

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

L'influence de la pratique du Badminton sur le ratio des rotateurs de l'épaule



**Mémoire présenté par Christophe DENET
étudiant en 3ème année de masso-kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat
de Masseur- Kinésithérapeute 2013-2014.**

SOMMAIRE

RÉSUMÉ

1. INTRODUCTION.....	1
2. LE BADMINTON.....	2
2.1 Histoire	2
2.2 Le terrain	3
2.3 Le classement	3
2.4 Le matériel.....	3
2.4.1 La raquette.....	3
2.4.2 Le volant.....	4
3. RAPPELS ANATOMIQUES	4
3.1 Les différents systèmes articulaires.....	4
3.2 Les différents pôles ligamentaires	5
3.3 Les groupes musculaires.....	6
3.3.1 Les muscles profonds	6
3.3.2 Les muscles superficiels	6
4. VALEURS NORMALES DU RATIO DES ROTATEURS DE L'ÉPAULE :	7
5. DESCRIPTION ANATOMIQUE FONCTIONNELLE DU SMASH	8
6. MATERIEL ET METHODE :	11
6.1 Population.....	12
6.1.1 Critères d'inclusion	12
6.1.2 Critères de non inclusion	12
6.2 Le matériel.....	12
6.2.1 Un dynamomètre électronique	12
6.2.2 L'installation.....	13
6.3 Méthode.....	14
6.3.1 Pourquoi un dynamomètre électronique ?.....	14
6.3.2 Notre hypothèse.....	15
6.4 Protocole.....	15
6.4.1 À quel moment effectuons nous le test ?.....	15
6.4.2 Déroulement du test.....	16
7. RESULTATS.....	16
7.1 Analyse statistique.....	16
7.2 Description de l'échantillon	17
8. ANALYSE DES RESULTATS.....	18
8.1 Y a t il une différence entre le ratio côté dominant (CD) et non dominant (CND)? ...	18
8.2 Y a t il une différence du ratio CD en fonction du classement des joueurs?	19
8.3 Y a t il une différence du ratio côté dominant en fonction du niveau de jeu et du sexe ?	20
8.3.1 Au niveau international/national, y a t-il une différence du ratio côté dominant entre les hommes et les femmes ?	20
8.3.2 Au niveau régional /départemental, y a t-il une différence du ratio côté dominant entre les hommes et les femmes ?	21
9. DISCUSSION.....	21
9.1 Position et déroulement du test.....	22

9.2	Exploitation des résultats.....	23
9.2.1	Influence de la pratique du badminton sur le côté dominant (CD) par rapport au côté non dominant (CND)	23
9.2.2	Influence du classement du joueur de badminton sur le ratio CD.....	24
9.2.2.1	Influence du sexe du joueur de badminton sur le ratio CD en fonction du niveau de jeu	26
9.3	Les limites de notre étude.....	27
9.3.1	L'âge et l'expérience du joueur	27
9.3.2	Le nombre d'heures d'entraînement.....	28
9.3.3	Le type de raquette et la tension du cordage	28
9.3.4	Les antécédents de pathologies de l'épaule.....	29
10.	CONCLUSION	29

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

RÉSUMÉ

Le badminton est un sport ludique qui requiert un niveau d'exigence élevé d'un point de vue physique. Sa pratique nécessite une certaine dextérité pour être efficient dans la réalisation des frappes. L'intensité et la répétition des gestes de lancer mettent sous contraintes le complexe articulaire de l'épaule et tout particulièrement les muscles rotateurs de l'épaule. Cette forte sollicitation met en jeu la balance musculaire, c'est pourquoi il est légitime de se demander si la pratique du badminton influe sur l'équilibre de cette balance.

Afin de connaître l'influence de la pratique du badminton sur les muscles de l'épaule, nous avons réalisé une étude. Nos travaux ont été menés sur trente six joueurs représentant l'ensemble des classements du badminton. Nous avons mesuré, en statique, la force des rotateurs médiaux et latéraux des deux épaules avec un dynamomètre électronique.

L'ensemble des données a permis de définir un ratio entre les rotateurs latéraux et médiaux pour les badistes. Nous avons ensuite comparé les résultats de notre travail avec des études réalisées en isocinétisme.

A la suite de notre réflexion, nous avons démontré que le ratio de l'épaule du badiste variait de façon significative seulement à partir du niveau international/national. Nous avons constaté que cette modification du ratio est due à un hyper développement des rotateurs médiaux, généré par la pratique du badminton.

MOTS-CLEFS : «badminton», «épaule», «ratio».

KEYWORDS : «badminton», «shoulder», «ratio».

1. INTRODUCTION

En France, le badminton souffre d'un paradoxe : il est à la fois un sport très pratiqué mais aussi très méconnu. Il a parfois l'image d'un sport de loisirs, de détente aux yeux du grand public. Et pourtant, depuis 1992, le badminton est reconnu en devenant sport olympique aux jeux de Barcelone.

La pratique du badminton requiert de nombreuses qualités physiques comme la vitesse, l'endurance, la souplesse et l'explosivité mais toutes ces qualités ne peuvent s'exprimer seulement si la gestuelle est bien exécutée (1).

Au cours des années, le mouvement pour réaliser une frappe au badminton a évolué : au départ, la force de frappe était générée par une flexion forcée de poignet, mais l'évolution technico-tactique du jeu a apporté des modifications et a fait se déplacer le centre de frappe au niveau de l'épaule (2).

Lors d'un match de badminton, un joueur peut réaliser pratiquement deux mille frappes (3). Cette répétition et l'intensité des gestes de lancer chez le badiste soumettent le complexe de l'épaule à des contraintes importantes. En effet, chaque geste de smash sollicite à la fois les rotateurs médiaux et les rotateurs latéraux de l'épaule pour accélérer et/ou freiner le geste, avec l'objectif d'un meilleur contrôle de la frappe. Ces muscles agonistes et antagonistes vont jouer un rôle majeur dans la stabilisation dynamique, élément déterminant de l'homéostasie articulaire. Cet équilibre est la plupart du temps représenté par la balance musculaire des rotateurs latéraux (R.L.) et des rotateurs médiaux (R.M.) (4).

Bon nombre d'études s'intéressent à déterminer la valeur du ratio RL/RM. Dans la plupart des cas, l'isocinétisme est la méthode de référence en matière d'évaluation de la force musculaire. Les données de la littérature donnent des valeurs assez disparates, ces variations étant dues aux différentes modalités d'examen. En 2005, l'étude de Forthomme B. considère qu'un ratio RL/RM est de $1,30 \pm 0,27$ pour une personne sédentaire et de $1,05 \pm 0,16$ pour un joueur de badminton (5). Néanmoins, nous utiliserons ces valeurs pour comparer les résultats avec ceux de notre étude.

Notre démarche consiste à évaluer, en statique, le ratio musculaire des rotateurs de l'épaule d'une population de badistes de tout niveau à l'aide d'un dynamomètre électronique.

Nous avons privilégié l'utilisation d'un dynamomètre électronique pour nos mesures afin que le test soit reproductible et accessible. L'objectif de notre recherche est de savoir : la pratique du badminton engendre-t-elle des modifications sur la balance musculaire des rotateurs de l'épaule ?

Après avoir présenté le badminton et décrit le geste du smash, nous tenterons de définir les valeurs normales du ratio de l'épaule ainsi que ses variations. Nous mesurerons le rapport de force des rotateurs de l'épaule. Nous interpréterons nos mesures au travers d'une discussion afin de déterminer quels sont les paramètres qui peuvent faire varier le ratio de l'épaule.

2. LE BADMINTON

2.1 Histoire

Le Badminton prend naissance en Europe en 1873. Des officiers Anglais se trouvent dans leur résidence « badminton house », ils reviennent d'un voyage d'Inde et ont envie de jouer au « Poona ». A la base, ce jeu Indien se pratique avec une raquette et une balle légère. En l'absence de balle, ils décident de planter des plumes dans un bouchon de Champagne ; trouvant leur idée tellement bonne, ils décident de la faire partager. C'est alors qu'ils créent le Badminton en utilisant le nom de la résidence dans laquelle ils se trouvent.

En 1934, la Fédération Internationale de Badminton est créée. Aujourd'hui, elle se nomme Fédération Mondiale de Badminton (Badminton World Federation, BWF) et compte 135 pays affiliés avec plus de 100 millions de joueurs dans le monde.

En 2010/11, le badminton est le premier sport scolaire avec 168 435 pratiquants devant le handball (161 609 pratiquants) et le Cross Country (118 971 pratiquants).

A ce jour, la fédération française de badminton compte 180 000 licenciés répartis sur 1850 clubs alors qu'en 2003 elle comptait 91 782 licenciés soit une hausse de 95% en 10 ans.

Cette activité a la particularité d'être pratiquée en mixte, d'ailleurs, 40% des licenciés

sont représentés par les femmes (6).

Ce sport de raquette se joue en 2 sets gagnants de 21 points. Ce système de comptage s'applique aux cinq disciplines : le simple dames, le simple hommes, le double dames, le double hommes et le double mixte (6).

2.2 Le terrain

Le badminton est un sport qui se pratique exclusivement à l'intérieur. Il se joue sur un terrain de 6,10 mètres de large et de 13,40 mètres de longueur. Un filet d'une hauteur de 1,55m divise le terrain dans sa longueur (6).

2.3 Le classement

Le badminton dispose d'un classement national à part entière pour déterminer différents niveaux lors des compétitions. Il comprend les séries Elite, A, B, C, D. Chaque série est composée de quatre classements :

- la série Elite : T5 (pour les 5 meilleurs français), T10, T15, T20,
- la série A : A1, A2, A3, A4
- la série B : B1, B2, B3, B4
- la série C : C1, C2, C3, C4
- la série D : D1, D2, D3, D4.

Lorsqu'un joueur n'a pas de classement, il est considéré comme NC (non classé), ce sont en général des joueurs qui débutent et qui ne font pas de compétitions.

Pour exemple, un joueur classé C2 a un meilleur classement que C4.

2.4 Le matériel

2.4.1 La raquette

Son poids oscille entre 80 et 120 grammes pour une longueur n'excédant pas 680mm.

Sa tension est entre 9kg et 15kg, il faut souligner que plus le cordage est tendu moins

le joueur aura de puissance mais gagnera en précision et en toucher dans son jeu. A l'inverse, moins de tension, engendre une meilleure restitution de la puissance au détriment de la précision.

Au niveau du cadre de la raquette, on retrouve le même raisonnement que pour le cordage, la structure aluminium de la raquette peut être très flexible, flexible ou rigide.

- Raquette flexible = gain de puissance, contrôle plus difficile.
- Raquette rigide = joueur qui privilégie le toucher et le contrôle (7).

2.4.2 Le volant

Il pèse environ 5 grammes et il est constitué d'un bouchon et d'une jupe.

Il en existe 2 types, le volant plastique destiné au public débutant et le volant en plumes pour les compétiteurs.

Nous notons que le record de vitesse du volant en plume a été enregistré à 493 Km/h (8). A titre de comparaison, pour une balle de tennis le record est de 263Km/h (9) et pour une balle de golf la vitesse atteinte est de 328 Km/h (10).

Le badminton est identifié à ce jour comme l'un des sports où le projectile est le plus rapide du monde. Pour réussir à envoyer le volant aussi vite il est primordial que le joueur soit capable d'optimiser les différents systèmes articulaires et groupes musculaires pour avoir un mouvement de smash idéal.

Pour mieux appréhender quelles sont les structures mises en cause lors du smash, nous allons faire quelques rappels anatomiques.

3. RAPPELS ANATOMIQUES

3.1 Les différents systèmes articulaires

Dans l'article de Bonnel, « anatomie et biomécanique de l'épaule », il est dit « L'épaule est, avec ses 3 axes de travail et ses 3 degrés de liberté articulaire, le complexe le

plus mobile de l'organisme » (11). Ceci est possible grâce aux cinq articulations qui composent le complexe : la sterno claviculaire, l'acromio claviculaire, la scapulo humérale, la subdeltoïdienne et la scapulo serrato thoracique. Lors d'une action, nous constatons que ses éléments sont interdépendants (12).

3.2 Les différents pôles ligamentaires

Nous retrouvons trois éléments importants sur la partie antérieure du complexe :

- le ligament costo-claviculaire symbolise le pivot médial.
- les ligaments coraco-claviculaire médial, conoïde et trapézoïde symbolisent l'ancrage latéral.
- les deux faisceaux du ligament coraco huméral et les trois du gléno huméral symbolisent le verrou antéro latéral empêchant la tête humérale de partir en avant.

Ces trois zones ligamentaires sont fortement sollicitées dans les amplitudes extrêmes du geste du smash (12) (figure 1).

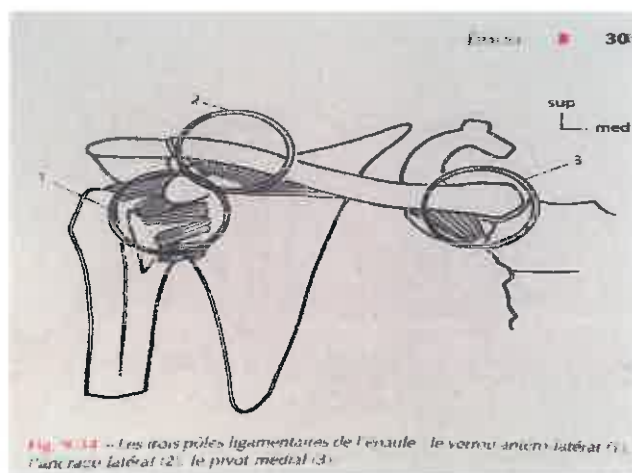


Figure 1 : représentation des pôles ligamentaires de l'épaule

3.3 Les groupes musculaires

3.3.1 Les muscles profonds

Au niveau scapulo huméral, nous avons deux couches concentriques.

Une première représentée par les muscles profonds, plus communément appelés « coiffe des rotateurs », qui sont essentiellement stabilisateurs en dynamique et en statique.

Cette coiffe anatomique est composée de quatre muscles :

- le supra épineux a une double action, à la fois sustentateur de la tête et en plus il permet un centrage permanent de la tête humérale,
- l'infra épineux, le petit rond sont des rotateurs latéraux (RL) et le subscapulaire est le seul rotateur médial (RM) de la coiffe (12).

3.3.2 Les muscles superficiels

Les muscles superficiels forment un néo-acétabulum ou « coiffe fonctionnelle » pour reprendre les termes de Bonnel (1992) et agissent comme une réserve de puissance (12).

Ils viennent couvrir la couche des muscles profonds et ils ont aussi pour rôle de maintenir la tête humérale centrée.

La coiffe fonctionnelle est composée essentiellement par :

- le deltoïde qui est l'acteur majeur de l'élévation du bras et joue un rôle également dans la rotation médiale par son faisceau antérieur et dans la rotation latérale par son faisceau postérieur.
- Le grand rond, le grand pectoral et le grand dorsal sont les muscles moteurs et puissants de la rotation médiale.
- Le long biceps intervient dans une moindre mesure sur la rotation médiale (12).

Nous constatons aisément la différence entre les rotateurs médiaux et latéraux, à la fois en nombre mais aussi en puissance. C'est pourquoi le ratio musculaire des rotateurs de l'épaule est fonctionnellement déséquilibré. Néanmoins, quelle est la valeur de référence normale du ratio des rotateurs de l'épaule ?

4. VALEURS NORMALES DU RATIO DES ROTATEURS DE L'ÉPAULE :

La valeur normale du ratio des rotateurs de l'épaule est bien souvent défini chez les sédentaires avec un rapport rotateurs latéraux/rotateurs médiaux de 2/3 (13).

C'est pourquoi, chez le sportif, un ratio qui fait apparaître une supériorité des rotateurs médiaux par rapport aux latéraux peut être considéré comme « normal ». Ce qui conditionne ou non le fait que le ratio soit déséquilibré, c'est la prédominance d'un groupe musculaire par rapport à l'autre. Dans le cas de l'utilisation spécifique d'un membre supérieur lors d'une activité physique asymétrique, nous constaterons une différence de force significative entre les deux côtés (14). Par exemple, des études ont montrées que pour des nageurs le ratio RL /RM trouvé est de 1/2 (15).

De façon à être plus clair, nous avons tenté de recenser les différents résultats au travers de la littérature.

En 2000, Codine et Pocholle (16) ont fait un état des lieux des études réalisées de 1985 à 1997. L'ensemble des travaux avait été fait sur un appareil d'isocinétisme. Ces auteurs distinguent plusieurs groupes, le premier était composé de sédentaires et de sportifs non compétiteurs. Dans ce cas, le ratio étudié est en concentrique et il faut être attentif à l'inversion du rapport donné RM/RL, qui est compris entre 0,90 et 1,56 (Annexe II). L'autre groupe est constitué de sujets sportifs compétiteurs où les valeurs des ratios concentrique RM/RL se trouvent dans la fourchette de 1,06 à 2,13 (Annexe III). Toujours avec une population de sportifs compétiteurs ou non, les auteurs ont regroupés les données des ratios excentrique RM/RL qui sont entre 1,10 et 1,82 (Annexe IV) (16).

De façon à compléter cette information sur les ratios des rotateurs de l'épaule, nous avons répertorié quelques éléments supplémentaires dans la littérature (17, 18, 19, 22, 23, 29). (Annexe V).

Néanmoins, les résultats que nous avons répertoriés nous confortent dans l'idée qu'il est difficile de définir la normalité du ratio des rotateurs de l'épaule. Nous notons, par exemple, des variations importantes d'une étude à l'autre. Egret C. a trouvé pour des badistes un ratio RL/RM proche des valeurs de références comprises entre 0,66 et 0,77 pour le coté dominant (17) alors que Forthomme B. donne des ratios RL/RM de $1,05 \pm 0,16$ pour des badistes et de $1,30 \pm 0,27$ pour des sédentaires (5), ce qui rend les conclusions différentes.

Nous remarquons une évolution dans l'analyse des ratios de l'épaule au fil des années.

Jusqu'au milieu des années 1990 l'évaluation du ratio était faite en fonction de la force musculaire en concentrique. Peu après, certains auteurs ont trouvés plus perspicace de rechercher un ratio fonctionnel qui correspond plus à la gestuelle du mouvement étudiée (20). Lors du lancer ou du smash, l'équilibre musculaire est dû à l'action des RL en excentrique et RM en concentrique alors que dans le cas du geste de l'armé ce sera les RL en concentrique et les RM en excentrique (14).

Au vu de la disparité à la fois dans les protocoles de recherches et dans l'analyse des résultats, il convient d'être prudent sur nos interprétations. C'est pourquoi, il est important de tenir compte des nombreux paramètres pour analyser le ratio des rotateurs de l'épaule tels que l'appareil de mesure, la position du patient, le type de population, le mode de contraction et les vitesses d'exécutions des mouvements. « En l'absence de valeurs obtenues à partir d'un grand nombre de sujets sains et aussi lors de pathologies de l'épaule », nous concluons qu'il est compliqué d'avancer des valeurs normatives (14).

Lors de la pratique du Badminton, la répétition et la vitesse des smashes mettent en jeu les rotateurs. A quel moment et dans quelle proportion ?

Pour déterminer l'action des groupes musculaires rotateurs de l'épaule au cours du smash, il est nécessaire de décrire cette gestuelle.

5. DESCRIPTION ANATOMIQUE FONCTIONNELLE DU SMASH

Le geste du smash est comme tous les gestes de lancer un mouvement balistique. Cela implique que lorsque le geste démarre il n'est plus possible de l'arrêter. C'est un mouvement naturel mais complexe dans sa réalisation. Comme le décrit M.Mansat (21), nous constatons que la source du mouvement provient du sol, passe par le membre inférieur et le tronc où la force est produite. Ensuite, elle est concentrée au niveau de la ceinture scapulaire avant d'être déployée au niveau des membres supérieurs (figure 2).

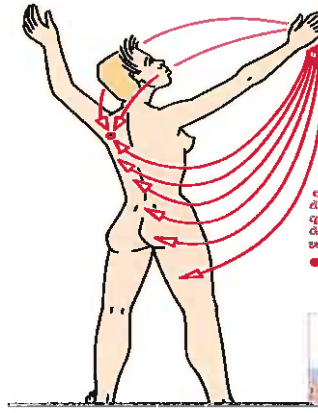


Figure 2 : Concentration de la force au niveau de la ceinture scapulaire

L'épaule du lanceur est soumise à un paradoxe entre mobilité et stabilité. En effet, la capsule de l'articulation gléno humérale doit être suffisamment laxer pour permettre des mouvements d'amplitudes extrêmes de rotation latérale mais aussi assurer, conserver un équilibre et un centrage dynamique de la tête humérale (21)

Lors d'un lancer, le membre supérieur est sollicité mécaniquement de façon précise, c'est pourquoi, pour atteindre un rendement performant il est indispensable de respecter plusieurs phases pour réussir le bon geste. Nous en comptons trois :

- phase d'armer : A ce moment le joueur place son bras en rétropulsion et amène doucement sa raquette dans le dos, la tête humérale est placée en rotation latérale, la partie antérieure de la capsule est mise en tension (Figure 3).

« L'épaule est un muscle » (22), cette citation de Bonnel exprime bien l'importance du rôle des muscles dans la fonction stato-dynamique fondée par les synergies musculaires. Nous retrouvons cette action synchrone quand les rotateurs latéraux sont sollicités en concentrique alors que les muscles rotateurs médiaux agissent dans un mode excentrique pour assurer un centrage dynamique de la tête humérale.



Figure 3 : Gestuelle de la fin de la phase d'armer et début de la phase de propulsion

- Phase de propulsion : c'est le moment à partir duquel toutes les structures péri articulaires sont en tension (figure 3), le mouvement se déclenche avec une accélération graduelle du bras et de la tête de la raquette vers l'avant et le haut pour aller à la rencontre du volant. D'un point de vue articulaire, nous avons un mouvement violent d'antépulsion de l'épaule qui amène le coude en avant associée à une extension et une pronation de l'avant bras qui génère la rotation médiale dans la gléno-humérale. D'un point de vue musculaire, l'explosion du geste est déclenchée par les muscles rotateurs médiaux qui vont déroter l'épaule avec une contraction dans un mode concentrique.

Dans le même temps, la stabilisation dynamique de la gléno humérale est réalisée par les muscles rotateurs latéraux qui évoluent dans un mode excentrique dont le but est de retenir la tête humérale qui a tendance à partir en avant (23).

- Phase de frappe et de décélération: La raquette percute le volant à pleine vitesse et se dirige vers le bas et le dehors (figure 4 et 5). Juste après l'impact et jusqu'à la fin du geste, il y a une décélération progressive de la tête humérale grâce à l'action frénatrice des muscles rotateurs latéraux qui agissent dans un mode excentrique. Ce ralentissement est essentiel pour apporter un centrage de la tête humérale et contrer les forces de cisaillements exercées en avant sur la gléno humérale (23).



Figures 4 et 5 : mouvement de la raquette après l'impact vers le bas et le dehors

Au travers de la description des différentes phases du geste du smash, nous pouvons voir que les muscles agonistes et antagonistes évoluent à la fois en opposition et en synergie. C'est cette dualité qui assure un équilibre dans l'articulation gléno humérale et amène la notion de balance musculaire. Pour mieux analyser la situation, il convient de bien distinguer les forces en présence qui compose cette balance : elle peut être déséquilibrée au profit des rotateurs médiaux ou des rotateurs latéraux suite à des micros traumatismes répétés, par une atteinte articulaire ou musculaire. Ce qui a pour conséquence d'entretenir certaines pathologies. D'ailleurs, dans son article (24), B.Forthomme le rappelle : « un déséquilibre de force entre muscles d'action antagoniste provoque une excursion anormale de la tête de l'humérus dans la cavité glénoïdale, source éventuelle de conflit ou d'instabilité ».

Le problème reste à savoir précisément de quelle façon les forces sont réparties entre agonistes/antagonistes.

Nous comprenons mieux pourquoi il est important d'analyser le ratio des muscles de l'épaule afin de savoir quel est le degré d'importance du déséquilibre et comment est il généré ?

6. MATERIEL ET METHODE :

Nous avons fait nos recherches bibliographiques en utilisant les moteurs de recherches suivants : Pubmed, googlescholar, Pedro, EM-premium, Science Direct, The Cochrane Library, Kinedoc.

Les mots clés suivants ont été associés :

- en français : «badminton», «épaule», «physiologie», «anatomie», «biomécanique», «ratio épaule».
- En anglais : « badminton », «shoulder», «physiology», «anatomy», «ratio IR/ER shoulder».

Nous avons également réalisé nos investigations dans les bibliothèques universitaires de Lorraine, de Réédoc et de L'Insep.

- Nos recherches ont été réalisés en fonction des critères suivants : la date de publication au plus proche d'aujourd'hui.
- La pertinence du contenu notamment en fonction des résumés.

Nous avons pu constater que les références trouvées sur le badminton traitaient surtout

de l'aspect technico-tactique du jeu et peu du reste. C'est pourquoi, nous avons parfois élargi notre champ de recherche pour trouver plus d'éléments sur notre thème.

6.1 Population

L'étude a été menée sur 36 badistes (22 hommes et 14 femmes) âgées de 15 à 48 ans.

Les joueurs sont classés entre D4 (premier classement) et Top 5 France, dont la championne de France 2013.

Les joueurs sont issus du club d'Epinal, de Jarville, de Strasbourg et du pôle espoirs du CREPS de Strasbourg.

6.1.1 Critères d'inclusion

Tout badiste ayant un classement fédéral et qui n'a pas de douleur.

6.1.2 Critères de non inclusion

Joueur atteint d'une pathologie au membre supérieur en phase aigue.

6.2 Le matériel

6.2.1 Un dynamomètre électronique

Le KINEDYNE, créé par Smith et Nephew-Kinetec, est un outil de mesure à double usage. Il peut servir à la fois à faire des bilans et aussi à faire des exercices lors de la rééducation (Figure 6).

Lors de notre protocole de mesure, cet appareil intervient pour évaluer la force maximale à un instant « T » des muscles rotateurs médiaux et latéraux de l'épaule sur un mode isométrique.

Le dynamomètre est composé d'un boîtier de commande qui affiche les données suite à l'effort fourni par le patient (force maximale mesurée en Kg), d'une cellule de force avec

deux anneaux équipés de mousquetons, l'un pour accrocher une sangle inextensible d'attache membre et l'autre pour avoir un point fixe à l'opposé.



Figure 6 : Composition du dynamomètre électronique

En complément, nous avons utilisé le matériel suivant : une sangle avec un anneau métallique, trois mousquetons, une chaîne, une table de massage, une alèse jetable, un coussin demi-lune, un élément d'ancrage (espalier ou grille métallique), un chronomètre, un dé.

6.2.2 L'installation

De manière à être optimal lors de notre étude, nous avons fait des pré-tests sur 4 personnes. Cela a permis de trouver la position la plus cohérente possible, d'éviter les compensations afin d'avoir des résultats fiables. Par exemple, initialement le joueur devait faire ses tests en maintenant une poignée avec sa main, nous nous sommes rendus compte qu'il y avait beaucoup de compensations au niveau du poignet. C'est pourquoi, nous avons supprimé ce problème en mettant une sangle au dessus des styloïdes.

Il est important de veiller au positionnement articulaire puisqu'il est prouvé qu'il influence de façon significative sur les résultats (25).

Au vu des différents points relevés lors de nos pré-tests et des éléments trouvés dans la littérature, l'installation a été choisie et réalisée en fonction des arguments suivants : le patient est en décubitus dorsal. Cette position permet de limiter les compensations du membre

inférieur lors de la prise des mesures (26).

Pour la prise de mesures des rotateurs médiaux, le joueur est dos au montage fixé à la grille et pour les rotateurs latéraux il est face au montage.

Le membre supérieur testé repose sur la table (limite les compensations en abduction horizontale) et est placé dans le plan d'abduction frontale soit à 90° pour l'épaule, 90° de flexion pour le coude et le poignet en position neutre. Dans cette position nous sommes au plus proche de la spécificité du geste de l'armer du badiste, l'épaule est instable au niveau de la gléno humérale et les muscles de la coiffe sont sous contraintes (25). Nous attachons une sangle inextensible au poignet du membre testé, au dessus des styloïdes, relié au dynamomètre lui même fixé à une grille.

Le membre supérieur controlatéral est relâché et repose sur l'abdomen.

Un coussin est mis sous les genoux du patient pour éviter la position lordosante.

Nous demandons au patient de faire une rotation médiale d'épaule (annexe IV) en conservant la position de départ, sans mouvement compensatoire. D'ailleurs, pour un meilleur contrôle nous plaçons nos mains de part et d'autre du coude du membre testé pour sentir et maîtriser les mouvements d'abduction (dans le cas de la rotation médiale) de l'épaule sur le plan de la table. Pour les mesures de la force maximale en rotation latérale (annexe V), le joueur se trouve dans la même position que précédemment sauf que nous inversons la position des pieds et de la tête. Nous veillerons au mouvement d'adduction de l'épaule sur le plan de la table pour qu'il n'y ait pas de compensations.

6.3 Méthode

6.3.1 Pourquoi un dynamomètre électronique ?

Les différentes études vantent les mérites de l'isocinétisme, notamment parce qu'il est possible de varier de nombreux paramètres comme la vitesse d'exécution du mouvement, la position, le mode de contraction. Mais c'est un appareil qui est très coûteux, cela ne le rend pas accessible à tous. Par conséquent, pour que les tests soient réalisables et reproductibles par les clubs sportifs, nous avons préféré utiliser un dynamomètre électronique qui est facile d'accès à tout point de vue. D'ailleurs, Croisier dans son étude conclut que le dynamomètre manuel est un appareil objectif et sensible (27).

6.3.2 Notre hypothèse

Au travers de la description du geste du smash, nous comprenons bien de quelles façons les rotateurs de l'épaule sont sollicités.

La répétition des frappes dans le volant aurait tendance à développer les rotateurs médiaux plus que les rotateurs latéraux. Ce qui tendrait à déséquilibrer le ratio RL/RM pour le conduire à une valeur inférieure à 1 ($RM > RL$).

6.4 Protocole

6.4.1 À quel moment effectuons nous le test ?

Nous avons effectué les mesures après l'entraînement.

Tout d'abord, nous avons présenté le but de l'étude à l'ensemble des joueurs.

Ensuite, en préambule des tests, nous avons demandé aux joueurs de répondre à un questionnaire (Annexe VII) et de signer une fiche de consentement (Annexe VIII). Le questionnaire a pour objectif, de savoir si le joueur a une activité professionnelle, une autre activité sportive et/ou des antécédents médicaux qui pourraient influencer les résultats trouvés.

Au travers des questions, nous demandons également des informations sur le matériel utilisé et sur le niveau de jeu pour voir si il y a un lien de cause à effet sur nos résultats.

Les joueurs réalisent le test après l'entraînement. Comme l'explique JONES D. (28) il est démontré qu'à la suite de 5 à 10 minutes de repos après l'effort le muscle ou le groupe musculaire retrouve sa force initiale. A l'instant où nous prenons les mesures les capacités musculaires ne sont pas altérées et elles représentent bien la force maximale que le joueur est capable de produire en contraction statique.

6.4.2 Déroutement du test

Notre étude est randomisée, lors du premier sujet nous déterminons par tirage au sort, à l'aide d'un dé l'ordre des mesures. Si le dé montre un score pair nous débutons le test par le côté dominant, si c'est impair par le côté non dominant. Les mesures se réalisent de la façon suivante (exemple avec un dé score pair) :

- mesure des rotateurs médiaux côté dominant (trois fois)
- mesure des rotateurs médiaux côté non dominant (trois fois)
- mesure des rotateurs latéraux côté dominant (trois fois)
- mesure des rotateurs latéraux côté non dominant (trois fois).

Pour le second joueur, nous inversons, si le premier débute par le côté dominant alors le second commence par le côté non dominant et ainsi de suite.

Avant de débiter les mesures, nous demandons au joueur s'il est bien installé, ensuite nous donnons les consignes suivantes :

- garder la tête dans l'axe et le dos plaqué à la table
- ne pas enfoncer les talons dans la table
- le bras non testé doit être relâché et posé sur l'abdomen
- ne pas donner d'à-coups
- tirer et maintenir la contraction pendant 6 secondes.
- repos de 6 secondes entre chaque contraction
- trois contractions dans chaque position.

Après chaque mesure, nous collectons les informations sur une fiche de recueil (Annexe VII). Pour chaque côté, nous faisons une moyenne des trois mesures trouvées, nous calculons ensuite un ratio entre la moyenne des RL et des RM.

7. RESULTATS

7.1 Analyse statistique

L'objectif de cette étude est de savoir si la pratique du badminton engendre des

changements dans les rapports existants entre les rotateurs latéraux et médiaux de l'épaule du côté dominant.

Pour valider ou invalider les résultats trouvés lors de notre étude avec notre échantillon de 36 joueurs, nous appliquons les règles statistiques. Dans la mesure où les variables étudiées suivent une loi normale nous avons utilisé pour l'ensemble de nos comparaisons le test t de Student. La différence était considérée comme significative quand $p < 0,05$.

7.2 Description de l'échantillon

L'étude a été réalisée sur 36 badistes dont 14 femmes et 22 hommes (Figure 7).



Figure 7 : répartition (en nombre) des joueurs en fonction du sexe

La moyenne d'âge de notre panel est de 26 ans $\pm 9,02$.

L'échantillon est composé de joueurs représentant les différents classements du badminton (Figure 8).

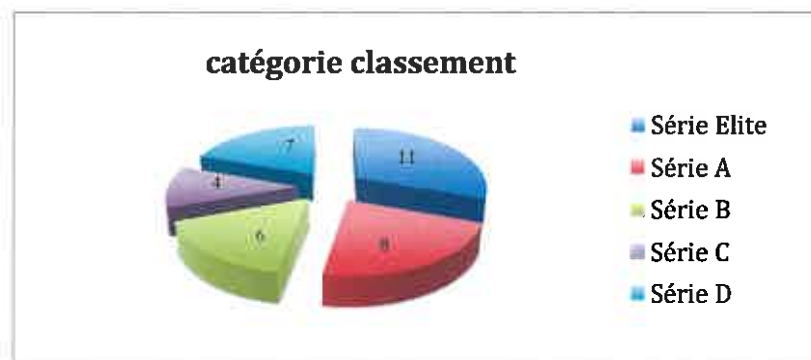


Figure 8 : Nombre de joueurs en fonction du classement

D'autres éléments de notre échantillon sont à ajouter à la description ci dessus :

- 36 joueurs droitiers exclusivement.

- 8 joueurs pratiquent un autre sport entre 1 à 3H par semaine.
- 25 joueurs utilisent une raquette flexible, 7 une raquette rigide et 4 une raquette très flexible.
- Sur l'ensemble des joueurs la tension moyenne des raquettes est de 11,57 kg avec un écart type de 2,07.
- 19 ont débutés le test côté non dominant et 17 du côté dominant.
- Aucun sujet n'a été exclu en raison de biais ou d'autres raisons.

Nous analysons le résultat du ratio de l'épaule en fonction de différents critères.

8. ANALYSE DES RESULTATS : (cf. Annexe IX : extrait du tableau de résultats de l'étude)

8.1 Y a t il une différence entre le ratio côté dominant (CD) et non dominant (CND)?

D'après les données de l'échantillon le ratio CD est de $1,03 \pm 0,20$ et le ratio CND $1,05 \pm 0,18$. La valeur $p=0,42$ indique que sur l'ensemble de la population la différence entre le ratio coté dominant et non dominant n'est pas significative. En ayant la même réflexion en distinguant les hommes et les femmes, nous faisons le même constat ($p=0,42$ pour les hommes et $p=0,80$ pour les femmes).

Le niveau des joueurs influence t-il sur le ratio CD par rapport au ratio CND ?

Pour faciliter notre analyse nous avons réparti les joueurs de l'échantillon en deux groupes distincts (classements élite, A, B =niveau international/national soit catégorie 1 et classement C et D =niveau régional/départemental soit catégorie 2), nous obtenons pour la catégorie 1 un ratio CD de $0,94 \pm 0,14$ contre $1,02 \pm 0,15$ pour le ratio CND, cette différence est significative ($p=0,02$).

En revanche, pour la catégorie 2 le ratio CD est de $1,22 \pm 0,18$ contre $1,13 \pm 0,23$ du CND, nous concluons à une différence non significative avec $p=0,18$.

Donc, nous pouvons affirmer que le niveau de jeu est un critère ayant une incidence sur le ratio de l'épaule CD par rapport au ratio CND.

8.2 Y a t il une différence du ratio CD en fonction du classement des joueurs?

Comme précédemment, nous avons séparés notre échantillon en deux groupes. L'un est composé des joueurs classés élites, classés A et B ($n=25$), ce qui correspond au niveau international, national. Pour ce groupe, le ratio CD est de 0,94 (+0,14) et le ratio CND 1,02(+0,15).

L'autre groupe est composé des joueurs classés C et D ($n=11$) qui représente un niveau régional et départemental où nous trouvons des ratios CD de 1,22 (+0,18) et CND 1,13 +/- 0,23 (Figure 9).

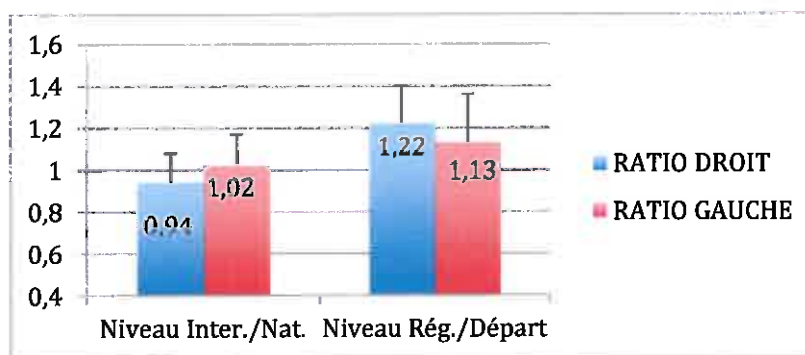


Figure 9 : Ratio droit et gauche en fonction du niveau des joueurs

Lorsque nous comparons le ratio CD entre les deux groupes de niveau, l'analyse statistique donne une valeur $p=0,00001$. Pour le ratio CND, avec la même démarche d'analyse $p=0,11$. Le niveau de jeu du joueur engendre donc des changements significatifs du ratio CD. Pour détailler notre analyse du ratio CD sur ses mêmes groupes, nous avons observé l'évolution des rotateurs latéraux et médiaux. (Figure 10)

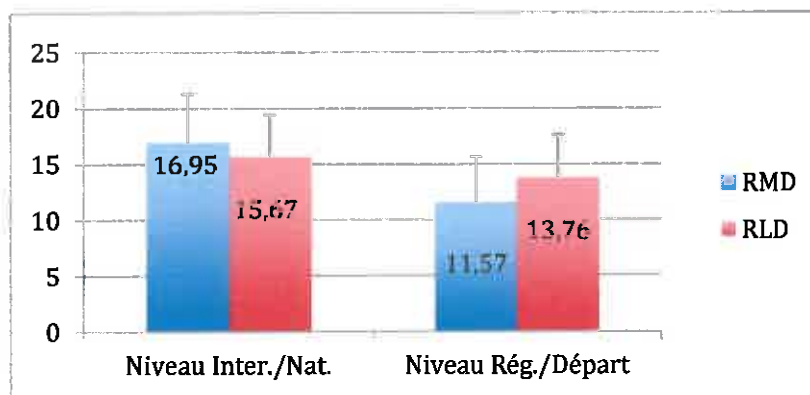


Figure 10 : force en Kg des rotateurs médiaux et latéraux du côté droit en fonction du niveau

Le graphique illustre une inversion de l'évolution des rotateurs médiaux (RM) et latéraux (RL) en fonction du niveau de jeu. Au plus haut niveau, les RM dominent alors que au niveau régional et départemental, ce sont les RL.

Statistiquement, nous remarquons une différence significative entre les rotateurs médiaux et latéraux au sein des deux groupes. Au niveau international/national, la différence entre les rotateurs médiaux et latéraux indique $p=0,02$ et $p=0,001$ pour le niveau régional /départemental.

En conservant notre schéma de réflexion (en fonction du niveau de jeu), nous allons plus loin dans l'analyse en intégrant en plus le critère du sexe.

8.3 Y a t il une différence du ratio côté dominant en fonction du niveau de jeu et du sexe ?

Tableau I : comparatif en fonction du niveau de jeu entre hommes et femmes

	Niveau International/Nat.	Niveau Régional/Dép.
RATIO Côté dominant sur l'ensemble du panel	0,94 $\pm$ 0,14	1,22 $\pm$ 0,18
RATIO Côté dominant pour Hommes	0,92 $\pm$ 0,15	1,16 $\pm$ 0,21
RATIO Côté dominant pour les Femmes	0,98 $\pm$ 0,11.	1,27 $\pm$ 0,15
Effectif	25	11
Effectif en fonction du sexe	17 Hommes et 8 Femmes	5 Hommes et 6 Femmes
Age moyen	23,04 $\pm$ -6,88	31,64 $\pm$ -10,72
Expérience	11,04 $\pm$ -5,42	7,64 $\pm$ -5,59
Nombres d'heures d'entraînement/sem.	9,88 $\pm$ -6,26	3,82 $\pm$ -1,33

8.3.1 Au niveau international/national, y a t-il une différence du ratio côté dominant entre les hommes et les femmes ?

Le ratio CD chez les hommes (n=17) est de 0,92 $\pm$ 0,15 contre pour les femmes (n=8) 0,98 $\pm$ 0,11. Nous ne constatons pas de différence notable ($p=0,34$).

8.3.2 Au niveau régional /départemental, y a t-il une différence du ratio côté dominant entre les hommes et les femmes ?

Les hommes (n=5) et les femmes (n=6) ont un ratio CD respectivement de $1,16 \pm 0,21$ et de $1,27 \pm 0,15$. La valeur $p=0,32$ confirme une différence non probante.

Nous pouvons conclure, quelque soit le niveau de jeu, le sexe ne génère pas de changement sur le ratio CD de l'épaule.

Néanmoins, en fonction du niveau de jeu, il semble pertinent de faire une analyse de la force des RM et RL chez l'homme et la femme.

Tableau II : Comparaison de la force des rotateurs de l'épaule en fonction du sexe

	RMD Homme	RMD Femme	Rapport RMDf/RMDh	RLD Homme	RLD Femme	Rapport RLDf/RLDh	Résultats
Groupe 1 Internat./Nat	19.16 kg	10.29 kg	54%	17.48 kg	10.34 kg	59%	Pour les hommes : RMD > RLD Pour les femmes : RMD $\pm$ RLD
Groupe 2 Rég./départ	14.78 kg	8.89 kg	60%	16.76 kg	11.26 kg	67%	Pour les hommes et les femmes RMD < RLD

Légende : RMD=rotateurs médiaux droit ; RLD=rotateurs latéraux droit ; RMDf=rotateurs médiaux droit femmes ; RMDh=rotateurs médiaux droit hommes

9. DISCUSSION

Notre hypothèse de départ est que la répétition des frappes effectuées lors de la pratique du badminton aurait tendance à hyper développer les rotateurs médiaux.

Nous comparons les résultats trouvés dans notre étude avec la littérature (annexes I, II, III, IV).

Il est important de souligner que les ratios trouvés dans les différentes études existantes ont été réalisés en isocinétisme alors que notre enquête a été faite avec un test en isométrie (dynamomètre manuel). Ce choix a été fait pour que notre test soit reproductible et accessible à tous.

L'étude de référence pour faire nos comparaisons reste celle réalisée par Forthomme B. (5) en 2005 car la position du test est proche de la nôtre, en décubitus dorsal avec le bras à 90° d'abduction dans le plan frontal et aussi car dans la population évaluée il y a des badistes de haut niveau et des sédentaires. Lors de cette étude le ratio RL/RM (mixte = RL en excentrique et RM en concentrique) est de 1,05 +/- 0,16 pour les badistes contre 1,30 +/- 0,27 pour les sédentaires. Il est précisé que la différence entre les deux groupes s'avère significative ($p < 0,05$).

9.1 Position et déroulement du test

Nous avons longuement réfléchi à la position optimum pour notre test. Le but recherché était d'avoir une position où l'épaule et le bras seraient les plus proches du geste du badiste tout en ayant le moins de compensations possibles lors du mouvement.

Nous avons privilégié la position couchée pour limiter les compensations du bassin et du tronc, une sangle au dessus des styloïdes ulnaire et radiale pour minimiser les compensations du poignet. Néanmoins, nous nous sommes aperçus que les joueurs avaient tendance pendant leurs efforts à s'aider en enfonçant les talons dans la table. Pour supprimer cela, nous avons fait un test en mettant les pieds en dehors de la table mais nous nous sommes rendus compte que nous avions juste déplacé le problème car les joueurs prenaient appui sur le bord de la table avec leurs jambes. Par conséquent, nous avons gardé notre position initiale avec les pieds sur la table mais nous sommes restés attentifs sur cette compensation et nous avons ajouté la consigne au départ du test de ne pas enfoncer les talons dans la table.

Nous avons aussi remarqué lors de la contraction des muscles pour la rotation interne de l'épaule que le coude avait tendance à s'enfoncer légèrement dans la table et à partir en arrière, pour la contraction en rotation externe, nous retrouvons l'inverse. Pour prévenir, nous avons placé nos mains de part et d'autre du coude pour que le joueur sente et rétablisse sa position si nécessaire.

9.2 Exploitation des résultats

9.2.1 Influence de la pratique du badminton sur le côté dominant (CD) par rapport au côté non dominant (CND)

Sur l'ensemble des joueurs, les résultats démontrent qu'il n'y a pas de différence entre le ratio CD (1,03 $\pm$ 0,2) et le ratio CND (1,05 $\pm$ 0,18).

Cela peut paraître surprenant, dans la mesure où le badminton est un sport asymétrique. Il s'avère que les études réalisées sur les effets d'une pratique sportive asymétrique sur le ratio de CD et CND sont controversées. En 2005, un travail a comparé la force de l'épaule dominante et non dominante sur des joueuses et joueurs de tennis sains de haut niveau. Une différence entre le ratio CD et CND est constatée exclusivement chez les femmes (29), ce qui n'est pas le cas dans notre recherche ($p=0,80$ pour les femmes).

M.Pocholle a montré au sein d'une même étude qu'il y avait une absence de différence significative entre le ratio CD et CND pour un groupe de tennismen et à contrario une différence significative chez des sédentaires (dans certaines conditions de vitesse de test) et également chez les baseballeurs (30). Il est important de souligner que dans cette étude il n'y a pas d'indication sur le niveau de jeu des joueurs qui ont fait les tests, alors que nous constatons que c'est un critère déterminant dans nos travaux.

Nous pouvons émettre l'hypothèse que lorsque le niveau de jeu est élevé, il est souvent lié à une pratique plus intense. Dans le cas d'un sport asymétrique, ceci favorise davantage un déséquilibre d'une épaule à l'autre (31). Une autre recherche, dans une position de test identique à la nôtre, vient étayer notre hypothèse. Cette étude montre des joueurs de badminton s'entraînant de façon intensive (entre 7 à 10 heures par semaine) et témoigne de l'influence de cette pratique sportive sur le ratio CD/CND (17).

C'est pourquoi, nous avons souhaité analyser notre panel par groupe de niveau (international/national et régional/départemental). Cela permet de mettre en avant l'influence du niveau de jeu sur le ratio CD par rapport au CND. Nous nous apercevons qu'au plus haut niveau, il y a une modification du ratio CD avec une différence notable par rapport au CND.

Dans notre cas, nous pouvons admettre que c'est un critère déterminant sur l'incidence du ratio CD/ratio CND.

Notre échantillon comporte l'ensemble des niveaux du badminton. Il se peut qu'il y ait un phénomène de compensation entre les différents classements, ce qui pourrait expliquer que l'on ne retrouve pas de différence. C'est pourquoi, il convient d'avoir une réflexion par catégories.

9.2.2 Influence du classement du joueur de badminton sur le ratio CD

Dans notre étude, nous pouvons conclure également que le niveau de jeu chez les joueurs de badminton est un facteur influant sur le ratio CD du badiste.

Nous avons comparé le groupe de niveau international/national à celui de niveau départemental/régional.

L'analyse du ratio CD pour ces deux populations montre une différence claire et révélatrice (CD 0,94 groupe 1 et 1,22 groupe 2) entre les deux groupes de niveau de jeu ($p=0,00001$).

Nous remarquons que nous ne trouvons pas cette différence significative du CND (1,02 pour le groupe 1 et 1,13 pour le groupe 2 donc $p=0,11$), ce qui est cohérent dans la mesure où ils sont tous droitiers.

Pour aller plus loin dans notre recherche, toujours pour ces mêmes groupes de niveau, il est intéressant d'observer les chiffres qui composent le ratio CD. Quand le niveau de jeu est élevé, nous constatons une dominance nette des RM par rapport aux RL (niveau int./nat. $p=0,02$).

D'ailleurs, dans l'article (32), Forthomme B. teste en isocinétisme les rotateurs de l'épaule de sportif dans une position similaire à la nôtre et elle fait le même constat, le ratio RL/RM de l'épaule dominante du sportif entraîné reste inférieur à celui du sportif occasionnel. Cela s'explique par des RM plus forts qui ne s'accompagnent pas de RL majorés.

Dès lors, elle met en garde sur les conséquences des éventuelles modifications de ratios pouvant générer, dans le concept de coaptation articulaire associée à l'équilibre agoniste/antagoniste, des lésions tendineuses ou d'instabilité.

L'article met en avant une comparaison entre une population sportive de haut niveau (notamment badminton) et sujets sédentaires ; l'auteur observe des ratios diminués chez les sportifs (badminton $1,05 \pm 0,16$) par rapport aux sédentaires ($1,30 \pm 0,27$) et précise que cela est dû à une majoration des performances maximales des RM en concentrique générées par la

pratique sportive, sans augmentation en contrepartie des RL en excentrique. Nous pouvons voir également que la valeur limite inférieure du ratio pour un sédentaire est de 1,11 alors que tous les sportifs de haut niveau se trouvent en deçà de ce seuil. Ce qui est préférable car dans le cas contraire cela pourrait être préjudiciable par rapport aux lésions tendineuses de l'épaule sportive (24).

Pocholle va dans le même sens, il mentionne que plus le niveau de la pratique sportive est élevé, plus le recrutement des RM est conséquent (30). Une autre étude avec des tennismen et des baseballeurs d'un bon niveau, montre une prévalence des rotateurs médiaux chez ces sportifs et de façon plus importante chez les baseballeurs (33).

Cet argument est étayé par les études électromyographiques faites sur des lanceurs de base ball lors d'un lancer. Les auteurs Bradley et Tibone (34), Glousman (35) et Gowan (36) révèlent que les professionnels recrutent davantage les RM et sollicitent plus particulièrement le sub-scapulaire durant la phase d'accélération que les joueurs de niveau inférieur. De plus, Perry (37) et Moynes (38) ont démontré une activité plus importante des RM chez les joueurs de tennis notamment lors du smash et du service. Au vu des similitudes dans la gestuelle de ces sports nous pouvons aisément faire le parallèle avec le badminton.

Pour le niveau de jeu régional/départemental, nos résultats révèlent une différence notoire entre les RM et les RL qui composent le ratio CD ($p=0,001$). Mais, à ce niveau, le rapport de force entre les RM et RL change, ce sont les RL qui sont supérieurs aux RM.

Comment expliquer cette inversion par rapport aux joueurs mieux classés ?

D'une part, nous avons constaté que notre position test favorisait la force des RL par rapport RM. D'autre part, nous avons vu précédemment que Forthomme (5) dans son étude donne un ratio RL/RM de 1,30 (+0,27) pour les personnes sédentaires, ce qui montre, dès le départ, un net avantage des RL pour cette population.

Dans notre travail, les badistes de niveau régional/départemental ont un ratio CD de 1,22 (+ 0,18) proche de celui des sédentaires, ce qui nous amène à la même conclusion : les RL sont supérieurs aux RM.

A ce niveau de jeu, nous comprenons que leur pratique ne soit pas suffisamment conséquente en temps et en intensité au point d'avoir une force au niveau des RM qui viendrait contre balancer la supériorité des RL.

9.2.2.1 Influence du sexe du joueur de badminton sur le ratio CD en fonction du niveau de jeu (cf. tableau I)

Au vu des résultats précédents qui démontrent que le classement des joueurs engendre des changements sur le ratio de l'épaule, il apparaît pertinent d'avoir une réflexion de l'influence du sexe mais en fonction du niveau de jeu.

Nos résultats statistiques indiquent que quelque soit le niveau de jeu cela n'engendre pas de changement sur le ratio CD entre les hommes et les femmes.

Néanmoins, il convient d'être prudent sur l'interprétation de ces résultats car nous avons un effectif de 17 hommes et 8 femmes pour le niveau international/national et 5 hommes et 6 femmes pour le niveau régional et départemental. Cela nous donne un échantillon assez déséquilibré et peu fiable. C'est pourquoi il serait plus approprié de faire une analyse avec un effectif plus conséquent.

Cependant, il apparaît intéressant d'observer la composition du ratio CD des hommes et des femmes. Les valeurs des RM et RL en fonction du niveau et du sexe permettent d'affirmer que la force maximale des rotateurs de l'épaule est plus importante chez l'homme que chez la femme comme le confirme Pocholle et Ivey pour une population sédentaire (16). De plus, nous retrouvons un bilan identique à Murray (16) où il est démontré que les muscles de l'épaule d'une population féminine représentent entre 45 et 76 % de celle d'une population masculine. Dans notre cas, le résultat se trouve également dans cette tranche, pour le groupe de haut niveau, les rotateurs médiaux CD des femmes représentent 54% de ceux des hommes, les rotateurs latéraux CD des femmes représentent 59% par rapport aux hommes. Au niveau régional et départemental, nous trouvons des proportions un peu plus élevées qui atteignent 67% (cf. tableau II : comparaison de la force des rotateurs de l'épaule en fonction du sexe).

Afin de comprendre la divergence des résultats, il est important de prendre en compte les conclusions de Hinton et Croisier (30,25) qui précisent que la position de test en décubitus dorsal avec le membre supérieur à 90° d'abduction privilégie une plus grande force des RL et des performances moindre des RM par rapport à une autre position.

Par conséquent, notre position de test donne, au départ, un avantage aux RL.

Au niveau régional/départemental, nous remarquons que quelque soit le sexe les RM sont inférieurs aux RL.

En revanche, au niveau international/national, nous constatons que les hommes ont des

RM supérieurs aux RL alors que les femmes ont des RM pratiquement égaux aux RL. Ceci démontre que malgré un niveau de jeu élevé, les femmes n'ont pas développé les RM autant que les hommes.

N'ayant pas trouvé d'éléments dans la littérature pour expliquer cette différence, nous avons émis l'hypothèse suivante : dans le jeu, la puissance développée par les deux sexes n'est pas la même, les hommes se caractérisent par un jeu rapide et explosif avec notamment des frappes puissantes alors que les femmes jouent plus en finesse. Cette distinction peut justifier d'un développement musculaire moins rapide des RM chez la femme que chez l'homme.

Néanmoins, les différences inter-études dans les conclusions sont liées au fait que les modalités d'évaluation varient d'une étude à l'autre. Ainsi, la position de test, les caractéristiques de la population, la spécificité du geste sportif, le type d'appareil sont tous des facteurs potentiels qui peuvent générer une variation des résultats.

9.3 Les limites de notre étude

9.3.1 L'âge et l'expérience du joueur

Lors du recueil des informations, nous avons demandé l'âge et l'expérience du joueur. Cependant, en étant critique sur notre questionnaire et après l'analyse des données trouvées, nous nous rendons compte que ce n'est pas l'âge en lui même qui va faire changer la balance musculaire de l'épaule.

En ce qui concerne l'expérience, nous nous apercevons que ce critère est en lien direct avec le niveau, plus il est élevé et plus le nombre d'années d'expérience est important (groupe international/Nat.= 11,04 années $\pm$ 5,42 contre groupe régional/départ.=7,64 années $\pm$ 5,59). Dans mon étude, ces deux paramètres sont statistiquement interdépendants. D'ailleurs, nous remarquons que dans la littérature les études ne font pas état de l'influence du critère de l'expérience sur le ratio de l'épaule, c'est plutôt le niveau du joueur qui est évoqué.

9.3.2 Le nombre d'heures d'entraînement

Au départ, notre idée initiale était de voir si le nombre d'heures d'entraînement pouvait influencer le ratio de l'épaule. Néanmoins, avec du recul sur notre façon de récolter l'information sur ce point, nous nous sommes aperçus que nos données n'étaient pas exploitables. En effet, il est essentiel de noter que la plupart des joueurs ont un nombre d'heures d'entraînements qui varient soit en fonction des échéances de compétition, soit en fonction du temps disponible qui change d'une année sur l'autre. C'est pourquoi, se baser sur un nombre d'heures par semaine ou par mois à un instant T n'est pas très fidèle à la réalité. Il aurait été plus judicieux de prendre un nombre d'heures réelles effectuées sur une période précise plutôt qu'à l'instant.

Cependant, pour que ce soit réalisable, cela aurait nécessité une importante anticipation sur le temps de l'étude ainsi qu'une rigueur et une discipline de la part des joueurs pour noter précisément les heures d'entraînement. Cette imprécision nous amène à penser que les résultats sont faussés et donc non exploitables.

9.3.3 Le type de raquette et la tension du cordage

Lors de notre questionnement, nous avons demandé le type de raquette utilisée par le joueur et la tension du cordage pour voir si ces paramètres pouvaient influencer le ratio musculaire de l'épaule. Les résultats de nos travaux montrent que le ratio CD moyen se rapproche de plus en plus de 1 (0,98) lorsque le cadre de la raquette est rigide. En revanche, lorsque le cadre est flexible ou très flexible le ratio CD moyen a tendance à augmenter pour atteindre 1,14.

D'après ces résultats, cela signifie qu'une raquette rigide tend à développer les rotateurs médiaux. Ce qui paraît cohérent dans la mesure où les raquettes rigides sont destinées aux joueurs qui disposent déjà d'une frappe puissante mais qui sont à la recherche de précision et de toucher. Par contre, les joueurs qui privilégient les raquettes flexibles sont à la recherche d'un gain de puissance qu'ils tentent de gagner par un matériel qui peut compenser cette carence.

Cependant, nous n'avons pas pris en considération le fait que le joueur peut changer

de type de raquette lors de sa carrière. C'est pourquoi, il est difficile de tirer des conclusions d'après nos informations. La tendance première dégagée par nos chiffres nous laisse à penser qu'il pourrait être intéressant de faire une comparaison avec des joueurs qui ont toujours évoluer avec le même type de raquette et voir si ce critère engendre réellement des changements dans la balance musculaire de l'épaule et confirme notre théorie.

9.3.4 Les antécédents de pathologies de l'épaule

Lors de notre étude, nous avons questionné les joueurs sur leurs antécédents de pathologies d'épaule du CD de façon à voir si cela avait une influence sur le ratio de l'épaule. Nous avons recensé 11 joueurs dont 2 au niveau régional/départemental et 9 au niveau international/national. D'un point de vue statistique, ces effectifs réduits inter-groupes ne permettent pas d'avoir des résultats fiables et crédibles. Donc, nous ne pouvons pas faire de conclusions sur ce paramètre.

De toute façon, la littérature exprime le fait qu'il est difficile de faire le lien entre un ratio déséquilibré et une pathologie (30). D'ailleurs, certains joueurs dans notre échantillon ont un ratio complètement déséquilibré et ils n'ont jamais eu de pathologie d'épaule.

Pocholle indique qu'une modification du ratio ne doit pas être considérée obligatoirement comme pathogène. Chez les sportifs, des phénomènes d'adaptations et de compensations se mettent en place pour supporter le déséquilibre musculaire engendré par la pratique du sport (30).

10. CONCLUSION

Bien que le badminton soit un sport asymétrique, nous observons que le simple fait de le pratiquer ne suffit pas à modifier le ratio de l'épaule. Notre étude témoigne du fait que ce n'est seulement qu'à partir d'un certain niveau de jeu et à compter d'une expérience conséquente, que nous trouvons un changement significatif du ratio des rotateurs de l'épaule CD. De plus, nous observons également que le déséquilibre du ratio RL/RM est dû à un hyper développement de la force des RM généré par la répétition des gestes de frappe, et ceci sans hausse simultanée de la force des RL.

D'après les données de la littérature, la définition d'un ratio dit équilibré est sujet à controverses. En effet, de nombreux paramètres inter études rendent les comparaisons délicates. Nos conclusions sont conformes avec certaines études faites en isocinétisme (22, 23) bien que nos chiffres diffèrent. Dans l'étude de Forthomme, le postulat de base pour le ratio RL/RM correspond à une valeur de 1,30 pour les sédentaires et de $1,05 \pm 0,16$ pour les badistes de haut niveau. Notre étude conforte ces résultats dans la mesure où nous obtenons un ratio de 0,94 pour le niveau de joueurs concernés, ce qui démontre la prévalence des RM chez des joueurs d'un niveau supérieur (5). C'est pourquoi, il convient de faire une analyse propre à chaque sport et en fonction d'un niveau de jeu pour avoir des comparaisons fiables. A la lumière de tels constats, que vaut-il mieux privilégier ? La performance en conservant un ratio déséquilibré, ou respecter la biomécanique dans un but de prévention de pathologies, au détriment de la performance (28).

BIBLIOGRAPHIE

1. Site internet : adresse :http://badmania.fr/index.php?mod=preparation_physique#menu
page consultée le 27 février 2014.
2. P.FIEUZAL et Al. Science et sports. Article les nouveaux aspects de la traumatologie du badminton. 1994, 59 pages. Elsevier Masson. ISSN 0765-1597
3. Dr Philippe LE VAN et Christophe JEANJEAN, revue du Médecins du terrain, Mars Avril 2002, N°50, page 8
4. Dr Pascal EDOUARD-thèse : Adaptation de la force musculaire des rotateurs internes et rotateurs externes dans la stabilisation dynamique de l'angle scapulo humérale. Le 5 avril 2011-274 pages.
5. B.FORTHOMME Exploration musculaire isocinétique de l'épaule. Faculté de médecine de Liège. Thèse de Doctorat en Kinésithérapie et Réadaptation, 2005
6. F.F.B.A (fédération française de badminton) (en ligne) <http://www.ffbad.org>
Page consultée « Bad au féminin » le 13/09/2013/
http://www.ffbad.org/data/Files/Accueil/Badminton_Pour_Tous/Le_Bad_au_feminin/bad_feminin.pdf
7. Le badminton (en ligne) <http://badiste.fr/badminton> Page consultée le 20/12/2013
8. Site suisse badminton : https://www.swiss-badminton.ch/news_detail-n18-i2698-sF.html.page consultée le 13/09/13
9. Site ouest France- page consultée le 20/12/2013

10. Site Culture générale- page consultée le 20/12/13 : <http://www.culture-generale.fr/inutile/3126-les-records-de-vitesse-des-balles-et-ballons>

11. Professeur François BONNEL-Le Muscle : nouveaux concepts- Anatomie-Biomécanique-Chirurgie-Rééducation- biomécanique de l'épaule musculaire (couples de relation tridimensionnels et bissectrices vectorielles de recentrage),2009,p.147,Sauramps Médical. ISBN 978-2-84023-628-3

12. M DUFOUR-M.PILLU- Biomécanique fonctionnelle- Epaule p.291 /301/305/315

13. J.L LEROUX, P.H CODINE, E.THOMAS, P. HEBERT, M.POCHOLLE, M.J AZEMA, F.BONNEL, F.BLOTMAN : Exploration isocinétique des muscles periarticulaires. L'épaule musculaire. Sauramps Medical : p191-211,1995.

14. P.CODINE, P.L.BERNARD, M.POCHOLLE, C.HERISSON - Evaluation et rééducation des muscles de l'épaule en isocinétisme : méthodologie, résultats et applications. Annales de réadaptation et de médecine physique 48 (2005) p 80-92.

15. Mc MASTER W.C, LONG S.C., CAIOZZO V.J. : Shoulder torque chages in swimming athlete. Am J Sports Med,20 :323-327, 1992.

16. POUCHOLLE M., CODINE P, Evaluation de la balance musculaire, KS, 2000, n°396, p6-11

17. EGRET C., TOURNY CHOLLET C., LEROY D, NORMAND M., Effets d'une pratique sportive intensive sur les ratio musculaires agonistes/antagonistes de l'épaule, Rubrique scientifique, Cinésiologie 1999-N°189- p11 à 15.

18. P. EDOUARD-F. DEGACHE- P. CALMELS- Intérêts d'une évaluation musculaire isocinétique des rotateurs de l'épaule dans le parcours de soins de l'épaule instable. Lett.Méd.Phys.Réadapt (2013) 29 : 85-89

19. K.KENNEDY, PT, ATC- DAVID W. ALTCHER, MD, IRVING V. GLICK, MD-
Concentric and eccentric isokinetic Rotator Cuff Ratios in Skilled Tennis Players- Isokintics
and exercise science : Vol 3. No 3.1993, p155-159
20. P.MIDDLETON- E.GAUJARD- H.PETIT- A.GUILLERMO-M.C VIDAL- I. BIENTZ-
P.MONGUILLOT- L'équilibre musculaire, Lettre Médecine Physique Réadaptation, Juin
2013, volume 29, Issue 2, p64-69
21. MANSAT M. Le geste du Lancer- La Lettre de l'observatoire du mouvement, 2002, n°6,
p1-10
22. F.BONNEL- L'Epaule : Epaule et couples musculaire de stabilisation rotatoire dans les
trois plans de l'espace, 1993, P.35 à 56, Springer Verlaq, ISBN 2-287-00395-9 / 3-540-59587-
2
23. D.GASQ et AL- Exercice musculaire en excentrique, Art. : Stratégies d'élaboration du
mouvement et recrutement neuromusculaire, 2009, P.10, Elsevier Masson, ISBN 978-2-294-
70752-0
24. B. FORTHOMME, JM CRIELAARD, JL CROISIER- Exercice musculaire en
excentrique, Art. : Concept d'équilibre agonistes/antagonistes de l'épaule : analyse critique,
2009, p 61-67, Elsevier Masson, ISBN 978-2-294-70752-0
25. JL CROISIER, R.MOMMER et JM CRIELAARD-Muscles rotateurs d'épaule et
isocinétisme. Méd et Hyg 51, 713-717. Mars 1993.
26. JL CROISIER, R.MOMMER, C LHERMEROUT, JM CRIELAARD- Bilan isocinétique
des rotateurs internes et externes d'épaule : Importance du positionnement articulaire. Service
de médecine physique et Réadaptation Fonctionnelle, C.H.U du Sart Tilman, Batiment B35,
4000 Liège. Masson, Paris,1993-p193-199.

27. JL CROISIER, JM CRIELAARD (1999) Méthodes d'exploration de la force musculaire : une analyse critique. Ann Readapt Med Phys 42 : 311-22
28. D.JONES, J.ROUND, A. DE HAAN- Physiologie du muscle squelettique, de la structure au mouvement- Paris : Elsevier, 2005 - P.190
29. G GOZLAN, L.BENSOUSSAN, J-M COUDREUSE, J.FONDARAI, V.GREMEAUX, J-M VITON, A DELARQUE, Mesure de la force des muscles rotateurs de l'épaule chez des sportifs sains de haut niveau(natation, volley ball, tennis) par dynamomètre isocinétique : comparaison entre épaule dominante et non dominante, Annales de réadaptation et de médecine physique 49 (2006) 8-15.
- 30.M.POCHOLLE, P-L BERNARD, P .CODINE, V.BRUN- Influence de la pratique sportive sur la balance musculaire des rotateurs de l'épaule.Ann.Kinésithér.,1996, t.23,n°5,pp.201-207
31. J.L.CROISIER, J.F. KAUX, J.M. CRIELARD, B. FORTHOMME, F. DELVAUX- Kinésithérapie scient 2014 ; 550 :35-39
32. B.FORTHOMME, J.M CRIELAARD, J.L CROISIER-Colloques et congrès scientifique : 10 ans d'isocinétisme et lésions musculaires, Art. : Isocinétisme et complexe articulaire de l'épaule, 2008, résumé p1 à 6.
33. P.L.BERNARD, P-H.FAGOT, P.CODINE, V.LASSAU, J.M. Vautrin, M.POCHOLLE, Evaluation isocinétique et prévention des déséquilibres musculaires de l'épaule du sportif, position du problème et moyen d'étude. J. Réadapt. Méd., 1996, 16 , N°2, page 67-76.
34. JP BRADLEY, JE TIBONE . Electromyographic analysis of muscle action about the shoulder. Clin Sports Med 1991 ; 10 :789-804.

35. GLOUSMAN RE, BARRON J, JOBE FW, PERRY J, PINK M. An electromyographic analysis of the elbow in normal and injured pitchers with medial collateral ligament insufficiency. Am J Sports Med 1992 ; 20 : 311-17.
36. GOWAN ID, JOBE FW, TIBONE JE, PERRY J, MOYNES DR. A comparative electromyographic analysis of the shoulder during pitching. Am J Sports Med 1987 ; 15 : 586-90.
37. J PERRY. Anatomy and biomechanics of the shoulder in throwing, swimming, gymnastics, and tennis. Clin sports Med 1983 ; 2 : 247-70.
38. DR MOYNES, J PERRY, DJ ANTONELLI, JOBE FW, Electromyography and motion analysis of the upper extremity in sports. Phy ther 1986 ; 12 : 1905-11.

ANNEXES

Annexe I : Tableau représentant les valeurs de ratio concentrique RM/RL chez les sédentaires et sportifs non compétiteurs.

Annexe II : Tableau représentant les valeurs de ratio concentrique RM/RL chez les sportifs compétiteurs.

Annexe III : Tableau représentant les valeurs de ratio excentrique RM/RL chez les sportifs compétiteurs ou non.

Annexe IV : Tableau récapitulatif d'études sur le ratio des rotateurs de l'épaule.

Annexe V : Position du joueur lors des tests de mesures des rotateurs latéraux

Annexe VI : Position du joueur lors des tests de mesures des rotateurs médiaux

Annexe VII : QUESTIONNAIRE ET FICHE DE RECEUIL D'INFORMATIONS

Annexe VIII : Fiche de consentement

Annexe IX : Extrait du tableau de résultats de l'étude

ANNEXE I : Tableau représentant les valeurs de ratio concentrique RM/RL chez les sédentaires et sportifs non compétiteurs (16).

AUTEURS	NOMBRE DE SUJETS	ÂGE MOYEN	POSITION DU CORPS	POSITION DU BRAS	VITESSES DE TESTS	VALEURS DES RATIOS RI/RE
IVEY 1985	18 hommes 13 femmes	entre 21 et 50 ans	assis	bras à 90° d'abduction	60 et 180°/s	1,5
OTIS 1990	36 hommes	25,9	couché	bras à 90° d'abduction	480°/s	1,56
WARNER 1990	15 hommes	27	assis	plan de l'omoplate	90 et 180°/s	1,3 à 1,4 à 90°/s 1,4 à 1,2 à 180°/s
GREENFIELD 1990	14 femmes 6 hommes	16 à 32 ans	debout	bras à 45° d'abduction	60°/s	1,1
Mc MASTER 1992	10 hommes 10 femmes	22,5	debout	bras au corps	30 et 180°/s	1) Hommes 1,35 à 30°/s 1,53 à 180°/s 2) Femmes 1,35 à 30°/s 1,35 à 180°/s
CROISIER 1993	10 hommes	22,1	assis	1) abd. à 90° 2) abd. à 45°	60 à 400°/s	1) 0,90 à 0,95 2) 1,21 à 1,29

■ Tableau 1 : valeurs du ratio concentrique RI/RE pour le pic de couple chez les sédentaires et sportifs non compétiteurs.

ANNEXE II: Tableau représentant les valeurs de ratio concentrique RM/RL chez les sportifs compétiteurs (16).

Auteurs	Nombre de sujets	Age moyen	Sport	Position du corps	Position de l'essai	Vitesse de tests	Valeurs des ratios RM/RL
ALDERINK 1988	24 hommes	14-21 ans	base-ball	couché	bras à 90° d'abduction	90°/s 120°/s 210°/s 300°/s	1,48 1,48 1,40 1,45
BROWN 1988	41 hommes	27,02	base-ball	debout	coudé au corps	180°/s 240°/s 300°/s	1,47 1,53 1,56
HINTON 1988	26 hommes	15-18 ans	base-ball	debout	coudé au corps	90°/s 240°/s	1,6 1,79
Mc MASTER 1991	15 hommes	26	water-polo	debout	coudé au corps	30°/s 180°/s	1,65 1,81
Mc MASTER 1992	14 hommes 13 femmes	29 18,5	natation	debout	coudé au corps	30°/s 180°/s	1) Hommes 1,88 à 30°/s 2,22 à 180°/s 2) Femmes 1,58 à 30°/s 1,56 à 180°/s
WILK 1993	150 hommes	18 à 22 ans	base-ball	assis	bras à 90° d'abduction	150°/s 300°/s	1,55 1,55
MIKESKY 1995	25 hommes	19,3	base-ball	assis	bras à 90° d'abduction	1,5 Rad/s 2,1 Rad/s 5,2 Rad/s	1,59 1,56 1,38
RUPP 1995	10 hommes 12 femmes	14 à 26 ans	nageurs	couché	bras à 90°	60°/s 180°/s	1,31 à 1,46 1,24 à 1,31
SIROTA 1997	25 hommes	22,5	base-ball	assis	bras à 90° d'abduction	60°/s 120°/s	1,06 1,08
CODINE 1997	39 hommes	21,7 à 25,7 ans	12 crossiers 15 triathlètes 12 base-balleurs	assis	bras à 45° d'abd. plan de l'axo-plum	90°/s 180°/s 300°/s	Cross** : 1,28 à 1,52 Triathlètes : 1,5 Base-B : 1,69 à 1,83
BOUVEROTI 1997	30 hommes 6 femmes	25 et 17	13 grimpeurs 11 halérophiles 12 volleyeurs	assis	plan de l'axo-plum = 45 et 90° d'abd. plan frontal = 45 et 90° d'abd.	60°/s 180°/s 300°/s	1,13 à 2,13 1,33 à 2 1,74 à 1,82

16 : Tableau 2 : valeurs du ratio concentrique RI/RE pour le pic de couple chez les sujets sportifs compétiteurs.

ANNEXE III : Tableau représentant les valeurs de ratio excentrique RM/RL chez les sportifs compétiteurs ou non (16).

Auteurs	Nombre de sujets	Age moyen	Sexe	Position du corps	Position du bras	Vitesse de tests	Valeurs des ratios RL/RE
HAGEMAN 1982	9 hommes 10 femmes	21-27	sportifs légers	assis	2 positions bras à 45° d'abduction et 45° de flexion	60% 180%	H = 45° de flex. 1,62 et 1,63 45° d'abd. 1,6 et 1,61 F = 45° de flex. 1,63 et 1,6 45° d'abd. 1,6 et 1,63
MAVER 1994	12 hommes 19 femmes	F = 24,2 H = 25,7	sportifs légers	*	*	60% 120% 180% 240%	H = 1,53 - 1,57 1,58 - 1,62 F = 1,38 - 1,48 1,5 - 1,58
MIKESKY 1995	25 femmes	19,9	base-ball	assis	bras à 90° d'abduction	1,6 Rads 2,7 Rads 5,2 Rads	1,69 1,27 1,72
SIRGITA 1987	25 hommes	23,5	base-ball	assis	bras à 90° d'adduction	60% 120%	1,10 1,10
RAK 1997	5 hommes 7 femmes	19	légers	assis	45° d'abd. 20° de flexion	30% 90%	1,51
SCOVILLE 1997	75 hommes	19,7	handipour	assis	bras à 90° d'abd.	90%	1,31

■ Tableau 3 : valeurs du ratio excentrique RL/RE pour le pic de couple chez les sujets sportifs compétiteurs ou non.

ANNEXE IV : Tableau récapitulatif d'études sur le ratio des rotateurs de l'épaule.

Auteurs	Nombre de sujets	Age moyen	population	position du corps	position du bras	vitesse de tests	valeurs ratio RL/RM	valeurs ratio mixte: RL exc/RM conc.	valeurs ratio fonctionnel: RL conc/RM exc.
<i>Forthomme B (29)</i>	NP	NP	sédentaire	décubitus	bras à 90° d'abduction dans le plan frontal	60°/s	0,71 seuil limite en dessous duquel le ratio est anormal		
<i>Croisier (23)</i>	23 hommes	23 ans	sédentaire ou sportifs de loisir	décubitus	bras à 45° d'abduction dans le plan frontal	60°/s	valeur proche de 0,8		
				décubitus	bras à 90° d'abduction dans le plan frontal	60°/s	valeur supérieur à 1		
<i>Forthomme B (22)</i>	NP	NP	sédentaires ET sportifs de haut niveau	décubitus	bras à 90° d'abduction dans le plan frontal	RE à 60°/s et RI à 240°/s pour le ratio mixte et pour le ratio fonctionnel 60°/s		Volley: 1,07±0,23 / javelot: 1,04±0,21 / Tennis: 1,10±0,17 / Badminton: 1,05±0,16 et 1,30±0,27 pour sédentaire, limite inférieure normale pour sédentaire 1,11.	0,64±0,11 pour les hommes sédentaires jeunes et valeur normale avec limite supérieure de 0,75
<i>Kennedy K.(19)</i>	62 hommes et femmes	NP	joueurs de tennis	décubitus	bras dans le plan de la scapula+ (poignet bloqué pour éviter une flexion ou extension)	60°/s	valeur 0,67 coté dominant et coté non dominant à 0,77		
<i>Edouard P.(18)</i>	NP	NP	NP	assise	bras 45° d'abduction de l'épaule dans le plan de la scapula (davies modifiée)	NP	valeur 0,70		
<i>Egret C (17)</i>	23: 11 hommes et 12 femmes	NP	sédentaire et sportif de haut niveau (dont 8 badistes)	décubitus	bras à 90° d'abduction dans le plan frontal	180°/s	valeur pour l'ensemble entre 0,66 et 0,77		

NP=Non précisé

ANNEXE V : Position du joueur lors des tests de mesures des rotateurs latéraux



ANNEXE VI : Position du joueur lors des tests de mesures des rotateurs médiaux.



ANNEXE VII : QUESTIONNAIRE ET FICHE DE RECEUIL D'INFORMATIONS

SUJET N° :

NOM :

Prénom :

Numéro de téléphone :/...../...../...../...../

Mail :

Age :

Taille :cm

Poids :Kg

Sexe :

Homme

Femme

Latéralité :

Droitier

Gaucher

Classement actuel en Badminton :

Nombre d'heures de pratique :H/semaine

Depuis combien d'année :

Quel type de raquette utilisez vous ? (entourer la bonne réponse)

Très flexible

flexible

rigide

Quelle est la tension de votre cordage ?

.....Kg

Pratiquez vous un autre sport ?

Lequel ?.....

Combien d'heures? (en semaine ou /mois).....

Depuis quand ?.....

Avez vous déjà eu des pathologies du membre supérieur dominant ?

→Traumatismes (fractures,entorse,blessure musculaire,luxation).....

→ Opération chirurgicale.....

→ Antécédents médicaux (cicatrice,plaie ouverte,allergie,affection cutanée).....

.....

→ Autres

Critères d'inclusion :

Toute personne qui pratique le badminton ayant un classement fédéral et qui n'a pas de douleur.

Critères non inclusion :

Joueur atteint d'une pathologie au membre supérieur en phase aigue.

Protocole de mesures

Consignes :

- Garder la tête dans l'axe
- Garder le dos plaqué à la table
- Ne pas enfoncer les talons dans la table
- Le bras non testé doit être relâché et posé sur l'abdomen
- Ne pas donner d'à-coups
- Tirer et maintenir la contraction pendant 6 secondes.
- Repos de 6 secondes entre chaque contraction
- Trois contractions dans chaque position.

Respect du protocole : OUI NON

Douleur lors de la mesure : OUI NON

Prise des mesures :

	Côté Droit			Côté Gauche		
	Force des rotateurs médiaux	Force des rotateurs latéraux	RATIO	Force des rotateurs médiaux	Force des rotateurs latéraux	RATIO
Résultat 1						
Résultat 2						
Résultat 3						
Moyenne						

ANNEXE VIII : FICHE DE CONSENTEMENT

FICHE DE CONSENTEMENT

Je soussigné(e) _____ consens librement à participer à la recherche intitulée : «Analyse du ratio musculaire de l'épaule chez le badiste ». J'ai assimilé les informations divulguées par l'étudiant et je comprends le but, la nature, les avantages, les risques et les inconvénients du projet de recherche. Je suis satisfait(e) des explications, précisions et réponses que l'étudiant m'a fournies, le cas échéant, quant à ma participation à ce projet.

Signature du participant

Date :

Annexe IX : Extrait du tableau de résultats de l'étude

Sujet	Sexe	Age	Taille	Poids	Profession	Classement	RMD Moyenn	RLD Moyenn	Ratio D (RM/RL)	Ratio R (RL/RM)	RMG Moyenn	RLG Moyenn	Ratio G (RM/RL)	Ratio R (RL/RM)
1	1	27	174	62	étudiant	B1	18,633	18,517	1,006	0,994	18,550	16,900	1,098	0,911
2	2	27	169	55	étudiant	A3	12,567	12,167	1,033	0,966	11,333	10,233	1,107	0,903
3	2	15	167	50	étudiant	A4	9,600	9,600	1,000	1,000	8,233	8,083	1,019	0,981
4	1	27	190	72	étudiant	T50	14,767	13,800	1,070	0,935	13,083	13,283	0,985	1,015
5	2	26	163	55	étudiant	B4	11,367	12,617	0,901	1,110	11,417	13,017	0,877	1,140
6	1	19	177	70	étudiant	T5	26,317	20,333	1,294	0,773	18,150	20,050	0,905	1,105
7	1	17	174	65	étudiant	A2	20,467	17,233	1,188	0,843	16,333	19,250	0,848	1,179
8	1	18	184	74	étudiant	A1	19,067	21,400	0,891	1,122	17,850	16,333	1,093	0,915
9	1	18	181	77	étudiant	T50	17,933	17,317	1,036	0,966	19,000	20,017	0,949	1,054
10	1	18	171	66	étudiant	T10	20,483	15,483	1,323	0,755	15,833	13,733	1,153	0,867
11	2	16	172	66	étudiant	T50	12,900	12,450	1,036	0,965	12,433	10,400	1,196	0,836
12	2	16	163	58	étudiant	T20	9,867	11,150	0,885	1,130	8,467	9,417	0,899	1,112
13	1	15	168	56	étudiant	A3	12,700	14,400	0,882	1,134	12,550	11,400	1,101	0,909
14	1	18	181	76	étudiant	T50	15,350	16,017	0,958	1,043	13,950	17,433	0,800	1,250
15	2	18	162	56	étudiant	T5	15,550	12,750	1,220	0,819	12,967	12,317	1,053	0,950
16	2	17	168	60	étudiant	A2	13,033	11,317	1,152	0,868	6,383	8,133	0,785	1,274
17	1	24	175	79	étudiant	A2	16,733	14,817	1,129	0,885	19,067	16,333	1,167	0,857
18	1	31	183	84	Ingénieur maintenance	B1	18,583	14,350	1,295	0,773	17,600	15,100	1,166	0,858
19	1	32	181	80	Ingénieur énergies renouvelables	B3	20,367	14,817	1,375	0,727	16,967	17,017	0,997	1,003
20	1	24	176	71	étudiant	T10	22,967	19,850	1,157	0,864	18,717	19,983	0,937	1,068
21	1	24	190	103	intérimaire: déménageur	A4	20,633	25,583	0,807	1,240	19,300	27,083	0,713	1,403
22	1	23	186	74	étudiant	T20	19,867	16,933	1,173	0,852	20,150	19,800	1,018	0,982
23	1	34	183	83	entraîneur badminton	T50	20,383	19,400	1,051	0,952	16,217	17,967	0,903	1,108
24	1	37	184	75	fonctionnaire d'état	C3	11,017	16,750	0,658	1,520	13,917	16,350	0,851	1,175
25	1	26	175	69	dessinateur	C4	16,100	18,783	0,857	1,168	16,867	14,867	1,135	0,881
26	2	18	177	58	étudiant	D2	6,567	6,967	0,943	1,062	5,400	7,067	0,764	1,308
27	1	48	177	80	projeteur bureau d'études	D4	17,550	17,917	0,980	1,021	18,000	16,417	1,096	0,912
28	2	19	153	48	étudiant	D2	5,967	9,067	0,658	1,530	5,217	7,333	0,711	1,406
29	2	25	163	87	ouvrière de production	C4	11,817	14,550	0,812	1,231	12,333	11,633	1,060	0,943
30	1	19	178	67	étudiant	C3	11,317	12,150	0,931	1,074	11,350	12,733	0,891	1,122
31	2	45	165	56	déleguée médicale	D2	10,267	12,533	0,819	1,221	8,383	12,733	0,658	1,519
32	1	38	178	78	diététicien	D4	17,917	18,200	0,984	1,018	19,883	16,367	1,215	0,825
33	2	32	159	59	nutritionniste	B3	12,983	12,633	1,028	0,973	11,117	11,083	1,003	0,997
34	1	40	188	82	prof	B4	20,533	16,933	1,213	0,825	21,767	18,400	1,183	0,845
35	2	38	162	68	employé de banque	D3	9,750	12,267	0,795	1,258	10,083	12,683	0,795	1,258
36	2	35	160	82	chef de projet marketing	D4	9,000	12,183	0,739	1,354	8,367	8,700	0,962	1,040
moy	1,39	25,67	173,81	69,47	#DIV/0!	#DIV/0!	15,30	15,09	1,01	1,03	14,09	14,43	0,97	1,05
ET	0,49	9,02	9,53	12,05	#DIV/0!	#DIV/0!	4,88	3,82	0,18	0,20	4,59	4,46	0,15	0,18
mini	1,00	15,00	153,00	48,00	0,00	0,00	5,97	6,97	0,66	0,73	5,22	7,07	0,66	0,82
maxi	2,00	48,00	190,00	103,00	0,00	0,00	26,32	25,58	1,37	1,52	21,77	27,08	1,21	1,52
Nb	36,00	36,00	36,00	36,00	0,00	0,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00

Remerciements

En préambule à ce mémoire, je souhaitais adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

Je tiens à remercier sincèrement Monsieur PARENT, qui, en tant que référent, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de mon travail, ainsi que pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer.

Mes remerciements s'adressent également à Madame ROYER, Madame BUATOIS et Madame RIDET pour leurs écoutes, leurs conseils et leurs patiences dont elles ont su faire preuve lors de mes nombreuses sollicitations.

Merci à tous et à toutes.

