MINISTERE DE LA SANTE
REGION LORRAINE
INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE
DE NANCY

Mesure du ratio ischio-jambiers/quadriceps en contraction isométrique à l'aide d'un pèse-personne

Mémoire présenté par **Jules CORDONNIER MARTIN DE GIBERGUES** étudiant en 3ème année de masso-kinésithérapie en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat de Masseur Kinésithérapeute 2014-2015

SOMMAIRE

RESUME

1. INTRODUCTION 1

2. ANATOMIE ET BIOMECANIQUE 3

2.1. Généralités 3

2.2. Les ligaments croisés 4

2.3. Rôle des ischio-jambiers et du quadriceps 4

3. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE 5

4. MATERIEL ET METHODE 6

4.1. Population 6

4.2. Matériel 7

4.3. Protocole 8

4.3.1. Recueil de données et analyse statistique 8

4.3.2. Détermination du groupe 9

4.3.3. Détermination du membre inférieur dominant 10

4.3.4. Echauffement 10

4.3.5. Position du sujet et de l'examinateur 12

4.3.6. Modalités de mesures 13

5. RESULTATS 14

5.1. Résultats des mesures par groupe musculaire 14

5.2. Valeur des ratios IJ/Q 18

5.3. Comparaison des groupes 1 et 2 19

5.4. Facteurs influençant le ratio IJ/Q 20

5.4.1. Sexe 20

5.4.2. Activités sportives 21

5.4.3. IMC 21

5.5. Etude de la reproductibilité intra-évaluateur 22

5.5.1. Etude du Moy Ratio 22

5.5.2. Etude du Max Ratio 23

6. DISCUSSION 24

6.1. Protocole de l'étude 24

6.2. Résultats 27

7. CONCLUSION 30

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RESUME

Introduction : le ratio ischio-jambiers/quadriceps (IJ/Q) est habituellement mesuré à l'aide d'un appareil d'isocinétisme, matériel onéreux. L'objectif de notre étude est d'estimer la valeur du ratio IJ/Q et sa reproductibilité intra-évaluateur en contraction isométrique à l'aide d'un pèse-personne dans une population de sujets sains.

Matériel et méthode : l'étude a été réalisée sur 31 étudiants. Le protocole de mesure comportait un échauffement suivi de 3 mesures successives de chaque groupe musculaire à J0 et à J+7 afin de mesurer la reproductibilité intra-évaluateur. Deux calculs de ratio ont été réalisés : à partir de la moyenne des trois mesures (Moy Ratio) et à partir de la valeur maximale de chaque série de mesures (Max Ratio).

Résultats : en moyenne le Moy Ratio IJ/Q était de 1,1 [0,8 ; 1,4]. Les hommes avaient un ratio significativement supérieur à celui des femmes 1,2 versus 1,1 (p=0,04). De même pour les sujets pratiquant au moins une heure d'activité physique par semaine 1,2 versus 1 pour ceux qui n'en pratiquaient pas (p=0,01). La reproductibilité intra-évaluateur est considérée comme excellente pour les deux ratios : le coefficient de corrélation intra-classe est de 92,3% (Moy Ratio) et de 89,3% (Max Ratio).

Discussion : la population d'étude n'est pas représentative de la population générale et l'effectif était trop limité pour permettre des analyses très détaillées. L'apprentissage de la méthode par l'évaluateur est simple mais nécessaire, et les mesures sont bien acceptées par les sujets. Cette étude exploratoire doit être complétée par des études de reproductibilité inter-évaluateurs, de concordance isocinétique et sur des populations de plus grandes tailles. Ces résultats pourraient notamment être utiles aux kinésithérapeutes pour la prévention des blessures chez des sportifs amateurs.

Mots-clés : ratio IJ/Q ; pèse-personne ; isométrique

Keys words : ratio H/Q ; bathroom scale ; isometric

1. INTRODUCTION

L'articulation du genou est soumise au quotidien à de nombreuses contraintes qui augmentent lors d'activités physiques. Les blessures au niveau du genou sont parmi les plus fréquentes (1) (2). Les ligaments et les muscles, notamment les ischio-jambiers sont préférentiellement touchés (élongation, claquage, déchirure). La balance musculaire composée notamment du quadriceps et des ischio-jambiers au niveau de cette articulation joue un rôle dans l'apparition de ces atteintes (3). Nous pouvons calculer par différentes méthodes la force exercée par ces groupes musculaires : l'Evaluation Manuelle et analytique de la Force Musculaire (E.M.F.M.), le dynamomètre et l'isocinétisme. L'isocinétisme est la technique la plus fiable (4), suivie du dynamomètre (5) puis de l'E.M.F.M.

Les appareils d'isocinétisme ont permis d'établir différents ratios ischio-jambiers/quadriceps (IJ/Q). En effet, selon le mode de contraction (les deux groupes musculaires en concentrique ou excentrique ou encore l'un en excentrique et l'autre en concentrique), les ratios varient (6). Le ratio IJ/Q conventionnel est celui établi en concentrique. On admet que la valeur du ratio $IJ_{concentrique}/Q_{concentrique}$ dans la population générale avec cette méthode est 0.6 à $60°.s^{-1}$ (6) (3).

Cependant, lors de mouvements fonctionnels nous utilisons le ratio $IJ_{excentrique}/Q_{concentrique}$ qui est appelé ratio fonctionnel, sa valeur est de 1 (6). Les activités physiques telles que le football, le volleyball, le handball etc... sont rythmées de mouvements induisant ce type de co-contraction de ces muscles.

L'inconvénient principal des appareils d'isocinétisme et des dynamomètres est leur coût. De ce fait, peu de masseurs-kinésithérapeutes libéraux au cours de leur pratique quotidienne utilisent ces appareils.

Le pèse-personne est un outil de faible coût, peu encombrant et présent dans les centres hospitaliers et la plupart des cabinets libéraux. Récemment, plusieurs études ont comparé l'utilisation du pèse-personne et du dynamomètre dans l'évaluation de la force musculaire. Dans son étude sur les abducteurs de l'épaule K. Petrel (7) a montré une bonne concordance entre les deux outils ainsi qu'une reproductibilité inter et intra-évaluateur satisfaisante avec le pèse-personne.

L'étude menée par G. Margier sur « L'évaluation de la force des ischio-jambiers en contraction isométrique à l'aide d'un pèse-personne » (8) a montré qu'en position procubitus strict, la concordance entre les 2 outils de mesure était de 80,6%. Une autre étude portant sur l'évaluation des extenseurs de genou (9) n'a pas mis en évidence de différence statistiquement significative entre ces 2 appareils.

A notre connaissance il n'existe pas d'étude ayant établi le ratio IJ/Q à l'aide d'un pèse-personne. Compte tenu des résultats encourageants des études suscitées nous chercherons à établir ce ratio en contraction isométrique dans la population des élèves de l'Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie (I.F.M.K.) de Nancy à l'aide d'un pèse-personne.

Est-il possible d'estimer la valeur du ratio IJ/Q en contraction isométrique à l'aide d'un pèse-personne dans une population de sujets sains ? La reproductibilité intra-évaluateur de la mesure est-elle satisfaisante ?

2. ANATOMIE ET BIOMECANIQUE

2.1. Généralités

Le genou, situé entre la hanche et la cheville, est l'articulation intermédiaire du membre inférieur. C'est une articulation superficielle. De ce fait elle est facilement exposée aux chocs mais aussi accessible pour le thérapeute. Le genou est constitué de deux articulations : la fémoro-patellaire de type ginglyme et la fémoro-tibiale de type bicondylaire (10) qui sont mécaniquement distinctes mais emballées par une seule enceinte capsulo-synoviale. L'articulation tibio-fibulaire supérieure est mécaniquement liée à la cheville et ne participe donc pas à l'articulation du genou. C'est une articulation à 2 degrés de liberté. Le principal mouvement est la flexion-extension. Le deuxième mouvement est la rotation de l'axe jambier uniquement possible sur un genou fléchi. La flexion-extension permet d'éloigner ou de rapprocher la partie distale du membre inférieur de sa partie proximale et ainsi de s'adapter aux différentes situations de la vie quotidienne (11) (notamment lors de la marche, la montée-descente des escaliers...). Le genou joue un rôle essentiel dans la portance du corps humain ainsi que lors des déplacements de celui-ci. En effet la ligne de portance du membre inférieur est la droite qui passe par le milieu de la tête fémorale, le milieu de l'articulation du genou et le milieu du calcanéum (12). Le genou est donc soumis à la « stabilité podale sous-jacente et à l'équilibre corporel sus-jacent » selon Dufour et Pillu (13).

Le genou doit réunir deux impératifs contradictoires : posséder une mobilité importante tout en ayant une grande stabilité.

2.2. Les ligaments croisés

Le ligament croisé antérieur (LCA) et le ligament croisé postérieur (LCP) sont situés dans la fosse intercondylaire. Ils sont croisés dans les plans sagittal et frontal et s'étendent du fémur jusqu'au tibia. Physiologiquement des mouvements de glissements du tibia sous le fémur existent mais si ceux-ci sont trop importants, ils deviennent pathologiques, on parle alors de tiroirs. Le LCA empêche le tiroir antérieur, c'est-à-dire une avancée trop importante du tibia sous le fémur tandis que le LCP évite le tiroir postérieur.

Ensemble, ces ligaments ont un rôle de maintien des surfaces articulaires en contact quels que soient la position et le mouvement de l'articulation. La stabilité passive du genou est essentiellement assurée par ces ligaments. Respectivement, le LCA et le LCP fourniraient 87% et 93% de la résistance aux tiroir antérieur et tiroir postérieur (14). La lésion du LCA est plus fréquente que celle du LCP (15) (16). Cependant les chiffres varient selon les populations étudiées (sportive, non sportive, homme, femme...).

2.3. Rôle des ischio-jambiers et du quadriceps

Le groupe musculaire des ischio-jambiers est constitué de 3 muscles : le semi-tendineux, le semi-membraneux et le biceps fémoral. Ce sont des muscles bi-articulaires ayant un rôle d'extension de hanche et de flexion du genou.

Le quadriceps est un muscle situé à la face antérieure de la cuisse et est responsable de l'extension du genou. Il est composé de 3 chefs mono-articulaires : le vaste médial (VM), le vaste latéral (VL) et le vaste intermédiaire (VI) ; et d'un chef bi-articulaire : le droit fémoral (DF). Ce chef permet aussi la flexion de hanche.

La contraction du quadriceps génère un glissement antérieur du tibia. Cette avancée tibiale met en tension le LCA. En dynamique, les forces exercées vont au-delà de la résistance statique permise par le LCA, ainsi la tension engendrée par l'action du quadriceps pourrait entraîner une rupture du ligament. Pour éviter la rupture du LCA les ischio-jambiers agissent en agonistes de celui-ci permettant ainsi de stabiliser le genou en empêchant le tiroir antérieur et diminuent la tension produite sur le LCA (17) (18).

En raison de l'orientation de leurs fibres lorsque le genou est proche de l'extension complète, les ischio-jambiers ne sont pas efficaces dans ce rôle d'agonistes du LCA (18) (19). Cependant les forces coaptatrices du quadriceps augmentent et l'intensité des forces de glissement antérieur diminue (20).

Solomonow et al. ont démontré que la mise en tension du LCA engendrait un effet inhibiteur du quadriceps et que simultanément les ischio-jambiers étaient excités pour jouer leur rôle de stabilisateur de l'articulation. De plus, chez les patients ayant eu une lésion du LCA, les ischio-jambiers ont un rôle encore plus important concernant la stabilisation du genou (21), ils augmentent notamment la durée de leur contraction durant la phase d'appui lors de la marche (19).

3. RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Dans le cadre de notre étude, nous souhaitons déterminer une valeur du ratio IJ/Q à l'aide d'un pèse-personne chez une population de sujets sains et évaluer la reproductibilité intra-évaluateur de la mesure.

Nos recherches ont été effectuées entre septembre 2014 et mars 2015, nous avons interrogé différentes bases de données anglophones et francophones sur

internet telles que : Pubmed, EM-Premium, PEDro, Google scholar et la Haute Autorité de Santé ; certains articles des revues de kinésithérapie : Kinésithérapie la revue et Kiné scientifique ont été retenus. Nous avons complété nos recherches/investigations à Réédoc par la lecture de la littérature grise et d'ouvrages. Les écrits de G. Margier et A-V. Bruyneel ont été à l'origine de notre travail et nous ont servi de fil conducteur tout au long de celui-ci.

Les différents mots-clés «ratio IJ/Q», «pèse-personne», «isométrique» ont été utilisés. En anglais, les termes sont «ratio H/Q», «bathroom scale», «isometric». Pour des recherches plus précises, nous avons utilisé les mots : «et/and», «ou/or».

La sélection des articles se déroulait en trois étapes. Le titre de l'article constituait la première étape. Si celui-ci nous intéressait il était retenu. La lecture du résumé déterminait la seconde étape. A la suite de cela, nous déterminions la nécessité ou non de lire l'article en entier. Plus de 60 articles ont été lus dans leur totalité et nous en avons finalement retenu 26.

4. MATERIEL ET METHODE

4.1. Population

La population étudiée est celle des étudiants en première et troisième années de l'Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie (I.F.M.K.) de Nancy.

Les critères d'inclusion étaient : étudiants volontaires et ayant accepté le protocole de l'étude.

Les critères d'exclusion étaient :

- les sujets présentant un traumatisme orthopédique récent du membre inférieur (entorse, luxation, fracture),
- ceux qui ont une activité sportive supérieure à 5 heures par semaine,
- ceux qui présentent des douleurs de type contracture, un état fébrile (syndrome grippal, infections diverses...).

Préalablement à l'étude, une note d'information et une fiche récapitulative du déroulement du protocole (ANNEXE I) et un formulaire de consentement (ANNEXE II) ont été remis à chaque participant.

4.2. Matériel

L'outil de mesure utilisé est le pèse-personne électronique professionnel SECA 884 – classe IV. Cette balance possède une graduation de 200 grammes et a une précision ordinaire (22). Le principal intérêt est l'affichage à distance permettant de recueillir la valeur à hauteur du regard de l'examinateur grâce à l'utilisation d'une toise (fig.1). La lecture des données ne sera pas gênée par les membres du sujet ou de l'examinateur. Celui-ci peut rester vertical et concentré durant toute la durée de la contraction.

Figure 1 : Installation du pèse-personne permettant un affichage à la hauteur du regard

4.3. Protocole

4.3.1. Recueil de données et analyse statistique

Avant de commencer l'étude, nous demandions aux sujets différents renseignements : l'âge, le poids, la taille, le type et le nombre d'heures d'activité physique par semaine (ANNEXE III). Les données ont été saisies à l'aide du logiciel EpiData 3.1. Les analyses ont été réalisées sous EpiData Analysis V2.2.2.182 et SAS 9.2.

Les variables qualitatives sont exprimées en effectifs et pourcentages. Les comparaisons entre elles étaient effectuées par des tests du Khi 2 et par test exact de Fischer si les conditions d'utilisation du Khi 2 n'étaient pas vérifiées.

Les variables quantitatives sont exprimées en moyennes, écarts types et intervalles de confiance à 95%. Pour leur analyse nous avons utilisé des tests t de Student.

Le seuil $\propto$ a été fixé à 5%. La reproductibilité des mesures a été analysée par le coefficient de corrélation intra-classe (ICC) et la méthode graphique de Bland et Altman (23).

4.3.2. Détermination du groupe

Les sujets ont été répartis en 2 groupes par tirage au sort préalablement à la réalisation des mesures. Lors du premier temps de mesure, les sujets appartenant au groupe 1 commençaient par les mesures des ischio-jambiers (IJ) et terminaient par celles du quadriceps (Quad).

Lors du deuxième temps de mesure (7 jours après le premier : J+7) les sujets du groupe 1 commençaient par le Quad et terminaient par les IJ. Les mesures étaient inversées pour le groupe 2.

Tous les sujets réalisaient 3 mesures de façon successive pour chaque groupe musculaire afin d'éviter de changer l'installation du sujet.

Tableau I : Ordre des mesures pour chaque groupe et chaque temps

	Temps 1		Temps 2	
	Groupe 1	**Groupe 2**	**Groupe 1**	**Groupe 2**
Mesure 1	IJ	Quad	Quad	IJ
Mesure 2	Quad	IJ	IJ	Quad

4.3.3. Détermination du membre inférieur dominant

Les mesures étaient réalisées sur le membre inférieur dominant. A notre connaissance, il n'existe pas de test validé qui permette de déterminer le membre inférieur dominant. Cependant différents tests ont été utilisés dans d'autres études. Le step-test : le sujet doit monter sur une marche d'environ 20 centimètres. La jambe qui monte la marche en premier est considérée comme dominante. Un autre test consiste à pousser le sujet vers l'avant. La jambe qui « rattrape » le sujet est considérée comme dominante (24). Nous avons décidé d'utiliser une autre méthode : le shoot dans un ballon (25) (26). Un ballon est placé devant le sujet. Celui-ci doit faire une passe à l'examinateur situé à 5 mètres. Le membre inférieur utilisé pour shooter dans le ballon est considéré comme dominant.

4.3.4. Echauffement

Nous n'avons pas trouvé dans la littérature un échauffement standardisé pouvant convenir dans notre protocole. Nous avons donc décidé d'en concevoir un.

L'échauffement comportait 2 parties. Dans un premier temps, l'échauffement général qui a pour effet d'élever les températures centrale et musculaire par des mouvements, était exécuté par différents groupes musculaires (27) (28). Dans notre protocole, il était demandé au sujet de réaliser des sauts sur place pendant une minute. Le sujet effectuait ensuite des sauts sur place avec un mouvement d'abduction des membres supérieurs durant une minute afin de solliciter l'ensemble du corps et plus intensément la pompe cardiovasculaire.

Dans un deuxième temps, le sujet débutait l'échauffement spécifique, centré sur les groupes musculaires qui allaient être sollicités ultérieurement. Ce type d'échauffement permet notamment l'amélioration de la circulation sanguine aux muscles, l'augmentation de la vitesse de l'influx nerveux et diminue le risque de blessure (27) (29).

Le sujet accomplissait 20 fentes avant en alternant fente avant droite et fente avant gauche. Pour terminer l'échauffement une série de 10 squats lui était demandée.
Chacun des 4 exercices ci-dessus était suivi d'une minute de repos.

Une minute de repos supplémentaire était observée à la fin de l'échauffement pour permettre l'installation du sujet et pour que l'examinateur lui explique les consignes à respecter durant la mesure.

La durée de l'échauffement était d'environ 10 minutes. Le but était de réaliser un échauffement standard en l'absence de cycloergomètre ou tapis de course. Pour cela, nous réalisions un mouvement de chaque exercice devant le sujet pour montrer l'exécution attendue. La séance se déroulait sous contrôle de l'examinateur.

4.3.5. Position du sujet et de l'examinateur

Pour déterminer la force développée par les ischio-jambiers, le sujet était situé en procubitus avec une sangle à l'extrémité distale du fémur, les pieds dépassant de la table. Les bras du sujet étaient positionnés sous son front afin d'éviter une compensation en se tenant à la table. L'examinateur était debout sur le pèse-personne et appliquait la résistance à la face postérieure de la jambe au niveau des malléoles (fig. 2) (8).

La mesure de la force du quadriceps était réalisée sur un sujet en décubitus, le creux poplité en regard du bord de la table, membre inférieur en extension, une sangle était installée au niveau de l'extrémité distale de la cuisse. Le membre non dominant était positionné en flexion de hanche et de genou, tenu par les mains du sujet afin de stabiliser le bassin. L'examinateur se tenait debout sur le pèse-personne et appliquait une résistance face antérieure de la jambe, au niveau des malléoles (fig. 3). Cette position diffère quelque peu de celle utilisée dans l'étude de Bruyneel (9) car au vu des pré-tests effectués, il nous semblait que notre position permettait d'éviter la compensation du membre inférieur non dominant en appuyant sur la table.

Dans les 2 mesures l'examinateur superposait ses mains et ses avant-bras étaient perpendiculaires (7) à la jambe du sujet. Pour chaque mesure, nous recherchions une contraction maximale.

Figure 2 : Position pour la mesure des IJ

Figure 3 : Position pour la mesure du quadriceps

4.3.6. Modalités de mesure

La contraction devait être isométrique c'est-à-dire sans variation de longueur des fibres musculaires. Nous demandions au sujet une contraction lente et progressive de 6 secondes (30) en essayant d'obtenir la contraction maximale au bout de 3 secondes. Cela permettait une stabilisation de la mesure permettant à l'examinateur de la recueillir. Pour obtenir une contraction maximale, l'examinateur donnait des encouragements avec vigueur (31). Ceux-ci étaient standardisés pour

conserver la reproductibilité du protocole. Les encouragements de l'examinateur étaient : « Allez, poussez, poussez, poussez, poussez ».

5. RESULTATS

Trente et un sujets ont été retenus pour l'étude (16 hommes et 15 femmes). Dans notre population, la moyenne d'âge est de 21,3 ans (écart type 1,42) et la moyenne de l'Indice de Masse Corporelle (IMC) de 22,4 (écart type 2,36). Vingt et un sujets (68%) déclarent pratiquer au moins une heure de sport par semaine et parmi ceux-ci le nombre moyen d'heures de sport par semaine est de 2,8 (écart type 1,3). Pour tous les sujets, toutes les mesures ont pu être réalisées.

5.1. Résultats des mesures par groupe musculaire

Pour chaque sujet on dispose donc de 12 mesures : 6 pour les ischio-jambiers (3 premières mesures et 3 secondes) et 6 pour le quadriceps (3 premières mesures et 3 secondes). En moyenne, sur l'ensemble des sujets et l'ensemble de leurs mesures, la force mesurée par le pèse-personne est supérieure pour les ischio-jambiers 24,7 kg (écart type 6,3) que pour le quadriceps 22,2 kg (4,7).

La (fig.4) montre les résultats des moyennes de chaque mesure par groupe musculaire :

- Il n'existe pas de variation importante entre le fait de commencer les mesures par un groupe musculaire donné (lignes rouges et bleues de la (fig.4)) ; les moyennes sont quasiment identiques 24,7 kg (6,2) versus 24,6 kg (6,4) pour les ischio-jambiers et 22,1 kg (4,8) versus 22,3 kg (4,4) pour le quadriceps. Ces différences ne sont pas statistiquement significatives.

- Pour toutes les séries de mesures réalisées, il existe une diminution progressive des forces mesurées entre les 3 mesures. Et cela pour les ischio-jambiers comme pour le quadriceps et que le groupe musculaire soit mesuré en premier ou non. Cette baisse est cependant plus marquée pour les ischio-jambiers que pour le quadriceps (-4% pour les IJ et -1,3% pour le quadriceps entre les mesures 1 et 3).

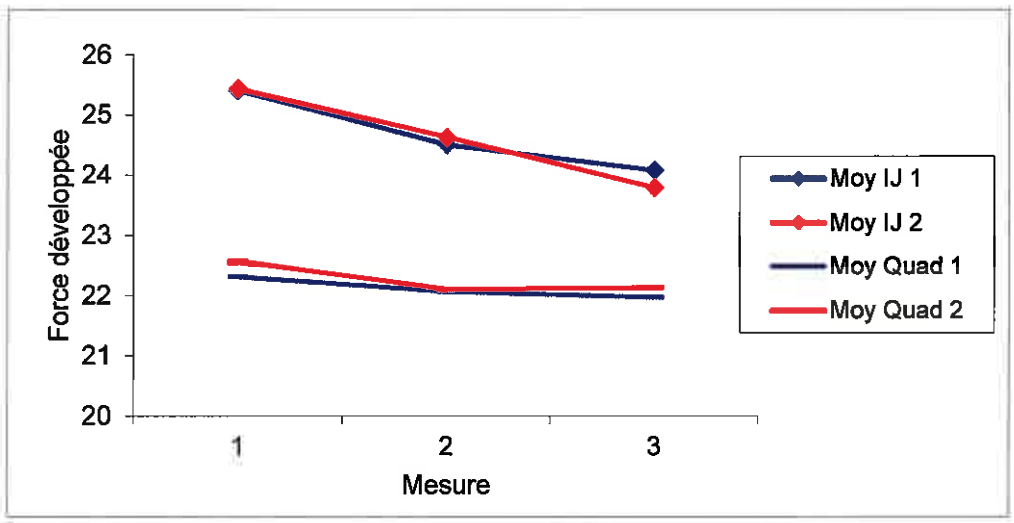

Figure 4 : Pour chaque sujet, mesure à l'aide d'un pèse-personne de la force des ischio-jambiers et du quadriceps lors des 3 mesures de chaque séance (ligne bleue : lorsque le groupe musculaire est évalué en premier, ligne rouge : groupe musculaire évalué en deuxième).

Moy IJ 1 : Moyenne de toutes les premières mesures des IJ

Moy IJ 2 : Moyenne de toutes les deuxièmes mesures des IJ

Moy Quad 1 : Moyenne de toutes les premières mesures du quadriceps

Moy Quad 2 : Moyenne de toutes les deuxièmes mesures du quadriceps

Tableau II : Force des IJ et du Quad (moyenne et écart type)

	Mesurés en 1		Mesurés en 2	
	moyenne	et	moyenne	et
Ischio Jambiers 1	25,1	6,4	25,4	6,4
Ischio Jambiers 2	24,5	6	24,6	6,8
Ischio Jambiers 3	24,1	6,3	23,8	6,4
Quadriceps 1	22,3	4,4	22,6	4,2
Quadriceps 2	22,1	5,3	22,1	4,6
Quadriceps 3	22	5	22,1	4,7

A partir de ces mesures pour chacun des 2 temps, 3 ratios ont été calculés :

Le ratio tenant compte de la moyenne des 3 mesures consécutives réalisées pour chaque groupe musculaire lors de chaque séance : Moy Ratio = moyenne des 3 mesures des IJ / moyenne des 3 mesures du Quad.

Le ratio tenant compte de la mesure la plus élevée obtenue sur les 3 mesures réalisées lors de la séance : Max Ratio = valeur maximale pour les IJ / valeur maximale pour le Quad.

Le ratio tenant compte de la première mesure de chaque groupe musculaire : Ratio 1ère mesure = première mesure des IJ / première mesure du Quad.

On vérifie la normalité des distributions des 3 ratios étudiés (vérification graphique et test de Shapiro). On peut considérer que la distribution des ratios établis avec la moyenne des mesures (Moy Ratio) et avec les mesures maximales (Max Ratio) est normale, ce qui n'est pas le cas pour la distribution du ratio établi à partir des premières mesures, ce qui nous permet d'utiliser les tests de comparaison de moyenne (test t de Student). Pour la suite des analyses, nous utiliserons donc préférentiellement Moy Ratio et Max Ratio.

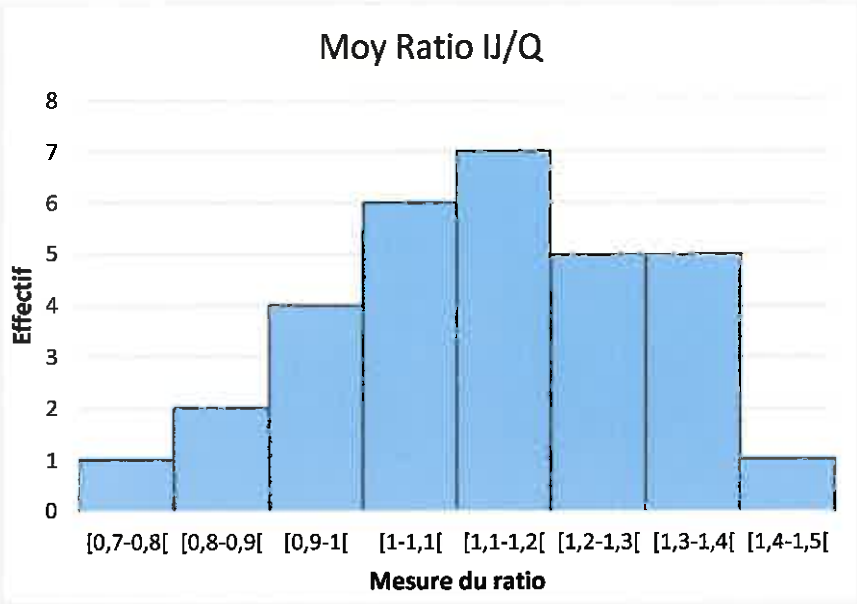

Figure 5 : Moy Ratio IJ/Q sur l'ensemble des sujets au temps 1

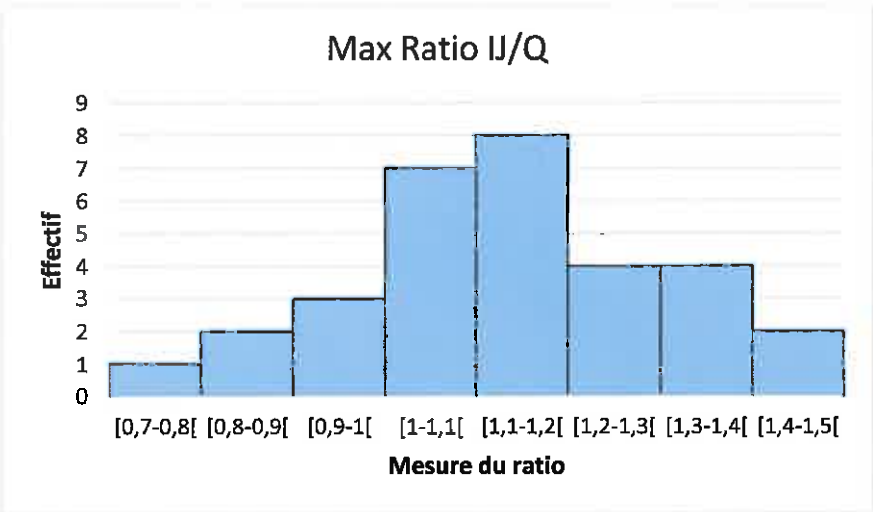

Figure 6 : Max Ratio IJ/Q sur l'ensemble des sujets au temps 1

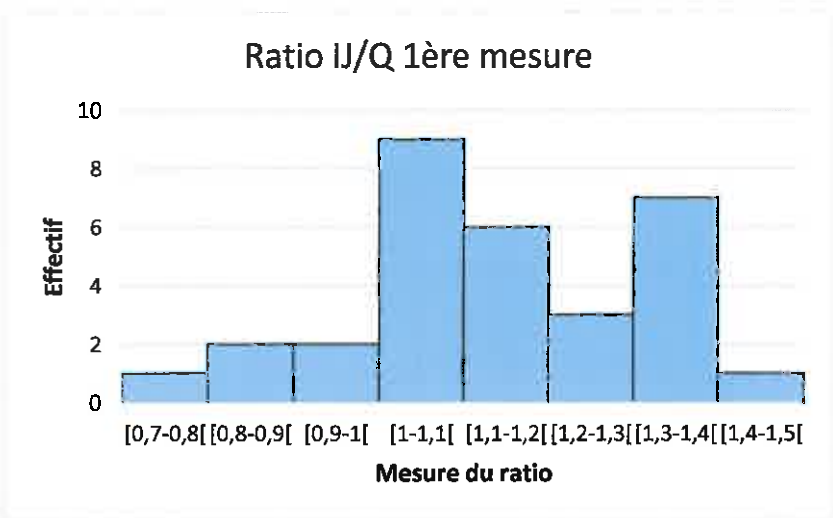

Figure 7 : Ratio 1ère mesure IJ/Q sur l'ensemble des sujets au temps 1

5.2. Valeur des ratios IJ/Q

On constate qu'il n'existe pas de différences majeures entre les 2 ratios IJ/Q définis précédemment : Moy Ratio et Max Ratio. Globalement la valeur moyenne (et donc la médiane car les distributions sont normales) du ratio IJ/Q évalué par le pèse-personne est de 1,1 avec un intervalle de confiance à 95% [0.8-1.4]. Pour le ratio 1ère mesure, la médiane des valeurs (utilisée car la distribution ne suit pas une loi normale) est de 1,1 écart interquartile : [1.04-1.3].

5.3. Comparaison des groupes 1 et 2

Tableau III : Comparaison des groupes 1 et 2

	Groupe 1		Groupe 2		*p*
Effectifs	16		15		
Garçons (n, %)	10	63%	6	40%	0,2 (NS)
Sport : oui	9	56%	12	80%	0,2 (NS)
Sport (nb heures) 0	7	44%	3	20%	0,4*
1	1	6%	2	13%	
2 et plus	8	50%	10	67%	
Temps 1	moyenne	écart type	moyenne	écart type	
Moy Ratio	1,1	0,2	1,2	0,2	0,1 (NS)
Max Ratio	1,1	0,2	1,2	0,1	0,1 (NS)
Temps 2					
Moy Ratio	1	0,2	1,2	0,2	0,046
Max Ratio	1	0,2	1,2	0,1	0,048

Avec NS : non significatif et * : test exact de Fischer.

Le groupe 2 comporte moins de garçons et plus de sujets pratiquant régulièrement une activité sportive. Sur ces petits effectifs, la différence de composition des groupes n'apparaît pas significative. Au temps 1, il n'existe pas de différence significative entre les 2 groupes lorsque l'on compare Moy Ratio et Max Ratio. Cependant, une différence à la limite du seuil de significativité pour ces 2 ratios apparaît au temps 2.

Nous observons que la mesure des ratios (Moy Ratio, Max Ratio) est différente entre les 2 groupes et ceci pour les deux séries de mesures : au temps 1 et au temps 2, le groupe 2 a un ratio plus élevé que le groupe 1. Le fait de débuter les mesures par les IJ ou par le quadriceps n'a pas d'influence puisque l'ordre des

mesures a été inversé dans les groupes lors de la deuxième séance. La différence entre les groupes ne tient donc pas à l'ordre de réalisation des mesures mais à d'autres facteurs qui n'ont pas pu être équilibrés entre les groupes malgré la randomisation. En analysant plus précisément les mesures des 7 sujets dont le Moy Ratio est inférieur à 1 (fig. 8) on constate que 5 (4 filles et 1 garçon) de ces sujets appartiennent au groupe 1.

5.4. Facteurs influençant le ratio IJ/Q

Dans notre population d'étudiants âgés de 19 à 25 ans, en bonne santé, nous avons recherché les facteurs (sexe, activité sportive, IMC) qui pouvaient influencer la valeur du ratio. Les résultats sont présentés dans le (tab. IV).

5.4.1. Sexe

Le ratio IJ/Q des hommes est statistiquement plus élevé que celui des femmes 1,2 versus 1,1 (p=0,04) (fig. 8). Cette différence est observée pour le Moy Ratio et le Max Ratio.

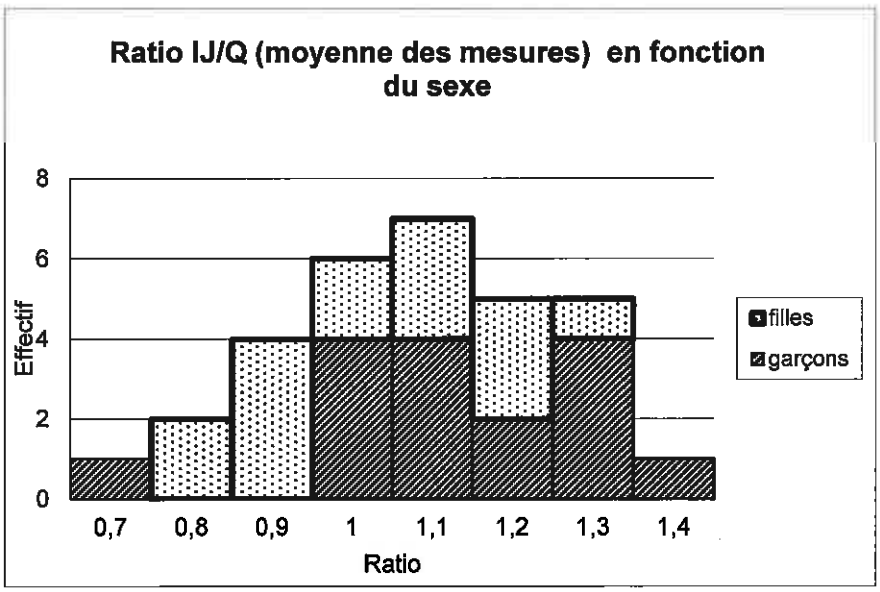

Figure 8 : Moy Ratio IJ/Q en fonction du sexe

5.4.2. Activités sportives

De même, les sujets ayant une pratique sportive régulière d'une heure au moins par semaine ont un ratio IJ/Q plus élevé que les sujets non sportifs 1,2 versus 1 (p=0,01).

5.4.3. IMC

En revanche, on ne met pas en évidence d'influence de l'IMC sur le ratio IJ/Q dans notre population.

Tableau IV : Tableau récapitulatif des différents ratios au temps 1 en fonction des caractéristiques de la population

	Effectifs	Ratio IJ/Q (1) Moyenne des Mesures moyenne , écart type	p (1)	Ratio IJ/Q (2) Valeurs maximales moyenne , écart type	p (2)
Global					
Temps 1	**31**	**1,1 (0,2)**		**1,1 (0,2)**	
Groupe					
1	**16**	**1,1 (0,2)**	***0,1***	**1,1 (0,2)**	***0,1***
2	**15**	**1,2 (0,2)**		**1,2 (0,1)**	
Sexe					
Garçons	**16**	**1,2 (0,2)**	***0,05***	**1,2 (0,2)**	***0,048***
Filles	**15**	**1,1 (0,2)**		**1,1 (0,2)**	
Sport					
Oui	**21**	**1,2 (0,2)**	***0,005***	**1,2 (0,2)**	***0,023***
Non	**10**	**1,0 (0,2)**		**1,0 (0,2)**	
Sport (nbre heures)					
0	**10**	**1,0 (0,2)**		**1,0 (0,2)**	
1	**3**	**1,1 (0,1)**	***0,015***	**1,1 (0,1)**	***0,04***
≥2	**18**	**1,2 (0,2)**		**1,2 (0,2)**	
IMC					
< 20	**6**	**1,1 (0,2)**		**1,1 (0,2)**	
20-24	**20**	**1,1 (0,2)**	***NS***	**1,1 (0,2)**	***NS***
25-29	**5**	**1,2 (0,1)**		**1,2 (0,1)**	

5.5. Étude de la reproductibilité intra-évaluateur

5.5.1. Etude du Moy Ratio

La moyenne des différences entre les mesures aux temps 2 et 1 est de – 0,03 (écart type : 0,06). Les mesures au temps 2 ont donc tendance à être légèrement inférieures à celles au temps 1. La différence de -0,03 peut-elle être considérée comme un biais statistiquement significatif, autrement dit la moyenne des mesures a-t-elle tendance à être systématiquement plus faible au temps 2 ? L'intervalle de confiance à 95% est de [-0,05 ; -0,01]. La force du biais est statistiquement significative car l'intervalle de confiance ne contient pas la valeur 0 même si elle s'en rapproche. La différence reste cliniquement minime.

Le coefficient de corrélation intra-classe (ICC) mesure la concordance entre les mesures au temps 1 et au temps 2 de l'étude. Celui-ci est élevé (ICC et intervalle de confiance à 95%) : ICC Moy Ratio = 92,3 % [84,7 – 96,2]. La concordance des mesures peut donc être considérée comme excellente (>80%).

Le diagramme de Bland et Altman (23) (32) permet une représentation graphique de la différence observée pour chacun des sujets entre le temps 1 et le temps 2.

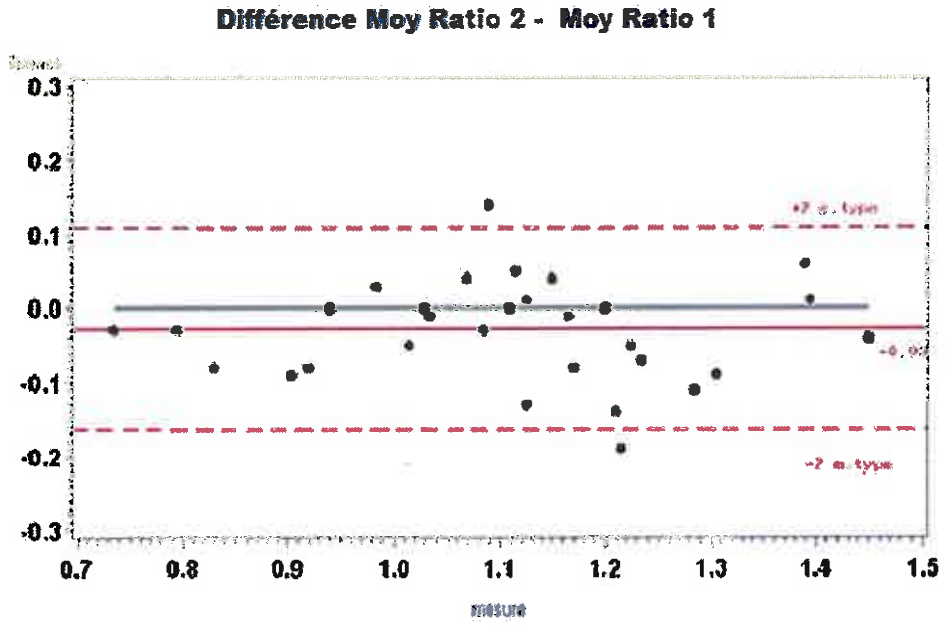

Figure 9 : Graphique de Bland et Altman pour le Moy Ratio

5.5.2. Etude du Max Ratio

Les résultats pour le Max Ratio sont très proches des précédents. Moyenne des différences entre les mesures aux temps 2 et 1 : – 0,03 (écart type : 0,08). Les mesures au temps 2 ont tendance à être légèrement inférieures à celles au temps 1. Cependant, pour ce ratio la force du biais n'est pas statistiquement significative car l'intervalle de confiance à 95% est de [-0,05 ; 0,0].

Le coefficient de corrélation intra classe (ICC) est élevé (ICC et intervalle de confiance à 95%) : ICC Max Ratio = 89,3 % [79,0 – 94,3]. Pour ce ratio aussi, la concordance des mesures peut être considérée comme excellente.

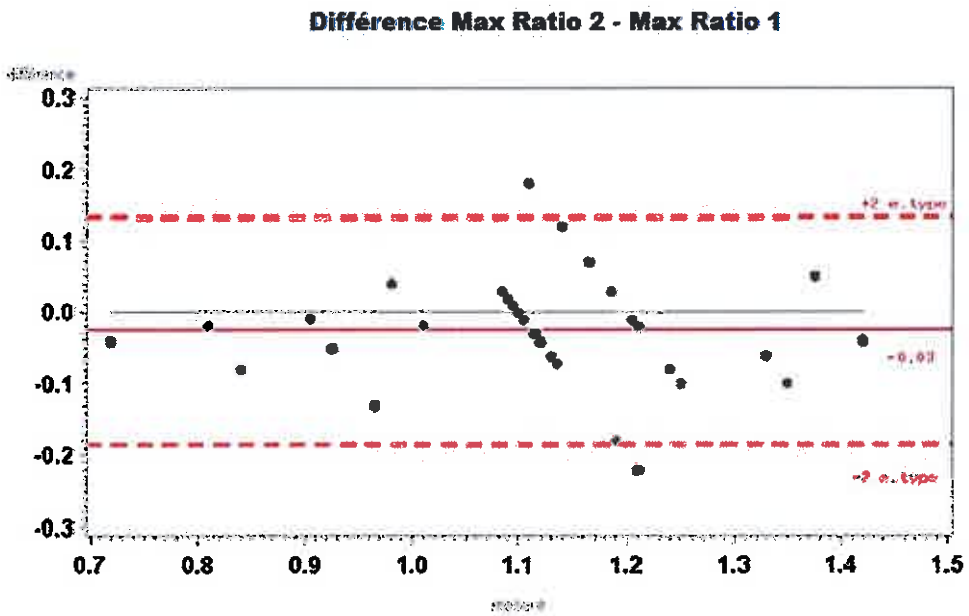

Figure 10 : Graphique de Bland et Altman pour le Max Ratio

6. DISCUSSION

6.1. Protocole de l'étude

Des pré-tests ont été effectués avant l'étude pour déterminer l'emplacement des résistances. Il était nécessaire que celles-ci soit bien supportées par les sujets mais aussi par l'évaluateur. En effet, pour affecter le moins possible la mesure, il devait se tenir fixe et agir comme un ensemble rigide. Aucun déplacement segmentaire (du sujet ou de l'évaluateur) ne devait avoir lieu durant les mesures. Cependant les forces développées les plus fortes dépassaient parfois les 30 kg, il était alors difficile de garder une position totalement isométrique.

La valeur du ratio IJ/Q est fonction des positions établies dans notre protocole. En effet, la position, pour mesurer la force développée par les IJ, place ce groupe musculaire en course moyenne. C'est cette course qui permet de produire le

maximum de force car elle permet la création de pont d'actine-myosine (33) (34). En revanche, la position pour la mesure de la force du quadriceps place ses 3 chefs mono- articulaires en course interne, seul le droit fémoral est en course moyenne. On peut dire que globalement le muscle est en course interne ce qui n'est pas propice au développement de la force maximale (33) (34). Pour les ischio-jambiers, nous avons choisi la même position que G. Margier dans son étude car celle-ci avait montré une concordance de plus de 80% entre le pèse-personne et le dynamomètre. Pour le quadriceps, suite aux prétests nous avons adapté la position utilisée par A-V. Bruyneel. En effet la résistance placée en sus malléolaire permettait un meilleur confort pour les sujets et l'examinateur.

La balance utilisée a des graduations de 200 grammes. Nous pouvons nous demander dans quelle mesure cette imprécision peut influencer le calcul du ratio IJ/Q. Le pas de 200 grammes du pèse-personne représente environ 1% des forces des ischio-jambiers (24 kg) et du quadriceps (22 kg). Par exemple, pour un sujet donné, la mesure du ratio (24/22=1,09) pourrait du seul fait de la précision du pèse-personne correspondre à un ratio effectif maximal de 24,1/21,9=1,10 ou 23,9/22,1=1,08. Autrement dit, pour ce sujet, la mesure du ratio de 1,09 correspondrait à un ratio effectif, du seul fait de la précision du pèse-personne, compris entre 1,08 et 1,10 soit une incertitude théorique maximale de $\pm$ 0,01 sur la valeur du ratio. Dans les études publiées, le ratio est exprimé avec une précision d'une décimale, comme nous l'avons fait dans notre étude, et l'imprécision théorique liée à l'instrument de mesure peut donc être considérée comme marginale.

Pour limiter le risque d'erreur, trois mesures successives de chaque groupe musculaire ont été réalisées pour l'étude, comme cela a été suggéré dans d'autres études de ce type (35) (36). Ceci permet aussi comme nous l'avons constaté d'obtenir des distributions normales de la valeur du ratio IJ/Q, ce qui facilite l'analyse statistique. Nous n'avons pas trouvé de recommandations particulières pour l'utilisation préférentielle de la moyenne des mesures ou du maximum de ces 3

mesures. Notre étude montre que ce choix influence peu les résultats : les ratios sont les mêmes. La première mesure des IJ et du quadriceps, plus simple en pratique clinique courante, donne également un résultat du ratio très proche, mais est moins utilisable dans un objectif de recherche en raison de l'absence de normalité de sa distribution. Il serait intéressant que ce point soit confirmé dans d'autres études.

Lors des séances de mesures, l'évaluateur questionnait le sujet sur son ressenti et notamment, la compréhension de la tâche, l'apparition d'une douleur ou d'une gêne. Ces remarques et commentaires nous permettent d'apprécier la faisabilité de cette mesure du ratio IJ/Q par le pèse-personne. Tous les participants disent avoir bien compris ce que l'examinateur demandait. Cependant, pour plusieurs sujets, une mesure a dû être interrompue et recommencée car la contraction n'était pas progressive mais directement forte et maximale. Sur les 372 mesures réalisées, 2 sujets se sont plaints d'une douleur au niveau de la rotule et 2 ont signalé un début de crampe (une située aux IJ et l'autre au droit fémoral). Un sujet a estimé être gêné lors de la mesure de la force du quadriceps, car il avait l'impression de ne pas pouvoir développer sa force maximale. On peut estimer que globalement, les mesures sont faisables et acceptables par les sujets sans difficultés majeures.

Notre population était composée de 31 étudiants volontaires de l'I.F.M.K. de Nancy. Ce sont des sujets jeunes (entre 19 et 25 ans) en bonne forme physique, non obèses. Aucun n'est sportif de haut niveau et aucun ne pratique plus de 5 heures de sport hebdomadaire (critère d'exclusion). Cet échantillon n'est pas représentatif de l'ensemble de la population et nos résultats ne peuvent donc pas être extrapolés à la population générale. La taille de l'échantillon était suffisante pour cette première analyse descriptive de la mesure du ratio IJ/Q par le pèse-personne. En revanche, elle était trop limitée pour permettre des analyses en sous-groupes plus détaillés (par exemple par type d'activités sportives).

6.2. Résultats

Avec le protocole de notre étude, la valeur du ratio IJ/Q mesurée en isométrique à l'aide d'un pèse-personne s'établit globalement à : 1,1 [0,8-1,4]. Nous avons pu montrer également que certains facteurs augmentent de façon significative la valeur de ce ratio, notamment le sexe : les hommes ont un ratio plus important que celui des femmes ; et la pratique régulière d'une activité physique, même peu importante (1 heure par semaine). Il semble exister un « effet dose » pour l'activité physique, plus le nombre d'heures hebdomadaires augmente, plus le ratio augmente. Quatorze sujets de l'étude pratiquaient la course à pied comme activité sportive. Les autres sports n'étaient pas assez représentés pour montrer des effets éventuellement différents sur la mesure du ratio IJ/Q. Dans la population étudiée, on ne met pas en évidence de différences statistiquement significatives en fonction de l'âge et de l'IMC. Les sujets de notre étude avaient entre 19 et 25 ans, cela n'a pas permis d'étudier l'éventuel effet de l'âge sur le ratio. Notre population contient des sujets ayant un IMC relativement homogène, aucun sujet obèse, ni en état de maigreur (37), de ce fait nous n'avons pas mis en évidence d'influence de ce critère sur la valeur du ratio. D'autres facteurs non pris en compte dans notre étude pourraient influencer le ratio IJ/Q (facteurs génétiques notamment).

La reproductibilité intra-évaluateur a été analysée pour le Moy Ratio et le Max Ratio. Celle-ci est considérée comme excellente car dans les 2 cas elle est supérieure à 80% (respectivement ICC = 92,3% et 89,3%). Ce résultat est intéressant car c'est un critère de la qualité intrinsèque de la mesure du ratio IJ/Q par le pèse-personne, lorsque ces mesures sont effectuées dans des conditions rigoureuses, par un praticien entraîné. En pratique, il peut être utile de mesurer le ratio IJ/Q à différents moments (par exemple chez un sportif en présaison ou après un renforcement spécifique des IJ...). Si ces mesures sont réalisées par le même praticien, elles pourront être « objectivées ». Cependant, nous n'avons pas réalisé d'évaluation inter-évaluateurs, qui serait un complément indispensable pour finaliser l'analyse de la qualité des mesures du ratio IJ/Q avec le pèse-personne. La

reproductibilité inter-évaluateurs est dans la grande majorité des cas inférieure à la reproductibilité intra-évaluateur, puisqu'on introduit en plus de la variabilité liée au sujet et à la mesure, la variabilité liée à des évaluateurs différents. Si l'ICC reste dans des valeurs traduisant une bonne reproductibilité (ICC > 60%), cela permettrait de pouvoir diffuser cette méthode de mesure par le pèse-personne. Des études sur d'autres groupes musculaires ont déjà montré une bonne reproductibilité inter-évaluateurs pour la méthode de mesure par le pèse-personne (7) (9) (38).

Nos résultats ne montrent pas de différence en fonction de l'ordre des mesures (mesure des ischio-jambiers en premier ou du quadriceps). Nous avons repris les mesures de tous les sujets qui présentaient un écart hors des limites de l'intervalle de confiance entre les temps 1 et 2 (voir (fig 9.) et (fig 10.)). Le sujet qui présente l'écart le plus important (temps 1 Moy Ratio : 1,02, et 1,16 au temps 2) est une fille, pratiquant une activité sportive régulière de 2 heures par semaine, qui avait réalisé un footing d'une heure, le matin, juste avant les mesures du temps 1. Cette observation montre qu'il serait nécessaire, si d'autres études sont réalisées, de tenir compte de ce facteur et de s'assurer que les mesures sont réalisées à distance d'un effort musculaire important.

La figure 4 montre qu'il existe également en moyenne une diminution linéaire des valeurs des mesures des ischio-jambiers et dans une moindre mesure du quadriceps entre la première et la troisième mesures. Cette fatigabilité musculaire au cours du temps est un argument supplémentaire à notre avis pour recommander que les mesures du ratio IJ/Q soient effectuées en l'absence d'efforts musculaires récents.

A notre connaissance, il n'existe pas d'étude ayant mesuré le ratio IJ/Q dans une population identique à la nôtre et selon les mêmes modalités de mesures en isométrique. Il est donc difficile de comparer nos résultats à ceux obtenus par d'autres équipes.

Les études publiées se sont souvent davantage intéressées à des sujets sportifs (amateurs ou professionnels) (39) (40), afin de mesurer le rôle pronostic du ratio IJ/Q sur le risque de blessure, ce qui n'était pas l'objectif de notre étude.

Au total notre étude montre la faisabilité de la mesure du ratio IJ/Q en isométrique à l'aide d'un pèse-personne dans une population de sujets jeunes et en bonne santé. La mesure est reproductible en intra-évaluateur. Le faible coût du pèse-personne par rapport aux autres appareils de mesure est un argument pour permettre au masseur-kinésithérapeute une utilisation régulière, en cabinet, sous réserve d'un protocole précis. Une des limites de la méthode de mesure par le pèse-personne est la nécessité pour le masseur-kinésithérapeute de garder une position fixe et rigide, ce qui peut être difficile s'il existe une trop grande différence entre la corpulence du thérapeute et du sujet. En particulier pour les sujets sportifs, pour lesquels la force développée peut être supérieure à 30 kg.
Pour établir les abaques de valeurs de références du ratio IJ/Q, il nous paraît nécessaire :

- de bien fixer le protocole de mesure : positions utilisées, nombre de mesures,
- de tenir compte du sexe du sujet et de son activité physique, afin d'établir des normes « personnalisées » c'est-à-dire adaptées aux caractéristiques individuelles du sujet,
- de compléter notre étude par une étude de la reproductibilité inter-évaluateurs, et par une étude sur un échantillon plus important de sujets permettant de préciser les facteurs qui peuvent modifier la mesure du ratio IJ/Q.

Cependant, la mesure du ratio IJ/Q semble plus appropriée pour des sujets pratiquant une activité sportive soutenue. De nombreuses études ont été réalisées en isocinétisme sur des équipes sportives dans le but de déterminer si une dysbalance musculaire pouvait être un facteur de risque dans l'apparition de blessures (39) (2). Il semblerait qu'un ratio concentrique IJ/Q inférieur à 0,6 en isocinétisme soit un facteur de risque. Ce point de vue n'est pas admis par tous,

Dauty et al. (40) n'ont pas trouvé de valeur du ratio IJ/Q permettant d'identifier un risque de survenue de blessures. Il serait donc intéressant d'étudier l'éventuelle concordance entre un ratio isométrique mesuré à l'aide d'un pèse-personne et un ratio isocinétique. Ainsi, des mesures de référence en fonction du type de sports pourraient être calculées et éventuellement permettre la détection de blessures, grâce à des études incluant un plus grand nombre de sujets.

7. CONCLUSION

Le pèse-personne est un outil de faible coût, facilement accessible, et d'utilisation pratique pour les masseurs-kinésithérapeutes. Plusieurs études ont démontré son efficacité concernant l'évaluation de la force de différents groupes musculaires : les ischios-jambiers, le quadriceps, les spinaux lombaires, les abducteurs d'épaule.

Notre hypothèse était de savoir s'il était possible à l'aide d'un pèse-personne de déterminer un ratio IJ/Q dans une population de sujets sains et si cette mesure était reproductible en intra-évaluateur. Notre étude confirme l'hypothèse sous réserve d'un protocole précis de mesures, de positions standardisées et d'un minimum d'entraînement de la part du masseur-kinésithérapeute.

Notre étude est une première étape pour la réalisation de mesures de référence du ratio IJ/Q en isométrique. Certains facteurs dont il faudrait tenir compte peuvent l'influencer. La simplicité de la méthode permet d'envisager une utilisation plus large, par exemple comme outil de dépistage de sujets nécessitant des explorations plus approfondies.

BIBLIOGRAPHIE

1. BAHR R, KROSSHAU T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. Br J Sports Med. 2005 Jun;39(6):324–9.

2. CROISIER J-L, GANTEAUME S, BINET J, GENTY M, FERRET J-M. STRENGHT imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. Am J Sports Med. 2008 Aug;36(8):1469–75.

3. FROSSARD P, PHILIPPOSSIAN R. Comparaison des ratios de forces maximales ischios- jambiers/quadriceps entre volleyeuses et non-volleyeuses.45p. 2007. Mémoire de fin d'études déposé et soutenu en vue de l'obtention d'un diplôme de physiothérapeute : Haute école cantonale vaudoise de la santé : filière physiothérapeutes.

4. HAUTE AUTORITE DE SANTE. Mesure de la force, du travail et de la puissance musculaire, par dynamomètre informatisé et motorisé. Haute autorité de santé, 2006.

5. STARK T, WALKER B, PHILLIPS JK, FEJER R, BECK R. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. PM R. 2011 May;3(5):472–9.

6. COOMBS R, GARBUTT G. Developments in the Use of the Hamstring/Quadriceps Ratio for the Assessment of Muscle Balance. J Sports Sci Med. 2002 Sep 1;1(3):56–62.

7. PETREL K. Evaluation de la force musculaire utilisant un pèse-personne. Validation de la méthode. 17p. 2004. Travail réalisé en vue de l'obtention du diplôme d'Etat de masseur-kinésithérapeute : IFMK Rennes

8. MARGIER G. Evaluation de la force des ischio-jambiers en contraction isométrique à l'aide d'un pèse-personne. 30p 2014. Travail réalisé en vue de l'obtention du diplôme d'Etat de masseur-kinésithérapeute : IFMK Nancy

9. BRUYNEEL A-V, DEAT P, BOUSSION L. Évaluation de la reproductibilité du test de force isométrique sur balance et par dynamomètre à pression pour les muscles extenseurs de genou. Kinésithérapie Rev. 2012 Jun;12(126):33–40.

10. DUFOUR M. Anatomie de l'appareil locomoteur : Tome 1 Membres inférieurs. 2ème édition. Issy-les-Moulineaux : Elsevier-Masson, 2007. 480 p. ISBN 2294080556.

11. KAPANDJI I.A. Anatomie fonctionnelle Membre inférieur Maloine, 2009. p.74-156 ISBN : 9782224032142.

12. BOMMAS-EBERT U, TEUBNER P, VOSS R. Cours d'anatomie. De Boeck Supérieur; 2008. 520 p.

13. DUFOUR M, PILLU M. Biomécanique fonctionnelle : Membres Tête Tronc. Issy-les-Moulineaux : Elsevier-Masson, 2006. 568 p. ISBN 2294088778.

14. PIZIALI RL, SEERING WP, NAGEL DA, SCHURMAN DJ. The function of the primary ligaments of the knee in anterior-posterior and medial-lateral motions. J Biomech. 1980;13(9):777–84.

15. MAJEWSKI M, SUSANNE H, KLAUS S. Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. The Knee. 2006 Jun;13(3):184–8.

16. KRUTSCH W, ZEMAN F, ZELLNER J, PFEIFER C, NERLICH M, ANGELE P. Increase in ACL and PCL injuries after implementation of a new professional football league. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2014 Oct 8;1–9.

17. SHULTZ SJ, PERRIN DH. The Role of Dynamic Hamstring Activation in Preventing Knee Ligament Injury. Athl Ther Today. 1999 May;4(3):49.

18. KINGMA I, AALBERSBERG S, VAN DIEEN JH. Are hamstrings activated to counteract shear forces during isometric knee extension efforts in healthy subjects? J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol. 2004 Jun;14(3):307–15.

19. IMRAN A, O'CONNOR JJ. Control of knee stability after ACL injury or repair: interaction between hamstrings contraction and tibial translation. Clin Biomech Bristol Avon. 1998 Apr;13(3):153–62.

20. QUELARD B, RACHET O, SONNERY-COTTET B, CHAMBAT P. Rééducation postopératoire des greffes du ligament croisé antérieur. EMC - Kinésithérapie - Médecine Phys - Réadapt. 2010 Jan;6(3):1–16

21. SOLOMONOW M, BARATTA R, ZHOU BH, SHOJI H, BOSE W, BECK C, et al. The synergistic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintaining joint stability. Am J Sports Med. 1987 Jun 1;15(3):207–13.

22. http://www.pce-france.fr/fiches-balances/info/classes-precision-balances.htm. Consulté le 30/11/2014.

23. MARTIN BLAND J, ALTMAN D. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. The Lancet. 1986 Feb 8;327(8476):307–10.

24. HOFFMAN M, SCHRADER J, APPLEGATE T, KOCEJA D. Unilateral Postural Control of the Functionally Dominant and Nondominant Extremities of Healthy Subjects. J Athl Train. 1998;33(4):319–22.

25. GONZALEZ-RAVE JM, JUAREZ D, RUBIO-ARIAS JA, CLEMENTE-SUAREZ VJ, MARTINEZ-VALENCIA MA, ABIAN-VICEN J. Isokinetic Leg Strength and Power in Elite Handball Players. J Hum Kinet. 2014 Jul 8;41:227–33.

26. JON W, FEUERBACH MA, MARK D. Effect of the Aircast on Unilateral Postural Control: Amplitude and Frequency Variables. J Orthop Sports Phys Ther. 1993 Mar 1;17(3):149–54.

27. SHELLOCK FG, PRENTICE WE. Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. Sports Med Auckl NZ. 1985 Aug;2(4):267–78.

28. BISHOP D. Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. Sports Med Auckl NZ. 2003;33(6):439–54.

29. KIRKENDALL DT, JUNGE A, DVORAK J. Prevention of Football Injuries. Asian J Sports Med. 2010 Jun;1(2):81–92.

30. LEGEARD E. Force: entraînement & musculation. Editions Amphora; 2005. 218 p.

31. MCNAIR PJ, DEPLEDGE J, BRETTKELLY M, STANLEY SN. Verbal encouragement: effects on maximum effort voluntary muscle: action. Br J Sports Med. 1996 Sep 1;30(3):243–5.

32. JOURNOIS D. Concordance de deux variables : l'approche graphique: Méthode de Bland et Altman. Rev Mal Respir. 2004 Feb;21(1):127–30.

33. RASSIER DE, MACINTOSH BR, HERZOG W. Length dependence of active force production in skeletal muscle. J Appl Physiol. 1999 May 1;86(5):1445–57.

34. GAIN H. Eléments de physiologie et biomécanique du muscle : des structures au service du mouvement. Kinésithérapie Sci. 2007 Oct;(481):63–5.

35. DYBALL KM, TAYLOR NF, DODD KJ. Retest reliability of measuring hip extensor muscle strength in different testing positions in young people with cerebral palsy. BMC Pediatr. 2011 May 25;11:42.

36. KATOH M, YAMASAKI H. Test-Retest Reliability of Isometric Leg Muscle Strength Measurements Made Using a Hand-Held Dynamometer Restrained by a Belt: Comparisons during and between Sessions. J Phys Ther Sci. 2009;21(3):239–43.

37. HAUTE AUTORITE DE SANTE. Surpoids obésité adulte. Haute autorité de santé, 2011.

38. BOUSCH B. Mesure de la force des spinaux lombaires à l'aide d'un pèse-personne.

39. KIM D, HONG J. Hamstring to quadriceps strength ratio and noncontact leg injuries: A prospective study during one season. Isokinet Exerc Sci. 2011 Jan 1;19(1):1–6.

40. DAUTY M, POTIRON-JOSSE M, ROCHCONGAR P. Conséquences et prédiction des lésions musculaires des ischiojambiers à partir des paramètres isocinétiques concentriques et excentriques du joueur de football professionnel. Ann Réadapt Médecine Phys. 2003 Nov;46(9):601–6.

ANNEXES

ANNEXE I : Note d'information

ANNEXE II : Formulaire de consentement éclairé

ANNEXE III : Recueil de données

ANNEXE I : Note d'information

Note d'information concernant l'étude Ratio IJ/Q en contraction isométrique

Prenez le temps de lire cette note d'information et de me poser toutes les questions nécessaires.

Pourquoi cette étude ?

Cette étude doit permettre aux masseurs-kinésithérapeutes de pouvoir mesurer le ratio ischio-jambiers/quadriceps (IJ/Q) à l'aide d'un matériel simple (une balance). Ce ratio a déjà été établi en concentrique, avec un appareil d'isocinétisme, il est de 0,6. C'est un appareil coûteux.

Dans cette étude nous recherchons si une valeur de ratio (IJ/Q) se dégage dans la population étudiée en contraction isométrique.

Comment se déroulera la mesure ?

Après avoir déterminé la jambe dominante, un échauffement d'environ 10 minutes vous sera proposé, il sera composé de sauts sur place, de flexion-extension, et de fentes avant.

Pour la mesure des ischio jambiers : vous serez installés en procubitus avec une sangle à l'extrémité distale du fémur, pieds dépassant de la table, une résistance à la face postérieure de la jambe au niveau des malléoles sera appliquée par l'investigateur. Vous effectuerez une contraction des muscles IJ. L'investigateur sera debout sur la balance, cela permettra de déterminer la force produite par vos muscles IJ.

Pour la mesure du quadriceps : vous serez en décubitus, le creux poplité en regard du bord de la table, membre inférieur en extension, une sangle sera située au niveau de l'extrémité distale de la cuisse. Le membre non dominant sera en flexion maximale maintenu par le sujet afin de stabiliser le bassin. La résistance sera appliquée au niveau de la face antérieure de la jambe, au-dessus des malléoles. Vous contracterez votre quadriceps. L'investigateur sera debout sur la balance, cela permettra de déterminer la force développée par votre quadriceps.

L'ordre des mesures sera tiré au sort.

Au total la séance durera environ 15 minutes.

Une deuxième séance sera réalisée dans les mêmes conditions à 7 jours d'intervalle pour voir la reproductibilité de la mesure. Il vous sera demandé, entre ces 2 séances de ne pas avoir d'activités physiques trop violentes (entrainement sportif intense, compétition…)

Quelles données seront recueillies ?

Les données seront recueillies de façon totalement anonyme. Vous ne pourrez être identifié d'aucune manière, un numéro d'anonymat sera attribué à chaque sujet. .

Les données comporteront un descriptif simple (âge, sexe, poids et taille, nombre d'heures d'activité sportive/semaine, mesures réalisées).

Cette étude est entièrement volontaire, si vous décidez de participer, un consentement écrit vous sera demandé. L'investigateur principal est Jules Cordonnier (étudiant en 3ème année à l'IFMK de Nancy) et vous pouvez le contacter à tout moment pour avoir des informations complémentaires sur le protocole ou être tenu informé des résultats globaux de l'étude. Nous vous remercions vivement de votre participation.

Pour contacter l'investigateur : jules.cordonnier@free.fr

ANNEXE II : Formulaire de consentement éclairé

Formulaire de consentement éclairé

Nom :

Prénom :

Je certifie avoir pris connaissance des informations écrites et orales concernant le déroulement du protocole de l'étude « mesure du Ratio IJ/Q en contraction isométrique ». J'ai pu demander tous les renseignements qui me semblaient utiles et j'ai obtenu des réponses claires. Je n'ai subi aucune pression de quelque nature qu'elle soit pour intégrer cette étude. J'ai disposé d'un délai suffisant avant de prendre ma décision.

Je peux me retirer de cette étude à n'importe quel moment sans avoir besoin de donner une justification. Je peux contacter l'investigateur de l'étude pour toutes informations supplémentaires.

J'accepte volontairement de participer au protocole de recherche Ratio IJ/Q en contraction isométrique proposé par Jules Cordonnier, étudiant en 3ème année à l'Institut de Formation en Masso-Kinésithérapie de Nancy en vue de l'obtention du diplôme d'Etat de masseur-kinésithérapeute.

L'investigateur s'engage à respecter le bon déroulement du protocole et l'anonymat des participants.

Fait à....., le……

Signature du volontaire précédé de la mention « lu et approuvé »

Signature de l'investigateur

ANNEXE III : Recueil de données

Fiche de recueil des données

Numéro d'anonymat |_|_| Initiales MI dominant :
Age |_|
Groupe |_|
Sexe |_|
Taille |_|_|_| cm
Poids : |_|_|_| kg IMC : |_|_|_|_| kg.m-^{2}
Nombre d'heures d'activité physique par semaine : |_|
Sport pratiqués : 1 : ..... 2 ; .....
Poids de l'évaluateur le jour de la mesure : |_|_| kg
Date et heure de la première série de mesures :

	Valeur IJ	Valeur Q
Première mesure		
Deuxième mesure		
Troisième mesure		

Commentaires :

Date et heure de la deuxième série de mesures :

	Valeur IJ	Valeur Q
Première mesure		
Deuxième mesure		
Troisième mesure		

Commentaires :