous un suivi de l'athlète après avoir posé le diagnostic initial ?

- Oui
- Non

*Population interrogée : MG*

54. Prendriez-vous la responsabilité d'autoriser la reprise de l'entraînement complet/compétition à votre patient ?

- Oui
- Non

Si OUI, selon quel(s) critère(s) ?

.....  
*Population interrogée : MG*

55. Communiquez-vous avec le kinésithérapeute lors du suivi rééducatif ? **(une seule réponse)**

- Systématiquement
- En cas de problème
- Non

*Population interrogée : MG*

56. Quel(s) critère(s) mettez-vous en jeu chez vos patients pour **valider la reprise d'un entraînement complet ou du retour à la compétition ? (1 ou plusieurs réponses possibles)**

- Durée de la rééducation
- Capacités de souplesse musculaire
- Capacités de contraction isométrique
- Capacités de force concentrique analytique
- Capacités de force excentrique analytique
- Ratio* de force isocinétique ischio-jambiers/quadriceps satisfaisant
- Angulation articulaire permettant de développer le pic de force excentrique
- Reprise de la course à pied sans douleur
- Reprise du *sprint* sans douleur
- Réalisation du H test
- Réalisation de tests fonctionnels spécifiques (triple hop test, par exemple)
- Évaluation des capacités de performance aérobie (endurance musculaire à l'effort)
- Quantification de la charge de travail assimilée et assimilable
- Monitoring GPS du patient

*Population interrogée : MKDE*

57. Réalisez-vous un suivi de l'athlète après avoir autorisé la reprise de l'entraînement complet/retour à la compétition ?

- Oui
- Non

*Population interrogée : MKDE*

58. Considérez-vous l'aspect psychologique dans les critères de reprise de l'entraînement complet/compétition ?

- Oui
- Non

Si oui, utilisez-vous des scores ? Le(s)quel(s) ?

.....

*Population interrogée : MKDE*

**Commentaires libres :**

.....

*Populations interrogées : MG,MU,MKDE*

# PRISE EN CHARGE DES LÉSIONS MUSCULAIRES AIGUES DES ISCHIO-JAMBIERS EN SOINS DE PREMIER RECOURS : Enquête de pratique en Hautes-Pyrénées

Chère consœur, cher confrère, cher(e)s ami(e)s,

Les lésions musculaires aiguës constituent les blessures les plus fréquentes des sports de course et de pivot (football et rugby entre autres), les **ischio-jambiers** étant le groupe musculaire **le plus souvent lésé**, et **le plus sujet au handicap secondaire ou aux récives**.

Mais surtout, les lésions des ischio-jambiers sont **les seules atteintes des tissus mous à voire leur incidence augmenter actuellement**.

J'ai de ce fait souhaité étudier les habitudes de prise en charge de ces lésions dans les Hautes-Pyrénées, haut-lieu sportif et département qui me tient à cœur.

Le recueil n'évalue pas les connaissances, mais **s'interroge sur vos pratiques concrètes**, il n'existe donc pas de bonne réponse.

**Son temps de passation est de moins de 5min.**

Il est constitué de 32 questions, très majoritairement fermées (réponse rapide), et divisé en 4 rubriques : caractéristiques des thérapeutes, diagnostic, prise en charge, évolution et suivi.

Les réponses sont **anonymes**.

Si vous souhaitez un retour concernant les résultats de l'étude et leur discussion (articles d'intérêts), je prendrai le temps de vous les faire parvenir.

Merci d'avance de l'intérêt que vous y porterez.

Gaëtan BIZAT, médecin remplaçant non thésé en Médecine Générale.

Contact : [gaetan.bizat@gmail.com](mailto:gaetan.bizat@gmail.com) / 06.72.76.33.00

Directeur de Thèse : Dr. Sébastien MUR, exerçant en tant que Médecin Rééducateur au Centre Hospitalier de Bagnères de Bigorre.

Cadre réglementaire : Etude Hors loi Jardé ; Données personnelles encadrées par l'étalon méthodologique MR004 ; Conformité CNIL dossier n° 2024BG78

ANNEXE 5. Statistiques analytiques non mentionnées dans la partie « résultats ».  
Seuls les résultats statistiquement significatifs non mentionnés dans la partie Résultats sont notifiés.

<b>Liens entre les caractéristiques sociodémographiques et les pratiques des professionnels de santé.</b>	
MU	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MU âgés (&gt;40 ans) ont moins de connaissances concernant la rééducation des LIJ (tendance à la significativité, <math>p=0.062</math>) et donnent moins de recommandations concernant les activités en autonomie (tendance à la significativité, <math>p=0.072</math>).</li> <li>- MU âgés ont tendance à prescrire plus d'antalgiques de pallier II (non significatif, <math>p=0.10</math>)</li> </ul>
MG	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les praticiens expérimentés prescrivent significativement plus d'échographie de façon systématique (<math>p=0.012</math>).</li> <li>- Parmi les MG prescrivant l'application de glace sur la lésion, les femmes le font pour une durée inférieure à 72 heures significativement plus que les hommes (<math>p=0.045</math>).</li> <li>- MG âgés prescrivent plus de repos strict et plus longtemps (tendance non significative, <math>p=0.06</math>).</li> <li>- Les médecins expérimentés (<math>\geq 5</math> ans d'exercice) ont une tendance non significative à prescrire plus d'AINS per os (<math>p=0.087</math>) et topiques (<math>p=0.078</math>).</li> </ul>
MKDE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les hommes demandent moins de délais spécifiques pour la reprise de la course durant la rééducation (<math>p=0.048</math>).</li> <li>- Les praticiens sans formation complémentaire en troubles musculosquelettiques considèrent davantage le <i>ratio</i> de force IJ/quadriceps comme critère de RTS (<math>p=0.027</math>).</li> <li>- Le mode d'exercice urbain est associé à un plus large accès aux machines d'isocinétisme (<math>p=0.006</math>).</li> <li>- Les libéraux intègrent davantage la reprise de la course dans leurs programmes de rééducation et le demandent sans délai de façon significative (<math>p=0.002</math>).</li> <li>- Les remplaçants ont tendance à ne pas intégrer de course à pied dans leur programme de rééducation (données insuffisantes).</li> </ul>
<b>Liens entre les pratiques des différentes sous-populations des professionnels de santé.</b>	
MU	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les MU ne prescrivant la réalisation d'une échographie qu'en cas de doute diagnostic ou selon la gravité lésionnelle estimée prescrivent significativement plus d'AINS à leurs patients (<math>p=0.015</math>).</li> <li>- Les MU ne prescrivant la réalisation d'une échographie qu'en cas de doute diagnostic ou selon la gravité lésionnelle estimée ont tendance à se considérer moins alertes concernant la rééducation des LIJ (données insuffisantes).</li> <li>- Les MU prescrivant des antalgiques de pallier II donnent significativement plus de délais de convalescence à leurs patients au moment de la prise en charge (<math>p=0.002</math>).</li> <li>- Les MU prescrivant des antalgiques de pallier II ont une tendance non significative à encourager une surélévation du membre lésé au repos (données insuffisantes)</li> </ul>

MG	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les MG se considérant moins aptes à dresser le diagnostic de LIJ avec certitude rapportent une moindre connaissance des diagnostics différentiels à envisager (p=0.0001)</li> <li>- Les MG se considérant moins aptes à dresser le diagnostic de LIJ avec certitude rapportent avoir de moins bonnes connaissances concernant le protocole rééducatif (p=0.013).</li> <li>- Les MG se considérant moins aptes à dresser le diagnostic de LIJ avec certitude prescrivent significativement moins d'exercices auto-rééducatifs (p=0.009)</li> <li>- Les médecins rapportant mal connaître les diagnostics différentiels d'une suspicion de LIJ considèrent significativement moins bien connaître les processus rééducatifs à mettre en place (p=0.0025)</li> <li>- Les médecins rapportant mal connaître les diagnostics différentiels d'une suspicion de LIJ prescrivent moins d'exercices auto-rééducatifs à leurs patients (p=0.0006)</li> <li>- Les médecins qui ne considèrent pas avoir de bonnes connaissances sur le processus rééducatif prescrivent significativement moins d'exercices auto-rééducatifs à leurs patients (p=0.0005)</li> <li>- Les médecins qui ne considèrent pas avoir de bonnes connaissances sur le processus rééducatif demandent majoritairement la réalisation des activités en autonomie sous une antalgie totale (p=0.0006).</li> <li>- Les médecins peu alertes sur les diagnostics différentiels recommandent significativement plus de ne ressentir aucune douleur lors de la réalisation des activités en autonomie (p=0.038).</li> <li>- De façon significative les médecins ne prescrivant jamais d'IRM considèrent avoir de moins bonnes connaissances concernant la rééducation des LIJ (p=0.028).</li> <li>- Les médecins prescrivant des AINS per os prescrivent significativement moins d'antalgiques de pallier II et les médecins ne prescrivant pas d'AINS prescrivent significativement plus d'antalgiques de pallier II (p=0.012).</li> <li>- Les médecins donnant des délais avant RTS au moment du diagnostic espèrent significativement le début des soins de kinésithérapie entre 1 et 3 semaines, ceux n'en donnant pas l'espèrent significativement dès que possible (p=0.022).</li> <li>- Les médecins donnant des délais avant RTS au moment du diagnostic rapportent participer significativement plus à la décision du RTS (p=0.0078).</li> <li>- Les médecins participant à la décision de RTS espèrent un début des soins de kinésithérapie significativement plus entre 1 et 3 semaines (p=0.035).</li> <li>- Les médecins estimant avoir de bonnes connaissances sur la rééducation des LIJ recommandent significativement plus à leurs patients la réalisation de ces activités sous une antalgie relative (p=0.0006).</li> </ul>
MKDE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les praticiens estimant que la durée du repos strict dépend du ressenti des douleurs font statistiquement moins réaliser de travail analytique à leurs patients (p=0.036)</li> <li>- Les MKDE prescrivant des exercices isométriques précoces à leurs patients considèrent moins les capacités de souplesse musculaire (p=0.021) et plus le <i>ratio</i> de force IJ/quadriceps (p=0.0017) comme critères de RTS.</li> <li>- Les kinésithérapeutes considérant les capacités de souplesse musculaire comme critère de RTS ont significativement moins tendance à prendre en charge une LIJ de la même façon qu'un suivi post greffe de LCA provenant des IJ (p=0.036).</li> <li>- Les kinésithérapeutes considérant les capacités de souplesse musculaire comme critère de RTS considèrent de façon conjointe significativement plus les capacités d'endurance musculaire du patient (p=0.0006).</li> </ul>

- Les kinésithérapeutes considérant le *sprint* comme critère de RTS ont significativement moins tendance à encourager une infiltration du site lésionnel (p=0.0004)
- MKDE considérant le *sprint* comme élément central de la rééducation ont significativement plus tendance à prendre en charge de la même façon une LIJ et un suivi post reconstruction de LCA avec greffe des IJ (p=0.001).
- Les kinésithérapeutes réalisant des massages sur le site lésionnel après une bonne avancée rééducative ont significativement moins tendance à faire réaliser des tests fonctionnels spécifiques à leurs patients pour juger du RTS (p=0.025).
- Les MKDE jugeant de tests fonctionnels spécifiques comme critères de RTS ont significativement moins tendance à réaliser des massages du site lésionnel (p=0.025).
- Les MKDE jugeant de tests fonctionnels spécifiques comme critères de RTS ont significativement plus tendance à juger des capacités concentriques (p=0.007) et excentriques (p=0.023) pour juger du RTS.
- Les praticiens ne prescrivant pas d'application de glace sur la lésion pensent significativement plus que la durée de repos strict doit être minimale (p=0.0017).
- Les praticiens considérant le *ratio* de force I/Q comme critère de RTS effectuent moins de suivi des patients au décours de cette reprise (p=0.037).
- Les MKDE considérant le *ratio* de force I/Q comme critère de RTS prescrivent significativement plus d'exercices isométriques précoces (p=0.0017).
- Les kinésithérapeutes monitorant la fatigue accumulée durant le processus rééducatif considèrent significativement plus l'angulation du pic de force excentrique comme critère de RTS (p=0.003)
- Les MKDE considérant la durée de la rééducation comme critère de RTS considèrent significativement plus la quantification de la charge rééducative accumulée comme critère de RTS (p=0.045).
- Les MKDE pensant que le repos strict doit être minimal donnent significativement moins de délai avant le RTS au moment de la prise en charge (p=0.041).
- Les MKDE pensant que le repos strict doit être minimal considèrent significativement moins les capacités de contraction isométrique comme critère de RTS (p=0.008).

**Liens entre les différences de pratiques des médecins de premier recours.**

Aucune autre analyse statistique non mentionnée dans la partie *Résultats* n'a pu être rapportée



*ANNEXE 6. Données cliniques et anamnestiques à rechercher devant une suspicion de lésion musculaire.*

Anamnèse	Examen clinique (bilatéral et comparatif)	Diagnostic Différentiel
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mécanisme traumatique, activité, intensité</li> <li>- Évolution et chronologie des symptômes</li> <li>- Sensation de claquement</li> <li>- Sensation de déchirure</li> <li>- Douleur intense et brutale</li> <li>- Douleur évoquant un « coup de poignard »</li> <li>- Impotence immédiate</li> <li>- Sensation de raccourcissement du muscle atteint</li> <li>- Comorbidités, antécédents</li> <li>- Pratique sportive, expérience</li> <li>- Charge d'entraînement aiguë et chronique</li> </ul>	<p>Inspection</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Encoche dans le muscle, voussure</li> <li>- Hématome, ecchymose</li> </ul> <p>Palpation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contracture</li> <li>- Perte du ballant musculaire</li> <li>- Douleur provoquée</li> </ul> <p>Examen fonctionnel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Amplitudes articulaires, raideur musculaire</li> <li>- Douleur à l'étirement prudent, ou à la contraction musculaire</li> </ul> <p>Examen neurologique focal</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rupture tendineuse</li> <li>- Ostéosarcome/ myosarcome</li> <li>- Syndrome des loges</li> <li>- Pathologie veineuse/ artérielle d'effort</li> <li>- Arrachement apophysaire/ avulsion de la tubérosité ischiatique</li> <li>- Attente du nerf sciatique</li> <li>- Séquelle d'une ancienne lésion</li> </ul>

ANNEXE 7. Proposition arbitraire de durée de rééducation de chaque phase selon l'ampleur des blessures musculaires, à confronter à l'évolution clinique [84].

Classification (Jackson)	Grade I		Grade II		Grade III
Classification (Durey/ Rodineau/ Brasseur)	Grade 0 (courbature ou DOMS)	Grade I	Grade II	Grade III	Grade IV
Imagerie	Non nécessaire		Envisager une échographie +/- IRM		
Phase inflammatoire	< 48/72h				
Activités isométriques, concentriques, stretching, activités quotidiennes puis reprise des activités fonctionnelles (course à pied en endurance++)	Non nécessaire	1/2 jours	1 semaine/ 10 jours	2/4 semaines	
Remise en charge progressive et spécifique ( <i>sprints</i> , travail de force et de haute intensité)		2 jours	3/4 jours	2 semaines	3/4 semaines
Retour au sport	>/= 48h selon l'impotence musculaire	>/= 5 jours	>/= 2 semaines	>/= 6 semaines	>/= 8 semaines

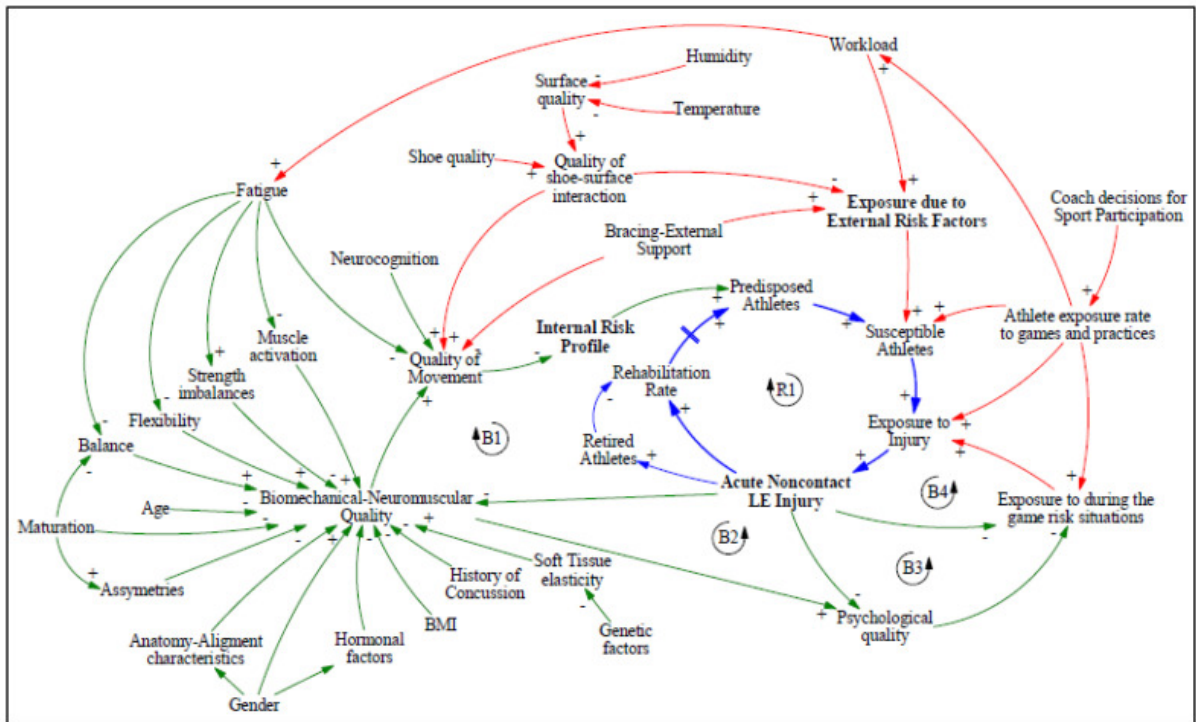
ANNEXE 8. Classification des lésions musculaires selon Jackson (1973) [57].

Grade	Atteinte musculaire	Clinique
Grade I : lésion légère	Faible quantité de fibres atteintes	Peu de douleur Pas de perte de force Peu de symptômes physiques
Grade II : modérée	Rupture musculaire étendue	Perte de force musculaire partielle
Grade III : sévère	Rupture musculaire complète	Perte complète de force musculaire

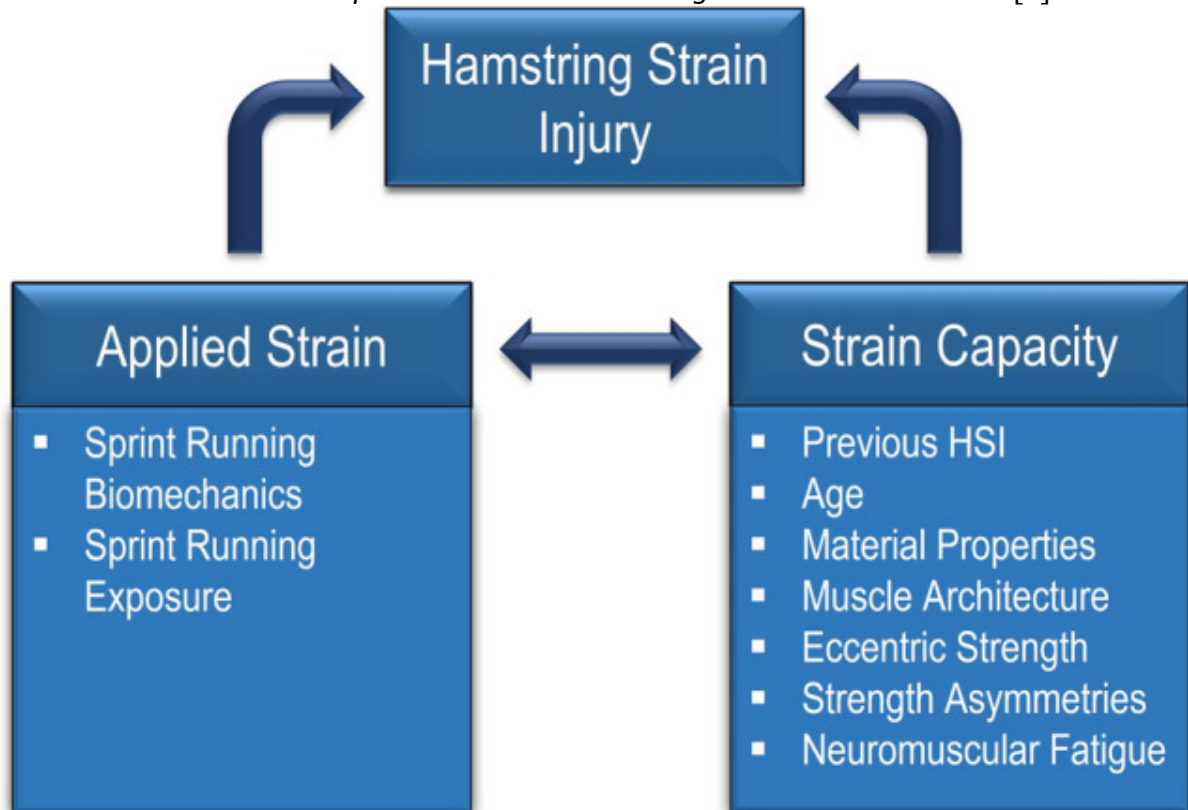
ANNEXE 9. Classification clinico-radiologique selon Brasseur, Durey et Rodineau.

<b>Grade</b>	<b>Terme clinique courant</b>	<b>Lésion histologique (Durey et Rodineau)</b>	<b>Apparence échographique (Brasseur)</b>
Grade 0	Courbatures (DOMS)	Atteinte réversible de la fibre musculaire. Pas d'atteinte du tissu conjonctif de soutien.	Aspect hyperéchogène global du muscle
Grade 1	Contracture	Atteinte irréversible de la fibre musculaire. Pas d'atteinte du tissu conjonctif	Zones floues hyperéchogènes sans désorganisation des fascicules musculaires
Grade 2	Élongation	Atteinte irréversible d'un nombre réduit de fibres. Atteinte du tissu conjonctif.	Zones floues hyperéchogènes avec flammèches de désorganisation des fascicules musculaires
Grade 3	Claquage	Atteinte irréversible d'un nombre important de fibres musculaires. Atteinte du tissu de soutien. Hématome	Collection liquidienne aux jonctions myotendineuses ou myoaponévrotiques
Grade 4	Rupture	Rupture partielle ou totale d'un muscle	Lésion myotendineuse ou myoaponévrotique complète avec rétraction

ANNEXE 10. Facteurs de risque lésionnel des blessures des membres inférieurs selon Liveris et collaborateurs [274].



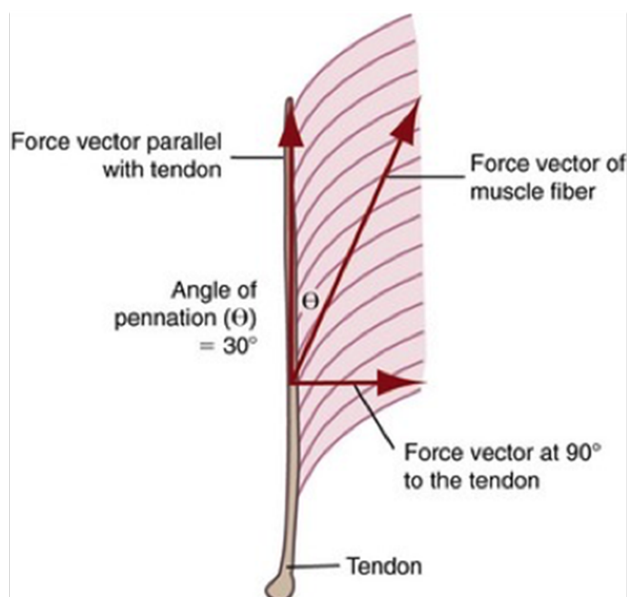
ANNEXE 11. Facteurs de risque lésionnels selon Mendiguchia et collaborateurs [1].



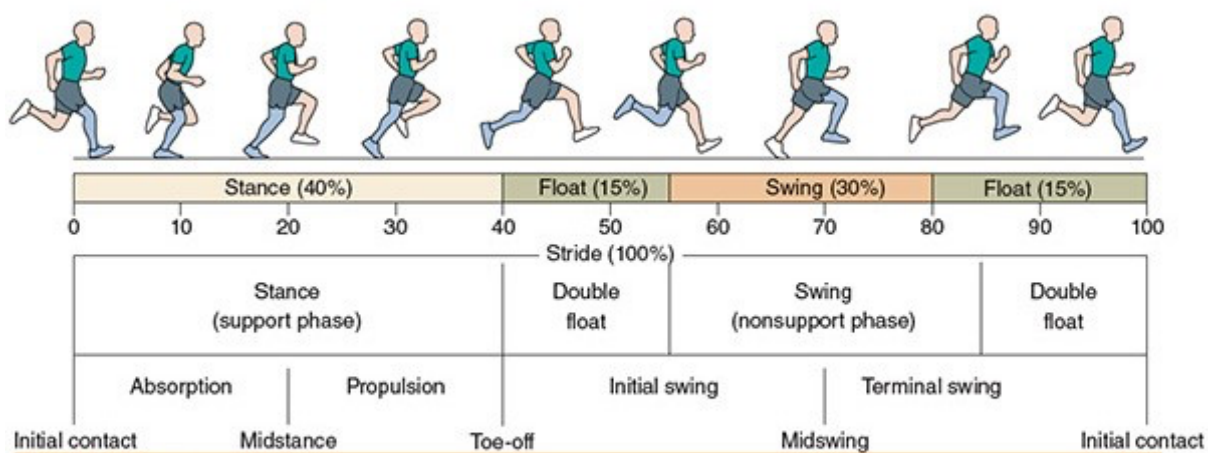
ANNEXE 12. Facteurs modifiables en lien avec les récives [1,5,24,25,66-77].

<b>Prérequis</b>	Un antécédent de LIJ constitue le principal facteur de risque lésionnel [24,25]. Le risque de récive face à la primo lésion est estimé multiplié par 2,7 voire 4,8 si l'antécédent de LIJ est inférieur à un an, avec une fenêtre de risque maximal de 15 semaines après la reprise sportive [76]. Un antécédent de blessure (ligamentaire ou musculaire, voire osseuse) aux membres inférieurs, à plus fort titre si la blessure est homolatérale et récente est également un facteur à prendre en compte [77].
<b>Adaptations durables</b>	Les adaptations tissulaires post lésionnelles persistent sur le long terme, une activité cicatricielle peut être constatée entre 12 et 14 mois après le traumatisme [110].
<b>Inhibition neuromusculaire</b>	Il se développe une inhibition neuromusculaire des tissus lésés associée à une atrophie des muscles concernés et une hypertrophie des muscles agonistes. Cette inhibition automatique de l'activité myoélectrique joue un rôle protecteur immédiat mais devient péjorative sur le long terme si elle n'est pas résolue lors de la reprise sportive. Elle pourrait expliquer le développement d'une faiblesse en résistance excentrique, un déficit d'endurance musculaire, une altération de la coordination neuromusculaire, une décrémentation de la force horizontale déployée à l'effort, une baisse de la qualité de la contraction et une diminution de la longueur des fibres musculaires. Rapporté aux ischio-jambiers, ce phénomène affecte le BFLP de façon majoritaire au bénéfice du BFCP [43,111-116]. Les études électromyographiques constatent que ce phénomène apparaît et persiste davantage en résistance excentrique, expliquant les conséquences imputées et l'importance de l'exposition à ces contraintes en ciblant préférentiellement le BFLP durant le processus rééducatif. Un suivi électromyographique semble intéressant pour s'assurer de la bonne réactivation neuromusculaire [117-122].
<b>Résistance aux contraintes excentriques</b>	Un muscle lésé atteint son pic de force excentrique à des degrés de raccourcissement plus importants que ceux précédant la blessure, sans forcément modifier la valeur de ce pic de force [191]. Le tissu musculaire développe ainsi une faiblesse en position d'étirement face aux contraintes excentriques, le rendant plus sujet aux récives. Les données dynamométriques « pures » comme la valeur du pic de force excentrique ne peuvent alors pas juger seules de la progression du patient et les exercices à degré d'allongement musculaire élevés doivent être privilégiés.

ANNEXE 13. Illustration de l'angle de pennation des fibres musculaires et des vecteurs de force appliqués aux tissus lors de l'exercice, pouvant aboutir à la lésion.



ANNEXE 14. Phases de la course à pied.



ANNEXE 15. Éléments anatomiques et biomécaniques lors de la course corrélés à un surrisque de LIJ.

Biomécaniquement, la course nécessite une force de poussée horizontale et une lutte verticale contre la gravité. Si la première dépend principalement des fessiers, la seconde provoque l'affaissement du sujet en flexion de hanche et extension de genou. Les LIJ s'y opposent et leur rôle de principal stabilisateur les expose à des contraintes excentriques majeures, corrélées à l'intensité de la pratique (phases d'accélération et vitesses importantes maintenues). Leur acmé en fin de phase oscillante ou « *swing phase* », jusqu'à dix fois la charge de poids de corps, engendre la majorité des *sprinting* lésions (Annexe 12). Un allongement tendineux jusqu'à 10% de sa longueur initiale peut alors être observé. Les contraintes concentriques sont principalement déployées lors de la phase d'appui ou « *stance phase* » mais sont moindres et occasionnent moins de phénomènes adaptatifs ou destructifs. Un antécédent lésionnel peut toutefois modifier ces données en reportant les contraintes maximales sur la phase d'appui précoce par une diminution d'activité des stabilisateurs du tronc (principalement grand fessier et obliques) [1,5,24,25,48,80-82,94,207,213,222,244-247,329,330]. Les travaux de Mendiguchia ont étudié ces troubles posturaux dynamiques en lien avec un surrisque lésionnel lors de la course, établissant qu'ils étaient autant la cause que la conséquence de la tension intramusculaire observée. Les paramètres suivants ont fait preuve des études de plus grande ampleur :

Paramètre	Évidence scientifique
Bascule antérieure du pelvis trop importante.	Avérée
Défaut de contrôle dynamique lombo-pelvien (associé à cette diminution d'activité des obliques et érecteurs du rachis lors du <i>sprint</i> ou d'une activité excessive du moyen glutéal lors de la course à vitesse sous-maximale).	Avérée
Troubles posturaux du tronc (mouvements excessifs en flexion antérieure ou latérale et en rotation).	Avérée
Excès de flexion de hanche lors du <i>swing</i> (permettant paradoxalement de meilleurs gains de performance).	Avérée
<i>Overstriding</i> soit un appui du pied trop projeté vers l'avant.	Débatte
Excès d'extension lombaire	Non avérée
La susceptibilité lésionnelle du BFLP s'explique par l'union de tous ces facteurs anatomiques et biomécaniques. Lors de la course, il est le chef musculaire le plus largement recruté et soumis aux contraintes mais le moins capable d'y faire face. [25]	

### Définitions et postulat

La multiplication des évènements compétitifs, l'augmentation des performances, la densité des efforts demandés et parfois des enjeux médiatiques ou financiers dictent l'accumulation de fatigue au cours de la saison (charge chronique), lors des derniers jours (charge aiguë) et au cours d'un même effort (charge immédiate). Ces trois entités sont des facteurs de risque lésionnel intriqués. Une analyse prospective récente sur des footballeurs professionnels a dénombré 44 LIJ sur la période de suivi. Une importante corrélation était alors mise en avant : courir plus de 30 mètres à une vitesse supérieure à 21 km/h dans les 5 minutes avant la blessure augmentait très significativement son risque de survenue [78]. La compétition pousse le sportif à des efforts plus intenses, plus denses ou maintenus que lors des entraînements. Cette fatigue immédiate s'additionne à la fatigue aiguë et chronique, devenant le principal facteur de survenue lésionnelle. Ainsi l'immense majorité des lésions musculaires sont engendrées en compétition ou en match [1,75-79,123-135]. À la phase terminale de la rééducation lorsque le RTS est entrevu, exposer et conditionner l'athlète à des efforts intenses et répétés dans des délais brefs permet de banaliser les situations rencontrées en compétition et prévenir la « goutte d'eau » qui engendre la lésion. Le match ou la situation compétitive ne doit pas aboutir à des situations jamais expérimentées ou "worst case scenarios" [78].

### Charge externe

Le recueil et l'analyse des données du terrain représente la meilleure façon d'estimer la charge externe (puissance développée et accumulée, vitesse, durée des efforts, quantification des *sprints*, fréquence cardiaque à l'effort...) :

- Dans les sports d'équipe l'utilisation du GPS et du *Time-Motion Analysis* (TMA) est plébiscitée, il convient d'y ajouter des données complémentaires (mouvements tronculaires, frappes...) afin de définir des résultats fiables. Durant la rééducation ces données sont précieuses pour monitorer le RTS et peuvent constituer des critères d'aptitude à la performance.
- Les appareils mesurant la puissance développée (à vélo voire en course à pied) se perfectionnent aujourd'hui pour nous apporter un recueil de plus en plus fiable. Les analyses doivent être rapportées à l'athlète et ses seuils de performance pour être interprétées.
- Ces données de terrain peuvent être complétées par l'évaluation de la performance neuromusculaire, sa décrémentation pouvant dépister une accumulation de fatigue externe. À cet effet, les données dynamométriques ou les tests de flexibilité active et passive (*H-test*, *Straight Leg Raise Test*...) apparaissent peu spécifiques. L'utilisation préférentielle de tests fonctionnels comme la hauteur de saut vertical ou le *sprint* apportent des données de puissance, vitesse, force... et de ressenti du patient en conditions spécifiques.



## Charge interne

La charge interne dépend en partie de données subjectives, parfois inquantifiables, et d'autres qui peuvent être caractérisées :

- Les données de fréquence cardiaque en dehors de l'entraînement sont de bons indicateurs s'ils sont mesurés précisément, les approximations des montres connectées ont le bénéfice d'être accessibles mais leur fiabilité doit-être considérée avec prudence. La HRR (*Heart Rate Recovery*), soit la différence entre la FC à la fin de l'exercice et la FC après une récupération allant de 30 secondes à 2 minutes selon les modèles, estime les capacités de récupération du muscle cardiaque après l'effort. Ces données permettent une corrélation des capacités globales d'anabolisme, tout comme la VFC qui se doit d'être mesurée au repos par des protocoles stricts afin d'être interprétable. [147,148]
- La fatigue psychologique peut être évaluée par questionnaire comme celui proposé par McLellan en 2010, le *Recovery Stress Questionnaire*, le *Profile Of Mood States* (POMS) ou le *Total Recovery Scale*. [136-139]
- La rapidité d'exécution psychomotrice dépiste la fatigue neuromotrice aiguë, elle peut être testée par des tâches brèves évaluant le temps de réaction et d'exécution. [135]
- Tout ce qui gravite autour d'une récupération optimale augmente les capacités d'anabolisme et diminue l'accumulation de fatigue. La nutrition et le sommeil en sont les clés.

Des apports glucidiques quantifiés et adaptés aux besoins du sujet préviennent de déficits énergétiques aigus ou chroniques, à risque de blessures macro et microtraumatiques, sans entraîner de prise de masse grasse trop importante. Une alimentation anti-inflammatoire riche en anti-oxydants (polyphénols) diminue l'excès d'inflammation sans altérer les voies d'adaptation tissulaires et métaboliques. Les recommandations diffusées en population générale (4 à 5 doses standards de légumes et fruits frais par jour non ou peu transformés) sont satisfaisantes et préférables aux suppléments chimiques. Une supplémentation alimentaire en collagène hydrolysé, d'autant plus si elle est combinée à une supplémentation en vitamine C (500mg par jour), semble avoir des effets positifs significatifs sur la resynthèse collagénique, la fonctionnalité musculaire, et de faibles effets sur la récupération et la reconstruction musculaire. Aucun bénéfice de performance ne leur est attribué. Une dose de 10 à 15 grammes (g)/jour ingérée dans les 60 minutes précédant l'effort semble optimal. L'apport de protéines de lactosérum (whey) montre moins d'effets bénéfiques en ce sens hormis pour la resynthèse des fibres musculaires qui n'est pas le facteur limitant en post-lésionnel. La supplémentation en créatine (20g/jour pour 5 jours puis 5g/jour) paraît plus intéressante pour prévenir la fonte musculaire et la perte de force après une immobilisation ou chez des patients dénutris que dans le cadre d'une LM. Une carence en vitamine D est souvent associée aux blessures sans qu'un lien causal ne puisse être identifié mais diminue les capacités de réparation osseuses et des tissus mous. Un apport de 2000 à 4000 UI/jour en hiver et une exposition solaire satisfaisante en été est suffisant. La supplémentation en vitamine C et vitamine E de façon isolée n'a pas d'effet démontré. [140-145]

La quantification et la qualification du sommeil sont aujourd'hui accessibles facilement grâce aux montres connectées bien que leurs données ne soient pas assez fiables pour être considérées seules. [123-135]

- Les modifications hormonales à l'effort sont les variables les plus transitoires et les plus vite remobilisables après un temps de récupération adéquat. Ces mesures sont coûteuses et n'ont pas assez d'intérêt pour justifier leur recours. [123-135,145,146]

### **Charge totale**

- Des modèles simples quantifient la charge de chaque exercice réalisé en explorant ces deux versants. Plusieurs approches permettent ce chiffrage [149-152]:
  - De Coggan basée sur la puissance ;
  - De TRIMP basée sur la FC ;
  - De Snyder sur la concentration du lactate sanguin à l'effort ;
  - De Foster basée sur le RPE (*Rating of Perceived Exertion*).
- Les modèles recourant au RPE sont largement plébiscités pour leur simplicité, ce dernier ne mettant en œuvre aucun moyen matériel. Il représente l'intensité perçue lors de la réalisation d'un exercice, auto-évaluée sur une échelle de 1 à 10 ou de 6 à 20 selon les auteurs. Le RPE peut toutefois être couplé à des données de performance (puissance, vitesse...) et d'intensité physiologique (FC, élévation du lactate sanguin, % de VO<sub>2</sub>max...) pour quantifier précisément l'intensité d'exécution, objectiver le ressenti face à des données concrètes et autonomiser progressivement le patient sur l'écoute de ses sensations. Un patient alerte sur ses propres signaux de fatigue et éduqué sur leurs enjeux sera le meilleur rempart contre les blessures.
- Le *ratio* entre l'addition des charges sur une semaine (charge de travail aiguë) et la moyenne des quatre semaines précédentes (capacités d'anabolisme) permettra alors d'objectiver des semaines de fortes charges propices à la progression mais aussi à la fatigue et aux blessures, ou des périodes de sous entraînement propices à la récupération ou au déconditionnement.

**AUTEUR** : Gaëtan BIZAT

**TITRE** : **Lésions musculaires aiguës des ischio-jambiers en soins de premier recours : enquête de pratique en Hautes-Pyrénées.**

**DIRECTEUR DE THÈSE** : Dr. Sébastien MUR

**SOUTENANCE** : Faculté de Médecine Rangueil – Lundi 2 Décembre 2024 à 15h00

---

**Introduction** : Les lésions musculaires aiguës des ischio-jambiers (LIJ) sont une des blessures les plus fréquentes, récidivantes et handicapantes, mais surtout les seules lésions des tissus mous à voir leur incidence augmenter. Aucun protocole rééducatif standardisé ne montre sa supériorité et aucun travail n'approfondit leur gestion en soins de 1er recours.

**Matériel et méthode** : Nous avons mené une étude quantitative par questionnaire transmis aux médecins généralistes (MG) et urgentistes (MU) dans les Hautes-Pyrénées entre juin et septembre 2024 pour établir un état des lieux des pratiques face aux LIJ.

**Résultats** : 51 MG et 27 MU ont répondu à notre étude. Une minorité se considèrent aptes à dresser un diagnostic de LIJ (48% MU ; 35% MG) et 11.5% effectuent une gradation lésionnelle. Pourtant seul 31% des médecins orientent leurs patients vers un spécialiste. Le bilan complémentaire prescrit ne considère pas l'évolution naturelle de ces lésions. Peu de médecins réalisent des gestes immédiats importants comme une compression (44%) ou une ponction d'hématome (30% MU ; 25% MG). 30% des médecins ont des connaissances concernant la rééducation ou prescrivent de premiers exercices rééducatifs. Ils se reposent alors sur une large prescription de kinésithérapie (74% MU ; 98% MG) et sur l'aval du kinésithérapeute référent pour autoriser le retour au sport antérieur (85% MG).

**Conclusion** : Les divergences entre les pratiques des médecins de 1er recours et la littérature doivent conduire à développer des recommandations pertinentes à leur égard.

---

### **Hamstrings injuries in primary care: a survey of practices in Hautes-Pyrenees.**

**Purpose** : Hamstring injuries (HI) are one of the most common, recurrent and disabling injuries, but especially the only soft tissue lesions to increase their incidence. No reeducation protocol shows its superiority and no work deepens their management in primary care.

**Methods** : We conducted a quantitative study by questionnaire sent to general practitioners (GP) and emergency physicians (EP) practicing in Hautes-Pyrenees between June and September 2024 to establish an inventory of practices concerning HI.

**Results** : 51 GP and 27 EP responded to our study. A minority consider themselves capable of making a diagnosis of HI (48% EP; 35% GP) and 11.5% conduct a lesion gradation. Yet only 31% of doctors refer their patients to a specialist. The prescribed radiological assessment does not consider the natural course of these lesions. Few doctors perform immediate major actions such as compression (44%) or puncture of hematoma (30% EP; 25% GP). 30% of doctors have knowledge about rehabilitation or prescribe initial rehabilitation exercises. They then rely on a large prescription of physiotherapy (74% EP; 98% GP) and the referral physiotherapist to authorize complete return to sport (85% GP).

**Conclusion** : The differences between the practices of primary care physicians and the literature should lead to develop relevant recommendations towards them.

---

**Mots-Clés** : Ischio-jambiers, Soins primaires, Rééducation, Diagnostic

---

**Discipline administrative** : MEDECINE GENERALE

---

Faculté de Santé – 37 allées Jules Guesde - 31000 TOULOUSE - France