

PLAN

INTRODUCTION	1
PARTICIPANTS ET METHODE	4
I.TYPE D'ETUDE	5
II.POPULATION CIBLE	5
III.ECHANTILLON.....	5
IV.VARIABLES A L'ETUDE	6
V.COLLECTE DES DONNEES	7
1. Matériel nécessaire	7
2. Fiche d'exploitation	7
3. Le goniomètre	10
4. Tests d'extensibilité	10
VI.SAISIE ET ANALYSE DES DONNEES	15
VI.CONSIDERATIONS ETHIQUES	15
RESULTATS	16
I.TAUX DE REPONSE	17
II.CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'ECHANTILLON	17
1. Sexe.....	17
2. Age.....	17
3. Paramètres anthropométriques.....	18
4. Membre dominant.....	18
5. Activité sportive	19
6. Entorses de la cheville	19
7. Plaintes algiques	20
8. Anomalies morphologiques	20
III.VALEURS MOYENNES DE LONGUEURS MUSCULAIRES	21
IV.VARIATIONS DE LONGUEURS MUSCULAIRES	22
Variations selon le côté	22
Variations selon le sexe	24
Variations selon l'activité sportive	25
V.PREVALENCE DE L'HYPOEXTENSIBILITE	26

DISCUSSION	28
I.NOTIONS FONDAMENTALES	29
1. Extensibilité musculaire.	29
2. Equilibre musculaire	32
3. Posture et mouvement.....	33
4. Bilan articulaire et musculaire	35
II.METHODE DE L'ETUDE	36
1. La population étudiée	36
2. Le goniomètre	37
3. L'examineur.....	38
4. Le déroulement de la collecte des données	39
5. Les tests d'extensibilité	40
6. Les limites de l'étude	42
III.VALEURS NORMALES ET VARIATIONS	43
1. Ilio- psoas	43
2. Ischio-jambiers	44
3. Rectus femoris	45
4. Gastrocnémien.....	46
IV.PREVALENCE DE L'HYPOEXTENSIBILITE MUSCULAIRE	48
1. Définitions.....	48
2. Mécanismes de l'hypoextensibilité	49
3. Valeurs limites.....	50
4. Prévalence de l'hypoextensibilité.....	52
V.IMPLICATIONS PRATIQUES	54
1. Conséquences pathologiques	54
2. Modalités de prise en charge.....	60
CONCLUSION	71
RESUMES	
BIBLIOGRAPHIE	

INTRODUCTION

L'extensibilité musculaire est une propriété des muscles permettant leur allongement ou leur étirement (1). A côté de la force musculaire, elle constitue une caractéristique fondamentale du muscle squelettique. Ainsi, sa mesure est considérée comme une étape importante de l'examen de l'appareil locomoteur.

Au niveau du membre inférieur, membre de charge et de locomotion, cette évaluation revêt un intérêt très particulier, surtout pour les muscles dits « bi-articulaires ». Ceux-ci sont au nombre de quatre : l'ilio-psoas, l'ischio-jambier, le rectus femoris et le gastrocnémien (1,2).

Les valeurs normales, les variations de l'extensibilité de ces muscles, ainsi que les répercussions de celles-ci, sont largement étudiées en médecine de sport (3, 4, 5,6); où les performances requises et les risques de lésions encourus sont importants. Mais, peu d'études se sont intéressées à ces paramètres chez les sujets normaux, constituant la population générale (7,8).

Les répercussions statiques et dynamiques de l'hypoextensibilité musculaire au membre inférieur sont multiples. Les compensations se font généralement au niveau du rachis, du genou ou du pied. Ceci peut être suivi de douleurs ou d'inconfort à long terme (8).

Le muscle le plus connu par son hypoextensibilité est le gastrocnémien, il s'agit d'une anomalie qui touche 40% des individus normaux (8). Cette prévalence importante justifie la mise en œuvre d'études épidémiologiques dans notre contexte, et par la suite, la proposition d'actions thérapeutiques et préventives adéquates.

Pour mieux nous situer pour aborder ce sujet, nous nous sommes intéressés en faisant une revue de la littérature à trois axes principaux :

- Les travaux à visée descriptive et épidémiologique (3, 8, 9,10), ayant pour objectifs de déterminer les valeurs normales, d'évaluer la fréquence des anomalies, d'observer et de comparer ces phénomènes chez des groupes différents selon l'âge, le sexe, l'activité professionnelle et sportive, ou encore chez des groupes de patients particuliers.

- Les travaux à visée étiologique et physio-pathogénique (11, 12, 13, 14, 15,16) visant à déterminer les mécanismes de fonctionnement normal et de survenue des anomalies ainsi que, leurs répercussions sur la posture et le mouvement.
- Les travaux à visée évaluative (3,17, 18, 19, 20,21) où les auteurs évaluent l'utilité des interventions thérapeutiques et des programmes de prévention, mais aussi les méthodes diagnostiques et les moyens de mesure.

Notre étude avait pour but d'approcher la variable extensibilité musculaire au niveau du membre inférieur, chez les jeunes adultes sains appartenant à la population générale.

Nous avons donc tracé trois objectifs :

- Etablir les valeurs normales des longueurs des quatre muscles bi-articulaires du membre inférieur, chez une population de jeunes adultes marocains.
- Estimer l'incidence des anomalies et essayer de déterminer s'il y a des variations en fonction du sexe, de la latéralité et du rythme de l'activité sportive.
- Mettre le point sur les modalités de prise en charge et de prévention.

PARTICIPANTS
ET
METHODES

I. TYPE D'ETUDE :

Nous avons mené une étude transversale à visée descriptive, sur une période de sept mois, allant de septembre 2007 à mars 2008.

II. POPULATION CIBLE:

La population cible de notre travail était constituée de jeunes adultes marocains sains, répondant aux critères suivants :

- **Critères d'inclusion : un seul critère:**
 - Un âge compris entre 18 et 30 ans.
- **Critères d'exclusion :**
 - Une pathologie orthopédique ou neurologique.
 - Des antécédents de chirurgie du rachis, du bassin ou des membres inférieurs.
 - Des séquelles traumatiques du rachis, du bassin ou des membres inférieurs.
 - Une grossesse évolutive.

III. ECHANTILLON :

Nous avons procédé à un échantillonnage non probabiliste accidentel comportant 400 sujets. Il s'agissait d'étudiants de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech.

IV. VARIABLES A L'ETUDE :

Les données collectées concernaient :

- **Les caractéristiques sociodémographiques :**
 - Le sexe.
 - L'âge.
- **Les habitudes de vie :**
 - Le rythme de l'activité sportive, que nous avons classée en activité nulle, occasionnelle, régulière ou soutenue.
 - Le membre inférieur dominant ; nous avons demandé aux participants de préciser le membre inférieur qu'ils utilisaient pour lancer un ballon par exemple.
- **Les antécédents pathologiques :**
 - L'entorse de la cheville.
 - Les plaintes algiques, à type de lombalgies non spécifiques, de métatarsalgies ou de gonalgies.
- **Les caractéristiques anthropométriques et morphologiques :**
 - Le poids.
 - La taille.
 - L'indice de masse corporelle.
 - Les anomalies morphologiques du rachis à type de scoliose ou de cyphose.
 - Les anomalies morphologiques du genou à type de déformations (genu recurvatum, genu flessum, genu varum, genu valgum) ou d'instabilité rotulienne.
 - Une asymétrie du bassin.
 - Un valgus de l'arrière pied.
 - Un pied plat ou creux.

- **Les longueurs musculaires :**

Nous avons examiné les quatre muscles bi-articulaires du membre inférieur au niveau des deux côtés droit et gauche :

- Ilio-psoas.
- Ischio-jambiers.
- Rectus femoris.
- Gastrocnémiens.

V. COLLECTE DES DONNEES :

1. Matériel nécessaire :

Pour collecter les données nécessaires à notre étude, nous avons besoin du matériel suivant :

- Fiche d'exploitation.
- Toise.
- Pèse-personne.
- Table d'examen.
- Goniomètre.

2. Fiche d'exploitation :

La fiche d'exploitation était composée de deux parties (Fig.1):

- Un questionnaire rempli par le volontaire.
- Une grille d'examen physique remplie par une kinésithérapeute sénior.

LA FICHE D'EXPLOITATION	
Date :	N :
<u>1^{ERE} PARTIE : QUESTIONNAIRE</u>	
(Rempli par le volontaire)	
➤ <u>Identité</u> :	
▪ Sexe :	
	○ M
	○ F
▪ Age :	
➤ <u>Habitudes de vie</u> :	
▪ Vous avez une activité sportive :	
	○ Nulle
	○ Occasionnelle
	○ Régulière
	○ Soutenue (sportif de haut niveau)
▪ Votre membre inférieur dominant (exemple : lancer un ballon)	
	○ Droit
	○ Gauche
➤ <u>Antécédents</u> :	
Avez-vous ?	
	○ Pathologie orthopédique
	○ Pathologie neurologique
	○ Lombalgie non spécifique
	○ Antécédent de chirurgie du rachis ou membre inférieur
	○ Grossesse évolutive
	○ Antécédent d'entorse de la cheville :
	✓ Bénigne
	✓ Grave (traitée par plâtre ou chirurgie)
Plaintes algiques:	
	- lombalgie
	- gonalgie
	- métatarsalgie

Figure 1: la fiche d'exploitation (1ère partie).

2^{EME} PARTIE : EXAMEN PHYSIQUE

(Remplie par l'examineur)

➤ **Caractéristiques anthropométriques :**

- Poids :
- Taille :
- Indice de masse corporelle :

➤ **Morphologie générale :**

- Rachis :
 - Normal
 - Anormal : cyphose, scoliose
- Bassin :
 - Normal
 - Anormal : asymétrie
- Genou :
 - Normal
 - Anormal : genu valgum, varum, flessum, recurvatum, instabilité rotulienne.
- Pied:
 - Normal
 - Anormal : pied plat, pied creux, valgus de l'arrière pied (en précisant les degrés)

➤ **Les mesures angulaires:**

muscle	Droit	Gauche
Ilio-psoas		
Ischio jambiers		
Droit antérieur		
gastrocnémiens		

Figure 1: la fiche d'exploitation (2^{ème} partie).

3. Le goniomètre :

Nous avons choisi d'utiliser le goniomètre de Cochin, constitué de deux pièces plastiques graduées (Fig.2). Il est simple, accessible et largement utilisé en pratique clinique.

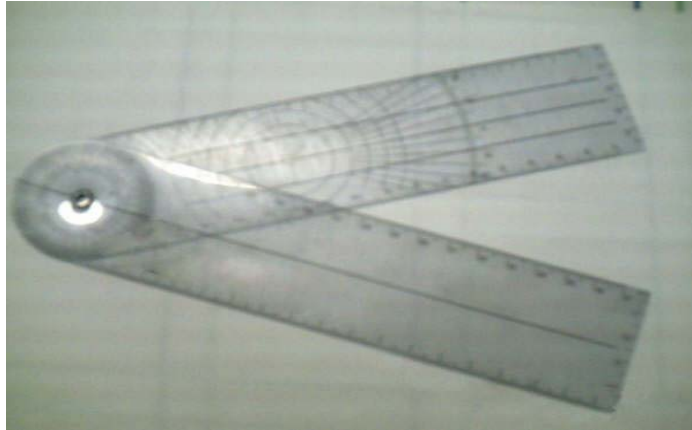


Figure 2: le goniomètre de Cochin.

4. Les tests musculaires :

Les mesures de l'extensibilité des muscles concernés étaient faites de façon bilatérale, du proximal vers le distal , et en commençant par le membre droit suivi du membre gauche. Les volontaires ne pratiquaient pas d'exercices ou échauffements préalables aux mesures.

Nous avons choisi quatre tests pour évaluer les différents muscles : la mesure de l'extensibilité musculaire a été obtenue de façon indirecte en mesurant une amplitude articulaire donnée.

4-1. Test de Thomas : Fig. 3

Nous avons utilisé ce test pour évaluer l'extensibilité de l'ilio-psoas. Le sujet en décubitus dorsal, un membre était maintenu contre le thorax, afin de garder le rachis lombaire bien à plat sur la table d'examen. L'axe du goniomètre était placé en regard du grand trochanter, la branche fixe parallèle à la ligne médio-latérale du tronc, et la branche mobile

latéralement à la cuisse sur la ligne du condyle latérale. On mesurait l'angle correspondant à la flexion de la hanche (7).

4-2. Elévation de la jambe étendue : Fig. 4

Ce test était utilisé pour évaluer l'extensibilité des ischio-jambiers. Le sujet en décubitus dorsal, les deux membres inférieurs étendus, on procédait à l'élévation du membre inférieur testé, tout en veillant à garder le genou en extension et le bassin contre le plan d'examen. La branche fixe du goniomètre était parallèle à la ligne médio-latérale du tronc et la branche mobile sur la ligne passant par le condyle fémoral latéral, alors que son axe était placé en regard du grand trochanter. On mesurait également l'angle de la flexion de la hanche (1).

4-3. Test de Thomas modifié : Fig. 5

Pour mesurer l'extensibilité du rectus femoris, le sujet était assis au bord de la table d'examen, maintenant le membre controlatéral genou contre le thorax, puis on lui demandait de se mettre en décubitus dorsal. L'axe du goniomètre était placé en regard du condyle fémoral externe, la branche fixe longeait la ligne latérale du fémur passant par le grand trochanter et la branche mobile était parallèle à l'axe de la jambe (7). On mesurait l'amplitude de flexion de la jambe.

4-4. Dorsiflexion active de la cheville : Fig. 6

Le sujet en décubitus ventral, le pied du membre testé débordant de la table d'examen, l'axe du goniomètre étant placé en dessous de la malléole externe, la branche fixe parallèle à la fibula et la branche mobile en regard de la face externe du calcaneum (7). On ordonnait au sujet d'effectuer la flexion dorsale de la cheville. Ce test était utilisé pour évaluer l'extensibilité des gastrocnémiens.



Figure 3: Le test de Thomas



Figure 4: Le test d'élévation de la jambe étendue.



Figure 5: Le test de Thomas modifié



Figure 6: Test de dorsiflexion active de la cheville

Nous proposons un tableau récapitulatif décrivant les quatre tests musculaires utilisés (Tableau I).

Tableau I: Tableau récapitulatif des tests musculaires

Test	Muscle testé	Position initiale	Manœuvre	Position du goniomètre	Mesure
Test de Thomas	Ilio-psoas	DD, les deux membres inférieurs étendus	Membre controlatéral attiré contre le thorax	Axe sur le grand trochanter, bras fixe sur la ligne médio-latérale du tronc, bras mobile sur la ligne passant par le condyle latéral	Flexion de la hanche
Elévation du membre genou étendu	Ischio-jambiers	DD, les deux membres inférieurs étendus	Elévation de la jambe tendue, cuisse controlatérale maintenue contre la table d'examen	Axe sur grand trochanter, bras fixe sur ligne médio-latérale du tronc, bras mobile sur ligne passant par le condyle latéral	Flexion de la hanche
Test de Thomas modifié	Rectus femoris	DD, mi-cuisses débordant la table	La cuisse controlatérale est attirée contre le thorax	Axe sur condyle latéral, bras fixe sur ligne condyle latéral, bras mobile sur ligne malléolaire externe	Flexion de la jambe
Dorsi-flexion active de la cheville	Gastrocnémiens	Décubitus ventral, Pied débordant la table	Flexion dorsale active du pied	Axe sous la malléole externe, bras fixe parallèle à la fibula, bras mobile sur ligne médiane du calcaneum	Dorsi-flexion de la cheville

VI. SAISIE ET ANALYSE DES DONNEES :

Les données collectées ont été saisies et analysées par le logiciel SPSS version 10fr.

L'analyse statistique a fait appel aux techniques usuelles d'analyse univariée et bivariée.

- Analyse univariée : des mesures de tendance centrale et de dispersion ont été calculées pour les différentes variables étudiées notamment des moyennes, des écarts types dans le cas de variables quantitatives et des pourcentages pour les variables qualitatives.
- Analyse bivariée : cette analyse a fait appel aux tests statistiques essentiellement le test t de Student et l'analyse de variance pour les variables quantitatives et le test de Chi carré et le test exact de Fisher pour les variables qualitatives.

L'analyse statistique a été réalisée au laboratoire d'épidémiologie de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Marrakech. Le seuil de signification a été fixé à 5%.

Nous avons établi les valeurs normales de l'extensibilité de chaque muscle à partir des données de la littérature. Ces valeurs nous avaient permis de définir l'hypoextensibilité pour en calculer la prévalence par la suite.

VII. CONSIDERATIONS ETHIQUES :

Quatre notions ont été prises en considération :

- Le consentement libre et éclairé des participants, après leur avoir expliqué l'intérêt et les objectifs de l'étude.
- Le respect de l'anonymat lors du recueil des données.
- Le respect de l'intimité au moment de l'examen physique.
- La prescription d'exercices thérapeutiques en cas de diagnostic d'hypoextensibilité chez l'un des volontaires.

RESULTATS

I. TAUX DE REPONSE :

Au décours de la période de l'étude, nous avons pu interroger et examiner 200 volontaires. Ce qui représente 50% du nombre planifié initialement.

II. CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'ECHANTILLON :

1- Sexe :

Notre échantillon était composé de 53% de sujets de sexe féminin. (Fig. 7)

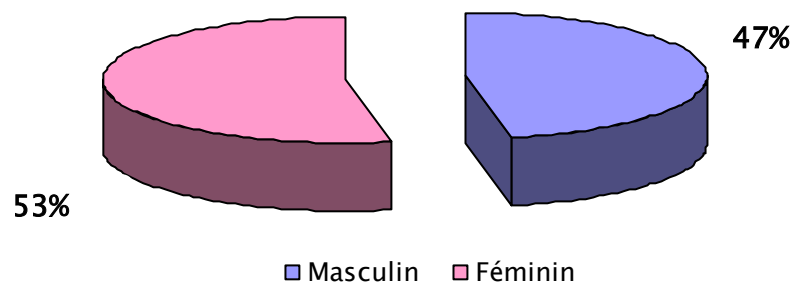


Figure 7 : Répartition des volontaires selon le sexe

2- Age :

L'âge moyen des participants était de 24.1 ± 2.1 ans, avec un minimum de 20 ans et un maximum de 30 ans. Les sujets de sexe masculin avaient une moyenne d'âge de 24.3 ± 2.2 ans et ceux de sexe féminin, une moyenne de 23.9 ± 2 ans.

3- Paramètres anthropométriques :

Le tableau II résume les caractéristiques anthropométriques des participants. Nous nous sommes intéressés au poids, à la taille et à l'indice de masse corporelle.

Tableau II : Caractéristiques anthropométriques selon le sexe.

Sexe	Poids	Taille	IMC
Masculin	69.5 ± 9	173 ± 4.9	23.2 ± 2.6
Féminin	61.9 ± 6.2	165.6 ± 4.9	22.4 ± 1.8
Echantillon global	65.4 ± 8.5	169.1 ± 6.2	22.8 ± 2.2

4- Membre dominant :

La grande majorité des participants avait un membre inférieur dominant droit. (Fig. 8)

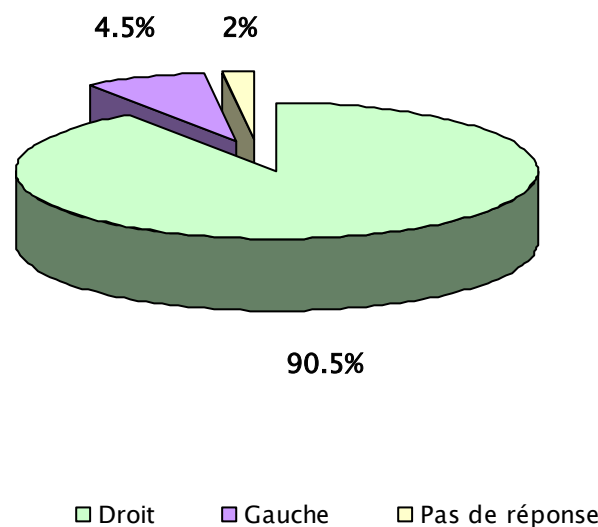


Figure 8 : Répartition du membre inférieur dominant

5- Activité sportive :

Les participants qui pratiquaient une activité sportive régulière représentaient 80% de l'ensemble. La figure 9 schématise la répartition des participants selon le rythme de la pratique sportive.

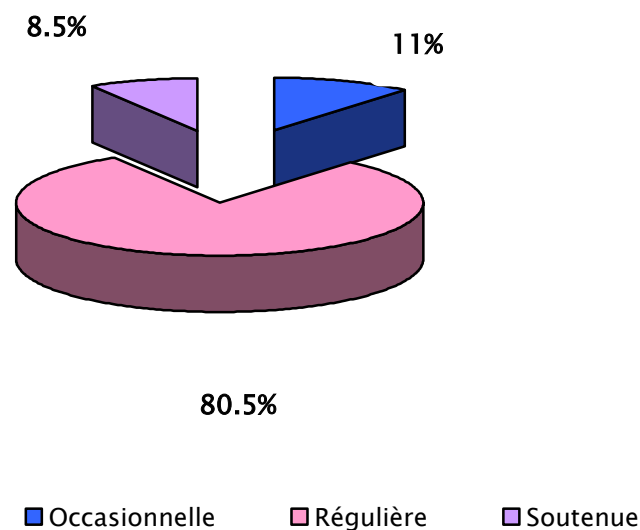


Figure 9: Rythme de l'activité sportive

6- Entorses de la cheville :

Trente et un participants avaient dans les antécédents une entorse de la cheville, ce qui correspond à 15.5% du groupe étudié. L'entorse était bénigne dans 90.3% des cas, et seulement 3 individus avaient présenté une entorse grave, ayant nécessité une immobilisation plâtrée ou un traitement chirurgical.

7- Plaintes algiques :

Les plaintes algiques recherchées étaient : les lombalgies, les gonalgies et les métatarsalgies. Le tableau III rapporte les pourcentages correspondant aux plaintes retrouvées.

Tableau III: Fréquence des plaintes algiques

Type de plaintes	Nombre de cas	Pourcentage
Lombalgie non spécifique	6	3 %
Gonalgie	5	2.5 %
Métatarsalgie	0	–

8- Anomalies morphologiques :

Les anomalies morphologiques que nous avons observées chez le groupe d'étude sont regroupées dans le tableau IV.

Tableau IV: Fréquence des anomalies morphologiques

Région	Type d'anomalie	Nombre	%
Rachis	Scoliose	5	2.5%
	Cyphose	5	2.5%
	Attitude scoliotique	2	1%
	Attitude cyphotique	1	0.5%
Genou	Genu recurvatum	1	0.5%
	Instabilité rotulienne	5	2.5%
Pied	Pied creux	8	4%
	Pied plat	6	3%

III. VALEURS MOYENNES DES LONGUEURS MUSCULAIRES :

Les valeurs moyennes des longueurs musculaires ainsi que les déviations standard sont rapportées dans le tableau V, selon les muscles, au niveau du membre droit puis gauche ; chez les hommes, les femmes puis chez l'ensemble des participants.

Tableau V: Moyennes des longueurs musculaires

Muscle	Masculin	Féminin	Echantillon global
Iliopsoas droit	4.9 ± 3.1	5.5 ± 3.2	5.2 ± 3.2
Iliopsoas gauche	4.8 ± 3.2	5.4 ± 3.2	5.2 ± 3.2
Ischio jambier droit	79.4 ± 8.3	84.1 ± 7.3	81.9 ± 8.1
Ischio jambier gauche	79.8 ± 9	84.4 ± 7.8	82.3 ± 8.7
Rectus femoris droit	56.9 ± 5.2	56.2 ± 4.9	56.5 ± 5.1
Rectus femoris gauche	57.2 ± 5.6	56.7 ± 5.2	57 ± 5.4
Gastrocnémien droit	2 ± 3.46	2.8 ± 3.1	2.4 ± 3.3
Gastrocnémien gauche	1.9 ± 3.44	3 ± 3.1	2.5 ± 3.3

Le tableau VI regroupe les moyennes globales de longueurs musculaires selon le sexe.

Tableau VI: Moyennes globales des longueurs musculaires selon le sexe.

Sexe	Iliopsoas	Ischio jambier	Rectus femoris	Gastrocnémien
Masculin	4.9 ± 3.1	79.6 ± 8.5	57.1 ± 4.9	1.9 ± 3.3
Féminin	5.4 ± 3.1	84.2 ± 7.4	56.4 ± 4.9	2.9 ± 3
Moyennes globales	5.2 ± 3.1	82.1 ± 8.2	56.7 ± 4.9	2.4 ± 3.2

La figure 10 regroupe les histogrammes des longueurs musculaires chez l'ensemble du groupe étudié.

IV. VARIATIONS DES LONGUEURS MUSCULAIRES :

Nous avons étudié les variables pouvant entraîner des variations des longueurs des muscles étudiés, en utilisant l'analyse statistique bivariable.

1 – Variations selon le côté :

La comparaison des résultats obtenus entre membre inférieur droit et gauche pour chaque muscle, en utilisant le test-t ne retrouve pas de différence statistiquement significative. Nous rappelons que le seuil de signification a été fixé à 5%. Les résultats sont résumés dans le tableau VII :

Tableau VII: Résultats de la comparaison entre les côtés droits et gauches

Comparaison droite – gauche	p*
Ilio psoas	0.528
Ischio jambier	0.124
Droit antérieur	0.088
Gastrocnémien	0.514

* : Degré de signification

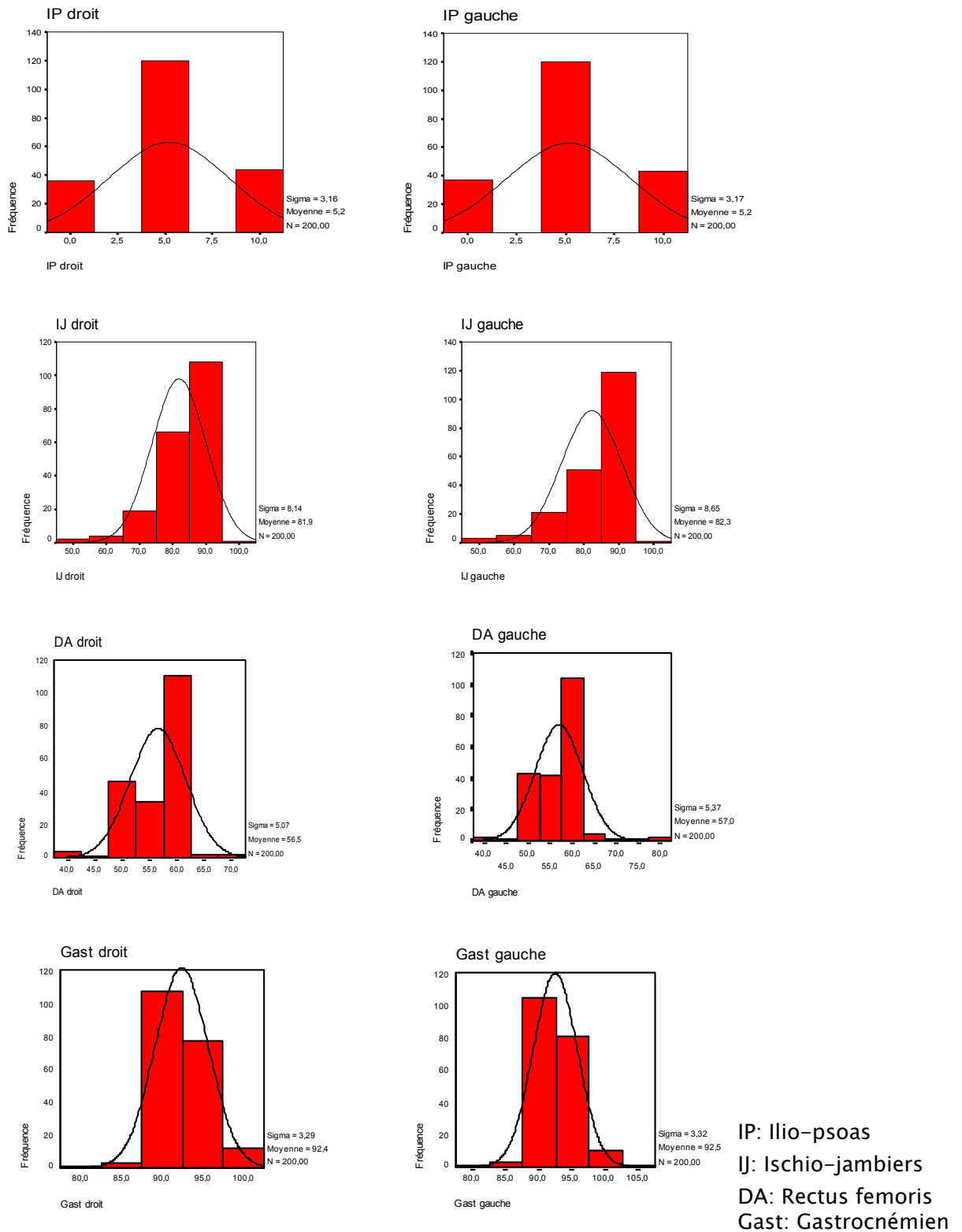


Figure 10 : Histogrammes des longueurs musculaires.

2- Variations selon le sexe :

Nous avons également procédé à la comparaison des longueurs musculaires par rapport au sexe. Les résultats sont rapportés dans le tableau VIII:

Tableau VIII: Résultats de la comparaison entre sexe féminin et masculin

Comparaison selon le sexe	p*
Iliopsoas droit	0.198
Iliopsoas gauche	0.194
Ischio jambier droit	0.000
Ischio jambier gauche	0.000
Droit antérieur droit	0.307
Droit antérieur gauche	0.483
Gastrocnémien droit	0.080
Gastrocnémien gauche	0.014

* : Degré de signification

Ces résultats ont montré qu'il y a une différence statistiquement significative de longueurs musculaires des ischio jambiers entre sujets masculins et féminins, concernant les deux membres inférieurs. Par ailleurs, nous avons retrouvé une différence de longueurs des gastrocnémiens entre les deux sexes seulement du côté gauche. Les participants de sexe féminin avaient des ischio-jambiers et des gastrocnémiens gauches plus extensibles.

3- Variations selon l'activité sportive :

Les participants à l'étude étaient séparés en 3 groupes concernant le rythme de la pratique sportive, ceux ayant une activité sportive occasionnelle, régulière ou bien soutenue. Aucun des participants n'a déclaré ne pas avoir d'activité sportive.

Nous avons procédé à la comparaison des longueurs musculaires chez ces trois groupes. Nous avons retrouvé une différence statistiquement significative uniquement pour les muscles ilio-psoas, des deux côtés droit et gauche. Les sujets ayant une activité sportive régulière ou soutenue avaient des ilio-psoas moins extensibles que ceux qui pratiquaient du sport de façon occasionnelle. Alors que les longueurs des autres muscles ne présentent pas de variations en fonction du rythme de l'activité sportive. Ces résultats sont rapportés dans le tableau IX.

Tableau IX: Résultats de la comparaison selon le rythme de l'activité sportive

Muscle	p*
Ilio psoas droit	0.018
Ilio psoas gauche	0.022
Ischio jambier droit	0.454
Ischio jambier gauche	0.306
Rectus femoris droit	0.101
Rectus femoris gauche	0.235
Gastrocnémien droit	0.837
Gastrocnémien gauche	0.401

* Degré de signification

V. PREVALENCE DES HYPOEXTENSIBILITES MUSCULAIRES :

Nous avons établi selon les données de la littérature les valeurs normales de l'extensibilité de chaque muscle (Tableau X), puis nous avons calculé les prévalences respectives des sujets ayant une hypoextensibilité des muscles étudiés, ainsi que les intervalles de confiance à 95%. (Tableau XI)

Tableau X: Valeurs normales de l'extensibilité musculaire.

Muscle	Valeurs normales
Ilio-psoas (1,4)	$\leq 5^\circ$
Ischio- jambiers (1,8)	$> 70^\circ$
Rectus femoris (7)	$\geq 50^\circ$
Gastrocnémien (4)	$\geq 5^\circ$

Tableau XI: Prévalence de l'hypoextensibilité des muscles bi-articulaires au membre inférieur avec les intervalles de confiance à 95%, chez l'ensemble de l'échantillon.

Muscle	Prévalence de l'hypoextensibilité	Intervalle de confiance à 95%
Ilio-psoas droit	22.3 %	[16.9-28.7]
Ilio-psoas gauche	21.8 %	[16.5-28.2]
Ischio- jambiers droits	13.1 %	[8.9-18.7]
Ischio-jambiers gauches	15 %	[10.6-20.8]
Rectus femoris droit	2.4 %	[0.9-5.9]
Rectus femoris gauche	1.5 %	[0.4-4.5]
Gastrocnémien droit	55.3 %	[48.3-62.2]
Gastrocnémien gauche	53.9 %	[46.8-60.8]

Le tableau XI regroupe les prévalences de l'hypoextensibilité musculaire chez les groupes de sujets selon le sexe.

Tableau XI: Prévalence de l'hypoextensibilité des muscles bi-articulaires au membre inférieur selon le sexe.

Muscle	féminin	masculin
Ilio-psoas droit	25.5 %	18.8 %
Ilio-psoas gauche	24.5 %	18.8 %
Ischio-jambiers droits	9.1 %	17.7 %
Ischio-jambiers gauches	8.2 %	22.9 %
Rectus femoris droit	0.9 %	4.2 %
Rectus femoris gauche	0.9 %	2.1 %
Gastrocnémien droit	49.1 %	62.5 %
Gastrocnémien gauche	45.5 %	63.5 %

DISCUSSION

I. NOTIONS FONDAMENTALES:

Ce chapitre est destiné à rappeler des notions de base utiles à une bonne compréhension des variables d'intérêt de cette étude, pour une meilleure maîtrise de la discussion des données collectées.

1 – Extensibilité musculaire :

Les termes utilisés pour décrire l'extensibilité musculaire et ses anomalies sont sources de confusion. Souvent, certains termes peuvent décrire des concepts similaires (22), et inversement un élément particulier peut être appelé différemment selon les auteurs. Il convient donc de définir les variables qui nous intéressent, et de clarifier les notions qui s'en rapprochent.

1-1 Définition et intérêt :

L'extensibilité musculaire est la capacité du muscle à s'étirer, elle détermine la longueur maximale qu'il peut effectuer (1,22).

Gajdosik (22) apporte un autre élément en définissant l'extensibilité passive, comme la capacité d'allongement du muscle en l'absence de toute activation. Cette variable conditionne en partie, l'amplitude articulaire totale, ce qui influence les activités fonctionnelles quotidiennes et les performances athlétiques.

La force musculaire est la charge maximale développée par un muscle ou un groupe de muscles (23). Exprimée en newton, elle correspond à l'accélération d'une masse (24) par exemple, un muscle qui se fait selon une vitesse donnée. Elle traduit la tension générée par une stimulation au sein d'un muscle (25).

Si l'évaluation de l'extensibilité permet de déterminer si la longueur du muscle est limitée ou excessive, l'évaluation de la force permet de déterminer la capacité du muscle à réaliser un mouvement et à assurer maintien et stabilité (1). Ces deux caractéristiques sont étroitement liées, et elles font partie intégrante de l'examen clinique devant plusieurs situations pathologiques. De plus, elles permettent de définir une autre variable d'un grand intérêt, Il s'agit

de la raideur active (en anglais : stiffness), qui est l'estimation de la force de résistance que le muscle exerce en réponse à un changement de longueur. Elle joue un rôle important dans la stabilité articulaire (26).

Enfin, il convient de différencier l'extensibilité, de la flexibilité ou la souplesse qui se définit comme la capacité de s'adapter rapidement aux changements de position ou de posture (1).

Une autre définition de la souplesse est utilisée par d'autres auteurs, c'est une qualité physique qui permet de réaliser un geste ou une suite de geste avec un maximum d'amplitude et d'harmonie (27).

Les termes d'extensibilité, de flexibilité et de souplesse sont souvent utilisés comme des synonymes.

La souplesse a plusieurs effets (27) :

- Elle développe les effets kinesthésiques et sensitifs, en régulant le tonus musculaire et en facilitant la synergie musculaire.
- Elle améliore la performance, en développant la coordination musculaire, en facilitant l'exécution, en améliorant l'efficacité avec un minimum d'énergie et en augmentant l'amplitude.
- Elle a un effet de prévention et de sûreté sur le plan traumatique.

1-2 Méthode d'évaluation:

L'extensibilité musculaire est évaluée de façon indirecte, en mesurant des amplitudes articulaires, à partir de tests précis.

L'amplitude du mouvement articulaire est la mesure en degrés de la mobilité de l'articulation. Alors que, l'amplitude de l'extensibilité musculaire, également exprimée en degrés, se réfère à la longueur du muscle, car il s'agit de l'amplitude autorisée par cette longueur et non pas l'amplitude totale de l'articulation concernée. Cette amplitude totale dépend de plusieurs éléments dont les muscles. Les autres éléments qui la conditionnent sont l'architecture articulaire, les tendons, les ligaments et la capsule articulaire (4).

1-3 Muscles mono- et poly-articulaires :

Pour les muscles mono-articulaires qui n'enjambent qu'un interligne articulaire, ces deux mesures, l'amplitude articulaire et l'amplitude d'extensibilité musculaire, sont normalement les mêmes. Mais pour les muscles bi-articulaires ou poly-articulaires qui enjambent deux ou plusieurs articulations, l'amplitude de l'extensibilité musculaire est normalement moindre que l'amplitude totale du mouvement de l'articulation concernée. C'est pourquoi, au moment de la mesure de l'amplitude articulaire de deux articulations croisées par un muscle, ce dernier doit être relâché par rapport à une articulation pour déterminer l'amplitude maximale de l'autre (1). Alors que la mesure de l'extensibilité de ce même muscle bi-articulaire, répond à un autre principe, qui consiste en la mise en tension du muscle au niveau d'une articulation, puis à compléter son allongement du côté de l'autre articulation, pour parvenir à évaluer sa capacité totale d'étirement.

Pour illustrer cette idée, nous prenons l'exemple du test de levée de jambe étendue. Les ischio-jambiers, exemple de muscle bi-articulaire le plus étudié (22), sont mis en tension au niveau de leur insertion tibiale car le genou est en extension maximale, et en effectuant le mouvement de levée de jambe, on fléchit la hanche, et on met donc les ischio-jambiers en tension au niveau de leur seconde insertion.

1-4 Facteurs déterminants :

Les facteurs qui déterminent l'extensibilité musculaire sont multiples :

- La longueur du muscle (24).
- La masse musculaire (28).
- L'âge (22,29).
- Les propriétés visco-élastiques du muscle qui déterminent sa réponse à l'étirement (22).
- Le degré de sollicitation des muscles (8).

1-5 Anomalies de l'extensibilité:

Les anomalies de l'extensibilité musculaire sont de deux types (1):

- L'hypoextensibilité : qui est la diminution de la capacité d'étirement musculaire, et qui résulte en une limitation de l'amplitude du mouvement correspondant.
- L'hyperextensibilité : qui est une possibilité d'étirement excessive, résultant en une amplitude de mouvement également excessive.

2- Equilibre musculaire :

L'équilibre musculaire est un critère important d'une bonne mécanique corporelle. Nous nous intéressons à le définir et à le caractériser car il est directement influencé par l'extensibilité musculaire, notre variable d'intérêt.

2-1 Définitions :

L'équilibre musculaire est l'état d'équilibre réalisé lorsque les forces des muscles opposants d'une articulation sont équilibrées, offrant un alignement idéal des segments osseux et une stabilisation optimale des articulations (1). Il est conditionné par deux variables, la force et la longueur musculaires ; la longueur étant, de son côté, déterminée par l'extensibilité.

Œuvrant pour accomplir cet équilibre, les muscles striés squelettiques sont organisés en trois groupes : les muscles agonistes qui luttent contre les résistances et provoquent le début du mouvement et, les antagonistes qui contrebalancent et freinent l'action des précédents. Le troisième groupe est constitué par les muscles synergiques qui assistent les agonistes et facilitent leur action (23,25)

Le déséquilibre musculaire se définit par l'inégalité d'action de muscles s'opposant. Cet état se voit lorsqu'un muscle est déficitaire et son antagoniste est puissant ; il en résulte un défaut d'alignement et un mouvement inefficace (1).

2-2 Extensibilité et équilibre musculaires :

Comment est ce que l'extensibilité musculaire peut-elle influencer l'équilibre musculaire ? Les muscles dont l'extensibilité est excessive sont habituellement plus faibles et par compensation, leurs muscles antagonistes plus forts, voient leurs extrémités se rapprocher. Inversement, les muscles manquant de longueur, donc hypoextensibles, sont généralement plus puissants et vont maintenir leurs antagonistes en élévation (1). Ceci explique que toute anomalie de l'extensibilité musculaire va entraîner un état de déséquilibre.

2-3 Implications cliniques :

Les déséquilibres musculaires nécessitent une attention particulière, car ils sont très fréquents. En effet, ils peuvent être associés à plusieurs affections de l'appareil locomoteur, comme ils peuvent résulter d'activités professionnelles, sportives ou autres, qui entraînent une activité prévalente de certains groupes musculaires sans mise en jeu adéquate de leurs antagonistes. Ces déséquilibres qui retentissent sur l'alignement corporel, provoquent des tensions et des contraintes anormales sur les articulations, les ligaments et les muscles. Ils ont de ce fait, un rôle important dans de nombreux syndromes douloureux d'origine posturale (1).

L'examen clinique s'intéressera à évaluer et l'extensibilité et la force des muscles concernés, afin de comprendre la part de chaque variable dans l'anomalie observée, avant de porter un diagnostic, et de mettre en œuvre un protocole thérapeutique.

Le principal moyen de rétablir l'équilibre musculaire consiste en des exercices thérapeutiques qui vont renforcer les muscles déficitaires et étirer les muscles hypoextensibles.

3- Posture et mouvement :

Si nous avons défini toutes ces notions, c'est dans l'objectif de mieux approcher les aspects physiologiques et pathologiques de la posture et de la fonction du corps humain, et plus particulièrement du membre inférieur, sujet de notre étude.

3-1 Posture normale :

Selon Bouisset (25), la posture est un aspect fondamental de l'activité motrice, c'est l'activité de positionnement du corps et de ses organes, préparant à l'action, la soutenant dans son cours et assurant l'efficacité de son exécution. La posture globale est une attitude de l'ensemble du corps, composée à partir des positions relatives de ses différentes parties.

Une bonne posture est une bonne habitude posturale qui contribue au bien être de l'individu (1). Comme nous l'avons déjà discuté, le bon alignement postural dépend du bon équilibre musculaire, évalué par la force et l'extensibilité. De plus, le maintien postural requiert la mise en jeu appropriée de la musculature du fait de l'architecture des segments corporels et des perturbations périodiques de l'état d'équilibre (25).

Les inséparables qualités d'alignement et d'équilibre musculaire font partie intégrante du concept de mécanique corporelle adéquate. En pratique, l'amplitude articulaire doit être satisfaisante mais non excessive car plus la souplesse est grande, moins la stabilité est bonne. C'est pour cette raison, qu'on considère que la souplesse normale est une qualité, alors que son exagération est une anomalie.

Les techniques d'examen et de traitement sont orientées vers la restauration et la préservation d'une mécanique corporelle satisfaisante sur le plan postural et lors du mouvement.

3-2 Anomalies posturales :

Les anomalies posturales sont la conséquence de la mauvaise utilisation des capacités offertes par un corps humain normal sur les plans structural et fonctionnel. Elles sont variables selon l'étage concerné, au niveau pelvi-rachidien, au niveau du genou, ou au niveau du pied.

La gravité de ces anomalies est surtout d'ordre évolutif, car si elles sont initialement esthétiques et asymptomatiques, en l'absence de mesures correctrices adaptées, elles peuvent devenir irréversibles avec le temps. Leur persistance peut entraîner gêne, douleur ou handicap.

3-3 Mouvement :

Le mouvement est le déplacement d'un segment, d'un membre ou de tout le corps (25). Le type, l'amplitude et la puissance d'un mouvement sont gouvernés par la dimension et la disposition des muscles (24).

Comme nous nous intéressons au membre inférieur dans ce travail, nous prendrons comme exemple de mouvement sa fonction principale: la marche.

La locomotion, se définit comme un processus périodique résultant de l'activité alternée des deux membres inférieurs, et correspondant à un équilibre dynamique (25). Il s'agit de l'une des fonctions les plus complexes du corps humain.

Nous rappelons brièvement les périodes qui constituent le cycle de marche (2,8):

- la période d'appui est située entre 0 et 60 % du cycle. Elle est subdivisée entre une première période de double appui initial (10 % du cycle), une période d'appui unipodal (40 % du cycle) et une nouvelle période de double appui (10 % du cycle).
- La phase oscillante correspond au 40 % restante.

Cette fonction primordiale peut subir des altérations consécutives aux anomalies de l'extensibilité musculaire, étant donné que les fonctions du corps humain sont influencées par les qualités d'équilibre musculaire et d'alignement corporel.

4- Bilan articulaire et musculaire :

Avant de clore ce chapitre, et de passer à la discussion de la méthode et des résultats de notre étude, nous insistons sur l'apport du bilan clinique pour une évaluation fiable et peu coûteuse de ces paramètres.

4-1 Intérêts et retombées :

Le bilan clinique manuel est irremplaçable, puisqu'il permet, en utilisant des moyens très simples, moyennant une expérience suffisante du clinicien, d'étudier les déséquilibres musculaires et les conséquences des déficits et des rétractions sur l'alignement et la fonction.

Dans ce sens, le bilan d'extensibilité musculaire doit permettre de détecter l'anomalie, et par la suite, surveiller son évolution, mesurer l'efficacité du traitement et décider du moment de son arrêt (9,19).

4-2 Critères de qualité :

L'examen clinique réalisé dans le cadre de ce bilan, comme l'a décrit Kendall (1), doit répondre à certaines exigences. Ainsi, l'examen choisi doit être :

- Fiable : donnant les mêmes résultats s'il est effectué à plusieurs reprises et par plusieurs examinateurs.
- Pratique : facile à réaliser et demandant un minimum de matériel.
- Quantifiable : accessible à des mesures à partir d'une référence.
- Utile : apportant des informations de valeur pour déterminer le traitement approprié.
- Valable : mesurant qualitativement ou quantitativement ce qu'il doit mesurer.

II. METHODE DE L'ETUDE :

Dans le souci de réussir ce travail et d'obtenir des données fiables et exploitables, nous avons adopté une méthodologie rigoureuse, de la recherche bibliographique à l'analyse des résultats, en passant par la préparation du protocole et la collecte et la saisie des données. Nous rappelons les points forts de notre méthode, les critères de nos choix et les contraintes que nous avons rencontrées.

1- La population étudiée :

Le choix de la population cible de notre étude, qui est une population de jeunes adultes sains, a été dicté par le manque de données chez les sujets normaux de façon générale, et par l'intérêt faisant le consensus du dépistage et de la prévention en dehors de tout symptôme. Ceci, au moment où beaucoup d'études se sont intéressées à explorer ces paramètres chez certains groupes de malades, notamment les enfants infirmes moteurs (30), ou les patients traumatisés

nécessitant l'immobilisation prolongée(9), pour permettre une approche physiopathologique de ces situations. D'autres études se sont intéressées aux sportifs de haut niveau (3, 13), afin de comprendre les mécanismes déterminant leurs performances, et les facteurs de risque de lésions associées à leurs pratiques sportives. Pour tous ces travaux, l'objectif ultime était de proposer des mesures thérapeutiques ou préventives adéquates.

Pour l'âge, nous nous sommes limités à la tranche de 18 à 30 ans, étant donné que l'anomalie qui nous intéresse, qui est l'hypoextensibilité musculaire, constituée au cours de la croissance, est souvent, déjà installée à cet âge, quoiqu'elle peut apparaître à n'importe quel moment (8).

Bien évidemment pour que notre échantillon soit le plus représentatif possible de la population générale, nous avons exclu les sportifs de haut niveau, tout comme les sujets ayant des antécédents pathologiques pouvant entraver les mesures ou biaiser les résultats. Nous n'avons pas exclu les sujets ayant dans les antécédents des entorses de la cheville, étant donné leur fréquence au sein de la population.

Enfin, il faut préciser que nous avons sollicité des volontaires, étudiants en médecine. Ils ont bien compris le but et la technique, ce qui les a mis en confiance et nous a garanti leur entière coopération. Nous admettons bien évidemment, qu'une situation clinique serait très différente.

2- Le goniomètre :

C'est un instrument qui permet de mesurer les angles et de déterminer l'amplitude des mouvements articulaires (1, 31,32). Il en existe plusieurs types dont la constitution dépend de l'affiliation de chaque appareil. Aussi, et grâce aux progrès technologiques, il y a actuellement des modèles très sophistiqués, comme le goniomètre électronique.

Souvent, la lecture directe est aisée et précise, mais il n'en est pas de même de la technique de mesure. La précision de l'opérateur est très importante, tout comme le choix pertinent du type de goniomètre adapté à la mesure à effectuer.

Le choix du goniomètre que nous avons utilisé pour collecter nos mesures, a été établi à la base de certains critères aussi importants les uns que les autres :

- a. L'accessibilité à tout clinicien,
- b. La simplicité et la maniabilité,
- c. Un faible coût,
- d. La précision et la validité des mesures.

Le goniomètre de type Cochin est petit et léger, ce qui est un avantage, quoique la précision des mesures soit discutable du fait de ses petites branches (31). D'un autre côté, il est largement utilisé par les cliniciens et les kinésithérapeutes (33,34).

La précision des mesures goniométriques dépend en général, du repérage rigoureux des trois points servant aux mesures (31,33). Ces points doivent, si possible, correspondre à des repères osseux. Le centre du goniomètre est placé sur la projection cutanée du centre articulaire, la branche fixe vers un repère osseux du segment proximal et la branche mobile vers un repère osseux du segment distal (31).

Enfin, et malgré les précautions que l'on peut entreprendre, il faut insister sur la possibilité d'erreurs des mesures goniométriques. Perrin et coll. (19) accordent à la goniométrie une précision à 10° près, alors que d'autres auteurs parlent d'une précision de 3 à 5° (4). Pour Dufour (33) ce risque est de 5°. Dans ce travail, et pour minimiser ces risques d'erreurs, nous avons donné les mesures 5° par 5. Ceci nous a également mis dans une situation clinique.

3- L'examineur :

Pour ce travail, tous les sujets ont été examinés par la même kinésithérapeute, afin de pouvoir contrôler les risques d'erreurs liés à l'examineur. En effet, il y'a un consensus qui plaide en faveur de la supériorité de la reproductibilité intra-testeur des mesures goniométriques, par rapport à leur reproductibilité inter-testeur (7,35). Un assistant s'assurait chaque fois du maintien des positions lors du repérage et de la lecture.

Dans l'étude de Corkery et coll. (7), les auteurs ont fait appel à trois examinateurs, le premier s'occupait d'établir la position de l'examen, le deuxième mettait en place le goniomètre et le troisième faisait la lecture. Alors que Dubreuil et Neiger (34) ont fait appel à une seule et même personne qui posait le goniomètre et effectuait la lecture, avec une autre personne qui effectuait et maintenait la position.

Et parce que l'expérience de l'examineur est un préalable nécessaire pour minimiser les risques d'erreurs (35), nous avons fait appel à une kinésithérapeute sénior pour la collecte de toutes les mesures de l'extensibilité et pour l'évaluation des anomalies morphologiques.

4- Le déroulement de la collecte de données :

De façon générale, et en pratique clinique, il est clairement établi, que les mesures doivent être comparatives afin de se rapprocher au mieux des variations individuelles de chacun (31).

D'un autre côté, la standardisation de la séquence de l'examen minimise les risques d'erreurs de mesures. En effet, Le bilan diagnostic kinésithérapique impose la normalisation des pratiques d'évaluation, afin de pouvoir rendre les bilans objectifs, fiables et reproductibles (19). Pour ces raisons, le protocole de mesures au cours de notre étude a été standardisé : ainsi, tous les sujets ont été examinés de façon comparative ; de proximal en distal, et membre inférieur droit puis gauche. De plus, les positions de l'examen ainsi que les repères de mesure ont été préétablis.

Faute de moyens techniques, qui auraient permis de standardiser le degré de l'activité physique avant les mesures, les sujets de notre étude ont gardé leur activité usuelle et n'ont effectué aucun exercice ou échauffement préalable.

Perrin et coll. (19) ont également conservé une activité habituelle chez les participants lors de l'évaluation de la reproductibilité du test d'élévation de la jambe étendue. Pour ces auteurs, un échauffement par étirement passif ou une course de 10 minutes permettrait d'améliorer l'extensibilité des ischio-jambiers, ce qui nous mettrait dans une situation de tests

sportifs et non pas de bilans cliniques. Corkery et coll. (7) ont préconisé une séance d'échauffement de 3 minutes, mais ils n'ont pas mis en évidence un effet de cet échauffement sur les valeurs obtenues.

5- Les tests d'extensibilité :

Les tests choisis pour collecter les données de longueurs musculaires devaient répondre aux impératifs précités d'un examen de bonne qualité, être préconisés par plusieurs auteurs (1, 17,33) et largement utilisés par les praticiens. A noter que, lors de ces tests, trois concepts sont évalués : la souplesse articulaire (mesurée de façon directe), l'extensibilité tissulaire (déduite de la précédente) et la sensation subjective de tension ou d'inconfort. Celle qui nous intéressait au cours de ce travail était l'extensibilité musculaire.

5-1. Test de Thomas :

Nous avons mesuré l'extensibilité de l'ilio-psoas en utilisant le Test de Thomas, ce test a été utilisé par plusieurs auteurs (4,7). Son principal inconvénient est que la position initiale ne permet pas d'avoir une amplitude de l'extension de la hanche au-delà de 0°. Ainsi, il permet de repérer les raideurs et non pas d'avoir une idée sur l'amplitude totale autorisée par cette articulation (7).

Un autre test permet d'avoir une mesure de l'amplitude globale de l'extensibilité de ce muscle, en mesurant l'amplitude de l'extension maximale autorisée au niveau de la hanche dans la position du test : il s'agit du test de Thomas modifié, que nous avons utilisé pour mesurer l'extensibilité du droit antérieur. Ce test a été utilisé par d'autres auteurs (3, 13,17) pour mesurer l'extensibilité de l'ilio-psoas.

5-2. Elévation de la jambe étendue :

Pour tester les ischio-jambiers, nous avons opté pour le test d'élévation de la jambe étendue, dont les avantages sont nombreux, mais nous rappelons les plus importants:

- C'est un test largement utilisé par les cliniciens (36) en raison de sa simplicité.
- Il est recommandé et utilisé par plusieurs auteurs (1, 17, 19, 22, 34, 36, 37,38).
- Sa reproductibilité intra et inter-testeur a fait l'objet de plusieurs études (17,19), il a une très bonne reproductibilité intra-testeur et une bonne reproductibilité inter- testeur (19).

Des précautions simples sont à prendre en appliquant ce test : d'abord, s'assurer du maintien du membre controlatéral contre la table d'examen, pour garder le rachis lombaire bien à plat (19). Ensuite, éviter la bascule postérieure excessive du bassin, afin d'éviter la compensation par la mobilité lombo-pelvienne (1,34, 39), d'où le rôle important de l'assistant dont on a déjà discuté, et qui doit être très attentif à la fermeté des prises pour prévenir toute compensation. Enfin, il faut prendre en considération une hypoextensibilité de l'ilio-psoas, qui retentira sur la valeur de la longueur des ischio-jambiers (1).

En cas d'hypoextensibilité des ilio-psoas, le rachis lombaire est en hyperlordose et le bassin en bascule antérieure, donc la hanche est déjà en flexion. Si l'élévation de la jambe tendue est réalisée dans cette position, des ischio-jambiers normaux paraîtront hypoextensibles. Il suffit alors de mettre un coussin sous un genou pour redresser la lordose lombaire et la bascule du bassin avant de tester les ischio-jambiers du membre controlatéral.

D'autres tests peuvent être utilisés :

- La flexion antérieure du tronc, en position assise, membres inférieurs en extension (1) mais il n'est pas spécifique des seuls ischio-jambiers car il évalue également et, de façon globale, la souplesse du rachis et l'extensibilité des gastrocnémiens.
- L'extension active du genou (4, 7, 16,18) ; qui a une très bonne reproductibilité, au prix d'une grande complexité de réalisation du protocole (19). Ce test consiste à mesurer l'angle poplité formé par la jambe et la cuisse, sujet en décubitus dorsal, la hanche homolatérale au membre à mesurer étant fléchie à 90°. Il faut mesurer l'extension maximale du genou tout en évitant la bascule du bassin (16).
- L'extension passive du genou, la hanche étant là aussi, fléchie (22).

5-3. Test de Thomas modifié :

Ce test a également été choisi en référence à plusieurs publications (1, 17,19). Il est simple de réalisation et est doté d'une bonne reproductibilité. Nous l'avons utilisé pour tester le rectus femoris, mais il peut être également utilisé pour tester l'ilio-psoas, comme nous l'avons déjà précisé (3,13,17).

5-4. Dorsiflexion active de la cheville :

On retrouve dans la littérature une multitude de tests pour mesurer la flexion dorsale de la cheville et évaluer l'extensibilité des gastrocnémiens. Parmi ces tests : la dorsiflexion passive (4,9) et la dorsiflexion active de la cheville (7), le test de dorsiflexion en charge (33)...etc.

Le choix du test de flexion dorsale en actif a été fait dans le souci de standardiser les mesures et d'éliminer un éventuel biais lié à l'examineur; de plus c'est un test facilement reproductible et sensible pour la mesure de la longueur de cette unité musculo-tendineuse (7).

6- Les limites de l'étude :

Notre étude présente certaines limites que nous citons succinctement:

- 1- Le taux de non réponse relativement élevé, qu'on peut rattacher à plusieurs raisons :
 - Le temps nécessaire pour interroger et examiner chaque participant, qui est en moyenne de 30minutes.
 - Le cadre nécessaire pour l'examen (salle d'examen pour le respect de l'intimité).
 - L'impératif du volontariat requis chez tout participant.
 - La disponibilité de l'équipe, en l'occurrence la kinésithérapeute qui a examiné tous les participants, afin de garantir la validité des mesures.
- 2- Le manque d'exhaustivité des données anamnestiques : au fait, nous avons limité les items du questionnaire pour ne pas alourdir la séance, sachant que l'examen physique est long et astreignant.

III. VALEURS MOYENNES ET VARIATIONS :

1 – Ilio– psoas :

Notre moyenne de l'extensibilité de l'ilio–psoas était de $5.2^{\circ} \pm 3.1$, elle témoigne d'une extensibilité moindre de ce muscle comparée à celle retrouvée par Corkery et coll. (7) ayant utilisé le même test, chez une population et dans des conditions comparables.

Dans leur étude, réalisée auprès d'un groupe d'athlètes, Krivkkas et coll. (4) ont rapporté des moyennes de $6^{\circ} \pm 7$ chez les sujets de sexe masculin, et de $1^{\circ} \pm 3$ chez les volontaires de sexe féminin. Dans d'autres études, les auteurs ont utilisés le test de Thomas modifié, ce qui explique les écarts plus ou moins importants avec nos résultats. (Tableau XII)

Tableau XII: Comparaison des méthodes d'étude et des résultats de l'extensibilité de l'ilio–psoas

Etude	Echantillon	Tranche d'âge	Test	Moyennes (°)
Notre étude	200	18–30	Thomas	5.2 ± 3.1
Corkery (7)	72 sujets sains	18–22	Thomas	$2.3 \pm 1.9^{\circ}$
Krivkkas (4)	131 athlètes masculins	19.8 ± 1.5	Thomas	6 ± 7
Krivkkas (4)	70 athlètes féminins	19.6 ± 1.2	Thomas	1 ± 3
Harvey (3)	117 sportifs de haut niveau	–	Thomas modifié	-11.9 ± 5.6
Gabbe (17)	15 sportifs	27–36	Thomas modifié	1.5 ± 8.8
Gabbe (13)	101 footballeurs	< 20	Thomas modifié	-0.8 ± 6.7
Gabbe (13)	73 footballeurs	> 25	Thomas modifié	-3.3 ± 5.6

Tout comme Corkery et coll. (7), nous n'avons pas trouvé de différence statistiquement significative entre les deux sexes, ni entre côté droit et gauche pour les longueurs de l'ilio-psyas. Ceci est peut être dû aux impératifs fonctionnels lors de la marche. En effet, une extension symétrique de la hanche est requise pour une marche normale. Par contre, chez une population d'athlètes professionnels, Harvey (3) a trouvé que l'ilio-psyas du membre non dominant était plus extensible que celui du membre dominant.

Aussi, il semble y avoir une différence statistiquement significative entre groupes ayant une activité sportive d'intensité variable : les sujets ayant une activité sportive régulière ou soutenue ont des ilio-psyas moins extensibles ($p < 0.05$). Harvey (3) a trouvé qu'il y a une différence significative entre athlètes pratiquant des sports différents, et que les coureurs avaient des ilio-psyas plus extensibles par rapport aux joueurs de tennis et de basketball.

Pour Krivkikas et Feinberg (4), les athlètes de sexe féminin avaient des ilio-psyas plus extensibles que les hommes, la différence entre les deux sexes était statistiquement significative.

2- Ischio-jambiers :

La moyenne de l'extensibilité des ischio-jambiers de notre échantillon est supérieure à celles retrouvées par d'autres auteurs (17,19), comme s'est rapporté au niveau du tableau XIII. Mais elle est identique à la moyenne retrouvée par l'équipe de Bibré (11), et elle reste dans la norme de l'extensibilité des ischio-jambiers reconnue et adoptée par les cliniciens et les kinésithérapeutes, qui se situe entre 70° et 90° (1,8).

Par ailleurs, nous n'avons pas pu comparer nos résultats avec un grand nombre d'équipes qui ont utilisés des tests différents, notamment l'extension active du genou (7, 16,18).

L'analyse statistique bivariée nous a permis d'objectiver une différence statistiquement significative d'extensibilité des ischio-jambiers entre les deux sexes. Ce résultat est concordant avec ceux de la littérature (7,29,36). En effet, plusieurs auteurs ont trouvé que les femmes

étaient plus extensibles au niveau des ischio-jambiers, mais lorsqu'ils rapportaient l'extensibilité à la taille ou à la taille du fémur, ils ne trouvaient plus de différence (36).

Nous n'avons pas trouvé de différence statistiquement significative entre côtés droit et gauche, ni entre groupes d'activité sportive variable. Dauty et coll. (40) ont également trouvé que la souplesse des ischio-jambiers était comparable entre les deux côtés.

Par contre, Corkery et coll. (7) ont trouvé une différence significative d'extensibilité des ischio-jambiers entre les deux membres inférieurs.

Tableau XIII: Comparaison des résultats de l'extensibilité des ischio-jambiers

Etude	Echantillon	Tranche d'âge	Test	Moyennes
Notre étude	200	18-30	Levée de jambe étendue	82.1 ± 8.2
Gabbe (17)	15 sportifs	27-36	Levée de jambe étendue	70,2 ± 14,2
Perrin (19)	64 sujets sains	19-37	Levée de jambe étendue	68° ± 7°
Bibré (11)	40 hommes sains	35-45	Levée de jambe étendue	82 ± 10

3- Rectus femoris :

Notre moyenne de longueur du rectus femoris, se rapproche de celles retrouvées par d'autres auteurs ayant utilisé, comme nous l'avons fait, le test de Thomas modifié (3, 7,17). Nous rapportons ces données au niveau du tableau XIV.

Tableau XIV: Comparaison des méthodes d'étude et des résultats de l'extensibilité du rectus femoris

Etude	Echantillon	Tranche d'âge	Test	Moyennes
Notre étude	200	18-30	Thomas modifié	56.7 ± 4.9
Corkery (7)	72 sujets sains	18-22	Thomas modifié	53.5 ± 11
Harvey (3)	117 Sportifs de haut niveau	-	Thomas modifié	52.5° ± 7.6
Gabbe (17)	15 sportifs	27-36	Thomas modifié	68.9 ± 8.1

Nous n'avons pas trouvé de différence statistiquement significative en ce qui concerne les longueurs musculaires du rectus femoris selon le côté droit et gauche, ni selon le sexe, ni en fonction du rythme de l'activité sportive.

Encore une fois, Corkery et coll. (7) ont trouvé une différence significative entre rectus femoris droits et gauches ; alors que, Dauty (40) a trouvé que la souplesse du quadriceps était comparable entre les deux côtés.

Harvey (3) a trouvé une différence statistiquement significative de l'extensibilité de différents athlètes concernant le rectus femoris. Les coureurs et les joueurs de tennis étaient moins extensibles que les basket-balleurs.

4- Gastrocnémien :

Les moyennes de l'extensibilité musculaire du gastrocnémien dans notre étude sont inférieures à celles retrouvées généralement dans la littérature. (Tableau XV)

Corkery et coll. (7) ont utilisé le même test en actif chez un groupe de 72 sujets, et ont trouvé des valeurs allant de -1.3° à 10.1°, alors qu'en utilisant un test de dorsiflexion passive, Moseley et coll. (9) ont trouvé une moyenne de 18.1 ± 6.9°.

Les valeurs habituellement rapportées dans la littérature (1,33) sont obtenues en utilisant, soit le test de Flexion dorsale passive soit d'autres tests, ce qui explique les écarts entre notre moyenne et celles des autres auteurs. Plusieurs études ont montré que les tests passifs de dorsiflexion de la cheville, donnaient des amplitudes plus importantes que les tests actifs. Mais, il faut préciser que la pression exercée par l'examineur peut surestimer la longueur du muscle en provoquant l'étirement de celui-ci (7).

Tableau XV: Comparaison des méthodes d'étude et des résultats de l'extensibilité du gastrocnémien

Etude	Echantillon	Tranche d'âge	Test	Moyennes
Notre étude	200	18-30	dorsiflexion active	2.4 ± 3.2
Corkery(7)	72 sujets sains	18-22	dorsiflexion active	3.7± 4.6 gauche 5.1 ± 5 droite
Krivkkas (4)	131 athlètes masculins	19.8 ± 1.5	dorsiflexion passive	8 ± 6
Krivkkas (4)	70 athlètes féminins	19.6 ± 1.2	dorsiflexion passive	12 ± 6
Moseley (9)	298	15-34	dorsiflexion passive	18.1 ± 6.9°

En analysant nos résultats, nous avons trouvé une différence statistiquement significative entre hommes et femmes, concernant l'extensibilité du gastrocnémien gauche. Par contre, il n'y a pas de différence significative pour le côté droit selon le sexe. De même, il n'y a pas de différence si on compare les côtés droit et gauche, ni les groupes ayant différents rythmes d'activité sportive.

Corkery et coll. (7) ont trouvé une différence statistiquement significative entre côtés droit et gauche et pas de différence selon le sexe, Moseley et coll. (9) n'ont pas trouvé de différence entre côtés droit et gauche, et ont rattaché cela au fait que les demandes sont égales et symétriques au niveau des deux membres inférieurs lors de la locomotion.

IV. PREVALENCES DES HYPOEXTENSIBILITES MUSCULAIRES :

Avant de discuter la prévalence de l'hypoextensibilité des muscles étudiés, nous allons définir cette notion et rappeler ses mécanismes.

1- Définitions :

La difficulté que nous avons rencontrée pour définir l'extensibilité s'applique aussi à l'hypoextensibilité. Plusieurs concepts s'entrecroisent, et les différences se limitent parfois à des nuances. Néanmoins, il importe de bien définir ces concepts pour une meilleure compréhension de la question.

Nous rapportons ces définitions, adoptées par Kendall (1) :

- L'hypoextensibilité musculaire est définie comme une diminution légère ou modérée de la possibilité d'allonger ou d'étirer un muscle, ce qui limite le mouvement selon l'axe du muscle étiré.
- La brièveté ou raccourcissement, qui témoigne d'une diminution légère ou modérée de la longueur des éléments musculo-tendineux, avec limitation du mouvement dans le sens de l'étirement.
- L'insuffisance passive : défaut d'extensibilité d'un muscle bi- ou poly-articulaire ; la longueur est alors insuffisante pour permettre une amplitude normale et simultanée des deux articulations. L'insuffisance active est l'incapacité d'engendrer une force efficace.

- La rétraction (contracture en anglais), est la diminution importante et fixée de la longueur et de l'extensibilité d'un muscle ; le mouvement effectué dans le sens de l'étirement est alors très limité.
- La tension musculaire est l'état de tension en élongation maximale. Les muscles sont tendus en fin d'amplitude du mouvement autorisé par la longueur du muscle, quand ils sont étirés au maximum.

Nous remarquons la multiplicité des définitions de phénomènes se rapportant tous à des anomalies de longueurs musculaires, ce qui impose une bonne réflexion pour définir la variable d'intérêt avant de se lancer dans tout travail de recherche dans ce domaine ; et ce, à la base de la population étudiée, des moyens disponibles et des résultats et retombées prévus.

2- Mécanismes de l'hypoextensibilité :

Les causes de l'hypoextensibilité musculaire peuvent être classées en causes anatomiques et causes physiologiques (18).

- Les causes anatomiques qui sont de deux types :
 - Le raccourcissement musculaire : la baisse de la capacité d'étirement de l'unité musculo-tendineuse est due à la réduction du nombre de sarcomères, ou à un manque d'élasticité tissulaire.
 - La raideur musculaire : elle n'affecte pas la longueur du muscle, mais ce terme biomécanique, renvoie à la force nécessaire pour produire l'élongation du muscle.
- Les causes physiologiques : sont rattachées à la contractilité des cellules musculaires, sous l'action des motoneurones alpha ce qui augmentent la tension musculaire et diminue la flexibilité. Ces mécanismes ne sont pourtant pas clairement élucidés.

L'hypoextensibilité d'un muscle peut résulter de l'une de ces causes, ou de l'intrication de plusieurs d'entre elles (18).

Prenons l'exemple du gastrocnémien, ce muscle ne suit pas la croissance des autres muscles de la jambe, chez certaines personnes du fait d'un manque de sollicitation. Pour Kowalski et coll. (8), Ceci explique le mécanisme d'action de la kinésithérapie pour l'allongement en cas de brièveté de ce muscle.

De plus, plusieurs études ont montré que l'âge est un facteur déterminant de l'hypoextensibilité musculaire (22,29). En effet, la réduction de l'amplitude de dorsiflexion de la cheville, résultant de l'hypoextensibilité des muscles de la loge postérieure de la jambe augmente avec l'âge.

3- Valeurs limites :

Nous rappelons ici les valeurs limites que nous avons prises en considération pour parler d'une hypoextensibilité des muscles étudiées, en nous référant aux données de la littérature.

Pour le muscle ilio-psoas, nous n'avons pas trouvé de données précises sur les intervalles des valeurs normales de l'extensibilité de ce muscle, les auteurs considèrent grossièrement que toute flexion de la hanche lors du test de thomas, correspond à une hypoextensibilité des ilio-psoas (1,4). Pour cela nous avons considéré comme hypoextensibles les sujets ayant une extension de la hanche strictement supérieure à 5°.

Les valeurs normales de l'extensibilité des ischio-jambiers sont variables d'une étude à l'autre, en plus, la validité de nombreuses d'entre elles est compromise par les biais de sélection et la taille réduite des échantillons (18).

Les ischio-jambiers permettent normalement de porter le membre inférieur d'un sujet en décubitus dorsal à 70° du plan de la table, tout en contrôlant l'immobilité de la colonne lombaire (8). Kendall et coll. considèrent qu'un angle de 80° entre la table et la jambe levée correspond à une amplitude normale de l'extensibilité de ces muscles (1).

A la base de ces données, nous avons considéré comme hypoextensibles les ischio-jambiers ayant une extensibilité strictement inférieure à 70°.

Pour l'extensibilité du rectus femoris nous avons pris pour valeur limite, une flexion du genou de 50°. Ainsi les rectus femoris autorisant moins de 50° de flexion du genou ont été considérés hypoextensibles (7).

Selon Kendall et coll. (1), au moment de l'évaluation de l'extensibilité des gastrocnémiens, et lorsque le genou est en extension maximale, la dorsiflexion du pied est d'environ 10°. Pour Kowalski et coll. (8), elle varie de 10 à 15°. Mais pour ces deux auteurs, il s'agissait d'amplitudes passives. Nous avons utilisé un test actif, nous avons donc considéré comme hypoextensibles, les gastrocnémiens dont l'extensibilité autorisent une dorsiflexion de la cheville strictement inférieure à 5° (4).

Le tableau XVI résume les valeurs normales de l'extensibilité des muscles étudiés et les valeurs limites de l'hypoextensibilité.

Tableau XVI: les valeurs limites définissant l'hypoextensibilité

Muscle	Valeurs normales	Valeurs d'hypoextensibilité
Ilio-psoas	$\leq 5^\circ$	$> 5^\circ$
Ischio-jambiers	$> 70^\circ$	≤ 70
Rectus femoris	$\geq 50^\circ$	$< 50^\circ$
Gastrocnémien	$\geq 5^\circ$	$< 5^\circ$

4- Prévalence de l'hypoextensibilité :

En voulant comparer nos résultats des prévalences de l'hypoextensibilité musculaire du membre inférieur, nous nous sommes heurtés à l'absence d'études similaires. En effet, peu d'études se sont intéressées à l'évaluation de la prévalence de l'hypoextensibilité des muscles du membre inférieur chez les sujets sains. Néanmoins, nous pouvons déduire quelques conclusions en comparant les résultats de notre étude avec deux études. La première a été réalisée par Krivkkas et Feinberg chez un groupe d'athlètes (4). La deuxième a été réalisée par Kowalski et coll. (8) chez un échantillon de la population générale, mais elle a concerné uniquement les gastrocnémiens.

Nous rappelons la prévalence importante d'hypoextensibilité des gastrocnémiens qui dépasse la moitié du groupe étudié. Un autre résultat éminent est que plus d'un participant sur cinq présente une hypoextensibilité de l'ilio-psoas. (Tableau X)

Nous retrouvons des écarts importants entre notre population et celles des athlètes étudiée par Krivkkas et Feinberg (4). Les sportifs de sexe masculin semblent avoir plus d'hypoextensibilité que nos sujets masculins au niveau de trois muscles, l'ilio-psoas, les ischio-jambiers et le rectus femoris. Les athlètes de sexe féminin ont plus d'hypoextensibilité des muscles ischio-jambiers et rectus femoris que les participantes à notre étude. (Tableau XVII)

La prévalence que nous avons trouvée de l'hypoextensibilité musculaire est plus élevée que le pourcentage de 40% qu'a trouvé Kowalski et son équipe (8). Nous rappelons qu'ils ont utilisé un test passif et qu'ils ont examiné un échantillon de la population générale comportant différentes tranches d'âge, des bébés jusqu'aux personnes âgées. Cette prévalence représente par ailleurs, le double de celle des sujets masculins de l'étude de Krivkkas et le triple de ses athlètes féminins.

Kowalski et coll. (8) ont trouvé que l'atteinte était souvent bilatérale et, que les filles étaient plus affectées. Dans notre série les hommes présentaient plus d'hypoextensibilité des gastrocnémiens que les femmes, avec une différence statistiquement significative ($p < 0.05$).

Tableau XVII: Prévalence de l'hypoextensibilité musculaire selon le muscle et le sexe, comparée avec les études disponibles.

Muscle	Auteur	Muscle	Masculin	Féminin
Ilio psoas	Notre étude	Ilio-psoas droit	18.8 %	25.5 %
		Ilio-psoas gauche	18.8 %	24.5 %
	Krivkkas (4)	Ilio-psoas	51 %	14 %
Ischio-jambiers	Notre étude	Ischio-jambiers droits	17.7 %	9.1 %
		Ischio-jambiers gauches	22.9 %	8.2 %
	Krivkkas (4)	Ischio-jambiers	54 %	18 %
Rectus femoris	Notre étude	Rectus femoris droit	4.2 %	0.9 %
		Rectus femoris gauche	2.1 %	0.9 %
	Krivkkas (4)	Rectus femoris	11 %	12 %
Gastrocnémiens	Notre étude	Gastrocnémien droit	62.5 %	49.1 %
		Gastrocnémien gauche	63.5 %	45.5 %
	Krivkkas (4)	Gastrocnémien	32 %	15 %
	Kowalski (8)	Gastrocnémien	40 %	

V. IMPLICATIONS PRATIQUES :

Ce chapitre est destiné à exposer les mécanismes expliquant la relation entre l'hypoextensibilité musculaire et certaines situations pathologiques, ainsi que les effets et les actions des thérapeutiques habituellement proposées.

1- Conséquences pathologiques :

De nombreuses études ont été réalisées pour explorer les conséquences de l'hypoextensibilité musculaire, et en comprendre les mécanismes physiopathologiques. Nous nous proposons de rappeler ces conséquences que nous répartissons en trois groupes. Nous commencerons par les anomalies biomécaniques qui résultent du déséquilibre musculaire et du défaut d'alignement. Puis nous enchaînerons par les douleurs posturales qui apparaissent au long court et résultent des phénomènes de surcharge des éléments osseux, surtout articulaires. Enfin, et à part, nous développerons les lésions concomitantes à la pratique sportive.

1-1 Conséquences biomécaniques :

L'anomalie majeure provoquée directement par l'hypoextensibilité musculaire est la réduction de l'amplitude du mouvement articulaire.

A titre d'exemple, l'hypoextensibilité des ilio-psoas engendre une hyperlordose lombaire et une flexion de la hanche. Celle des ischio-jambiers va entraîner une limitation de l'amplitude de flexion de la hanche. De ce fait, elle est à prendre en considération lors de l'évaluation de la flexion de cette articulation (41).

D'un autre côté, la rétraction des ischio-jambiers augmente la flexion du genou. De même, la rétraction des gastrocnémiens diminue la mobilité de dorsiflexion de l'articulation talo-crurale (42).

Les autres conséquences biomécaniques du gastrocnémien court, décrites par Kowalski et coll. (1) sont multiples : valgus de l'arrière-pied, un pied creux ou plat, gros orteil en barquette...etc.

Nous avons signalé que toute anomalie de l'extensibilité est à l'origine d'un déséquilibre musculaire, d'altérations de la posture et de dysfonctionnements lors des mouvements.

A titre d'exemple, plusieurs altérations de la marche ont été décrites en relation avec les changements de longueurs des muscles du membre inférieur, notamment, les ischio-jambiers (16), ou avec la réduction de l'amplitude de l'extension de la hanche, résultant de l'hypoextensibilité des fléchisseurs, et survenant en particuliers chez les sujets âgés (43).

1-2 Douleurs posturales :

Les douleurs des anomalies posturales sont si communes, que les auteurs s'accordent sur leur grande fréquence et les coûts qu'elles engendrent pour les individus et les sociétés.

Deux concepts fondamentaux sont à souligner :

- L'intrication de plusieurs facteurs, comme dans la « triade pied-genou-colonne » rencontrée plus d'une fois, consistant en des douleurs à trois niveaux différents. on peut donc retrouver, des métatarsalgies par surcharge de l'avant-pied, des douleurs rotuliennes par hyperpression externe et un syndrome vertébral postérieur sur hyperlordose. Ceci se rencontre plus souvent chez les femmes adultes(8). Ces douleurs, à plusieurs reprises, ont rétrocedé après simple allongement proprioceptif des gastrocnémiens. Pour Whyte Ferguson (15), les relations étroites entre les structures articulaires et musculo-tendineuses du rachis et du membre inférieur, expliquent qu'un dysfonctionnement à un niveau va affecter le fonctionnement normal des autres niveaux. Ceci implique une évaluation et une prise en charge globales de toute anomalie. A titre d'exemples, des ischio-jambiers courts ont une influence sur le raccourcissement du gastrocnémien (8).
- Les effets cumulatifs de petites contraintes permanentes ou répétées pouvant entrainer après un certain temps les mêmes difficultés que des contraintes brutales, permettent de comprendre les mécanismes de survenue des douleurs posturales. C'est pour cette raison qu'on rattache la grande incidence de ces anomalies chez les adultes à cette tendance aux activités très spécialisées ou répétitives (8), en particulier en milieu professionnel dans les sociétés industrielles.

Nous prendrons des exemples pour illustrer ces effets, tout en les classant selon le niveau de la douleur.

a) Au niveau du rachis :

Les lombalgies constituent les plaintes les plus fréquentes, et qui posent beaucoup de problèmes de prise en charge (1,44). Une étude récente concernant la fréquence de la lombalgie au sein de la population française de 30 à 64 ans, rapporte que plus de la moitié de la population française de cette tranche d'âge a souffert de lombalgies au moins un jour dans les 12 derniers mois. En plus, la prévalence de la lombalgie de plus de 30 jours dans les 12 derniers mois était de 17 % (45). Des enquêtes transversales aux États-Unis ou dans les pays scandinaves estiment à 15 à 45 % la prévalence de la lombalgie chez les adultes et à 5 à 10% l'incidence annuelle intéressant essentiellement les sujets de 20 à 30 ans (46).

De plus, nous assistons à une incidence grandissante de la lombalgie chez l'enfant (7 à 63 %) et chez le jeune adolescent (12). Chez ce groupe particulier, le manque de souplesse de l'articulation coxo-fémorale est beaucoup plus incriminé que le manque de la souplesse au niveau de la colonne.

Le raccourcissement du pas consécutif à l'hypoextensibilité des fléchisseurs de la hanche, augmente la bascule antérieure du bassin et prédispose à des lombalgies et des déformations posturales (43).

Norris et Matthews (47) avancent les changements de la posture et les altérations des paramètres des mouvements de la hanche et du rachis lombaire comme des facteurs de risque de lombalgies. Ils insistent surtout sur la limitation de la mobilité de la hanche lors de la position penchée en avant, qui représente une composante importante de plusieurs activités quotidiennes. Pour ces auteurs, l'hypoextensibilité des ischio-jambiers peut être incriminée dans le déterminisme de ces anomalies. Gajdosik et coll. (37) ont également évoqué le rôle du raccourcissement des ischio-jambiers dans la limitation de la flexion du pelvis au cours de la position penchée en avant. Les contraintes exercées sur le rachis par la tension des ischio-jambiers ont également été évoquées par d'autres auteurs (46,48).

En comparant deux groupes de sujets, le premier présentant des lombalgies non spécifiques et le deuxième comportant des témoins, Halbertsma et coll. (14) ont trouvé que les sujets lombalgiques avaient des ischio-jambiers hypoextensibles. Ils ont aussi conclu que cette hypoextensibilité était due à une intolérance à l'étirement et non pas à une raideur musculaire plus importante.

Notons à la fin que ces lombalgies ne représentent pas seulement un problème local, mais elles entrent dans le cadre du syndrome de déconditionnement. Ce syndrome associe une perte de mobilité rachidienne, une diminution des capacités musculaires et cardio-vasculaires à l'effort avec comme conséquence une réduction des possibilités fonctionnelles (12). Cette notion trouve son application dans les programmes de réhabilitation et de reconditionnement des lombalgiques (46). En effet, la prise en charge de ces patients lombalgiques doit être globale pour de meilleurs résultats.

b) Au niveau du genou :

Nous prenons l'exemple du syndrome fémoro-patellaire appelé aussi, syndrome rotulien. Il se définit comme une douleur de la face antérieure du genou majorée par les contraintes imposées par l'appareil extenseur et due à un déséquilibre rotulien (42).

L'hypoextensibilité des différents muscles du membre inférieur agit par ces effets sur l'alignement patellaire. La rétraction du rectus femoris affecte le mouvement patellaire durant la flexion du genou alors que, la rétraction des ischio-jambiers et des gastrocnémiens positionne le genou en légère flexion ce qui entraîne des pressions constantes de la patella sur la trochlée (42).

Le syndrome rotulien douloureux représente une entité extrêmement fréquente, en particulier chez les sujets jeunes. Le traitement est difficile, il fait appel à l'arrêt des activités sportives et à la rééducation essentiellement dirigée vers l'étirement musculaire du rectus femoris et des ischio-jambiers (49).

La brièveté de l'appareil extenseur du genou peut également être à l'origine d'instabilités invétérées de la patella (50), dont le traitement fait appel aux renforcements et aux étirements du quadriceps (49).

c) Au niveau du pied :

Le gastrocnémien court peut entraîner une surcharge de l'avant-pied qui se manifeste par des métatarsalgies, comme il peut avoir des répercussions sur des articulations situées loin au-dessus du pied (8).

Les phénomènes douloureux qui accompagnent le raccourcissement du gastrocnémien sont multiples : la tendinite d'Achille, la rupture du tendon d'Achille, l'instabilité et la prédisposition aux entorses externes de la cheville, la surcharge de l'avant-pied avec des métatarsalgies, un valgus de l'arrière pied et une évolution à long terme vers l'arthrose.

La brièveté du tendon calcanéen a également été fréquemment rapportée comme pouvant être à l'origine de la déformation en pied plat valgus par horizontalisation du calcaneus avec pronation qui entraîne un valgus de l'arrière-pied et une abduction de l'avant-pied. Cette brièveté du tendon calcanéen agit sûrement comme un facteur aggravant par la limitation de la flexion dorsale talo-crurale (51).

La rééducation fonctionnelle cherche à renforcer les muscles agissant sur le creux du pied, à augmenter le contrôle proprioceptif du pied et à étirer les muscles rétractés (51).

1-3 Lésions chez le sportif :

Plusieurs publications viennent témoigner de la relation entre les anomalies de l'extensibilité, plus particulièrement l'hypoextensibilité et les risques de lésions chez les sportifs (3,4,6,52,53,). Krivkkas et Feinberg (4) ont trouvé que ce manque de souplesse peut induire une fatigue musculaire précoce et une altération des propriétés biomécaniques du mouvement, et donc prédisposer aux lésions. Ils ont aussi trouvé que l'hypoextensibilité musculo-ligamentaire est associée à un risque plus élevé de lésions chez les sportifs de sexe masculin par rapport au sexe féminin.

Rolls et George (6) n'ont pas trouvé de relation statistiquement significative entre l'extensibilité des ischio-jambiers et les lésions de ces muscles chez des jeunes footballeurs de 9 à 19 ans. Par contre l'âge semble être un facteur de risque plus important, ce qui justifie la mise en place de programmes d'évaluation et de prévention, chez les tranches d'âge à risque.

L'hypoextensibilité du rectus femoris est associée à un risque élevé de lésions de ce muscle suite à l'exercice. Paschalis et coll. (54) ont trouvé que l'exercice excentrique résulte en un risque élevé de lésions musculaires, et une baisse de la performance musculaire lorsque le rectus femoris est plus court.

En effet, quoique le tissu musculaire soit extrêmement élastique, les micro-lésions augmentent suite à des exercices inhabituels, surtout si les entraînements comportent des contractions excentriques (54). Leurs effets cumulatifs vont entraîner par la suite, des lésions proprement dites.

Ainsi, la mesure de la flexibilité des ischio-jambiers et du quadriceps en début de saison est préconisée pour pouvoir identifier les sportifs à risque de développer des lésions de ces muscles (5).

Selon Corkery et coll. (7), la flexibilité du rectus femoris mesurée par le test de Thomas modifié permettrait de prédire le risque de survenue de lésions des ischio-jambiers chez le sportif, et tout particulièrement pour une valeur de flexion du genou $\leq 51^\circ$.

Gabbe et coll. (13) ont identifié trois facteurs de risque de lésions des ischio-jambiers chez des footballeurs, qui sont : l'âge, le poids et l'extensibilité de l'ilio-psoas. Ces éléments doivent être pris en compte lors des programmes de prévention des lésions chez ces sportifs.

L'amplitude réduite de la dorsiflexion de la cheville augmente le risque d'entorses de la cheville (55,56), qui représentent la lésion de sport la plus fréquente (55,57).

Ces éléments nous permettent de comprendre la place de l'évaluation de l'extensibilité dans les programmes de conditionnement des sportifs, qui sont axés sur trois éléments : la force, la souplesse et l'endurance cardio-respiratoire (4). Ces programmes ont deux objectifs principaux : améliorer la performance et prévenir les lésions.

2- Modalités de prise en charge :

La prise en charge de l'hypoextensibilité musculaire et de ses conséquences dépend tout d'abord du moment dans lequel nous agissons. Nous devrions commencer par la prévention qui doit être systématique chez tous les individus. Le traitement intervient une fois l'anomalie est installée qu'elle soit symptomatique ou non.

Plusieurs interventions thérapeutiques destinées à augmenter l'extensibilité musculaire et améliorer l'amplitude articulaire sont utilisées en réhabilitation physique et en milieu sportif (22).

2-1 Traitement :

La littérature suggère que la fonction des muscles est probablement améliorée par l'augmentation de la longueur musculaire, l'extensibilité, la raideur passive et la force (22). De façon générale, les interventions cliniques, devront être désignées à avoir des muscles plus forts avec une tolérance maximale à l'étirement, afin d'avoir une fonction optimale.

Le traitement de l'hypoextensibilité musculaire repose sur la kinésithérapie. Les méthodes sont multiples et variées et les travaux réalisés pour justifier de son efficacité sont nombreux (58,59,60). De façon générale, elle consiste à allonger les muscles hypoextensibles, dans l'objectif de retrouver l'équilibre musculaire. Elle trouve son intérêt quelque soit le stade d'évolution de l'anomalie et de ses conséquences, et quelque soit l'âge du patient (8).

➤ Les effets des étirements :

Beaucoup d'études sur les effets des étirements ont mis en évidence une amélioration des amplitudes articulaires (21, 29, 58, 59, 60, 61,62), et donc des longueurs musculaires. Et ceci qu'il s'agisse des étirements statiques ou des techniques de facilitation neuromusculaire proprioceptive, cette dernière étant plus efficace (22). De plus, les résultats à long terme, montrent des adaptations permanentes des muscles traités.

Les exercices d'étirement ont :

- Des effets immédiats (21,59) : ils augmentent la performance musculaire (63), aident à vaincre la raideur et améliorent la fonction de la marche (43). En plus, ils préviennent les lésions musculaires chez les sportifs (22) et améliorent l'efficacité des programmes de réhabilitation après ces lésions (64),
- Des effets à long terme : ils préviennent des lésions de surcharge de l'appareil locomoteur (21).

A titre d'exemple, les étirements des ischio-jambiers augmentent l'amplitude articulaire, mis à part la technique, la position ou la durée (58). Ils augmentent l'angle de la levée de jambe étendue, et améliore la mobilité de la hanche au cours de la position penchée en avant (65). Sur le plan pratique, en augmentant la flexibilité des ischio-jambiers, les étirements constituent une méthode efficace pour améliorer les performances de ces muscles (63).

➤ **Les mécanismes d'action des étirements :**

Les gains de longueurs musculaires seraient consécutifs à l'augmentation de la tolérance à l'étirement sans changement des propriétés mécaniques ou visco-élastiques du muscle (14,22, 66,67). Magnusson et coll. (68) ainsi que, Halbertsma et coll. (69,70) avancent les mêmes résultats concernant les ischio-jambiers. Alors que Reid et McNair (61) ont trouvé que les exercices d'étirement agissent aussi bien sur les caractéristiques tissulaires que sur la tolérance à l'étirement. Un programme d'étirements de six semaines entraîne des changements significatifs de l'amplitude de l'extension du genou, donc de l'extensibilité des ischio-jambiers, et s'accompagne d'une augmentation de la raideur de ces muscles ; ce qui plaide en faveur de la présence de changements structuraux.

Des études expérimentales viennent confirmer que l'étirement provoque l'élongation du muscle et donc augmente sa flexibilité. Pour Taylor (71), les risques de lésions au cours d'un protocole d'étirement sont rattachés à son intensité et non pas à sa technique, ce qui est probablement en rapport avec les propriétés visco-élastiques du muscle.

Des effets de l'étirement ont également été mis en évidence chez les enfants atteints d'infirmité motrice cérébrale, ce qui suggère que les effets ont lieu en dehors de toute activation

neurologique (22). En revanche, Krabak et coll. (72) ont montré qu'il y a une contribution des structures nerveuses dans la flexibilité musculaire, qu'il faut prendre en considération dans les programmes de réhabilitation et de prévention.

Pour Zeltner et coll. (21), la pratique des étirements amène une augmentation immédiate de l'amplitude articulaire, probablement par un meilleur relâchement d'origine neuro-musculaire et par une diminution de la visco-élasticité et de la raideur passive au sein de l'unité tendon-muscle. Mais cette augmentation d'amplitude ne dure qu'environ une heure après la séance de stretching. Cependant, la répétition des exercices à long terme permet clairement de maintenir un gain au niveau de l'amplitude articulaire. Les études actuellement disponibles expliquent ce phénomène par une augmentation de la tolérance à l'étirement.

➤ **Les exercices d'étirement :**

Les études se sont également intéressées aux différentes méthodes thérapeutiques et à l'efficacité respective de chacune (73,74,75). Ainsi, plusieurs exercices d'étirements et différents régimes sont décrits. Nous prendrons certains exemples.

Mesure et Lamendi (27) classent les techniques de gain de souplesse ainsi :

a) Les exercices d'étirement statique passif :

La position étirante est obtenue, selon les placements segmentaires, par la pesanteur ou par un poids, par l'action d'un partenaire ou d'un appareil. La durée est de 15 à 30 secondes. Dans ce cadre, il faut accorder une attention suffisante à la relaxation en général.

b) Les exercices neuro-musculaires d'étirement :

- étirement par contracté –relâché–étiré :

Cette technique a été mise au point d'après les travaux de Kabbat : Le muscle à étirer est contracté sans raccourcissement. La contraction est de type statique isométrique, elle doit être conservée pendant 10 à 30 secondes, suivie d'une phase de décontraction musculaire de 2 à 4 secondes, puis d'une position d'étirement 10 à 30 secondes.

- étirement statique actif avec la méthode des muscles antagonistes :

Son principe est simple. En contractant un muscle, il se produit simultanément un réflexe de relâchement des muscles opposés, ce qui est appelée inhibition réciproque.

- étirement actif avec rotation :

Cette méthode mise au point par Esnault, introduit les notions de tension passive et de tension active au niveau musculaire.

La tension passive se définit comme un étirement d'amplitude maximale sans contraction volontaire sur le muscle étiré. Alors que la tension active se définit par un placement articulaire en course moyenne couplé à une contraction isométrique du muscle se trouvant alors étiré. Esnault y ajoute une composante rotatoire autour de l'axe longitudinal du membre, ce qui entraîne un étirement longitudinal mais aussi transversal.

Canal (73) décrit la méthode du contracter-relâcher pour les muscles ischio-jambiers. Cette méthode est l'une des nombreuses connues sous le nom de techniques de facilitation proprioceptive neuro-musculaire.

Outre le gain de souplesse, cette méthode améliore la stabilité articulaire, l'équilibre musculaire, la coordination et les capacités de relaxation musculaire (73).

En général, les techniques de facilitation proprioceptive neuro-musculaire sont supérieures aux techniques d'étirements statiques, surtout en termes d'antalgie et pour accroître les effets positifs neuromusculaires (21).

Les étirements des ischio-jambiers se font en décubitus dorsal, genoux fléchis, les bras le long du corps, pieds à plat sur le sol, on monte une jambe tendue vers la verticale. Ils peuvent se faire également en position debout, face à l'espalier, une jambe tendue à l'horizontale sur l'espalier, on s'incline vers l'avant le tronc maintenu droit, mains sur la jambe. Un autre exercice se fait aussi en position debout face à l'espalier, un genou légèrement fléchi. L'autre genou est tendu en arrière, on s'incline en avant, les mains sur l'espalier. (Fig. 11)



Figure 11: Exercice d'étirement des ischio-jambiers.

Les étirements des psoas-iliaques se font debout, bassin verrouillé en rétroversion, une main à l'espalier, de l'autre main on tire le talon de la jambe homolatérale vers la fesse en reculant le genou en arrière de la verticale de l'axe du tronc.

Les étirements des quadriceps se font en position debout, bassin verrouillé en rétroversion, une main à l'espalier, de l'autre main on tire le talon de la jambe homolatérale vers la fesse. (Fig. 12)



Figure 12:exercice d'étirement du rectus femoris

Kowalski et coll. (8) proposent une des méthodes d'allongement des gastrocnémiens par kinésithérapie proprioceptive, qui consiste essentiellement à faire travailler le patient sur un plateau de Freeman, d'avant en arrière, en insistant sur la phase postérieure, après une période d'échauffement par massage et d'éventuels crochetages doux. Une vingtaine de séances est prévue à raison de trois par semaine. Des plateaux de hauteurs différentes peuvent s'avérer utiles. Leur revêtement est rêche afin de rééduquer également la sensibilité. Lorsque les ischio-jambiers sont courts, il est essentiel de les allonger : le travail peut également se faire sur un plateau de Freeman en demandant au patient de prendre appui des mains à une certaine distance de l'espalier, en se penchant en avant. (Fig. 13)



Figure 13:exercice d'étirement des gastrocnémiens

Enfin, il y a des règles générales qu'il faut respecter lors de la pratique des exercices d'étirement :

- Pour chaque exercice, maintenir la position d'étirement durant 10 à 20 secondes, puis revenir lentement à la position de départ.
- Répéter chaque exercice de 3 à 5 fois.
- Faire tous les exercices des 2 côtés.
- Garder une respiration calme et ample durant les exercices qui permet une relaxation optimale.

➤ **Les autres méthodes :**

L'échauffement préalable à l'étirement augmente l'extensibilité des fléchisseurs plantaires de la cheville, ce qui se traduit par l'augmentation de l'amplitude de la flexion dorsale (76). Il permet aussi d'améliorer les gains en extensibilité des ischio-jambiers (34). Par contre, williford et coll. (77) n'ont pas pu prouver que l'échauffement préalable à l'étirement améliore significativement les amplitudes articulaires.

Hopper et coll. (78) ont montré qu'une technique de massage : la mobilisation tissulaire dynamique (dynamic soft tissue mobilisation) améliore l'extensibilité des ischio-jambiers chez des adultes sains de sexe masculin.

George et coll. (53) ont trouvé que la technique de libération active (active release technique) permettait d'augmenter l'extensibilité des ischio-jambiers. Il s'agit d'une technique de thérapie manuelle qui consiste en la localisation des zones de tension tissulaire, ensuite le thérapeute va effectuer des manipulations pour vaincre cette tension.

➤ **La chirurgie :**

La chirurgie pour l'allongement musculaire a des indications très limitées. Elle s'avère par contre, nécessaire face à des déformations déjà installées et fixées.

Chez l'enfant, elle a pratiquement été abandonnée au profit de la kinésithérapie proprioceptive. Ceci est dû aux récurrences observées chez les enfants en croissance, après les interventions chirurgicales d'allongement du gastrocnémien (8). C'était pour cette raison qu'on préconisait de continuer un traitement kinésithérapique d'entretien jusqu'à la fin de la croissance. Ces récurrences ont été également constatées chez certains adultes, plus particulièrement des femmes.

Actuellement, même lorsque l'indication chirurgicale est posée devant des déformations, il faut allonger au préalable les gastrocnémiens raccourcis. Par la suite, il faut compléter le traitement chirurgical par une kinésithérapie d'entretien afin de supprimer la surcharge de l'avant pied, et éviter les récurrences.

2-2 Prévention :

La prévention de l'hypoextensibilité a un intérêt majeur. C'est une modalité de prise en charge qui intervient avant l'installation même de l'anomalie, ce qui permettra d'éviter ses conséquences pathologiques. En plus, quelque soit le coût des interventions préventives, l'économie réalisée à l'échelle nationale serait considérable (8).

Cette prévention commence par la promotion de l'activité physique de façon générale, et passe par l'instauration des méthodes précitées visant à préserver une force et une extensibilité musculaire optimales.

Les vertus d'une activité physique régulière font le consensus tant sur les plans physique que psychique. Nous ne parlons pas uniquement du sport, considéré comme la pratique d'une activité physique réglementée pratiquée régulièrement en vue d'améliorer ses performances, mais de l'activité physique au sens large qui s'adresse à toutes formes d'activités basiques comme la marche, le vélo et toute activité qui sollicite le corps et entraîne une dépense d'énergie (12). Il y'a des adaptations des systèmes cardiovasculaire et respiratoire pour répondre aux besoins métaboliques des muscles en activité (23,24). Ces adaptations améliorent les performances physiques des individus de façon générale.

Chez une population de jeunes adolescents composée de deux groupes : des lombalgiques et des témoins, Mahaudens et Pendeville (12) ont pu remarquer que les sujets sédentaires apparaissent en carence de condition physique, de souplesse et de force par rapport à la population de référence avec un niveau de douleur plus accentué. D'autre part les sportifs de haut niveau qui génèrent généralement une force très importante tant des paravertébraux que des abdominaux, présentaient une douleur beaucoup plus intense avec une très bonne condition physique mais en revanche, un manque de souplesse très marqué. Ils ont remarqué en plus, que les sujets qui pratiquaient un sport de détente, c'est-à-dire sans esprit compétitif et avec une durée relativement faible, ont une force correcte, tant pour les extenseurs que les fléchisseurs du tronc, ainsi qu'une souplesse bien appréciée et très peu de déficit de mobilité(12).

Nous avons déjà souligné la grande fréquence des lombalgies survenant de plus en plus à un âge jeune et les coûts que cela peut engendrer. Nous avons aussi abordé le syndrome de déconditionnement physique et ces différentes composantes. Nous concluons donc, que pour éviter tous ces coûts sociaux, il faut soit à titre thérapeutique, soit à titre d'encadrement au niveau scolaire ou dans les sports pratiqués en dehors du milieu scolaire, essayer de travailler davantage sur la notion de condition physique qui est la résultante à la fois de la force, de la souplesse et de l'endurance musculaire du jeune (12).

Krismer et Van Tulder (79) insistent de leur part sur l'intérêt de l'exercice physique et des exercices de souplesse pour prévenir les lombalgies non spécifiques.

Pour Kowalski et coll. (8), la prévention du raccourcissement des gastrocnémiens devrait être systématique. Elle devrait intéresser non seulement, tous les enfants chez qui elle doit être poursuivie jusqu'à la fin de la croissance, mais aussi les adultes. On devrait l'instaurer lors des entraînements sportifs et lors des cours de gymnastique à l'école. Et ce, en imposant, lors de chaque séance, des exercices de 15 minutes sur plateau de Freeman à tous les jeunes aussitôt qu'il est possible, sans distinction, qu'ils aient des gastrocnémiens courts ou non, puisqu'il s'agit d'un phénomène fréquent et qui peut s'installer d'une année à l'autre ou même en l'espace de quelques semaines.

De façon générale, les auteurs insistent sur l'intérêt de l'activité physique à l'école (8, 80), pour les enfants et les adolescents, et chez les adultes à tout âge avec les exercices de souplesse (21,44). Ceci pourrait prévenir les phénomènes douloureux précités, en particulier les lombalgies non spécifiques, ainsi que les lésions relatives à la pratique du sport (6).

Les exercices qu'on a décrits sont faciles à retenir et à effectuer. Ils sont efficaces et doivent entrer dans les habitudes de tous les individus. Pratiqués à long terme, ils constituent un bon moyen de maintenir ou améliorer la mobilité articulaire (21), et les performances physiques de façon générale.

Ces éléments justifient la mise en place de programmes de santé publique à l'échelle scolaire pour la prévention et le traitement des rétractions musculaires. Ces programmes doivent être axés sur les auto-étirements pour minimiser leur coût et optimiser leur observance.

Néanmoins, d'autres études sont nécessaires pour développer de nouvelles stratégies d'intervention basées sur les niveaux de preuves afin de promouvoir une extensibilité maximale et donc une fonction optimale, dans le but d'améliorer les capacités à effectuer les activités fonctionnelles et d'exceller au niveau des performances sportives.

CONCLUSION

Les résultats de cette étude donnent aux cliniciens des normes de référence des longueurs musculaires du membre inférieur chez cette tranche d'âge. Ces données vont leur permettre de comparer à chaque fois les valeurs retrouvées chez leurs patients, ce qui orientera les interventions pour corriger les éventuelles anomalies.

Notre travail attire l'attention des praticiens sur des anomalies qui sont probablement très fréquentes au sein de notre population, qui peuvent avoir des conséquences lourdes sur la qualité de vie des individus, et générer des coûts importants pour la communauté. Mais qui sont surtout, accessibles à des actions de prévention à grande échelle.

L'anomalie de loin la plus fréquente, est l'hypoextensibilité des gastrocnémiens. Nous avons trouvé qu'elle touche plus de la moitié de la population des jeunes. Elle nécessite de ce fait, la mise en œuvre de programmes de traitement et de prévention.

La collecte de données concernant les longueurs musculaires chez d'autres groupes d'individus, avec la recherche de facteurs de variations de l'extensibilité et de la prévalence de l'hypoextensibilité s'impose, de même que des études vérifiant l'utilité et l'efficacité des actions de prévention, avant de proposer la mise en œuvre de ces programmes à l'échelle nationale.

RESUMES

RESUME

Dans le but d'évaluer les valeurs normales des longueurs des muscles biarticulaires du membre inférieur, et d'estimer la prévalence de leur hypoextensibilité chez la population de jeunes adultes normaux âgés de 18 à 30 ans, nous avons mené une étude transversale, sur une période de 7 mois portant sur 200 sujets. Nous avons mesuré les longueurs musculaires de façon bilatérale pour les quatre muscles biarticulaires du membre inférieur, à l'aide d'un goniomètre de Cochin. Les tests utilisés étaient : le test de Thomas pour l'ilio-psoas, l'élévation de la jambe tendue pour les ischio-jambiers, le test de Thomas modifié pour le rectus femoris, et enfin, la dorsiflexion active de la cheville pour les gastrocnémiens. Les valeurs normales ont été calculées à partir de la moyenne du groupe pour chaque muscle. L'analyse statistique a trouvé une différence statistiquement significative de longueurs musculaires entre les deux sexes pour les ischio-jambiers et le gastrocnémien gauche ($p < 0.05$) ; et entre groupes ayant des rythmes différents d'activité sportive pour l'ilio-psoas. L'autre résultat marquant, est la prévalence de l'hypoextensibilité des gastrocnémiens rencontrée chez plus de la moitié des participants. Cette étude offre au clinicien une référence des valeurs normales de l'extensibilité au membre inférieur chez cette tranche d'âge, et met le point sur la grande fréquence de l'hypoextensibilité, en particulier celle du gastrocnémien, ses conséquences et les modalités de sa prise en charge.

Mots clés muscle – membre inférieur – ilio-psoas – ischio-jambiers – rectus femoris – gastrocnémien, extensibilité – hypoextensibilité.

ABSTRACT

To establish a normative range of values for length of biarticular lower limb muscles, and to estimate the prevalence of their tightness in young healthy individuals aged 18 to 30, we underwent a cross sectional study during 7 months. 200 participants volunteered. Bilateral muscle length measurements were obtained using a standard goniometer. The assessment techniques included the Thomas test for ilio-psoas, straight leg raise for hamstrings, the modified Thomas test for rectus femoris and active ankle dorsiflexion for the gastrocnemius. Normative muscle length values were calculated from the group mean for each muscle. Inferential statistics revealed statistically significant differences between males and females for hamstrings and left gastrocnemius ($p < 0.05$); and between groups with different levels of sports activity for ilio-psoas. Another outstanding result: more than 50% of participants have gastrocnemius tightness. This data provide the clinician with a reference for normal values for lower extremity muscle extensibility in that range of age ; and focuses on the high frequency of muscle tightness, especially of gastrocnemius, its consequences and its management's measures.

Key words muscle – lower extremity – ilio-psoas – hamstrings – rectus femoris – gastrocnemius – extensibility – tightness.

ملخص

يهدف هذا البحث إلى الحصول على القيم المتوسطة لأطوال أربع عضلات ثنائية المفصل في الطرف السفلي للجسم بالإضافة إلى تقدير نسب قصر هذه العضلات لدى الأشخاص الأصحاء. و قد شملت هذه الدراسة مائتي شخص، حيث قمنا بقياس أطوال هذه العضلات لكلا الطرفين: الأيمن و الأيسر، مستخدمين جهاز قياس الزوايا. و من ثم قمنا بمقارنتها حسب الجنس ، الجانب و كذا مستوى النشاط الرياضي. كما تمكنا من حساب نسب انتشار حالات قصر هذه العضلات، كل على حدة، لدى نفس الفئة العمرية. إن النتائج التي أسفرت عنها هذه الدراسة تمنح المتخصصين مجموعة قيم متوسطة لمرونة العضلات المعنية يتمكنهم من مقارنة القيم الملاحظة لدى مرضاهم. كما أنها تلفت الانتباه إلى النسب العالية لقصر بعض العضلات، و كذا نتائجها و طرق علاجها.

كلمات أساسية عضلة - الطرف السفلي - أوتار الركبة - عضلات الفخذ - مرونة - انتشار - قيم متوسطة - قصر العضلة.

BIBLIOGRAPHIE

1. KENDALL FP, MCCREARY EK, PROVANCE PG.

Les muscles, bilan et étude fonctionnels, anomalies et douleurs posturales.

Pradel, 4^{ème} édition;2005,440p

2. VIEL E.

La marche humaine, la course et le saut. Biomécanique, explorations, normes et dysfonctionnements.

Paris, Masson, 2000,267p

3. HARVEY D.

Assessment of the flexibility of elite athletes using the modified Thomas test.

Br J Sports Med 1998;32:68–70

4. KRIVKKAS LS, FEINBERG JH.

Lower extremity injuries in college athletes: relation between ligamentous laxity and lower extremity muscle tightness.

Arch Phys Med Rehabil 1996;77:1139–43

5. WITVROUW E, DANNEELS L, ASSELMAN P, D'HAVE T, CAMBIER D.

Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players.

Am J Sports Med 2003;31(1):40–6

6. ROLLS A, GEORGE K

The relationship between hamstring muscle injuries and hamstring muscle length in young elite footballers

Phys Ther Sport 2000;5:179–87

7. CORKERY M, BRISCOE H, CICCONE N, FOGLIA G, JOHNSON P, KINSMAN S, LEGERE L, LUM B, CANAVAN PK.

Establishing normal values for lower extremity muscle length in college-age students.

Phys Ther Sport 2007;8:66–74.

8. KOWALSKI C, DIEBOLD P, PENNEÇOT GF.

Tendon calcanéen court.

Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Podologie, 27-060-A-60, 1999,15 p.

9. MOSELEY AM, CROSBIE J, ADAMS R.

Normative data for passive ankle plantarflexion–dorsiflexion flexibility.

Clin Biomech 2001;16:514–21

10. SAMUEL J, GROSSEMY I.

La flexion dorsale normale du pied.

Paris, Expansion Scientifique Française, Podologie 1992, 7–18

11. BIBRE P, VOISIN P, VANVELCENAHÉ J.

Ischio-jambiers et lombalgies chroniques.

Ann Kinésithér 1997;24(7):328–34

12. MAHAUDENS P, PENDEVILLE E

Rachialgies chez le jeune et déconditionnement physique

Kinesither Rev 2007;7(61):46–52

13. GABBE BJ, BENNELL KL, FINCH CF.

Why are older Australian football players at greater risk of hamstring injury?

J Sci Med Sport 2006;9:327–33

14. HALBERTSMA JP, GO“EKEN L, HOF L, GROOTHOF JW, EISMA WH.

Extensibility and stiffness of the hamstrings in patients with nonspecific low back pain

Arch Phys Med Rehabil 2001;82:232–8.

15. WHYTE FERGUSON L.

Knee pain: Addressing the interrelationships between muscle and joint dysfunction in the hip and pelvis and the lower extremity.

Journal of Bodywork and Movement Therapies 2006;10:287–96

16. WHITEHEAD CL, HILLMAN SJ, RICHADSON AM, HAZLEWOOD ME, ROBB JE.

The effect of simulated hamstring shortening on gait in normal subjects.
Gait posture 2007;26:90-6

17. GABBE BJ, BENNELL KL, WAJSWELNER H, FINCH CF.

Reliability of common lower extremity musculoskeletal screening tests.
Phys Ther Sport 2004;5:90-7

18. KUILART KE, WOOLLAM M, BARLING E, LUCAS N.

The active knee extension test and Slump test in subjects with perceived hamstring tightness
Int J Osteopath Med 2005;8:89-97

19. PERRIN A, AUREL C, PETITDANT B, ROYER A.

Extensibilité des ischio-jambiers: reproductibilité intra et inter-testeur d'un test inspire de Kendall.
Kinesither Rev 2003;3(16):30-7

20. RADFORD J A, BURNS J, BUCHBINDER R, LANDORF K B, COOK C

Does stretching increase ankle dorsiflexion range of motion? A systematic review
Br J Sports Med 2006;40:870-5

21. ZILTENER JL, ALLET L, MONNIN D.

Le stretching, un mythe ... et des constats
Journal de traumatologie du sport 2005;22(2):112-5

22. GAJDOSIK RL.

Passive extensibility of skeletal muscle: review of the literature with clinical implications.
Clin Biomech 200;16:87-101

23. WILMORE JH, COSTILL DL

Physiologie du sport et de l'exercice. Adaptations physiologiques à l'exercice physique.
Bruxelles, De Boeck université, 2002, 736p

24. BILLAT V

Physiologie et méthodologie de l'entraînement : de la théorie à la pratique.
Bruxelles, De Boeck université, 1998, 193p

25. BOUISSET S.

Biomécanique et physiologie du mouvement.
Paris, Masson, 2002, 304p

26. GRANATA KP., WILSON SE., PADUA DA.

Gender differences in active musculoskeletal stiffness. Part I. Quantification in controlled measurements of knee joint dynamics.
J Electromyogr Kinesiol 2002;12:119-26

27. MESURE S, LAMENDI H.

Posture, pratique sportive et rééducation
Paris, Masson, 2001, 144p

28. BLACKBURN JT, RIEMANN BL, PADUA DA, GUSKIEWICZ KM

Sex comparison of extensibility, passive, and active stiffness of the knee flexors
Clin Biomech 2004;19:36-43

29. GAJDOSIK RL, VANDER LINDEN DW, WILLIAMS AK.

Influence of age on length and passive elastic stiffness characteristics of the calf muscle-tendon unit of women.
Phys Ther 1999;79(9):827-38.

30. COONEY KM, SANDERS JO, CONCHA MC, BUCZEK FL.

Novel biomechanics demonstrate gait dysfunction due to hamstring tightness
Clin Biomech 2006;21:59-66

31. ROYER A, CECCONELLO R.

Bilans articulaires cliniques et goniométriques. Généralités
Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Podologie Kinésithérapie 2004; 1, 82-91

32. DELARQUE A, DEMORTIERE E, COLLADO H, MESURE S, RUBINO T, GONZALEZ JF, CURVALE G.

Bilan articulaire de la cheville et du pied chez l'adulte.

Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Podologie 2006, 27-010-A-25,13p

33. DUFOUR M.

Examen clinique articulaire et bilan.

Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-074-A-10,2007, 22p

34. DUBREUIL C., NEIGER H.

Comparaison des effets de la course et des étirements autopassifs sur l'extensibilité des ischio-jambiers.

Ann kinésithér 1984;11(5):191-5

35. SHULTZ SJ, NGUYEN AD, WINDLEY TC, KULAS AS, BOTIC TL, BEYNNON BD.

Intratester and intertester reliability of clinical measures of lower extremity anatomic characteristics: implications for multicenter studies.

Clin J Sport Med. 2006;16(2):155-61.

36. GAJDOSIK RL, GUILIANI CA, BOHANNON RW.

Passive compliance and length of the hamstring muscles of healthy men and women.

Clin biomech 1990;5:23-9

37. GAJDOSIK RL, HATCHER CK, WHITSELL S.

Influence of short hamstring muscles on the pelvis and lumbar spine in standing and during the toe-touch test.

Clin biomech 1992;7:38-42

38. GAJDOSIK RL.

Passive compliance and length of clinically short hamstring muscles of healthy men.

Clin biomech 1991;6:239-44

39. PENINOU G, DUFOUR M, SAMUEL J

Mesure ses amplitudes en flexion-extension de l'articulation coxo-fémorale du sujet jeune.

Ann Kénisithér 1984;11(1-2):15-8

40. DAUTY M, HAMON D, DANION H, MAUGARS Y, POTIRON-JOSSE M, GINET J.

Corrélation de la détente vertical avec la souplesse et la force des quadriceps et ischiojambiers.

Sci sports 1999;14:71-6

41. DUPRÉ JP, BHYSENNE D, KELLER G, POITOU N

Bilan articulaire de la hanche.

Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-008-E-10, 1999, 6p

42. GOUILLY P. JAYON B.

Réflexions sur la prise en charge kinésithérapique des souffrances fémoro-patellaires.

Cah Kinésithér 2001: 67-72

43. KERRIGAN DC, LEE LW, COLLINS JJ, RILEY PO, LIPSITZ LA.

Reduced hip extension during walking: healthy elderly and fallers versus young adults

Arch Phys Med Rehabil 2001;82:26-30.

44. MOUSSAY S, MOUSSAY SO, FRANSOO P.

Relation entre la souplesse de la cheville et la flexibilité lombo-pelvienne

Kinesither Rev 2005;5(41-42):42-9

45. GOURMELON J, CHASTANG JF, OZGULER A, LANOE JL, RAVAUD JF, LECLERC A.

Fréquence des lombalgies dans la population française de 30 à 64 ans. Résultats issus de deux enquêtes nationales.

Ann Readapt Med Phys 2007;50:633-9

46. VANVELCENAHHER J, RAEVEL D, O'MIEL G, VOISIN P, STRUK P, MASSE P ET COLL.

Programme de Restauration Fonctionnelle du Rachis dans les lombalgies chroniques.

Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-294-B-10, 1999, 13 p.

47. NORRIS CM, MATTHEWS M.

Correlation between hamstring muscle length and pelvic tilt range during forward bending in healthy individuals: an initial evaluation.

Journal of bodywork and movement therapies 2006;10,122-6

48. LAVILLONNIÈRE JF, PLAS F.

Influence de la tension des ischio-jambiers sur la position du rachis lombo-sacré dans le plan sagittal.

Ann kinésithér 1991;18(1-2):35-44

49. LEGRE V, BOYER T

Diagnostic et traitement d'un genou douloureux.

Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Appareil locomoteur, 14-325-A-10,2003,24 p.

50. GOUGEON F, GUILBERT S

Instabilité patellaire

Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Appareil locomoteur, 14-328-A-10,2007,13p

51. PIAT C, ALLAIN J

Pied plat valgus

Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Podologie, 27-060-A-10,2000,7 p.

52. MCHUGH MP, CONNOLLY DA, ESTON RG, KREMENIC IJ, NICHOLAS SJ, GLEAM GW

The role of passive muscle stiffness in symptoms of exercise-induced muscle damage.

Am J Sports Med 1999;27(5):594-9

53. GEORGE JW, TUNSTALL AC, TEPE RE, SKAGGS CD

The effects of active release technique on hamstring flexibility: a pilot study

J Manipulative Physiol Ther 2006;29:224-7.

54. PASCHALIS V, KOUTEDAKIS Y, BALTZOPOULOS V, MOUGIOS V, JAMURTAS AZ, GIAKAS G.

Short vs. Long length of rectus femoris during eccentric exercise in relation to muscle damage in healthy males.

Clin Biomech 2005;20:617-22

55. DE NORONHA M, REFSHAUGE KM, HERBERT RD, KILBREATH SL

Do voluntary strength, proprioception, range of motion, or postural sway predict occurrence of lateral ankle sprain?

Br J Sports Med 2006;40:824-8

56. WILLEMS TM, WITVROUW E, DELBAERE K, MAHIEU N, DE BOURDEAUDHUIJ I, DE CLERCQ D.

Intrinsic risk factors for inversion ankle sprains in male subjects

Am J Sports Med 2005;33:415-23

57. BARROIS B, RIBINIK P, DAVENNE B.

Entorses de cheville

Encycl Méd Chir (Elsevier, Paris), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-250-D-10, 2002, 8 p.

58. DECOSTER LC, CLELAND J, ALTIERI C, RUSSELL P.

The effects of hamstring stretching on range of motion: a systematic literature review

J Orthop Sports Phys Ther 2005;35(6):377-87

59. BRENT FELAND J, MYRER JW, MERRILL RM

Acute changes in hamstring flexibility : PNF versus static stretch in senior athletes.

Phys Ther Sport 2001;2:186-93

60. CHEVUTSCHI A., VIEL E., ESNAULT M.

Gains en extensibilité des ischio-jambiers à partir d'exercices d'étirement genoux fléchis.

Ann kinésithér 1991;18(1-2):77-81

61. REID DA, MCNAIR PJ.

Passive force, angle, and stiffness changes after stretching of hamstring muscles.

Med Sci Sports Exerc 2004;36(11):1944-8.

62. JOHANSON MA, WOODEN M, CATLIN PA, HEMARD L, LOTT L, ROMALINO R, STILLMAN T

Effects of gastrocnemius stretching on ankle dorsiflexion and time-to heel-off during the stance phase of gait

Phys Ther Sport 2006;7:93-100

63. WORRELL TW, SMITH TL, WINEGARDNER J.

Effect of hamstring stretching on hamstring muscle performance.
J Orthop Sports Phys Ther 1994;20(3):154-9

64. 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(5):756-9

65. LI Y, MCCLURE PW, PRATT N.

The effect of hamstring muscle stretching on standing posture and on lumbar and hip motions during forward bending.
Phys Ther 1996;76(8):836-45

66. LARSEN R, LUND H, CHRISTENSEN R, RØGIND H, DANNESKIOLD-SAMSØE B, BLIDDAL H

Effect of static stretching of quadriceps and hamstring muscles on knee joint position sense
Br J Sports Med 2005;39:43-6

67. BALLANTYNE F, FRYER G, MCLAUGHLIN P

The effect of muscle energy technique on hamstring extensibility: the mechanism of altered flexibility
Int J Osteopath Med 2003;6(2):59-63

68. MAGNUSSON SP, AAGARD P, SIMONSEN E, BOJSEN-MOLLER F.

A biomechanical evaluation of cyclic and static stretch in human skeletal muscle
Int J Sports Med 1998;19:301-16

69. HALBERTSMA JP, GÖEKEN LN.

Stretching exercises: effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings of healthy subjects.
Arch Phys Med Rehabil 1994;75(9):976-81

70. HALBERTSMA JP, VAN BOLHUIS AI, GIIKEN LN.

Sport Stretching: Effect on Passive Muscle Stiffness of Short Hamstrings
Arch Phys Med Rehabil 1996;77:688-92.

71. TAYLOR DC, DALTON JD, SEABER AV, GARRETT WE

Viscoelastic properties of muscle-tendon units. The biomechanical effects of stretching
Am J Sports Med 1990;18(3):300-9

72. KRAKAB BJ, LASKOWSKI ER, SMITH J, STUART MJ, WONG GY

Neurophysiologic influences on hamstring flexibility: a pilot study.
Clin J Sports Med 2001;11(4):241-6

73. CANAL M.

La souplesse : quelques mises au point
Journal de Traumatologie du Sport 2005;22(1):32-43

74. HUNTER DG, COVENEY V, SPRIGGS J

Investigation into the effect of static stretching on the active stiffness and damping
characters of the ankle joint plantar flexors.
Phys Ther Sport 2001;2:15-22

75. ZAKAS A.

The effect of stretching duration on the lower extremity flexibility of adolescent soccer
players.
Journal of Bodywork and Movement Therapies 2005;9:220-5

76. KNIGHT CA, RUTLEDGE CR, COX ME, ACOSTA M, HALL SJ.

Effect of superficial heat, deep heat, and active exercise warm-up on the extensibility of the
plantar flexors.
Phys Ther 2001;81(6):1206-14.

77. WILLIFORD HN, EAST JB, SMITH FH, BURRY LA

Evaluation of warm-up for improvement in flexibility
Am J Sports Med 1986;14(4):316-9

78. HOPPER D, DEACON S, DAS S, JAIN A, RIDDELL D, HALL T, BRIFFA K

Dynamic soft tissue mobilisation increases hamstring flexibility in healthy male subjects
Br J Sports Med 2005;39:594-8

79. KRISMER M, VAN TULDER M.

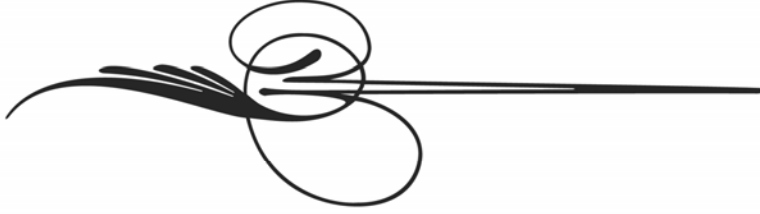
Low back pain (non-specific)

Best Pract Res Clin Rheumatol 2007;21(1):77-91

80. ANDRE-VERT J, TRUDELLÉ P

Santé Publique et kinésithérapie

Kinesither Rev 2007;7(68-69):15-7



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

أَقْسِمُ بِاللَّهِ الْعَظِيمِ

أَنْ أَر_اقِبَ اللَّهَ فِي مِهْنَتِي

وَأَنْ أَصُونَ حَيَاةَ الْإِنْسَانِ فِي كُلِّ أَطْوَارِهَا فِي كُلِّ الظُّرُوفِ
وَالْأَحْوَالِ بِإِدْلَالٍ وَسَعْيٍ فِي اسْتِنْقَازِهَا مِنَ الْهَلَاكِ وَالْمَرَضِ وَالْأَلَمِ
وَالْقَلْقِ.

وَأَنْ أَحْفَظَ لِلنَّاسِ كَرَامَتَهُمْ، وَأَسْتُرَ عَوْرَتَهُمْ، وَأَكْتُمَ سِرَّهُمْ.
وَأَنْ أَكُونَ عَلَى الدَّوَامِ مِنْ وَسَائِلِ رَحْمَةِ اللَّهِ، بِإِذْنِ رِعَايَتِي
الطَّبِيبَةِ لِلْقَرِيبِ وَالْبَعِيدِ، لِلصَّالِحِ وَالطَّالِحِ، وَالصَّدِيقِ وَالْعَدُوِّ.
وَأَنْ أَثَابِرَ عَلَى طَلَبِ الْعِلْمِ، أَسْخِرَهُ لِنَفْعِ الْإِنْسَانِ.. لَا
لِأَذَاهِ.

وَأَنْ أَوْقَرَ مَنْ عَلَّمَنِي، وَأَعَلَّمَ مَنْ يَصْغُرَنِي، وَأَكُونَ أَخًا لِكُلِّ
زَمِيلٍ فِي الْمِهْنَةِ الطَّبِيبَةِ مُتَعَاوِنِينَ عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَى.
وَأَنْ تَكُونَ حَيَاتِي مُصْدَاقَ إِيمَانِي فِي سِرِّي وَعَلَانِيَتِي، نَقِيَّةً
مِمَّا يُشِينُهَا تَجَاةَ اللَّهِ وَرَسُولِهِ وَالْمُؤْمِنِينَ.

وَاللَّهُ عَلَى مَا أَقُولُ شَهِيدٌ.



جامعة القادسي عياض كلية الطب و الصيدلة مراكش

أطروحة رقم 82

سنة 2008

قصر عضلات الطرف السفلي: النسب و الوقاية

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم.....2008

من طرف

الآنسة لطيفة أدرموش

المزدادة في 08 نونبر 1982 بمراكش

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية :

عضلة - الطرف السفلي - أوتار الركبة - عضلات الفخذ -
مرونة - انتشار - قيم متوسطة - قصر العضلة.

اللجنة

الرئيس

المشرف

القضاة

م. صبيحي

أستاذ في طب الأطفال

م. لطيفي

أستاذ في جراحة العظام و المفاصل

ب. الصدقي

أستاذ في جراحة العظام و المفاصل

س. الحسني

أستاذة في أمراض العظام و المفاصل

ي. ناجب

أستاذ في جراحة العظام و المفاصل

ع. باعلي

أستاذ في ايكولوجيا الإنسان

السيد

السيد

السيد

السيدة

السيد

السيد

