

MINISTÈRE DE LA SANTÉ
RÉGION LORRAINE
INSTITUT LORRAIN DE FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE
DE NANCY

ÉVALUATION ISOMÉTRIQUE DU RATIO
ROTATEURS MÉDIAUX / ROTATEURS LATÉRAUX
D'ÉPAULE CHEZ LE SUJET SAIN
À L'AIDE D'UN DYNAMOMÈTRE ÉLECTRONIQUE

Mémoire présenté par Mickael MULLER
étudiant en 3^{ème} année de masso-kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'État
de Masseur-Kinésithérapeute
2009-2010

SOMMAIRE

	page
RÉSUMÉ	
1. INTRODUCTION	1
2. RAPPELS	2
2. 1. Anatomie	2
2. 1. 1. Les muscles rotateurs médiaux	2
2. 1. 2. Les muscles rotateurs latéraux	3
2. 2. La position anatomique R1 de l'épaule	4
2. 3. Le mode de travail statique	5
3. MATÉRIEL ET MÉTHODE	6
3. 1. Population	6
3. 2. Matériel	7
3. 3. Méthode	8
3. 3. 1. Position de mesure	8
3. 3. 2. Mesure des rotateurs médiaux	9
3. 3. 3. Mesure des rotateurs latéraux	9
3. 4. Protocole	10
3. 5. Analyse statistique	11
4. RÉSULTATS	11
4. 1. Description de la population	11
4. 2. Résultats	12
4. 2. 1. Résultats globaux	12
4. 2. 2. Résultats spécifiques	14
4. 2. 2. 1. En fonction du sexe	14
4. 2. 2. 2. En fonction de l'âge	15
4. 2. 2. 3. En fonction de la fréquence de sport	16

5. DISCUSSION	17
5. 1. Les résultats	17
5. 2. La population	19
5. 3. La méthodologie	20
6. CONCLUSION	21

RÉSUMÉ

Objectif du travail : Le but de notre étude est d'établir un ratio agonistes/antagonistes pour les muscles rotateurs d'épaule sur un mode de contraction statique, chez des sujets non porteurs de pathologies du membre supérieur.

Matériel et méthode : Elle est réalisée à l'aide d'un dynamomètre électronique, matériel peu encombrant, d'utilisation facile et surtout peu onéreux comparé aux appareils d'isocinétisme. Le principe des mesures est de demander aux sujets une contraction maximale des muscles rotateurs médiaux (RM) et latéraux (RL) en position anatomique R1 d'épaule afin d'obtenir ce ratio.

Résultats : Nous obtenons à la fin de l'étude un ratio RM/RL de 1,53 du côté dominant et de 1,52 du côté non dominant, tous sujets confondus. L'âge, le sexe et l'intensité de la pratique sportive font évoluer ce ratio, sans pour autant avoir une réelle incidence dessus.

Conclusion : Ces résultats sont proches de ceux obtenus avec les appareils d'isocinétisme (1,3 à 1,5 pour le côté dominant) et permettent de définir une norme facile à rechercher, et accessible à tout kinésithérapeute, quelle que soit la structure dans laquelle il exerce.

Mots clés : épaule ; rotateurs ; ratio ; isométrique

1. INTRODUCTION

L'épaule est l'articulation proximale du membre supérieur et doit donc à ce titre allier deux composantes essentielles : la mobilité et la stabilité ([3]). De par son anatomie et de la faible congruence qu'il y a entre la tête humérale et la glène de la scapula, les muscles péri-articulaires ont un grand rôle sur cette stabilité ([2]).

Les pathologies au niveau du complexe de l'épaule sont souvent dues à un déséquilibre de force entre muscles agonistes et antagonistes, et notamment la variation du ratio Rotateurs Médiaux/Rotateurs Latéraux (RM/RL) qui serait responsable des décentrages gléno-huméraux, surtout antérieurs et postérieurs.

À ce jour, de nombreuses études se sont proposées d'évaluer ce ratio ([1] [5] [11] [20] [24] [25]). Il a été établi que la norme du ratio du sujet sain se situe entre 1,3 et 1,5. Mais dans toutes ces études, les mesures ont été réalisées sur des appareils d'isocinétisme. Or, ces derniers coûtent chers, ce qui rend leur acquisition difficile pour des kinésithérapeutes libéraux et même pour de nombreux centres de rééducation. Les personnes amenées à passer des tests de force sont donc obligées de se déplacer dans un centre qui en possède un.

C'est pourquoi nous nous proposons d'évaluer ce ratio par l'intermédiaire d'une étude utilisant un mode de travail isométrique, à l'aide d'un dynamomètre électronique. Le faible coût des appareils (quelques centaines d'euros), leur utilisation facile et leur taille (peu encombrants et facilement transportables) les rendent accessibles à tous et permettent d'effectuer des mesures fiables sans nécessiter de gros moyens matériels.

Les mesures seront réalisées sur des personnes saines afin d'avoir une valeur de référence que nous chercherons à approcher dans le cadre de la prise en charge de patients présentant un dysfonctionnement de l'épaule.

2. RAPPELS

2. 1. Anatomie ([9] [15] ([16])) (cf. annexe I)

2. 1. 1. Les muscles rotateurs médiaux

Le **muscle sub-scapulaire** est le rotateur médial principal de l'épaule. Il prend son origine à la face antérieure de la scapula, dans la fosse sub-scapulaire, se dirige vers le dehors et l'avant et se termine au niveau du tubercule mineur de l'humérus. Il est innervé par le nerf sub-scapulaire (C5-C6). Son action en chaîne ouverte est la rotation médiale du bras et l'abaissement de la tête humérale par l'intermédiaire de ses fibres inférieures. En chaîne fermée, il joue un rôle de stabilisation antérieure de l'articulation gléno-humérale.

Les autres muscles rotateurs médiaux ne constituent pas la coiffe des rotateurs et sont répartis dans un groupe appelé communément « les 3 grands » :

Le **grand pectoral** s'insère sur la partie antérieure des 2/3 médiaux de la clavicule, la face antérieure du sternum et des six premiers arcs costaux. Il est constitué de trois chefs qui se dirigent vers le dehors, et se terminent par un tendon commun sur la lèvre latérale de la gouttière bicipitale de l'humérus. Il est innervé par le nerf pectoral latéral (C5-C6-C7).

Le **grand rond** prend son insertion à la partie inféro-latérale de la fosse infra-épineuse, à la partie postérieure de la scapula, pour se diriger vers le haut, l'avant et le dehors. Il se termine au niveau de la lèvre médiale de la gouttière bicipitale de l'humérus et est innervé par le nerf du grand rond (C5-C6).

Le **grand dorsal** a pour origine les processus épineux des vertèbres T6 à S5, le 1/3 postérieur de la crête iliaque, l'arc postérieur des quatre dernières côtes et de façon inconstante la partie postérieure de l'angle inférieur de la scapula. Il est dirigé vers le haut, l'avant et le dehors pour se terminer au fond de la gouttière bicipitale de l'humérus. Son innervation est réalisée par le nerf du grand dorsal (C6-C7-C8).

Ces « 3 grands » ont pour action commune en chaîne ouverte l'adduction et la rotation médiale du bras, et l'abaissement de la tête humérale.

2. 1. 2. Les muscles rotateurs latéraux

Ils sont au nombre de deux : le petit rond et l'infra-épineux et font tous les deux partie de la coiffe des rotateurs.

Le **petit rond** s'insère à la partie supéro-latérale de la fosse infra-épineuse et se termine au niveau de la partie postérieure du tubercule majeur de l'humérus. Il est innervé par le nerf axillaire (C5-C6).

L'**infra-épineux** prend son origine dans la fosse infra-épineuse de la scapula, et se termine à la partie postéro-supérieure du tubercule majeur. Son innervation est assurée par le nerf supra-scapulaire (C5-C6).

Ces deux muscles ont la même direction, à savoir le haut, l'avant et le dehors et réalisent la rotation latérale du bras en chaîne ouverte. Ils permettent aussi de stabiliser en arrière l'articulation gléno-humérale et de recentrer la tête humérale lors des mouvements d'élévation.

L'efficacité des muscles rotateurs d'épaule dépend de la position de l'articulation. Des études ont en effet montré que l'infra-épineux, le sub-scapulaire et le grand pectoral ont une action plus efficace en position neutre (coude au corps) ([17]). En revanche, l'efficacité du petit rond est la même que le bras soit placé dans le plan de la scapula ou en position neutre.

L'action du deltoïde (par ses fibres antérieures et postérieures) et du supra-épineux dans les rotations est discutée ([17]).

2. 2. La position anatomique R1 de l'épaule

Définie par Degrave et coll. en 1991 ([7]), elle place le membre supérieur de la personne coude au corps en flexion à 90°, olécrane à l'aplomb de l'EIAS homolatérale. L'avant bras se retrouve horizontal, pouce au zénith et dans le plan sagittal pur.

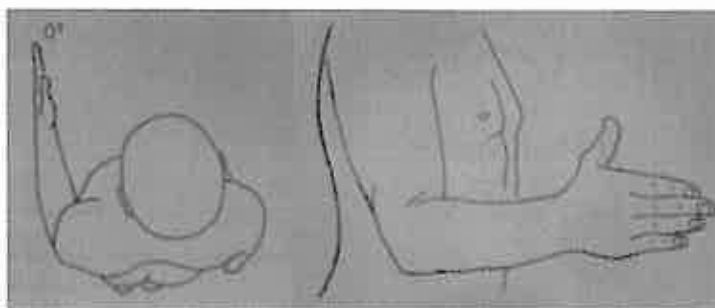


Figure 1 : la position R1 de l'épaule selon Kapandji ([15])

Dans cette position, tous les auteurs ne sont pas d'accord sur l'amplitude de rotation latérale : 40° pour Castaing, 45° pour Dufour, entre 53 et 64° pour Degrave, et 80° pour Kapandji ([7]). Cette différence d'amplitude entraîne une différence de course musculaire des muscles rotateurs latéraux. Certains auteurs affirment que cela influe sur la force développée par les rotateurs latéraux ([5] [19] [25]) et d'autres contredisent cette affirmation ([17]).

De plus, cette position est peu choisie pour les tests de force des muscles rotateurs d'épaule car elle offre des contraintes importantes sur l'humérus et l'articulation du coude à cause du long bras de levier et de l'angle de 90° de flexion de coude ([3]) et des compensations faciles par rotation ou inclinaison du tronc ([5]). Cependant, elle permet une rapidité des mesures et une bonne reproductibilité des tests car facilement compréhensible, réalisable et tenue par les sujets.

2. 3. Le mode de travail statique ([8])

Par définition, le travail musculaire est dit statique lorsque la résistance opposée est égale à la force développée par le muscle. Il n'y a pas de déplacement du segment de membre. La longueur du complexe tendino-musculaire ne se modifie pas.

Ce mode de travail isométrique présente l'avantage principal d'obtenir une force musculaire maximale en toute sécurité. En effet, comme en isocinétisme, c'est la résistance opposée qui est asservie au sujet (et à l'intensité de la contraction qu'il effectue) et non l'inverse.

Il est également très intéressant dans les tests de force musculaire car il permet de développer 10 % de force en plus par rapport au mode concentrique, et ce car il recrute

massivement les unités motrices du muscle testé. Le signe fonctionnel est le tremblement qui apparaît lors de la contraction.

De plus, le travail musculaire statique est en règle générale facile à mettre en œuvre car il nécessite peu de matériel. Comme il n'y a pas de notion de déplacement, il n'entraîne pas de frictions articulaires et donc permet de travailler ou de tester la force musculaire dans certaines conditions spécifiques (douleur, fragilité, cicatrisation, arthrose...).

Cependant, le mode isométrique ne représente pas la complexité de l'activité musculaire fonctionnelle dynamique (car défavorable à la coordination inter et intramusculaire et à la vitesse de contraction) et ne peut donc traduire la réalité de la contraction du muscle dans les activités quotidiennes. Le fait qu'il soit également néfaste à la vascularisation intramusculaire en cas d'utilisation abusive nous conduit à penser qu'il s'agit d'un bon outil d'évaluation mais pas à privilégier dans le cadre d'un renforcement musculaire.

3. MATÉRIEL ET MÉTHODE

3. 1. Population

Pour la réalisation de cette étude, nous avons sollicité 56 sujets sains, 27 de sexe féminin, 29 de sexe masculin. Ces personnes sont toutes étudiantes à l'Institut Lorrain de Formation en Masso-Kinésithérapie (I.L.F.M.K.) de Nancy et sont toutes comprises dans une tranche d'âge allant de 18 à 37 ans. Tout sujet avec des antécédents aux membres supérieurs

datant de moins de six mois, quelle qu'en soit la nature et la localisation, a été éliminé de l'étude.

3. 2. Matériel

Les mesures ont été réalisées avec un dynamomètre électronique : le KINÉDYNE (élaboré par Smith & Nephew-Kinétec) qui permet de mesurer la force d'un groupe musculaire sur un mode de travail isométrique.



Figure 2 : le KINÉDYNE

Lors des mesures, il est accroché à une cage à poulie, ce qui permet de régler sa hauteur en fonction de la taille des sujets. Une élingue et une sangle permettent d'ajuster la distance entre le sujet et la cage à poulie.

Les sujets sont assis sur une chaise rendue anti-dérapante par l'ajout de patins sous les pattes ① et de moquette sur l'assise et le dossier ② qui a été redressé pour avoir 80° de flexion de hanche ③. La planche fixée à ce dernier est large et courbée ④ afin d'avoir une plus grande surface de contact.



Figure 3 : la chaise de mesure

3. 3. Méthode

3. 3. 1. Position de mesure

Les sujets sont assis bien au fond du siège et le dos plaqué contre le dossier de façon à avoir 80° de flexion de hanche. Le contact du dossier sert aussi d'information proprioceptive et permet de minimiser les compensations par mouvement du tronc (rotation, inclinaison et translation).

La tête est alignée dans l'axe du corps et le regard est maintenu à l'horizontale pendant la prise de mesure.

Les sujets sont déchaussés et placés pieds à plat au sol afin d'avoir $\approx 90^\circ$ de flexion de genou. L'écartement des pieds équivaut à une largeur de bassin.



Figure 4 : la position de mesure de profil et de face

Lors de la mesure, le membre supérieur est placé en position R1 : coude au corps, l'avant bras est fléchi à 90° dans le plan sagittal et en position neutre de prono-supination. Le poignet est en rectitude, avec le poing fermé. Le membre supérieur controlatéral est en position de repos, la main à plat sur la cuisse.

3. 3. 2. Mesure des rotateurs médiaux

Le montage contenant le dynamomètre est accroché à la cage à poulie du côté de la mesure, ajusté en longueur pour avoir le respect du plan sagittal et en hauteur et profondeur pour être perpendiculaire au plan sagittal. La sangle passe autour de l'avant-bras du sujet, juste au dessus des styloïdes ulnaire et radiale. Nous demandons au sujet de réaliser une rotation médiale de l'épaule en respectant la position imposée.



Figure 5 : montage pour la mesure des rotateurs médiaux

3. 3. 3. Mesure des rotateurs latéraux



Figure 6 : montage pour la mesure des rotateurs latéraux

La position du montage est la même sauf que celui-ci est accroché à la cage à poulie du côté controlatéral par rapport au membre supérieur mesuré. Nous demandons au sujet de réaliser une rotation latérale d'épaule en respectant la position donnée au départ.

3. 4. Protocole

Nous effectuons trois mesures de la force maximale de chaque groupe musculaire, la meilleure étant retenue pour l'étude. Les rotateurs internes/externes des deux membres supérieurs du sujet sont mesurés, en alternant côté dominant et côté non dominant.

Pour décider quel groupe musculaire est mesuré en premier, nous demandons aux sujets de lancer deux dés, un vert qui détermine le côté (chiffre pair : dominant, chiffre impair : non dominant) et un rouge qui détermine les muscles (pair : rotateurs médiaux, impair : rotateurs latéraux).

Nous considérons que les activités réalisées au cours de la journée par les sujets constituent un échauffement suffisant. C'est pourquoi aucun exercice ou mouvement n'est demandé en préalable à la prise des mesures.

Le temps de contraction est égal à 6 secondes, pour recruter le maximum d'unités motrices des muscles (Hettinger-Muller, 1953), avec un temps de repos entre chacune des trois mesures égal à 10 secondes.

L'alternance des mesures du côté dominant et du côté non dominant permet une récupération des deux groupes musculaires agonistes/antagonistes.

Les sujets sont stimulés verbalement pendant la contraction afin d'obtenir la meilleure force musculaire possible ([26]).

Nous contrôlons les compensations possibles lors des mesures, mais ne prétendons pas les éviter complètement car il est difficile d'isoler un groupe musculaire lorsqu'un effort maximal est demandé.

3. 5. Analyse statistique

Notre analyse statistique consistera dans un premier temps à décrire l'échantillon, et notamment les variables quantitatives et qualitatives en présentant des fréquences par modalités de réponse.

Dans un deuxième temps, nous procéderons à des comparaisons entre les différentes variables du fichier en utilisant les tests statistiques adéquats, ces derniers étant réalisés au seuil $\alpha = 5\%$.

4. RÉSULTATS

4. 1. Description de la population

L'étude a été réalisée sur 56 sujets tous étudiants à l'I.L.F.M.K. de Nancy : 27 femmes et 29 hommes. La moyenne d'âge est de 21,8 ans avec un écart-type de 3,5 ans. Les sujets s'étalent sur une tranche d'âges allant de 18 à 37 ans, avec 6 sujets de moins de 20 ans, 47 compris entre 20 et 29 ans, et 3 au dessus de 30 ans.

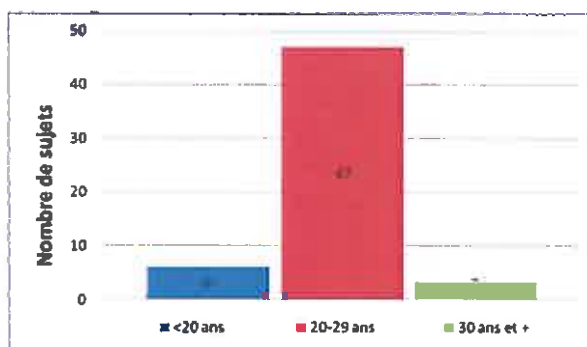


Figure 7 : répartition selon l'âge

Parmi cette population, 9 personnes déclarent ne pratiquer aucun sport, 22 disent effectuer 1 à 2h de sport par semaine et 25 ont une activité sportive de 3h et plus hebdomadairement.

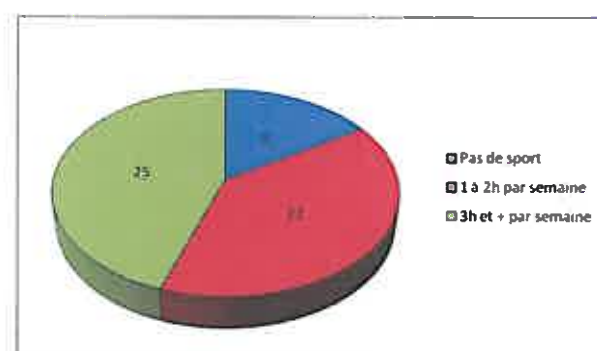


Figure 8 : répartition selon la fréquence de sport

4. 2. Résultats

4. 2. 1. Résultats globaux

Sur l'ensemble de la population, quelque soit le sexe et l'âge des sujets, nous obtenons un ratio RM/RL de 1,52 (+/- 0,26). Mais ce ratio est établi côté dominant et côté non dominant confondu, ce qui n'a pas un grand intérêt en pratique.

Il est plus pertinent de tenir compte de la latéralité des sujets afin de voir s'il existe une différence de ce ratio selon le côté dominant ou non dominant. Nous obtenons les résultats suivants :

- Pour le côté dominant, le ratio RM/RL est de 1,53 (+/- 0,26).
- Pour le côté non dominant, le ratio RM/RL est de 1,52 (+/- 0,27).

Après analyse au test du coefficient de corrélation, au risque α de 5%, il en ressort que les deux ratios, côté dominant et côté non dominant, évoluent dans le même sens.

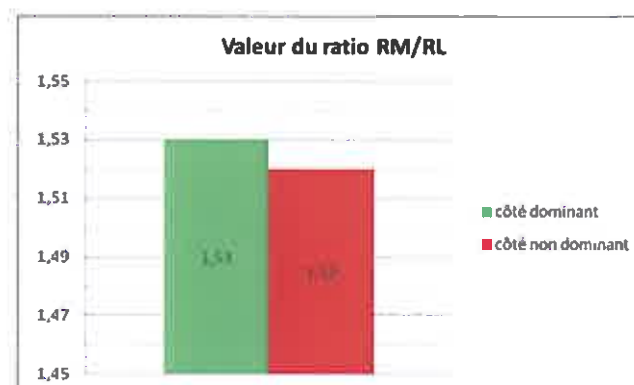


Figure 9 : Valeur du ratio RM/RL

Les mesures de la force qui nous ont permis d'établir ces ratios donnent les résultats suivants : la force moyenne des rotateurs médiaux est de 15,97 kg (+/- 6.14 kg) du côté dominant et 14,86 kg (+/- 5,53 kg) du côté non dominant. Concernant celle des rotateurs latéraux, elle est de 10,24 kg (+/- 2,91 kg) côté dominant et 9,71 kg (+/- 3,02 kg) du côté non dominant.

Nous avons soumis ces valeurs au test de coefficient de corrélation, et la conclusion est qu'au risque α de 5%, la force des rotateurs médiaux côté dominant est liée à celle des rotateurs médiaux côté non dominant. Le même résultat est retrouvé pour les rotateurs latéraux.

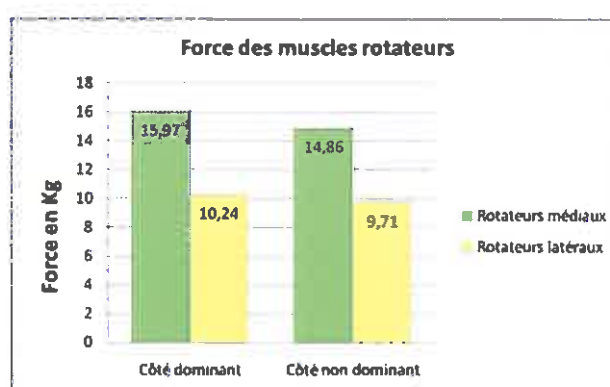


Figure 10 : force des muscles rotateurs

4. 2. 2. Résultats spécifiques

4. 2. 2. 1. En fonction du sexe

Pour les hommes, le ratio RM/RL est de 1,67 (+/- 0,26) du côté dominant et de 1,64 (+/- 0,28) pour le côté non dominant.

Chez les femmes le ratio RM/RL calculé nous donne 1,38 (+/- 0,17) côté dominant et 1,39 (+/- 0,17) du côté non dominant.

Le test de l'écart réduit nous indique qu'il n'y a pas de différence significative entre les ratios des hommes et ceux des femmes, au risque α de 5%.

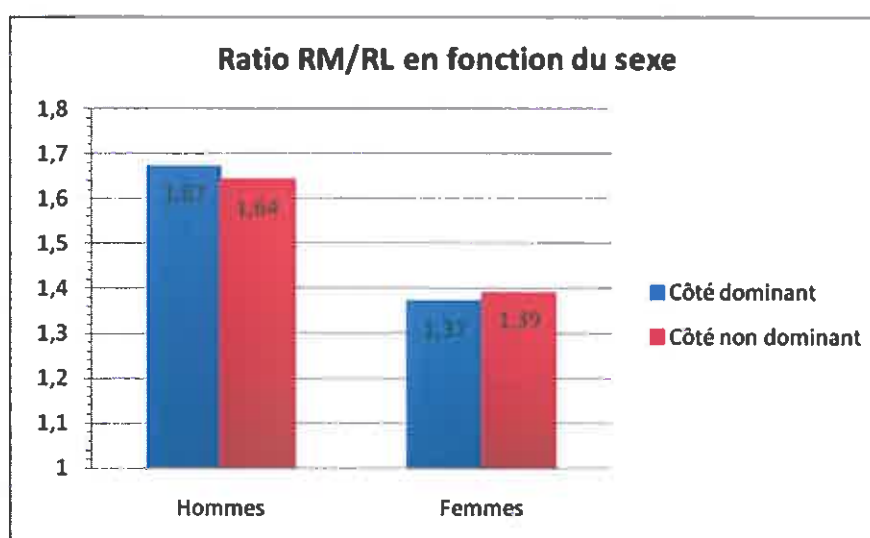


Figure 11 : Valeur du ratio RM/RL en fonction du sexe

4. 2. 2. 2. En fonction de l'âge

Le ratio RM/RL pour les sujets de moins de 20 ans est de 1,38 (+/- 0,15) pour le côté dominant, et 1,37 (+/- 0,17) pour le côté non dominant.

Pour les 20-29 ans, ce ratio est de 1,53 (+/- 0,27) du côté dominant et de 1,53 (+/- 0,28) du côté non dominant.

Chez les sujets de plus de 30 ans, le ratio s'élève à 1,73 (+/- 0,17) du côté dominant et à 1,55 (+/- 0,07) du côté non dominant.

Ces résultats ont été soumis au test d'ANOVA afin de voir s'il y a une influence de l'âge sur le ratio RM/RL. Nous obtenons $p > 0,05$. Il n'y a donc dans notre étude aucune influence de l'âge sur ce ratio.

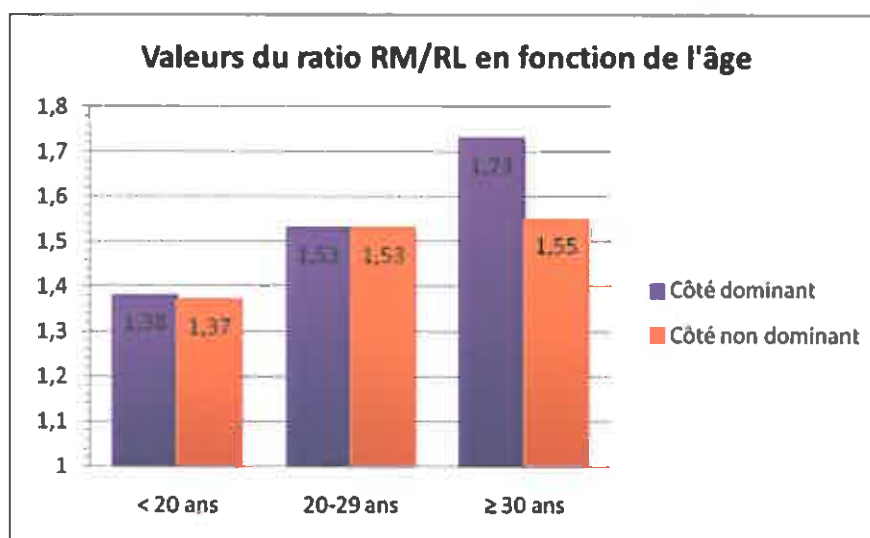


Figure 12 : ratio RM/RL en fonction de l'âge

4. 2. 2. 3. En fonction de la fréquence de sport

Nous avons cherché à voir s'il y avait une influence de la fréquence de sport sur le ratio RM/RL et ce quelque soit le sport pratiqué.

Chez les sujets qui ne pratiquent pas de sport, nous obtenons un ratio RM/RL de 1,45 (+/- 0,26) du côté dominant et 1,42 (+/- 0,19) côté non dominant.

En revanche, les sujets pratiquant 1 à 2h de sport par semaine voient leur ratio augmenter légèrement. Il passe à 1,49 (+/- 0,24) pour le côté dominant et 1,53 (+/- 0,31) pour le côté non dominant.

Enfin, dans la 3^e catégorie, nous avons placé les sujets qui effectuent au moins 3h de sport par semaine. Nous remarquons que le ratio augmente encore pour passer à 1,59 (+/- 0,27) du côté dominant et à 1,54 (+/- 0,25) du côté non dominant.

En soumettant ces valeurs au test d'ANOVA, nous obtenons $p > 0,05$ ce qui signifie qu'il n'y a aucune influence de la fréquence de sport sur le ratio.

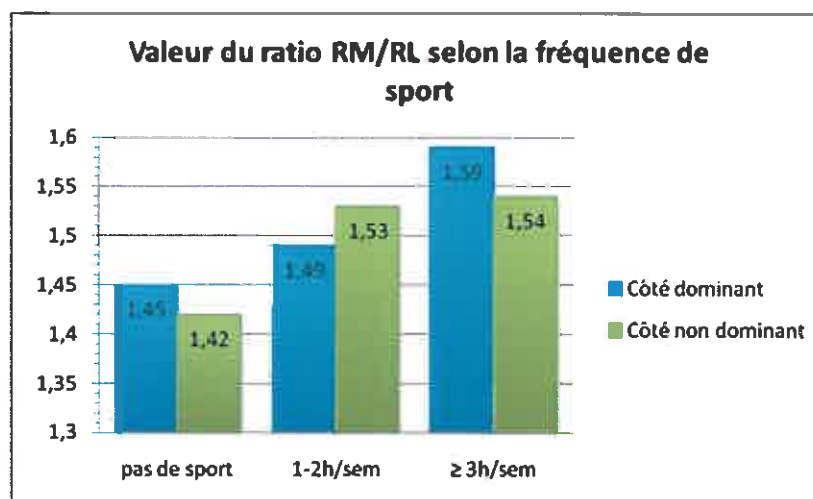


Figure 13 : ratio RM/RL en fonction de la fréquence de sport

5. DISCUSSION

5. 1. Les résultats

Lors de cette étude, nous avons mis en évidence un ratio, toutes catégories confondues de 1,53 du côté de l'épaule dominante et de 1,52 du côté non dominant. Soumis au test du coefficient de corrélation, les deux variables évoluent dans le même sens, ce qui signifie qu'il n'y pas de différence entre les deux côtés. Ces résultats sont en accord avec certaines études réalisées avec l'isocinétisme ([5] [27] [23]), mais en contradiction avec d'autres ([24]).

Quand nous divisons les résultats en classe, nous observons une variation de ce ratio RM/RL.

Les résultats des mesures nous donnent un ratio de 1,67 du côté dominant chez les hommes et de 1,38 chez les femmes. Pour le côté non dominant, le ratio est de 1,64 pour les hommes et de 1,39 pour les femmes. Le test de l'écart réduit conclut à une absence de différence entre les hommes et les femmes. Cependant, dans la littérature et comme dans notre étude, il est clairement montré une influence du sexe sur la force des rotateurs d'épaule, qui est supérieure chez les hommes ([5] [23]). Mais cette différence est valable pour les agonistes comme pour les antagonistes, ce qui nous amène à un ratio équilibré dans les deux sexes.

Lorsque nous avons divisé les sujets en différentes tranches d'âge afin de comparer les valeurs obtenues et de voir si l'âge avait une influence sur les ratios, nous avons obtenu comme résultats suite au test d'ANOVA qu'il n'y avait aucune influence de l'âge sur les ratios RM/RL de l'épaule. Dans la littérature et les tests isocinétiques, les auteurs décrivent une diminution de la force avec l'âge pour les muscles de la coiffe des rotateurs ([5] [19] [23]). Dans notre étude, même si la différence entre les ratios est non significative, ce sont les sujets les plus âgés qui ont le ratio le plus élevé. Cela est contradictoire aux publications, et pourrait s'expliquer par plusieurs choses. Tout d'abord, nous n'avons que trois personnes au dessus de 30 ans, alors que les études publiées en isocinétisme utilisent plus de sujets. De plus, les conclusions de la littérature sur la force des sujets âgés interviennent après mesure sur des personnes de plus de 50 ans, alors que notre étude se base sur les tests de sujets ayant au maximum 37 ans. Enfin, il est clair que l'âge n'est pas le seul critère à retenir, et qu'il serait judicieux pour aboutir à de bonnes conclusions de s'intéresser aux habitudes de vie, à la profession et au passé de ces personnes.

En revanche, nos résultats sont en contradiction avec la littérature et la plupart des études réalisées en isocinétisme quand nous nous intéressons à la fréquence de sport. Les résultats nous montre un ratio de 1,45 côté dominant et 1,42 côté non dominant pour les non sportifs. Ce ratio augmente à 1,49 du côté de la latéralité et à 1,53 du côté opposé pour les sportifs occasionnels (1 à 2h par semaine). Dans le groupe des sportifs confirmés (≥ 3 h par semaine), nous observons un accroissement de ce ratio jusqu'à 1,59 côté dominant et 1,54 côté non dominant.

Après avoir soumis ces résultats au test d'ANOVA, nous arrivons à la conclusion que la fréquence de sport n'influence pas le ratio RM/RL d'épaule. Hors de nombreuses études se sont penchées sur la mesure de ce ratio chez les sportifs et les personnes sédentaires ([1] [5] [11] [12] [24] [25] [27]) afin de voir si la fréquence de sport agissait directement sur le ratio agonistes/antagonistes des muscles de l'épaule. Il en ressort qu'une pratique sportive élevée développe plus la force des rotateurs médiaux, ce qui tend à faire augmenter le ratio.

Cette augmentation de la force des rotateurs médiaux par rapport aux latéraux, et par conséquent l'augmentation du ratio, est directement due au geste sportif. En effet, selon le sport pratiqué (tennis, volley, baseball), l'isocinétisme a montré que le ratio est modifié et augmente jusqu'à 2,2 dans les sports qui favorisent l'utilisation des rotateurs médiaux.

Il aurait donc été judicieux de diviser les sujets selon le sport pratiqué afin de voir si une telle différence est observée aussi lors des mesures en statique.

5. 2. La population

Lors de notre étude, nous avons sollicité 56 étudiants en kinésithérapie pour nos mesures. Ces sujets sont compris dans une tranche d'âge allant de 18 à 37 ans, avec seulement trois sujets au-delà de 30 ans et six en dessous de 20 ans.

La population est donc homogène et ne reflète pas la population générale. Pour cela, il aurait fallu un nombre plus important de sujets, avec une hétérogénéité d'âges, de professions... et des catégories contenant un nombre de sujets équivalent. Cela aurait permis d'avoir un meilleur indice de comparaison.

Maintenant, nous savons que les pathologies d'épaule commencent précocement, dès l'âge de 16 ans selon certains auteurs ([22]). Donc avoir une norme pour pouvoir quantifier de manière simple, rapide et efficace le ratio RM/RL quelque soit l'âge pourrait permettre de prévenir l'apparition des troubles musculaires et autres conflits, et retarder la survenue des pathologies.

5. 3. La méthodologie

Lors de nos mesures, nous avons choisi d'effectuer celles-ci en position R1. Or, même s'il n'existe pas de consensus sur la position de mesure ([5]), nous savons que la position coude au corps en flexion à 90° favorise les compensations, notamment par rotation du tronc. En isocinétisme et dans les différentes études réalisées, la position choisie est proche de celle décrite par Davies : bras en abduction dans le plan de la scapula, entre 25 et 45° ([5]). Cependant, le choix de la position R1 a été préféré afin de faciliter la reproductibilité des mesures.

Par rapport à la position de prise de mesures, les sujets étaient placés dans une position stable, les deux pieds à plat au sol car il est montré que les résultats obtenus sont meilleurs dans le cas où les sujets sont stabilisés ([18] [21]). Et même si la position adoptée ici n'est ni la plus stable (sujets non sanglés à la chaise) ni la plus stricte, elle est facilement mise en œuvre et reproductible, et réalisée avec du matériel simple disponible dans tout cabinet libéral.

Cependant, cette position en appui au sol favorise la survenue des compensations au cours des mesures, et bien qu'ayant tenté de contrôler celles-ci, nous n'avons pas la prétention

d'affirmer qu'il n'y en a pas eu. Principalement observées par rotation du tronc, elles interviennent également par inclinaison du tronc, par flexion du coude (pour diminuer le bras de levier), par abduction du membre supérieur pour la mesure en rotation latérale et par adduction pour la mesure en rotation médiale.

6. CONCLUSION

Cette étude nous a permis d'établir un ratio RM/RL de 1,53 du côté de l'épaule dominante et de 1,52 du côté non dominant.

Cette norme définie en isométrique est proche de ce qui est obtenu avec l'isocinétisme, à savoir entre 1,3 et 1,5 pour le sujet sain. La différence observée entre nos résultats et ceux de la littérature peut provenir de la méthodologie (position, compensations...) ou de la population étudiée, qui reste quand même très spécifique et homogène.

Nous avons constaté que ce rapport augmentait avec l'âge ou la fréquence de sport, mais sans différence significative, ce qui ne semble pas évident au départ. Cependant, nous n'avons pas tenu compte du type de sport exercé par les sujets. Or nous savons qu'en isocinétisme, le type de sport influe sur le ratio RM/RL. Il aurait donc été judicieux de prendre en considération ce paramètre.

Au final, ces résultats obtenus avec du matériel simple permettent de donner une norme pour des sujets sains. Il sera donc facile lors d'une prise en charge dans une structure

ne disposant pas de gros moyens financiers, ou sans appareil d'isocinétisme d'orienter la rééducation de l'épaule pathologique vers ce ratio.

Enfin, il serait intéressant de reproduire cette étude avec des patients présentant un dysfonctionnement d'épaule, afin de voir si nous obtenons le même ratio qu'en isocinétisme (se rapproche de 1).

BIBLIOGRAPHIE

- [1] **BERNARD P.L., FAGOT P.H., CODINE P., LASSAU V. et coll.** – Évaluation isocinétique et prévention des déséquilibres musculaires de l'épaule du sportif – J. Réadapt. Med., 1996, 2, p.67-76
- [2] **BLETON R.** – L'instabilité de l'épaule : de la luxation récidivante à la lésion du bourrelet – Kinésither. Sci., 2005, 459, P. 23-27
- [3] **BONNEL F., CANOVAS F., FAURE P.** – Évaluation fonctionnelle et biomécanique des muscles de l'épaule – Journée de médecine physique et rééducation, Paris : expansion scientifique française, 1996, p. 221-227
- [4] **BONNEL F., MARC T.** – Le Muscle, nouveaux concepts : anatomie, biomécanique, chirurgie, rééducation. – Montpellier : Sauramps Médical, 2009 - 566 p.
- [5] **CODINE P., BERNARD P. L., POCHOLLE M., HERISSON C.** – Évaluation et rééducation des muscles de l'épaule en isocinétisme : méthodologie, résultats et application – Ann. Réadapt. Med. Phys., 2005, 48, 2, p. 80-92
- [6] **DEBEAUQUESNE J.L., PIERRON G.** – Chaines rotatoires internes de l'épaule : étude comparative de la force isométrique. – Ann. Kinésither., 1991, 18, 1-2, p. 45-51
- [7] **DEGRAVE N., VOISIN P., HERLANT M.** – Amplitudes articulaires rotatoires de l'épaule dans 3 positions fondamentales. – Entretiens de Bichat, 1991, p. 145-149
- [8] **DESLANDES R., GAIN H., HERVE J.M. et HIGNET R.** – Principes du renforcement musculaire : applications chez le sportif – Encycl. Méd. Chir. (Editions Scientifiques et Médicales Elsevier SAS, Paris, tous droits réservés), Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation, 26-055-A-10, 2003, 10 p.
- [9] **DUFOUR M.** – Anatomie de l'appareil locomoteur : tome 2 - membre supérieur. – 2^e éd. – Paris : Masson, 2007. – 448 p.
- [10] **DUFOUR M., PILLU M.** – Biomécanique fonctionnelle : membres – tête – tronc. – 1^{ère} éd. – Paris : Masson, 2006. – 568 p.
- [11] **EGRET C., TOURNY-CHOLLET C., LEROY D., NORMAND M.** – Effets d'une pratique physique intensive sur les ratios musculaires agonistes/ antagonistes de l'épaule – Cinésiologie, 1999, 189, p. 11-15

- [12] **GOLZAN G., BENSOUSSAN L., COUDREUSE J. M., FONDARAI J. et coll.** – Mesure de la force des muscles rotateurs de l'épaule chez des sportifs sains de haut niveau (notation volley-ball, tennis) par dynamomètre isocinétique : comparaison entre épaule dominante et non dominante. – *Ann. Réadapt. Med. Phys.*, 2006, 49, p. 8-15
- [13] **GREENFIELD B. H., DONATELLI R., WOODEN M. J., WILKES J.** – Isokinetic evaluation of shoulder rotational strength between the plane of scapula and the frontal plane. – *Am. J. Sports Med.*, 1978, 18, p. 124-128
- [14] **JONES D., ROUND J., DE HAAN A.** – *Physiologie du muscle squelettique : de la structure au mouvement.* – Paris : Elsevier, 2005 – 190 p.
- [15] **KAPANDJI I.A.** – *Physiologie articulaire : fascicule 1, Membre supérieur* – Paris : Maloine, 1963, 205 p.
- [16] **KEATING J. F., WATERWORTH P., SHAW-DUNN J., CROSSAN J.** – The relative strengths of the rotator cuff muscles. – *J. Bone Joint Surg. Br.*, 1993, 75, 1, p. 137-140
- [17] **KUECHLE D. K., NEWMAN S. R., ITOI E., NIEBUR G. L., MORREY B. F., AN K.** – The relevance of the moment arm of shoulder muscles with respect to axial rotation of gleno-humeral joint in 4 positions. – *Clin. Biomech.*, 2000, 15, 5, p. 322-329
- [18] **KOLBER M. J., BEEKHUIZEN K., CHENG M. S., FIEBERT I. M.** – The reliability of hand-held dynamometry in measuring isometric strength of the shoulder internal and external rotator musculature using a stabilization device. – *Physiother. Theory Pract.*, 2007, 23, 2, p. 119-124
- [19] **LANNERSTEN L., HARMS-RINGDAHL K., SCHULDT K., EKHOLM J.** – Isometric strength in flexors, adductors and external rotators of the shoulder. – *Clin. Biomech.*, 1993, 8, 5, p. 235-242
- [20] **LEROUX J. L., CODINE P., THOMAS E., POCHOLLE M., MAILHE D., BLOTMAN F.** – Isokinetic evaluation of rotational strength in normal shoulders and shoulders with impingement syndrome. – *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 1994, 304, p. 108-115
- [21] **MALERBA J. L., ADAM M. L., HARRIS B. A., KREBS D. E.** – Reliability of dynamic and isometric testing of shoulder external and internal rotators – *J. Orthop. Sports Phys. Ther.*, 1993, 18, 4, p. 543-552
- [22] **MARC T., BOUGES S., GAUDIN T., TEISSIER J.** – Évaluation de l'effet du recentrage scapulo-huméral sur les signes de conflit et de tendinopathies – *Journée de médecine physique et rééducation*, Paris : expansion scientifique française, 1996, p. 228-233
- [23] **MURRAY M.P., GORE D.R. and al.** – Shoulder motion and muscle strength of normal men and women in two age groups – *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 1985, 192, p. 268-273

[24] **POCHOLLE M., BERNARD P. L., CODINE P., BRUN V.** – Influence de la pratique sportive sur la balance musculaire des rotateurs d'épaule – Ann. Kinésither., 1996, 5, p. 201-207

[25] **POCHOLLE M., CODINE P.** – Évaluation de la balance musculaire de l'épaule – Kiné Scientifique, 2000, 396, p. 6-11

[26] **QUILLING C.** – Influence de la stimulation verbale sur la performance isocinétique. – Mémoire Masso-Kiné. : Nancy : 1998. – 24p.

[27] **ROCHCONGAR P., BEILLOT J., DASSONVILLE J., CARRE F.** – Exploration isocinétique des rotateurs d'épaule en fonction de la spécialité sportive – BONNEL F., BLOTMAN F., MANSAT M. – L'épaule – Paris : Springer-verlag, 1993, p. 353-357

[28] **THINLOT C.** – Evaluation statique du ratio rotateurs médiaux/rotateurs latéraux d'épaule chez le handballeur – Mémoire Masso-Kiné. : Nancy : 2006. – 25p.

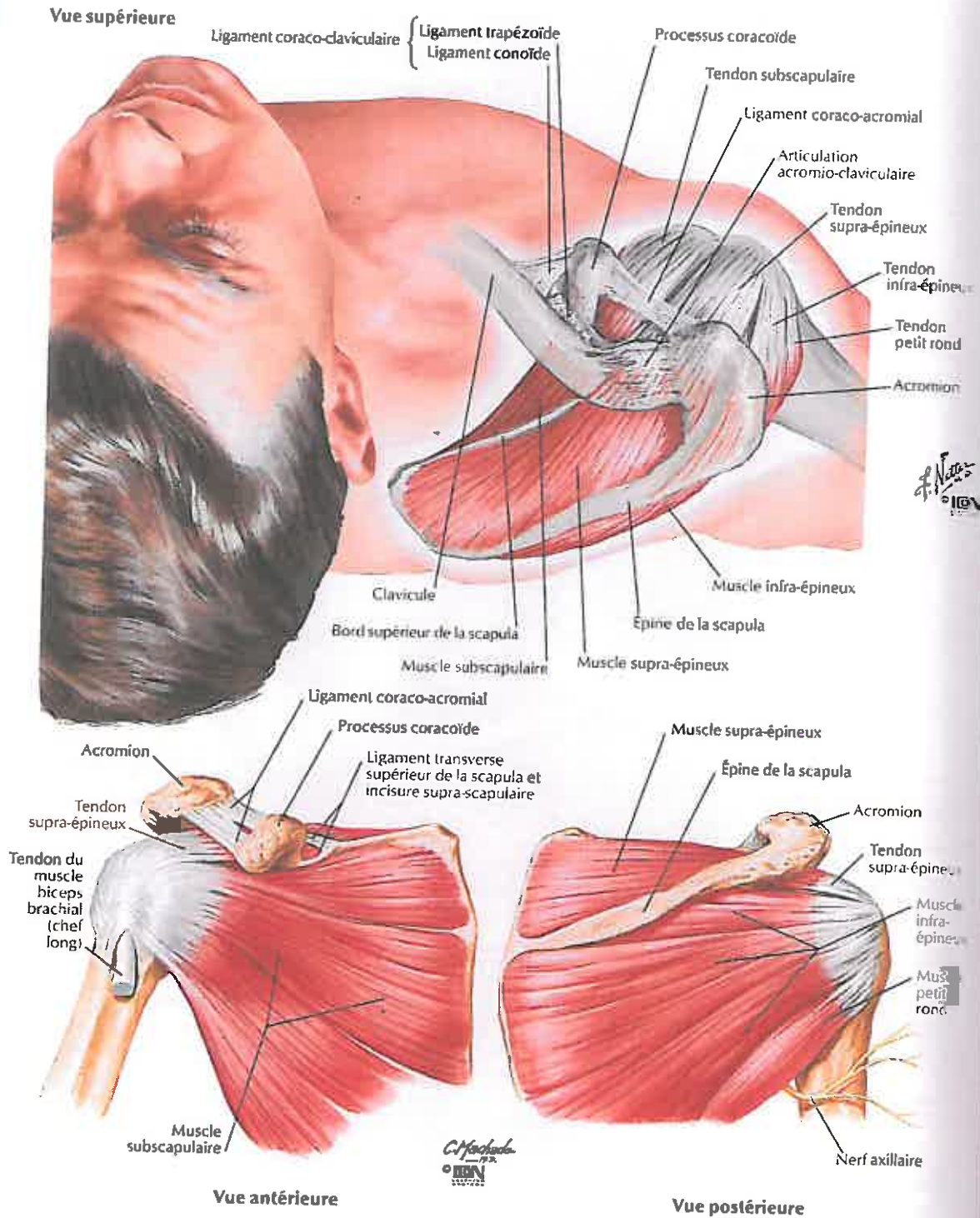
POUR EN SAVOIR PLUS :

http://www.aiaccess.net/f_gm.htm pour l'explication des tests statistiques.

ANNEXES

ANNEXE I

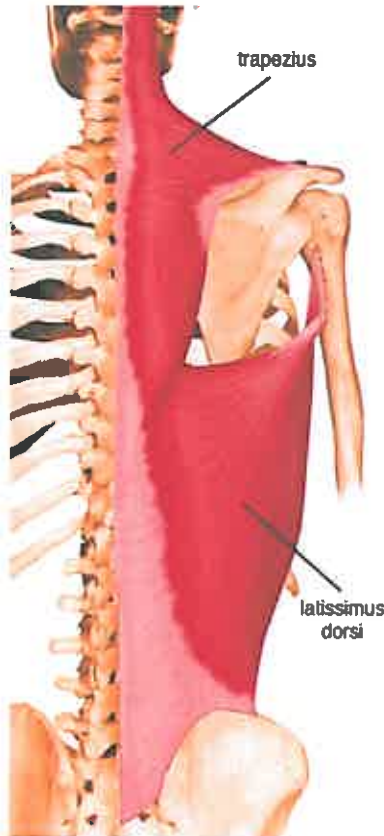
Anatomie de la coiffe des rotateurs d'après Netter



Anatomie spécifique selon le département de radiologie de l'université de Washington

<http://www.rad.washington.edu/academics/academic-sections/msk/muscle-atlas>

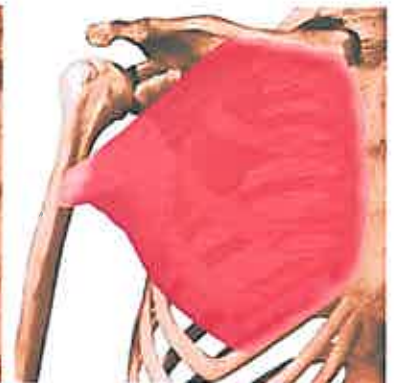
Rotateurs médiaux



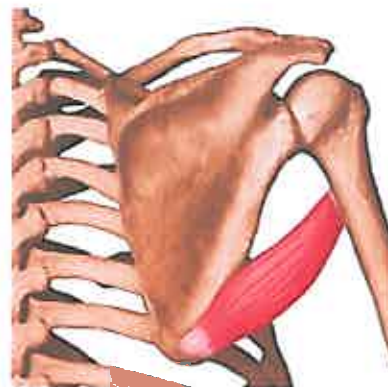
Muscle grand dorsal



Muscle sub-scapulaire

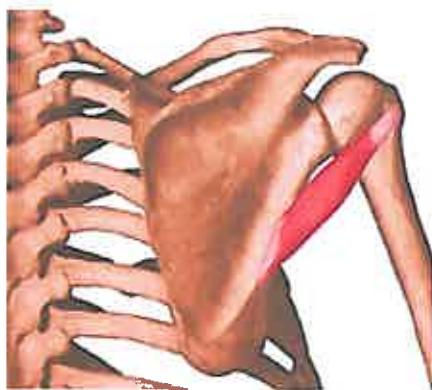


Muscle grand pectoral

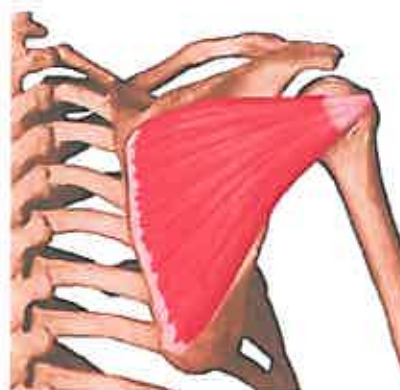


Muscle grand rond

Rotateurs latéraux



Muscle petit rond



Muscle infra-épineux

ANNEXE II

FICHE DE RECUEIL

Numéro :

NOM :

Prénom :

Age :

Taille (en cm) :

Poids (en kg) :

Latéralité : Droitier Gaucher

Sport(s) pratiqué(s) :

LOISIR COMPETITION

Fréquence :

Avez-vous déjà eu des pathologies du membre supérieur depuis moins de 6 mois : OUI NON

Si oui, quoi :
.....

Coté dominant

	Force des rotateurs médiaux	Force des rotateurs latéraux
Mesure 1		
Mesure 2		
Mesure 3		

Coté non dominant

	Force des rotateurs médiaux	Force des rotateurs latéraux
Mesure 1		
Mesure 2		
Mesure 3		

Douleur pendant les mesures : OUI NON

ANNEXE III

Tableau récapitulatif des mesures

ID	SEXE	AGE	TAILLE	POIDS	LAT.	FREQUENCE SPORT	RM D	RL D	RATIO D	RM ND	RL ND	RATIO ND
1	F	21	175	63	G	1	12,45	9,4	1,32	12,2	9,3	1,31
2	F	19	168	60	D	1	8,2	7,1	1,15	8,8	7,5	1,17
3	F	21	170	65	D	5	11,4	7	1,63	10,55	6,95	1,52
4	F	20	160	55	D	1	10,15	7,1	1,43	9,95	6,15	1,62
5	M	21	175	70	D	4	15,75	12,2	1,29	16,65	12,65	1,32
6	F	20	161	55	G	1	8,55	7,25	1,18	8,15	7,7	1,06
7	F	22	175	65	D	0	8,95	6,35	1,41	6,8	6,55	1,04
8	F	20	173	68	D	0	8,55	7,7	1,11	7,55	5,95	1,27
9	F	21	167	57	D	4	10,7	9,35	1,14	10,25	6,6	1,55
10	F	20	160	50	D	0	6,45	5,35	1,21	6,45	4,85	1,33
11	F	21	158	48	D	0	9,3	7	1,33	8	5,15	1,55
12	F	21	160	54	D	0	8,95	6,15	1,46	8,8	5,6	1,57
13	M	23	175	66	D	5	18,5	10,85	1,71	17,4	10,1	1,72
14	M	24	179	77	G	2	19,15	11,6	1,65	17,7	12,8	1,38
15	F	21	167	62	D	1	9,7	8	1,21	10,4	6,7	1,55
16	F	21	160	52	D	3	13,35	10,15	1,32	10,75	10,2	1,05
17	F	21	169	61	G	3	12,7	8,4	1,51	10,95	8,15	1,34
18	M	20	188	98	D	0	20,85	12,85	1,62	21,7	14,2	1,53
19	F	21	164	52	D	0	9,4	7,15	1,31	8,4	6,1	1,38
20	M	19	184	75	D	2	17,75	12,6	1,41	16,8	11,05	1,52
21	F	20	168	63	D	1	12,4	8,9	1,39	10,8	7,9	1,37
22	M	25	178	75	D	3	27,2	14,9	1,83	25,35	15	1,69
23	M	21	184	88	D	1	24,6	14,35	1,71	24,25	15,15	1,60
24	F	20	170	59	D	1	11,55	7,7	1,50	10,2	7,8	1,31
25	M	26	175	73	D	10	19,65	14,3	1,37	19	12,95	1,47
26	F	28	160	50	D	6	8,9	5,95	1,50	8,55	5,65	1,51
27	M	20	177	70	G	3	21,9	10,75	2,04	17,95	8,95	2,01
28	F	21	174	75	D	1	11,95	9,05	1,32	11,7	8	1,46
29	F	21	170	59	D	1	10,2	6,3	1,62	9,2	6,15	1,50
30	F	20	162	53	D	4	10	6,35	1,57	8,15	6,25	1,30
31	M	20	184	69	G	7	20,05	8,9	2,25	19,35	9,4	2,06
32	M	21	180	64	D	2	19,25	12,6	1,53	17,6	10,4	1,69
33	M	20	170	70	D	2	20,2	10,65	1,90	20,8	9,85	2,11
34	F	18	173	68	D	3	14,75	9,5	1,55	12,35	10,1	1,22
35	M	23	176	69	D	5	29,6	16,5	1,79	24,4	15,8	1,54
36	F	23	155	65	D	2	12,1	9,1	1,33	11,45	6,85	1,67
37	M	22	181	70	D	1	21,3	12,45	1,71	20	13,8	1,45
38	M	27	174	65	D	4	20,8	12,95	1,61	21,1	10,6	1,99
39	M	37	180	76	D	0	24,45	14,2	1,72	20,55	13,75	1,49
40	M	20	174	67	D	4	18,5	12,35	1,50	17,95	10,65	1,69
41	M	22	186	78	D	8	30,25	16,25	1,86	23,25	14,7	1,58
42	F	31	150	40	D	1	11,35	7,25	1,57	10,7	7	1,53
43	M	22	176	70	D	3	21,8	12,75	1,71	21,65	12,25	1,77
44	M	20	185	72	D	2	21,15	13,3	1,59	19,05	12,25	1,56
45	M	21	177	76	D	3	21,35	11,5	1,86	18,05	11	1,64
46	M	33	176	72	D	0	25,6	13,4	1,91	22,35	13,65	1,64
47	M	21	176	80	D	3	16	12,95	1,24	16,05	12,5	1,28
48	M	19	184	71	D	6	21,45	14,4	1,49	22,1	13,9	1,59
49	M	20	173	58	D	2	17,65	11,7	1,51	16,65	11,95	1,39
50	F	20	169	52	D	2	8,7	7,2	1,21	8,7	6,9	1,26
51	M	19	193	83	D	7	16,75	12	1,40	16,6	11,8	1,41
52	M	19	182	65	G	9	11	8,7	1,26	12,15	9,3	1,31
53	F	20	170	62	D	5	11,2	8,1	1,38	11,3	7,95	1,42
54	M	22	170	82	G	6	19,95	10,75	1,86	17,45	11,15	1,57
55	M	22	182	90	D	2	24,85	11,5	2,16	23,75	9,3	2,55
56	F	22	175	72	D	2	15	10,45	1,44	13,65	8,7	1,57

RÉSUMÉ

Objectif du travail : Le but de notre étude est d'établir un ratio agonistes/antagonistes pour les muscles rotateurs d'épaule sur un mode de contraction statique, chez des sujets non porteurs de pathologies du membre supérieur.

Matériel et méthode : Elle est réalisée à l'aide d'un dynamomètre électronique, matériel peu encombrant, d'utilisation facile et surtout peu onéreux comparé aux appareils d'isocinétisme. Le principe des mesures est de demander aux sujets une contraction maximale des muscles rotateurs médiaux (RM) et latéraux (RL) en position anatomique R1 d'épaule afin d'obtenir ce ratio.

Résultats : Nous obtenons à la fin de l'étude un ratio RM/RL de 1,53 du côté dominant et de 1,52 du côté non dominant, tous sujets confondus. L'âge, le sexe et l'intensité de la pratique sportive font évoluer ce ratio, sans pour autant avoir une réelle incidence dessus.

Conclusion : Ces résultats sont proches de ceux obtenus avec les appareils d'isocinétisme (1,3 à 1,5 pour le côté dominant) et permettent de définir une norme facile à rechercher, et accessible à tout kinésithérapeute, quelle que soit la structure dans laquelle il exerce.

Mots clés : épaule ; rotateurs ; ratio ; isométrique