

Mémoire pour l'obtention du titre de Maîtrise en Sciences du
mouvement et du sport orientation enseignement
Faculté des SSP

L'épaule douloureuse du volleyeur : mesures isocinétiques de la coiffe des rotateurs

Fanny Molliet

Sous la direction de Francis Degache

Expert : Kenny Guex

Ce travail n'aurait pas pu être concrétisé sans un appareillage de mesure adapté. C'est pourquoi nous tenons à remercier tout particulièrement le Docteur Marc Genty et Christophe Mascaro, Chef de la physiothérapie du Centre Thermal d'Yverdon-les-Bains. Un grand merci au Centre Thermal pour la mise à disposition du dynamomètre isocinétique, de ses locaux, mais aussi pour son accueil et sa flexibilité dans les horaires. Nos remerciements sont également adressés aux joueuses qui ont participé à cette étude. Merci à Francis Degache, directeur de ce mémoire pour son suivi, sa patience et compréhension ainsi que ses remarques, corrections et explications.

Table des matières

0.1. Liste des tableaux, graphiques et illustrations.....	iii
0.2. Glossaire.....	v
0.2.1. Abréviations et symboles.....	v
0.2.2. Définitions	vi
1. Introduction	1
2. Méthode.....	14
2.1. Sujets	14
2.2. Matériel et installation des sujets.....	14
2.3. Protocole expérimental	17
2.4. Analyse des données.....	18
2.5. Traitement statistique	18
3. Résultats	20
3.1. Caractéristiques des deux groupes.....	20
3.2. Résultats principaux	21
3.3. Résultats subsidiaires ou détail sur les groupes.....	25
4. Discussion	28
4.1. Retour sur les résultats principaux.....	28
4.2. Discussion des résultats et mise en parallèle à la littérature.....	28
4.3. Les limites de l'étude.....	31
4.4. Quelques pistes pour une meilleure prévention.....	34
5. Conclusion.....	36
6. Bibliographie.....	38
7. Table des annexes.....	I
Annexe 1 : Evaluation manuelle en 6 stades selon Lovett et Martin	II
Annexe 2 : Rôle des joueurs sur le terrain.....	II

Annexe 3 : Caractéristiques des sujetsIII

Annexe 4 : QuestionnaireIII

0.1. Liste des tableaux, graphiques et illustrations

Figure 1. *Complexe articulaire de l'épaule, d'après Forthomme (2005), adapté de Kapandji (1980)*

Figure 2. *Vue de face de la cavité glénoïdale, capsule articulaire et ligaments sectionnés d'après Rouvière et Delmas (2002), repris d'Edouard (2011)*

Figure 3. *Les deux faisceaux du ligament coraco-huméral d'après Forthomme (2005) adapté de Kapandji (1980)*

Figure 4. *Les trois faisceaux du ligament gléno-huméral d'après Forthomme (2005) adapté de Kapandji (1980)*

Figure 5. *Vue antérieure des muscles effecteurs du bras, et des stabilisateurs ou effecteurs de la ceinture scapulaire, tiré de Marieb (2005)*

Figure 6. *Vue postérieure des muscles superficiels et profonds du buste, tiré de Marieb (2005)*

Figure 7. *Vue supérieure des muscles rotateurs de l'épaule selon Kapanji (1997)*

Figure 8. *Les phases du lancer au baseball repris d'Edouard (2011), tiré de Fleisig et al., 1995 et 1996 ; Wilk et al., (2009)*

Figure 9. *Axes et cône de circumduction tiré de Kapanji (1997)*

Figure 10. *Moment de force des RE en fonction de la position articulaire de l'épaule sur dynamomètre Cybex Norm. Exemple repris de Forthomme (2005)*

Figure 11. *Evolution du moment de force des rotateurs internes et externes en fonction du temps ou de la position sur dynamomètre Con-Trex. Graphique tiré d'Edouard (2011)*

Figure 12. *Dynamomètre isocinétique Con-Trex MJ; CMV AG, Dübendorf, Switzerland*

Figure 13. *Installation du sujet en position de Davies modifiée sur dynamomètre isocinétique Con-Trex, schéma repris et modifié d'Edouard et al. (2009)*

Figure 14. *Caractéristiques moyennes des groupes présentant des épaules non douloureuses et une épaule douloureuse*

Figure 15. *Valeurs moyennes des MFM (Nm) \pm déviation standard chez les joueuses présentant une épaule non douloureuse (ENDC) et chez les joueuses présentant une épaule douloureuse (ED)*

Figure 16. Valeurs moyennes des MFM normalisées en fonction du poids ($N \cdot m \cdot kg^{-1}$) \pm déviation standard chez les joueuses présentant une épaule non douloureuse (ENDC) et chez les joueuses présentant une épaule douloureuse (ED)

Figure 17. Ratios moyens \pm déviations standard pour les groupes épaule non douloureuse (ENDC) et épaule douloureuse (ED)

Figure 18. Ratios standards concentriques RE/RI à 60 et 240°/s et excentriques à 60°/s pour les groupes présentant des épaule non douloureuse (ENDC) et une épaule douloureuse (ED)

Figure 19. Ratios mixtes d'armé et de lancer pour les groupes épaule non douloureuse (ENDC) et épaule douloureuse (ED)

Figure 20. MFM et ratios des joueuses remplacées par le libéro pour l'épaule dominante et non dominante

Figure 21. Positions des joueuses du groupe épaule non douloureuse (ENDC)

Figure 22. Positions des joueuses du groupe épaule douloureuse (ED)

Figure 23. Proportion de joueuses à l'épaule non douloureuse (ENDC) remplacées par le libéro

Figure 24. Proportion de joueuses à l'épaule douloureuse (ED) remplacées par le libéro

Figure 25. Proportion de joueuses à l'épaule non douloureuse (ENDC) pratiquant le Beach-volley

Figure 26. Proportion de joueuses à l'épaule douloureuse (ED) pratiquant le Beach-volley

Figure 27. Proportion de joueuses à l'épaule non douloureuse (ENDC) pratiquant d'autre(s) sport(s)

Figure 28. Proportion de joueuses à l'épaule douloureuse (ED) pratiquant d'autre(s) sport(s)

0.2. Glossaire

Des abrégés se référant à une terminologie parfois francophone et d'autres fois anglo-saxonne ont été utilisés lors de la rédaction de ce dossier. Cette partie vous permet de retrouver leur signification et est l'occasion de définir quelques termes techniques pour faciliter la compréhension des pages à suivre.

0.2.1. Abréviations et symboles

BMI : body mass index ou indice de masse corporel

cm : centimètre

Conc : concentrique

D : dominant

ED : épaule douloureuse

Exc : excentrique

ENDC : épaule non douloureuse contrôle

FIVB : fédération internationale de volleyball

J : joule

kg : kilogramme

kg·m⁻² : kilogramme divisé par mètre au carré

LN : ligue nationale

MFM : moment de force maximum

ms : millième de seconde

nb : nombre

ND : non-dominant

N·m·kg⁻¹ : newton-mètre par kilogramme de masse corporelle

P : puissance

P_{moy} : puissance moyenne

RE : rotateurs externes ou rotateurs latéraux

RI : rotateurs internes ou rotateurs médiaux

S : seconde

SD : déviation standard ou écart type

W : watt

W_{tot} : travail total

% : pour cent

° : degré

°/s : degré par seconde

* : différence significative

0.2.2. Définitions

Contraction concentrique : mode de contraction anisométrique, où la résistance est inférieure à la force développée. Il en découle un raccourcissement musculaire qui fait se rapprocher les points d'insertion.

Contraction excentrique : mode de contraction anisométrique, où la résistance est supérieure à la force développée. Les points d'insertion s'éloignent sous l'effet de l'allongement du muscle qui résiste à la force extérieure.

Evaluation isocinétique : évaluation d'un mouvement unidirectionnel à vitesse angulaire constante prédéfinie par l'expérimentateur.

1. Introduction

Le volleyball est un des sports les plus populaires au monde. Il réunit près de 200 millions de joueurs [36]. L'incidence des blessures dans cette pratique devrait être minime comparée à celle constatée dans les sports de contact. En effet, le filet séparant les deux équipes contribue largement à préserver l'intégrité physique des joueurs. L'espace sous le fil, seule faille propice aux contacts accidentels de deux adversaires est d'ailleurs l'endroit par excellence où se produit la blessure la plus dénombrée dans la littérature : l'entorse de cheville [32, 36]. Par manque d'uniformisation des moyens de sondage, les résultats de recherches concernant les blessures en volleyball semblent divergents. Ainsi, Bahr R et al. déterminent une incidence de 1,7 blessures pour 1000 heures de volleyball alors que De Loës M en dénombre 3 pour 1000 heures [7, 9, 36, 41, 42]. Si tous les auteurs sont en accord avec la récurrence d'entorses de cheville, Aagaard H et al., ne la situent qu'à la deuxième place des blessures les plus dénombrées après les incidents impliquant les doigts [7]. Les critères de dénombrement ont donc une grande influence sur les résultats.

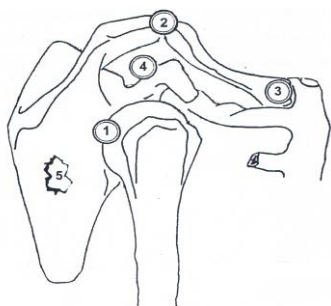
Un type de lésion est communément sous-estimé : les blessures de sur utilisation par opposition aux blessures aiguës traitées précédemment. Le nombre de blessures est généralement recensé par rapport à leur incidence et leur gravité (soit le nombre de jours où l'athlète est tenu à l'écart de la pratique). Or, les blessures de sur utilisation sont souvent chroniques. Il faudrait donc les dénombrer en fonction de leur prévalence et non de leur incidence pour illustrer le nombre de volleyeurs en souffrant à un moment donné. De plus, la durée de mise à l'écart du sport n'est pas nécessairement prolongée. Seul 25% d'entre elles forcent l'athlète à ne pas participer aux entraînements ou compétitions à suivre [32]. Les statistiques ont donc tendance à passer outre ces blessures, qui pourtant péjorent la qualité de jeu et/ou de vie de l'athlète [9, 36].

La FIVB semble porter un regain d'intérêt à ces lésions liées aux mouvements répétés à forte puissance qu'imposent les exigences techniques du volleyball et le nombre d'heures croissant d'entraînement allant de pair avec la professionnalisation de ce sport. Pour faire face au problème, l'approche

traditionnelle s'est montrée inefficace. Les jours de mise à l'écart et l'incidence sont des variables à délaissier au profit de critères comme la limitation fonctionnelle ou la douleur. Soit, il s'agit de s'intéresser aux symptômes et non aux pathologies. Ainsi, Bahr R s'est attaché au dénombrement de joueurs de beach-volley affectés par une épaule douloureuse. Les sujets devaient situer leur douleur sur une échelle de 0 à 10. La difficulté de ce type d'approche est qu'il n'existe pas d'instruments de mesures validés [9].

Selon la commission médicale de la fédération internationale de volleyball, trois sites sont principalement touchés par les blessures de sur utilisation dans ce sport. Premièrement les genoux, deuxièmement l'épaule d'attaque et troisièmement le dos. Dans ce travail, nous allons nous intéresser au deuxième lieu le plus commun, puisque ce cite semble particulièrement touché en volleyball comparé à d'autres sports impliquant des mouvements de bras au-dessus de la tête [29]. Selon Verhagen, les blessures touchant l'épaule causent les plus longues absences, soit en moyenne, 6.2 semaines [36, 41, 42]. En plus de délais relativement long de retour à la pratique sportive, les blessures de l'épaule bénéficient de traitements dont le succès n'est généralement pas total. D'où l'intérêt de se pencher sur ce complexe articulaire plus en détail.

Le complexe articulaire de l'épaule est l'ensemble articulé le plus mobile du corps humain. Il se compose de trois articulations. Une principale : la scapulo-humérale et deux associées : l'acromio-claviculaire et la sterno-costoclaviculaire. A ces articulations viennent s'ajouter deux plans de glissement : le sous-déltôidien et le scapulo-thoracique [2, 3, 6] (**Figure 1**).



1. Articulation scapulo-humérale
2. Articulation acromio-claviculaire
3. Articulation sterno-costoclaviculaire
4. Plan de glissement sous-déltôidien
5. Plan de glissement scapulo-thoracique

Figure 1. *Complexe articulaire de l'épaule, d'après Forthomme (2005), adapté de Kapandji (1980)*

Nous allons nous intéresser plus particulièrement à l'articulation principale de ce complexe qui se voit malencontreusement dotée d'une stabilité réduite associée à son imposante capacité de mobilité. En effet, l'insertion de la tête humérale irrégulière dans la cavité glénoïdale peu profonde, dont la surface articulaire est de moins d'un tiers celle de la tête de l'humérus, est synonyme d'une stabilité restreinte [2, 3, 5]. Des structures passives contribuent à son augmentation. Il s'agit du bourrelet glénoïdien ou labrum, fibrocartilage qui précise la concavité de la glène et accroît modestement son diamètre (**Figure 2.**)

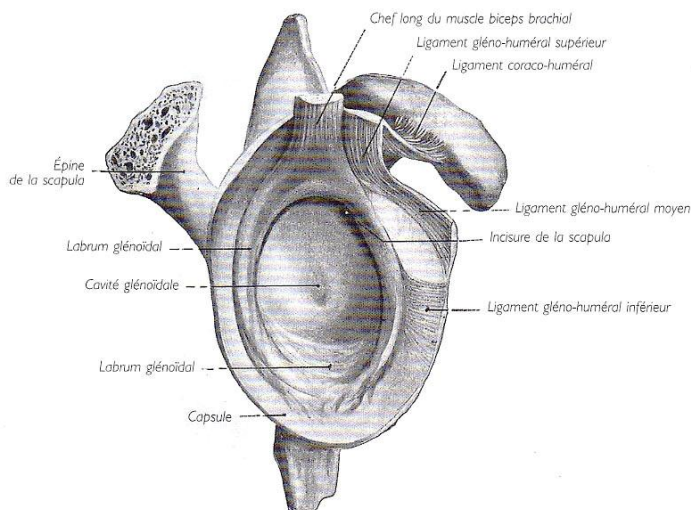


Figure 2. *Vue de face de la cavité glénoïdale, capsule articulaire et ligaments sectionnés d'après Rouvière et Delmas (2002), repris d'Edouard (2011)*

Mais également des ligaments coraco-huméral (**Figure 3.**) (composé de deux faisceaux majorants le maintien verticale de la tête de l'humérus) et gléno-huméral (comptant trois faisceaux améliorant la stabilité antérieur de la tête de l'humérus) (**Figure 4.**) [3]. A ceci vient s'ajouter la pression intra-articulaire négative. Ce maintien du contact entre les cartilages ne peut être optimisé qu'en présence d'un labrum et d'une capsule indemne [3].

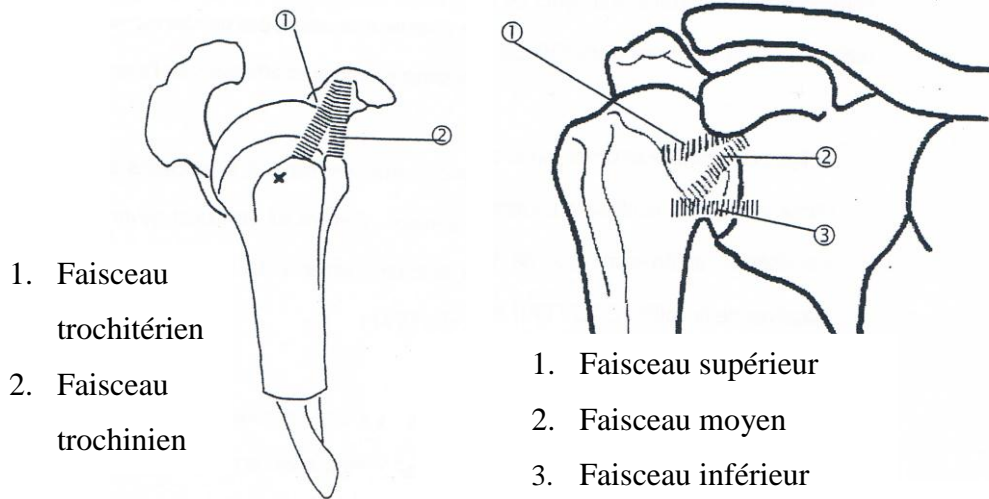


Figure 3. *Les deux faisceaux du ligament coraco-huméral d'après Forthomme (2005) adapté de Kapandji (1980)*

Figure 4. *Les trois faisceaux du ligament gléno-huméral d'après Forthomme (2005) adapté de Kapandji (1980)*

En plus des stabilisateurs statiques, la scapulo-humérale compte plus largement sur un stabilisateur dynamique : l'activité musculaire. En effet, la majeure partie des muscles de l'épaule ont un rôle moteur mais également une fonction stabilisatrice. Les stabilisateurs de la scapula, soit l'élévateur de la scapula, le dentelé antérieur (**Figure 5.**), le rhomboïde, le trapèze inférieur et supérieur (**Figure 6.**) orientent cette dernière.

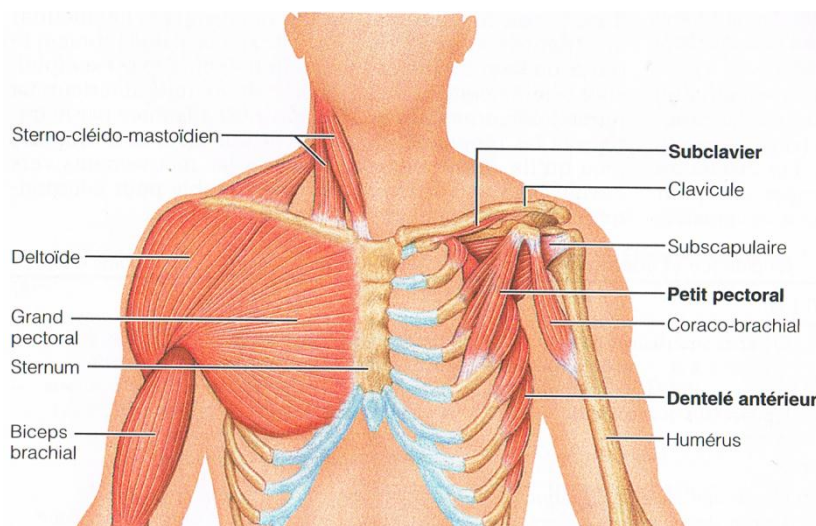


Figure 5. *Vue antérieure du buste, à gauche muscles effecteurs du bras, à droite stabilisateurs ou effecteurs de la ceinture scapulaire, tiré de Marieb (2005)*

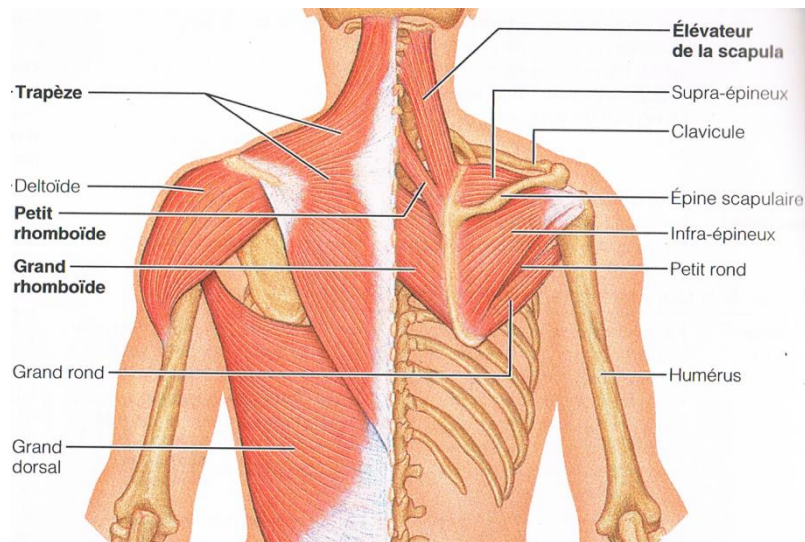


Figure 6. *Vue postérieure du buste, à gauche des muscles superficiels, à droite des muscles profonds, tiré de Marieb (2005)*

Le deltoïde, en plus de son important rôle moteur, agit en stabilisateur (principalement lors d'élévation au-dessus des 90° dans le plan scapulaire). Finalement, les muscles de la coiffe des rotateurs ont un rôle stabilisateur primordial. Il s'agit du sous-scapulaire, du faisceau antérieur du deltoïde, du grand pectoral, du grand dorsal, et du grand rond pour les rotateurs internes et du sous épineux, du petit rond et du faisceau postérieur du deltoïde pour les rotateurs externes (**Figure 7.**).

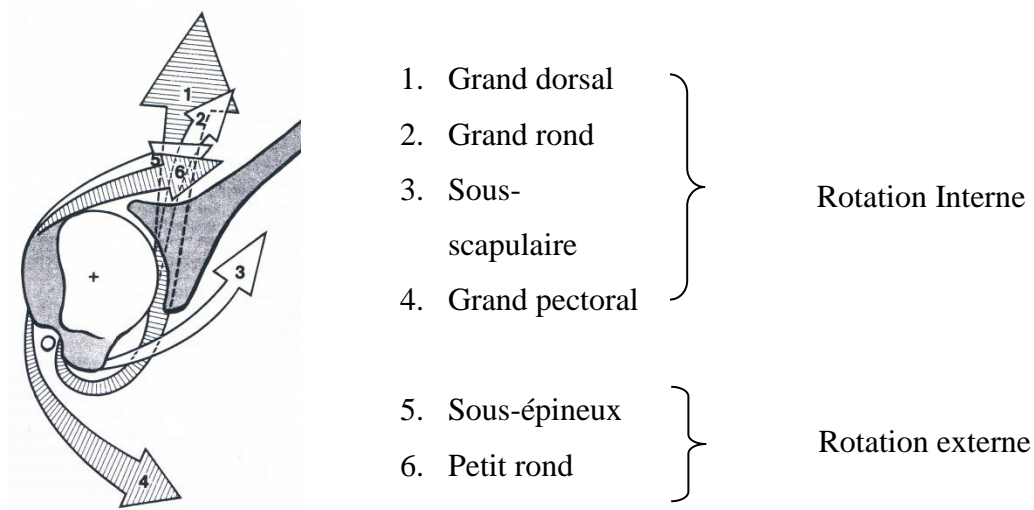


Figure 7. *Vue supérieure des muscles rotateurs de l'épaule selon Kapanji (1997)*

Les douleurs au niveau de l'épaule des volleyeurs semblent liées aux gestes d'attaque ou de service puisque ce sont ces mouvements qui imposent à l'articulation une vitesse et une force plus importantes que lors de la réalisation d'autres phases de jeu [28]. Une analyse du mouvement du geste d'attaque ou de service nécessaire pour comprendre l'action musculaire n'a encore jamais eu lieu au volley à notre connaissance. Cependant, ces gestes se rapprochent de celui du lancer analysé comme suite en baseball. Le lancer se décompose en trois phases : l'armer comprenant lui-même deux sous-parties (early cocking et late cocking). Le lanceur va durant l'armer être amené à positionner son bras en rotation externe, abduction et rétropulsion. Puis suit le fouetter ou phase d'accélération, et l'accompagnement ou phase de décélération termine le mouvement. Notons encore que l'accompagnement est sujet à une décélération brutale dans les sports de frappe, où comme au volleyball la main rencontre une résistance au moment du contact avec le ballon. (**Figure 8.**) [2, 24, 28]. Au cours de ses phases, les stabilisateurs de la scapula, sont mis en jeu au même titre que les rotateurs externes dont le travail est concentrique puis excentrique et que les rotateurs internes dont le travail est excentrique puis concentrique [25].

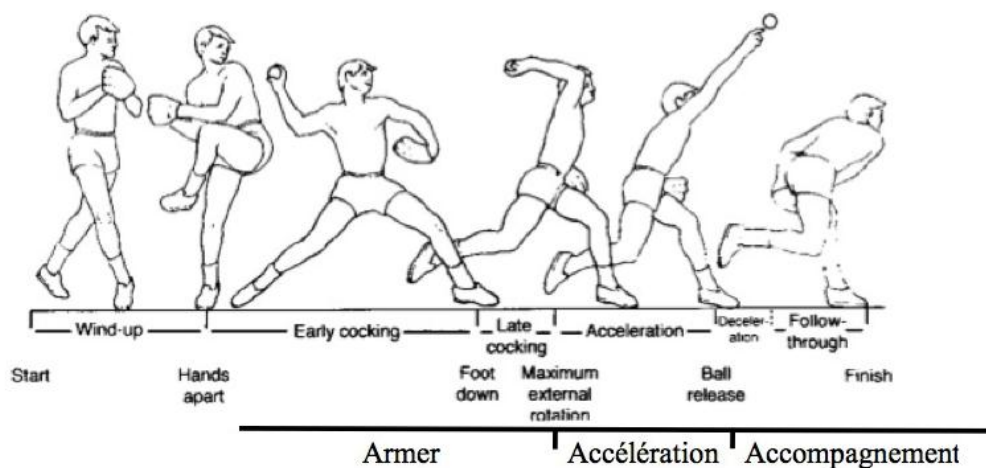


Figure 8. Les phases du lancer au baseball repris d'Edouard (2011), tiré de Fleisig et al., 1995 et 1996 ; Wilk et al., (2009)

Pour arriver à un geste optimal, les répétitions imposées vont provoquer des modifications physiologiques au complexe articulaire du côté dominant fortement sollicité. Ainsi, la capsule postérieure devient moins mobile. La mobilité de l'antérieure quant à elle est accrue, et les ligaments font preuve d'une laxité plus importante. La capacité de rotation interne est amoindrie alors que celle de rotation externe est augmentée [2, 17, 25, 26, 30, 35]. La majoration de rotation externe autorise le sportif à aller travailler hors de sa zone de sécurité, soit dans des amplitudes à risque. Cette augmentation significative de la rotation externe du membre dominant n'a pas été retrouvée sur les volleyeurs étudiés par Wang H-K et al. [39]. La fonction musculaire subit également des modifications puisque les rotateurs internes fortement sollicités et entraînés sont sujets à une majoration de leur moment de force maximal alors que les rotateurs externes se renforcent moins. La balance musculaire est ainsi touchée [2, 3].

Après cette brève mise au point anatomique et mécanique de l'épaule, il semble évident que la problématique de la blessure de cette articulation peut arborer de multiples facettes. Un diagnostic peut être émis à l'aide de matériel médical spécialisé dont les plus connus sont ; la radiographie, l'échographie, l'imagerie par résonance magnétique (IRM), l'arthro-IRM, la résonance magnétique nucléaire, l'électromyographie, [2, 12]. Bien que les prestations fournies par ces objets soient d'une grande valeur, l'approche actuelle, nous l'avons vu plus haut ne cherche pas un moyen de diagnostic mais plutôt un mode évaluateur permettant la prévention de lésions.

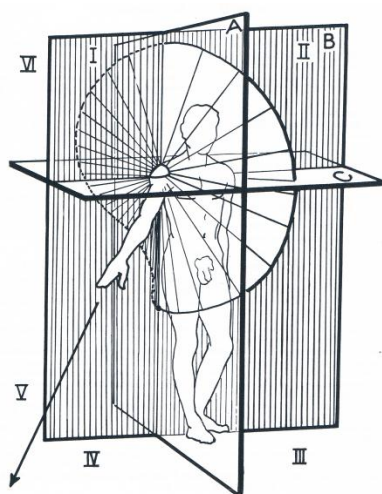
Le premier type d'évaluations est clinique. L'étude de l'amplitude de mouvement en rotation interne, au même titre que celle de la latéralisation scapulaire permettent de démasquer une rétraction de la capsule postérieure et un allongement des muscles rhomboïde et trapèze du côté dominant. Cette latéralisation est retrouvée par Kugler A et al. chez tous les volleyeurs de haut niveau contrairement à leurs homologues pratiquant en loisir, mais elle est significativement plus importante chez les sujets se plaignant d'une épaule douloureuse [28]. La même constatation de latéralisation scapulaire est faite par Oyama S et al. chez des athlètes sains [31]. Si ces considérations sur les stabilisateurs passifs de la scapulo-humérale et les stabilisateurs actifs de la scapula sont très importantes, nous avons cherché pour ce travail un mode

évaluateur de la fonction musculaire, et plus précisément celle des rotateurs de l'épaule dont la force est corrélée à la performance sportive. Puisque notamment en volleyball, la vitesse maximale de la balle à l'attaque est corrélée avec le moment de force maximal concentrique des rotateurs internes [3]. De plus, chose trop longtemps laissée de côté en préparation physique, la performance sportive est également corrélée à la force des rotateurs externes [20].

Pour cette entreprise, plusieurs outils existent. Les mesures périmétriques bilatérales en plus de leur manque de précision ne permettent pas une comparaison objective des sujets et ne sont pas utilisables pour les rotateurs de l'épaule en raison de leur localisation [2, 12]. L'évaluation manuelle en 6 stades selon Lovett et Martin (**annexe 1**), datant de 1916, quant à elle permet une comparaison bilatérale de chaque muscle de la coiffe. Cependant, elle ne permet pas une mise en relation objective de plusieurs sujets ni des muscles agonistes et antagonistes. De plus, seules les variations importantes de force sont perceptibles avec cette approche [2, 12].

Une mesure isométrique, soit sans déplacement, est également possible. Elle s'exécute par des mesures successives à diverses positions angulaires. Elle permet de quantifier un déséquilibre musculaire, mais la fatigue et la motivation du sujet sont deux paramètres qui influencent les résultats et ne peuvent être objectivement vérifiés par l'expérimentateur [12]. La mesure isotonique concentrique quant à elle permet de déterminer la charge la plus importante que le sujet est à même de déplacer à une seule reprise. Cette charge ne correspond pas à la force maximale que la personne est capable de développer puisque le début du mouvement est exécuté dans une position qui n'est pas toujours biomécaniquement favorable et que la fin du mouvement bénéficie de l'accélération imprimée lors du commencement du mouvement. De plus, la force maximale se définit en exécutant plusieurs essais successifs. Comme pour l'évaluation isométrique les paramètres de fatigue et de motivation de l'individu faussent les résultats. Finalement, trouver une position qui permette d'isoler la force des rotateurs internes puis celle des rotateurs externes semble particulièrement difficile en raison des compensations [2, 12].

Le mode de test retenu pour ce travail est une technique dont les origines remontent à Hislop et Perrine, qui dans les Etats-Unis de l'année 1967, mettent en place une évaluation de la force musculaire à vitesse constante. L'évaluation isocinétique, contrairement au test isotonique, permet au sujet de développer un moment de force maximal sur l'ensemble du mouvement, puisque la résistance offerte par la machine est asservie à la force générée par le sujet. Elle offre des données qualitatives et quantitatives et est utilisée dans de nombreux domaines (recherche, préparation physique, diagnostic, suivi, rééducation, médecine légale). De plus, elle permet d'évaluer à la fois les groupes agonistes et antagonistes, et par la même occasion, le calcul de ratios déterminant un équilibre musculaire ou une disbalance. Différents mouvements de l'épaule peuvent être évalués en mode isocinétique (soit la flexion-extension, l'adduction-abduction, l'adduction-abduction horizontale et la rotation interne-rotation externe qui nous intéresse plus particulièrement pour ce travail). Plusieurs positions sont adoptables pour cette évaluation (debout, assis, en décubitus dorsal, en décubitus latéral) [1, 2, 3, 4, 13, 18, 19]. Finalement, l'épaule elle-même peut être évaluée dans différents plans (plan frontal, plan sagittal, plan de la scapula, et de 0 à 90° d'abduction) (**Figure 9.**) [2, 3].



- A. Plan sagittal
Mvt : Flexion-Extension
- B. Plan frontal
Mvt : Adduction-Abduction
- C. Plan horizontal
Mvt : Flexion-Extension horizontale

Figure 9. Axes et cône de circumduction tiré de Kapanji (1997)

Si la bonne reproductibilité et fiabilité du Moment de Force Maximum (MFM) en font le paramètre communément le plus utilisé, mais le Travail total (W_{tot}), la Puissance Moyenne (P_{moy}), l'Angle de survenue du MFM, le Temps de

Développement de Force Maximale (TDFM), la Force explosive, le Temps d'Inhibition Réciproque (TIR), les ratios simples et les ratios mixtes sont également mesurables[2, 3, 4, 10]. Ces paramètres peuvent être donnés sous forme numérique ou graphique. (Figure 10. et 11.)

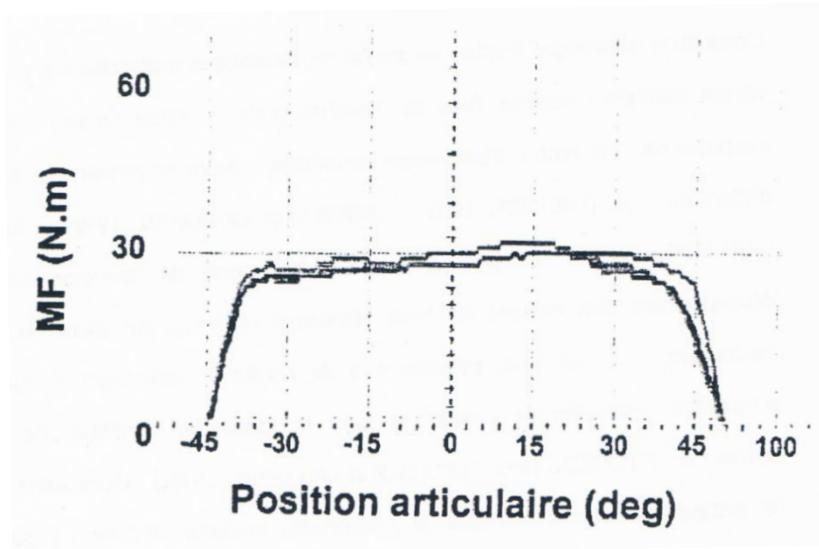


Figure 10. Moment de force (N.m) des RE en fonction de la position articulaire (°) de l'épaule sur dynamomètre Cybex Norm. Exemple repris de Forthomme (2005)

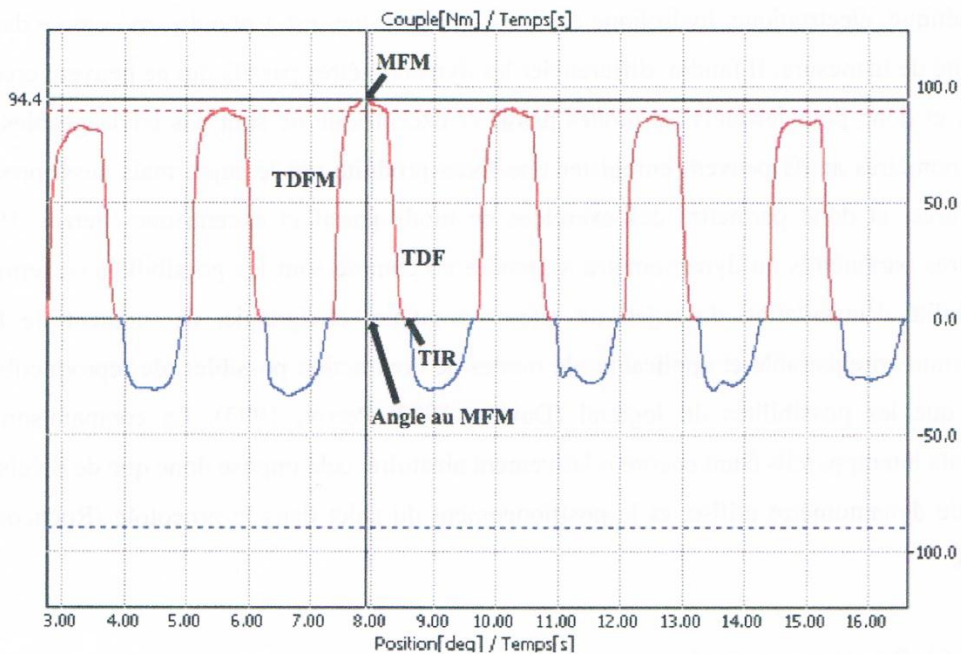


Figure 11. Evolution du moment de force des rotateurs internes et externes en fonction du temps ou de la position sur dynamomètre Con-Trex. Graphique tiré d'Edouard (2011)

Ce mode évaluateur permet de définir un moment de force maximal concentrique, mais également excentrique, chose très intéressante si l'on veut, pour l'analyse, se rapprocher un tant soit peu du mouvement physiologique, où les muscles antagonistes travaillent conjointement avec les agonistes, mais selon un mode de contraction opposé. Cependant, le mouvement analysé en mode isocinétique n'est ni fonctionnel, ni physiologique (puisque la vitesse est constante et qu'un axe de rotation unique est imposé, alors que le mouvement physiologique comprend une multitude d'axes de rotation instantanés) [2, 12]. Si la littérature est consensuelle dans le cas de l'évaluation isocinétique du genou, sa cousine traitant de l'épaule et en ce qui nous concerne des muscles de la coiffe des rotateurs ne bénéficie pas de lignes directrices reconnues de tous, et les résultats d'études divergent parfois. Bien que cet outil soit de plus en plus utilisé en médecine sportive, il n'existe pas de normes dans lesquelles doit se trouver le sujet sportif sain.

Cependant, ce mode d'évaluation a permis de mettre en avant des moments de force maximaux concentriques et excentriques des rotateurs internes et externes significativement plus haut chez des sujets sains pratiquant le volleyball à haut niveau que chez des sédentaires [8]. Notons ici que le moment de force maximal plus élevé chez ces volleyeuses est lié à un poids supérieur à celui de leurs homologues sédentaires. En ce qui concerne les différences dues à la latéralité, Alfredson H et al. trouvent une seule différence significative, au niveau des rotateurs internes en concentrique à 60°/s qui présentent un moment de force maximal plus important du côté dominant que du non-dominant, et par la même occasion modifie RE/RI 60°/s en le rendant significativement plus bas pour le bras dominant des volleyeuses que pour leur bras non-dominant [8]. Des rotateurs internes plus forts du côté dominant ont également été mis en avant chez les volleyeurs étudiés par Wang HK et al. [37]. Cette différence latérale chez les volleyeurs sains n'est pas retrouvée par Gozlan G et al., qui reportent des moments de force maximaux et des ratios similaires en comparaison droite/gauche [24]. Actuellement les auteurs admettent généralement que les sports comme le volleyball ne sont pas suffisamment spécifiques au niveau de la gestuelle pour qu'il y ait une différence significative entre le côté dominant et non-dominant. L'effet de la latéralité est

cependant perceptible au niveau des rotateurs internes en contraction concentrique dans des pratiques telles que le lancer du javelot [20].

Bien que Alfredson H et al. reportent des ratios RE/RI plus élevés chez les volleyeuses de haut niveau que chez des sédentaires [8], la littérature, relative également à d'autres sports de lancer ou de frappe, notamment le baseball, s'accorde généralement sur le phénomène inverse, soit un ratio RE/RI significativement plus bas chez le sportif que chez le sédentaire. Ces ratios ont des valeurs qui gravitent entre 0.75 et 0.85 pour le sédentaire et entre 0.67 et 0.55 pour le sportif [23], voir même 0.5 pour ceux dont la sollicitation des rotateurs internes est extrême [10].

Les ratios concentrique ou excentrique ne semblent pas significativement différents entre des joueuses ayant présenté une douleur d'épaule et des joueuses dont l'épaule d'attaque est indolore selon Stickley CD et al. [34]. Cependant, ces mêmes auteurs trouvent une différence significative entre ces deux groupes lorsqu'ils s'attachent aux ratios mixtes. Ces ratios sont plus bas chez les joueuses juniors ayant présenté une douleur d'épaule. Le ratio le plus touché est celui représentant la phase d'armé soit Exc RI/ Conc RE. Un ratio d'attaque (Exc RE/ Conc RI) inférieur à 1 semble à risque [34]. Une corrélation entre un ratio d'attaque faible du bras dominant et une blessure a été également retrouvée par Wang H-K et al. [38]. Ces mêmes auteurs relèvent de plus des ratios simples concentriques et excentriques plus bas chez les volleyeurs souffrant de l'épaule [38].

A notre connaissance, ces auteurs sont les seuls à s'être intéressés à l'évaluation isocinétique des muscles de la coiffe des rotateurs chez les volleyeurs ou volleyeuses. Si les recherches sont plus nombreuses dans le cas du baseball, le manque de littérature sur une population de volleyeuses semble en faire un sujet d'étude de prédilection pour ce travail. De plus, si nous allons nous poser des questions déjà partiellement explorées par d'autres, le manque d'homogénéité des réponses trouvées dans la littérature nous permet de nous réinterroger sur la corrélation éventuelle entre une épaule douloureuse et une disbalance musculaire en volleyball, soit au niveau des ratios simples, ou au niveau des ratios mixtes. Nous allons tenter de voir si dans ce sport il existe un effet de la latéralité. Comme la littérature semble favorable à une réponse négative à ce questionnement, si cette hypothèse se révèle exacte, nous

essaierons de voir s'il y a des différences entre les positions de jeu. En effet, si la dominance influence que pour des pratiques dont la gestuelle est très spécifique, est-ce que les joueuses sorties de la réception (qui mettent donc une priorité à l'entraînement sur le service, l'attaque et le bloc) montrent un effet de la dominance contrairement aux joueuses dont la pratique est plus variée ? De plus, s'il s'agit de blessures de sur utilisation, ces mêmes joueuses sont-elles plus sujettes à des douleurs d'épaules ? Nous allons tenter de répondre à ces questions dans cette recherche et de donner quelques pistes de réflexion sur la prévention des blessures de l'épaule dans la pratique du volleyball grâce à la littérature consultée pour la réalisation de ce travail.

2. Méthode

2.1. Sujets

Pour cette étude, trois clubs de ligue nationale féminine suisse ont été contactés. Les conditions de participation aux tests ont été d'être une fille qui évolue en ligue nationale, d'avoir eu au long de la saison une charge d'entraînements correspondant à ce niveau de pratique et de n'avoir subi aucune opération de l'épaule. L'étude ne s'est portée que sur des sujets de sexe féminin puisque les données de moment de force maximal varient en fonction du genre et de l'âge [1, 4]. L'obligation d'évoluer au niveau nationale a permis de cibler des joueuses pratiquant ce sport depuis un certain nombre d'années et à une fréquence soutenue, conditions dans lesquelles surviennent des blessures de sur utilisation.

Les raisons des joueuses qui ont refusé de se prêter au test ont été : le manque de temps, le manque d'intérêt, et la crainte d'une douleur excessive lors des mesures en raison d'une opération de l'épaule à suivre pour deux d'entre elles. Seize volontaires ont désiré participer à cette étude. Leur âge moyen est de 22.5 ± 4.5 ans, leur taille moyenne est de 173.9 ± 7.0 cm, leur poids moyen est de 64.8 ± 9.1 kg, leur BMI moyen est de 21.4 ± 2.4 kg·m⁻². Quinze d'entre elles sont droitières. Elles pratiquent le volleyball depuis en moyenne 10.8 ± 4.5 ans et durant cette saison à raison d'en moyenne 9.9 ± 1.6 heures par semaine. Ce lot de joueuses comporte trois libéros, onze attaquantes et deux passeuses. Huit d'entre elles ont rempli ultérieurement d'autre(s) fonction(s) sur le terrain que celle à laquelle elles s'attachent actuellement. Parmi les sujets, quatre sortent et/ou sont sorties de la réception au profit d'un libéro (sur les fonctions des joueuses sur le terrain voir **annexe 2**). Les passés, expériences, ou années de jeu des différentes joueuses dans leur sport sont très hétérogènes (**annexe 3**). Les mesures ont été effectuées dans les trois semaines qui ont suivi la fin du championnat pour chaque joueuse.

2.2. Matériel et installation des sujets

L'appareillage nécessaire pour les mesures effectuées est composé : d'un dynamomètre qui assure la vitesse constante, d'un accessoire pour installer le sujet dans la position d'évaluation souhaitée tout en respectant sa morphologie,

et d'un système informatique qui sauvegarde, traite, ou modifie les données. Notamment en leur apportant la correction de gravité, ou grâce à une jauge de contrainte qui permet de prendre en compte l'accélération et la décélération respectivement en début et fin de mouvement. Le système impose au sujet une décélération en fin de mouvement. Cette dernière est effectuée sur une distance croissante plus le test est effectué à vitesse angulaire élevée. (**Figure 12.**) L'appareil utilisé pour cette étude est un Con-Trex MJ human kinetics 1.7.3 Filter V1.7.3.

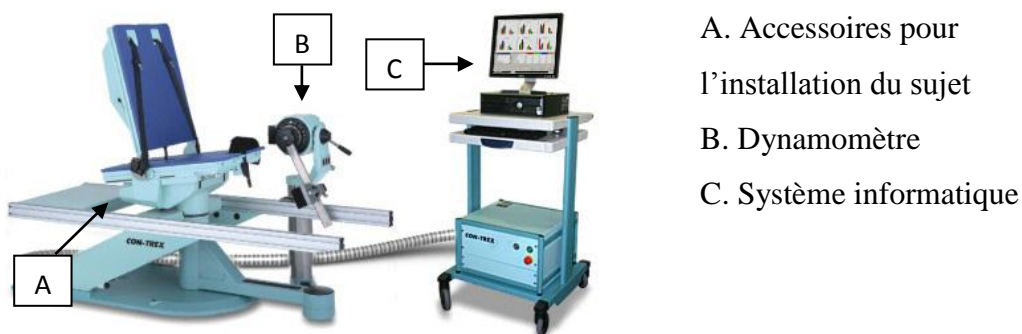


Figure 12. *Dynamomètre isocinétique Con-Trex MJ; CMV AG, Dübendorf, Switzerland*

C'est sur ce dispositif que nous avons imposé aux sujets la position de Davies modifiée. Soit ils se trouvent assis, jambes dans le vide et non attachées, épaule à 45° d'abduction dans le plan de la scapula, coude à 90° de flexion, avec l'axe biologique de l'humérus dans le prolongement de l'axe mécanique du dynamomètre, l'avant-bras soutenu et maintenu en position neutre en terme de supination/pronation. Le tronc de chaque sujet a été sanglé au dispositif pour isoler au mieux la force produite par les muscles rotateurs lors de la mesure et minimiser la contribution d'autres groupes musculaires aux valeurs recueillies (**Figure 13.**)

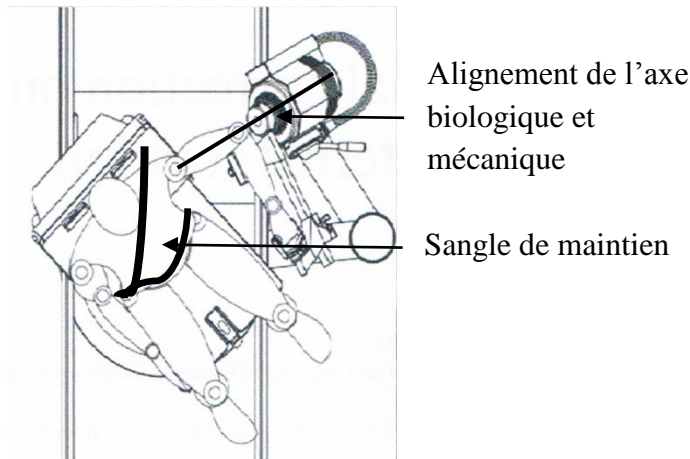


Figure 13. *Installation du sujet en position de Davies modifiée sur dynamomètre isocinétique Con-Trex, schéma repris et modifié d'Edouard et al. (2009)*

Bien que les évaluations isocinétiques des rotateurs de l'épaule dans un contexte sportif préfèrent généralement le positionnement du sujet en décubitus dorsal, bras à 90° d'abduction dans le plan frontal, qui se rapproche plus du geste sportif et bénéficie d'une meilleure reproductibilité, la position de Davies modifiée choisie pour cette expérience offre des avantages en terme de sécurité et de confort, puisque les structure passives ; tendineuses, ligamentaires et capsulaires sont détendues, et que les contraintes sur les muscles de la coiffe des rotateurs au même titre que les risques de conflit sous-acromial sont limités [4, 13, 18, 24]. Bien que certains auteurs jugent la reproductibilité en cette position faible [19], elle est néanmoins considérée comme satisfaisante si l'installation du sujet est méticuleuse et que l'on reste prudent sur les interprétations pour des variations inférieures à 15% [1, 3, 13, 14].

L'amplitude totale autorisée varie quelque peu en fonction des personnes. Cet espace de mouvement est limité par des butées mécaniques et électroniques de sécurité. La fonction de ces butées et de l'envergure de mouvement personnalisée sont de permettre au sujet d'exprimer tout son potentiel sans crainte ou douleur liée à une amplitude de mouvement trop importante, ce qui fausserait les données [4, 24].

La machine utilisée a effectué, avant de débiter l'évaluation, une pesée de l'appareillage de test, ainsi que du bras de chaque volontaire, qui pour

permettre cette démarche, a dû rester détendu et laisser le membre analysé suivre les oscillations de la machine le temps de la tare. Une fois cette dernière accomplie, une correction de gravité a été appliquée aux valeurs recueillies. La correction de gravité est particulièrement importante pour notre travail puisque sans elle, dans la position choisie pour cette étude, les valeurs de pics de couple des rotateurs internes sont majorées et les données de pics de couple des rotateurs externes sont péjorées. Ainsi, les ratios RE/RI sont significativement plus haut une fois la correction de gravité appliquée [14].

2.3. Protocole expérimental

L'échauffement des sujets vêtus d'habits de sport s'est déroulé en deux parties. Premièrement, une mobilisation des épaules similaire aux mises en train d'avant match sans ballon a été effectuée par chaque participante. La seconde partie de la préparation à l'effort a été effectuée après installation de la personne sur le dynamomètre en position de test (comme décrit ci-dessus au point 2.2.) et explication du mouvement à réaliser. Les joueuses ont effectué dix allers retours pour terminer la préparation à l'effort, se familiariser avec le mouvement et la machine, procédure primordiale pour obtenir des valeurs fiables [2].

Les rotateurs internes et externes des volontaires ont été évalués par 3 répétitions en mode concentrique à une vitesse lente : $60^{\circ}/s$. Une pause d'une minute a été respectée avant la seconde partie de l'évaluation concentrique comprenant 5 répétitions à vitesse rapide : $240^{\circ}/s$. Une minute de repos a à nouveau été imposée aux sujets avant les 4 répétitions excentriques des rotateurs internes et externes à $60^{\circ}/s$. Tout au long de cette procédure, toutes les participantes se sont vues gratifiées d'encouragements verbaux, et l'écran sur lequel se dessinent les courbes de leur performance a été sorti de leur champ de vision. Le même expérimentateur a pour chaque sujet, appliqué ce protocole de familiarisation avec la machine et de mesure, premièrement au bras dominant, puis après 10 minutes de récupération, le bras non-dominant a été évalué de manière identique.

Après avoir passé le test sur dynamomètre, chaque participante s'est vue remettre un questionnaire relatif à ses données personnelles (poids, taille, âge, côté dominant), son niveau, son expérience, sa ou ses position(s) de jeux, ses

pratiques sportives hors volley, d'éventuels problèmes d'épaule, leurs implications médicales, physiothérapeutiques, et sur la pratique du volleyball (**annexe 4**). Ce questionnaire a eu pour but de nous permettre de constituer deux groupes : épaule douloureuse/épaule non douloureuse et de nous renseigner sur les caractéristiques communes aux joueuses issues de chacun d'entre eux. Ceci pour tenter de dévoiler quelques facteurs de risque pour une joueuse.

2.4. Analyse des données

Le premier travail d'analyse a été de répartir les joueuses en deux groupes : épaule non douloureuse et les épaule douloureuse. Les critères pour entrer dans ce deuxième groupe ont été les suivants : présenter ou avoir présenté des douleurs d'épaule à plusieurs reprises (lors ou après plusieurs entraînements ou matchs) au long de la saison 2010-2011 ayant nécessité un arrêt ou une adaptation de la pratique et un traitement médical / physiothérapeutique.

Une fois ces deux groupes composés, nous avons cherché, grâce au questionnaire, ce qui pouvait distinguer les membres de ces entités en terme de qualités personnelles (âge, poids, taille, BMI, nombre d'années de pratique, nombre d'années de pratique en ligue nationale), de caractéristiques volleyballistiques (positions de jeu, participation au jeu en positions arrières), et d'autres activités pratiquées telles que le beach-volley et/ou les sports comprenant des mouvements de bras dans des latitudes supérieures à la tête.

Ce regroupement effectué, le choix des paramètres mesurés s'est porté sur le pic de couple maximal en contraction concentrique et excentrique, sur les ratios RE/RI à 60°/s et 240°/s, ainsi que sur les ratios mixtes en raison de leur caractère reproductible.

2.5. Traitement statistique

Les données traitées sur Excel ont été relatées en termes de moyennes \pm SD. Les caractéristiques moyennes des deux groupes ont été comparées par une analyse de variance à un facteur. Le même test a été appliqué aux moments de force maximaux et aux ratios pour comparer le groupe ED au groupe ENDC et l'épaule dominante à l'épaule non dominante. La différence a été considérée comme significative pour $P < 0.05$.

Un teste Chi.2 n'a pas pu être appliqué aux positions de jeu, aux remplacements par un libéro, et à la pratique d'autres sports en raison d'un effectif trop restreint. C'est pourquoi les représentations graphiques de ces groupements apparaissent sans analyse statistique adjointe.

3. Résultats

3.1. *Caractéristiques des deux groupes*

Le dépouillement des questionnaires a attribué 11 joueuses au groupe ENDC et 5 au groupe ED. Les caractéristiques moyennes des deux groupes sont les suivantes : 20.9 ± 2.7 ans et 25.4 ± 5.9 ans, 63.5 ± 10.4 kg et 68.8 ± 5.4 kg, 172.8 ± 7.8 cm et 178 ± 4.7 cm, les BMI sont de 21.2 ± 2.9 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ et 21.7 ± 0.8 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$, le nombre d'années de pratique est de 9.9 ± 2.9 ans et 13.5 ± 7 ans, et le nombre d'années de pratique en ligue nationale est de 5 ± 2.2 ans et 9.5 ± 6.4 ans pour respectivement le groupe de joueuses présentant des épaules saines et le groupe de joueuses présentant une épaule d'attaque douloureuse. Parmi ces moyennes, seule la variable de l'âge est significativement plus haute chez les ED que chez ENDC (**Figure 14.**). De plus, notons encore que dans le groupe ENDC 6 joueuses affirment avoir eu des douleurs d'épaule au cours de la saison 2009-2010 où lors de saisons précédentes mais n'entrent pas dans le groupe ED en fonction de nos critères.

Sujets	ENDC (n=11)	ED (n=5)
Age (années)	20.9 ± 2.7	$25.4 \pm 5.9^*$
Poids (kg)	63.5 ± 10.4	68.8 ± 5.4
Taille (cm)	172.8 ± 7.8	178 ± 4.7
B.M.I. ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)	21.2 ± 2.9	21.7 ± 0.8
nb d'années de pratique	9.9 ± 2.9	13.5 ± 7
nb d'années de pratique en LN	5 ± 2.2	9.5 ± 6.4

* Différence significative de ED par rapport à ENDC ($P < 0.05$)

Figure 14. *Caractéristiques moyennes des groupes présentant une épaule non douloureuse (ENDC) (n=11) et une épaule douloureuse (ED) (n=5) \pm déviation standard*

3.2. Résultats principaux

Les moments de force maximaux (**Figure 15.**) et MFM normalisés au poids (**Figure 16.**) ne montrent aucune différence significative ni selon la latéralité ni selon le caractère douloureux de l'articulation. La même constatation est à faire en ce qui concerne les ratios concentriques, excentriques et d'attaque. Cependant, une différence significative apparaît entre nos deux groupes ENDC et ED lorsque l'on s'attache aux ratios d'armé. Ainsi, les ratios $RI_{exc60^\circ/s}/RE_{conc60^\circ/s}$ et $RI_{exc60^\circ/s}/RE_{conc240^\circ/s}$ sont plus élevés chez les joueuses du groupe ED. Dans le premier cas ils sont, pour l'épaule dominante, de 1.00 ± 0.18 chez les ENDC et de 1.21 ± 0.14 chez les ED. Et de 1.05 ± 0.23 et 1.28 ± 0.20 respectivement pour l'épaule non dominante. Dans le second cas, ils sont, pour les épaules dominantes, de 1.02 ± 0.20 dans le groupe ENDC et de 1.18 ± 0.23 dans le groupe ED. Et de 1.09 ± 0.21 et 1.30 ± 0.20 respectivement pour l'épaule non dominante. Aucune différence significative au niveau de la latéralité n'est relevée au sein des deux groupes (**Figures 17., 18., 19.**). De plus, aucune différence significative liée à la latéralité n'a été retrouvée dans le groupe de joueuses qui sortent du terrain au profit du libéro, et ceci au niveau des MFM et des ratios (**Figure 20.**).

Vitesse angulaire GROUPE MUSCULAIRE	Epaule dominante		Epaule non-dominante	
	ENDC	ED	ENDC	ED
Conc. 60°/s				
RI	37.6 ± 10.8	39.6 ± 9.1	36.5 ± 9.5	36.8 ± 9.5
RE	32.8 ± 12.4	32.1 ± 6.5	31.1 ± 8.5	30.9 ± 6
Conc. 240°/s				
RI	37 ± 12.5	37.8 ± 8.4	36.2 ± 9.4	38.2 ± 4.1
RE	32.7 ± 13.5	33.7 ± 10.3	29.3 ± 6.4	30.5 ± 7.1
Exc. 60°/s				
RI	31.5 ± 8.1	38.8 ± 8.2	32.1 ± 10.5	38.8 ± 3.5
RE	41.6 ± 8.2	51 ± 14.6	41 ± 8.9	45.7 ± 11.6

Figure 15. Valeurs moyennes des MFM (Nm) ± déviation standard chez les joueuses présentant une épaule non douloureuse (ENDC) (n=11) et chez les joueuses présentant une épaule douloureuse (ED) (n=5)

Vitesse angulaire GROUPE MUSCULAIRE	Epaule dominante		Epaule non-dominante	
	ENDC	ED	ENDC	ED
Conc. 60°/s				
RI	0.59 ± 0.10	0.58 ± 0.10	0.57 ± 0.11	0.54 ± 0.13
RE	0.51 ± 0.13	0.48 ± 0.09	0.49 ± 0.11	0.46 ± 0.10
Conc. 240°/s				
RI	0.58 ± 0.13	0.56 ± 0.08	0.57 ± 0.13	0.57 ± 0.06
RE	0.51 ± 0.15	0.50 ± 0.11	0.46 ± 0.08	0.45 ± 0.10
Exc. 60°/s				
RI	0.50 ± 0.10	0.57 ± 0.09	0.51 ± 0.16	0.58 ± 0.08
RE	0.66 ± 0.12	0.75 ± 0.18	0.65 ± 0.14	0.68 ± 0.16

Figure 16. Valeurs moyennes des MFM normalisées en fonction du poids (N·m·kg⁻¹) ± déviation standard chez les joueuses présentant une épaule non douloureuse (ENDC) (n=11) et chez les joueuses présentant une épaule douloureuse (ED) (n=5)

GROUPE MUSCULAIRE mode de contraction/Vitesse angulaire	Epaule dominante		Epaule non dominante	
	ENDC	ED	ENDC	ED
	REconc/RIconc 60°/s	0.86 ± 0.10	0.83 ± 0.19	0.85 ± 0.13
REconc/RIconc 240°/s	0.88 ± 0.15	0.90 ± 0.16	0.82 ± 0.12	0.79 ± 0.10
REexc/RIexc 60°/s	1.36 ± 0.24	1.31 ± 0.27	1.34 ± 0.28	1.17 ± 0.23
REexc/RIconc 60°/s	1.13 ± 0.18	1.28 ± 0.19	1.14 ± 0.13	1.25 ± 0.08
REexc/RIconc 240°/s	1.17 ± 0.18	1.35 ± 0.23	1.15 ± 0.14	1.18 ± 0.17
RIexc/REconc 60°/s	1.00 ± 0.18	1.21 ± 0.14*	1.05 ± 0.23	1.28 ± 0.20*
RIexc/REconc 240°/s	1.02 ± 0.20	1.18 ± 0.23*	1.09 ± 0.21	1.30 ± 0.20*

* Ratios significativement plus élevés chez ED que chez ENDC ($P < 0.05$)

Figure 17. Ratios moyens ± déviations standard pour les groupes épaule non douloureuse (ENDC) ($n=11$) et épaule douloureuse (ED) ($n=5$)

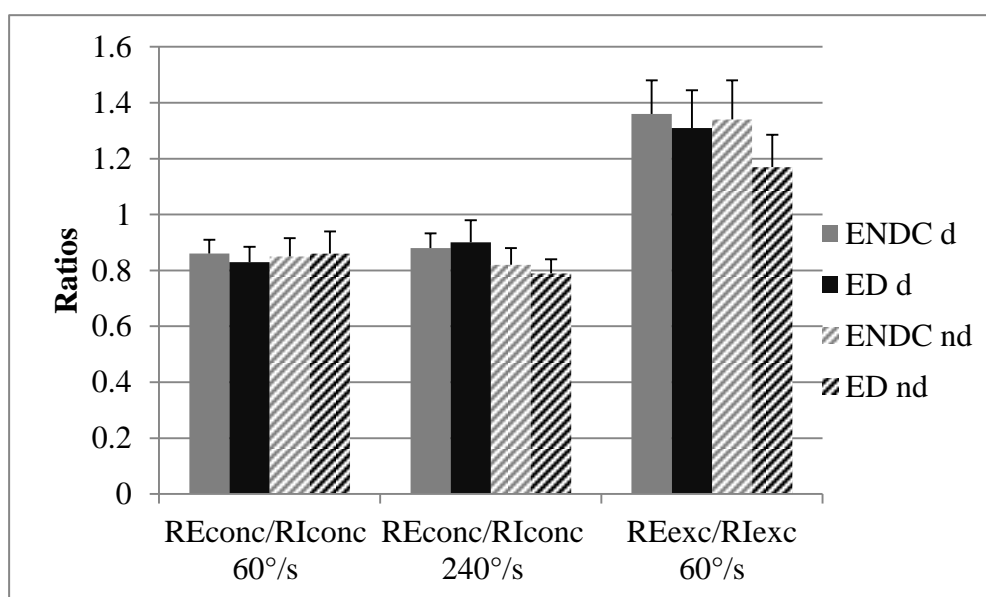
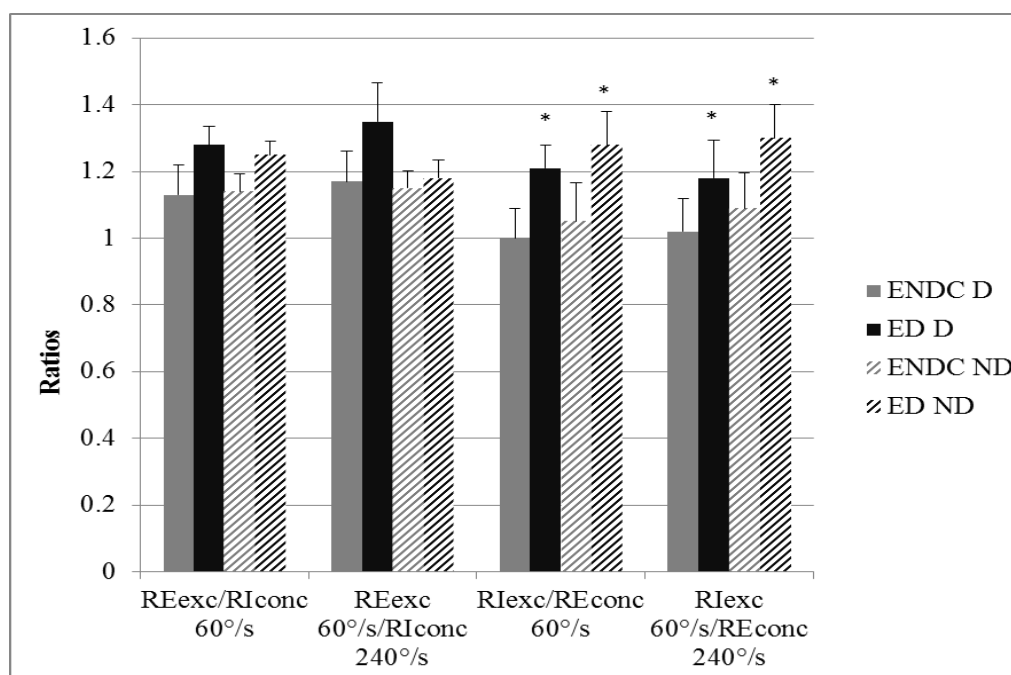


Figure 18. Ratios standards concentriques RE/RI à 60 et 240°/s et excentriques à 60°/s pour les groupes présentant des épaule non douloureuse (ENDC) ($n=11$) et une épaule douloureuse (ED) ($n=5$)



* Ratios ED significativement plus élevés que ratios ENDC ($P < 0.05$)

Figure 19. Ratios mixtes d'armé et de lancer pour les groupes épaule non douloureuse (ENDC) ($n=11$) et épaule douloureuse (ED) ($n=5$)

GROUPE MUSCULAIRE mode de contraction/Vitesse angulaire	Epaule dominante	Epaule non dominante
RI conc. 60°/s	42.15 ± 8.48	40.33 ± 7.05
RE conc. 60°/s	33.73 ± 5.99	30.20 ± 6.91
RI conc. 240°/s	38.58 ± 8.58	39.10 ± 3.97
RE conc. 240°/s	34.20 ± 12.71	32.20 ± 6.92
RI exc. 60°/s	38.73 ± 10.14	36.85 ± 7.92
RE exc. 60°/s	53.98 ± 13.87	47.55 ± 11.98
RE conc. / RI conc. 60°/s	0.82 ± 0.21	0.75 ± 0.15
RE conc. /RI conc. 240°/s	0.88 ± 0.21	0.82 ± 0.10
RE exc. /RI exc. 60°/s	1.44 ± 0.37	1.30 ± 0.24
REexc/RIconc 60°/s	1.27 ± 0.14	1.17 ± 0.10
REexc/RIconc 240°/s	1.40 ± 0.23	1.20 ± 0.18
RIexc/REconc 60°/s	1.15 ± 0.22	1.23 ± 0.20
RIexc/REconc 240°/s	1.17 ± 0.16	1.15 ± 0.21

Figure 20. MFM et ratios des joueuses remplacées par le libéro ($n=4$) pour l'épaule dominante et non dominante

3.3. Résultats subsidiaires ou détail sur les groupes

La **Figure 21.** présente les positions que les joueuses du groupe ENDC ont occupées le plus longtemps sur le terrain dans leur existence de sportive et la **Figure 22.** celles des joueuses du groupe ED. Pour toutes les joueuses présentant une épaule douloureuse, la position occupée le plus longtemps sur le terrain correspond à la position où elles jouaient la saison où les douleurs ont débuté. Les graphiques suivants montrent que le groupe ED ne compte que des attaquantes (ailières et centrales). Il ne compte aucune passeuse (joueuse qui sert mais n'attaque que très peu) ou libéro (joueuse qui ne sert et n'attaque pas). En plus de leur position sur le terrain, la proportion des joueuses remplacées par un libéro pour chacun des deux groupes est représentée aux **Figures 23.** et **24.**

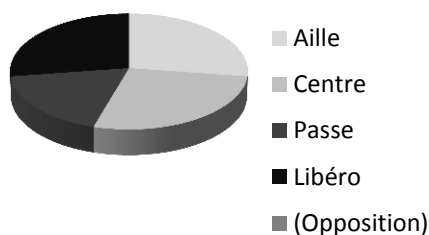


Figure 21. Positions des joueuses du groupe épaule non douloureuse (ENDC)

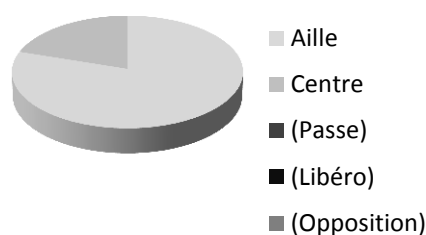


Figure 22. Positions des joueuses du groupe épaule douloureuse (ED)

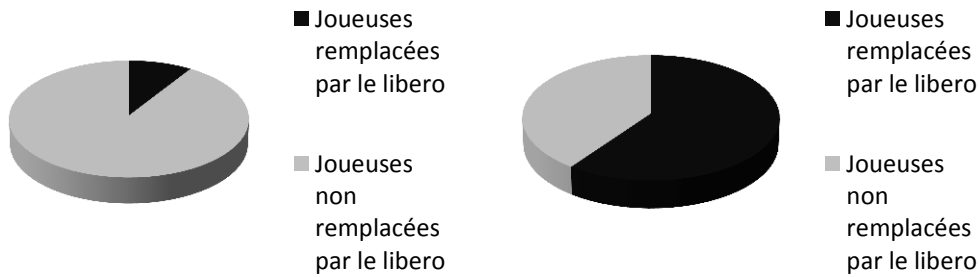


Figure 23. Proportion de joueuses à l'épaule non douloureuse (ENDC) remplacées par le libéro

Figure 24. Proportion de joueuses à l'épaule douloureuse (ED) remplacées par le libéro

Une partie des sujets pratique des activités sportives hors volleyball, soit d'une part le beach-volley en été, et d'autre part divers sports composés de mouvements de bras dans des latitudes supérieures à la tête. Ainsi, 55% des joueuses du groupe ENDC (**Figure 25.**) et 60 % du groupe ED (**Figure 26.**) pratiquent le beach-volley en été. Mais 60% des joueuses du groupe ED pratiquent d'autre(s) sports comprenant des mouvements au-dessus de la tête (**Figure 27.**), alors que seul 9% de leurs homologues du groupe ENDC diversifient de la sorte leurs activités sportives (**Figure 28.**).

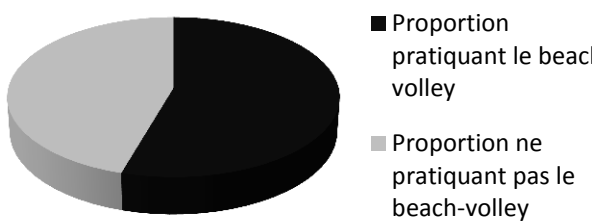


Figure 25. Proportion de joueuses à l'épaule non douloureuse (ENDC) pratiquant le beach-volley



Figure 26. Proportion de joueuses à l'épaule douloureuse (ED) pratiquant le beach-volley

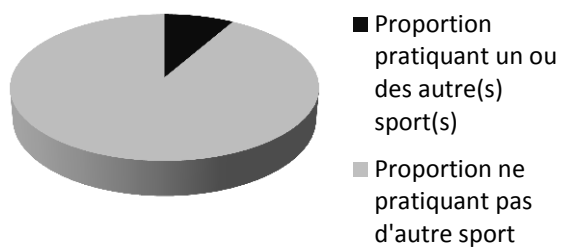


Figure 27. *Proportion de joueuses à l'épaule non douloureuse (ENDC) pratiquant d'autre(s) sport(s)*



Figure 28. *Proportion de joueuses à l'épaule douloureuse (ED) pratiquant d'autre(s) sport(s)*

4. Discussion

4.1. Retour sur les résultats principaux

Les découvertes principales de cette étude sont les suivantes : en ce qui concerne les paramètres mesurés, les seules différences significatives entre nos deux groupes sont les ratios mixtes d'armé. En effet, le groupe ENDC a montré des ratios RI_{exc}/RE_{conc} significativement plus bas que ceux du groupe ED. Aucune différence significative n'a été relevée entre ED et ENDC au niveau des ratios simples concentriques, excentriques, ou mixtes d'attaque. Il en est de même pour les MFM. De plus, aucune différence significative liée à la latéralité n'a été retrouvée dans ces deux groupes, ni chez les volleyeuses ne jouant pas en zone arrière. Parmi les caractéristiques personnelles (âge, poids, taille, BMI, nombre d'années de pratique, nombre d'années de pratique en LN), seule celle de l'âge s'est révélée significativement différente entre nos deux groupes, soit 20.9 ± 2.7 ans chez ENDC et 25.4 ± 5.9 ans chez ED. Finalement, nos résultats subsidiaires nous ont montré une part plus importante des joueuses présentant des douleurs d'épaule pratiquant d'autres activités sportives comprenant des mouvements de bras au-dessus de la tête, soit 3/5 chez les ED pour 1/11 chez les ENDC. De plus, ce groupe ED comprend 3 joueuses sur 5 remplacées par le libéro alors que le groupe ENDC n'en dénombre que 1/11 (notons à ce sujet que le groupe ENDC compte 2 passeuses et 3 libéros, soit 5 joueuses qui ne sont pas remplaçables en zone arrière). Dernière constatation au niveau des résultats secondaires, les attaquantes sont plus sujettes à des douleurs d'épaule. Dans l'échantillon analysé elles sont au nombre de 5/5 chez les ED et au nombre de 6/11 chez les ENDC.

4.2. Discussion des résultats et mise en parallèle à la littérature

Conformément à nos attentes, et aux résultats de Gozlan G et al., nous n'avons pas trouvé de différence en ce qui concerne les MFM et les ratios liée à la latéralité dans les moyennes des deux groupes, ni chez les volleyeuses remplacées par le libéro [24]. De plus, tout comme relevé dans la littérature [34], nous n'avons pas constaté de différence au niveau des ratios concentriques (à vitesse lente et rapide) et excentriques entre le groupe ENDC et ED.

Cependant, les ratios fonctionnels nous ont réservé quelques surprises en reflet de la littérature préexistante. En effet, les ratios d'attaque se sont révélés de même importance pour nos deux groupes, alors que Stickley CD et al. et Wang H-K et al. ont trouvé ces mêmes ratios comme étant plus faibles chez les joueuses souffrant d'une épaule d'attaque douloureuse [34, 38]. C'est au niveau des ratios mixtes d'armé que nos deux groupes ont présenté les seules différences significatives. Ainsi, le groupe ENDC a montré des ratios RI_{exc}/RE_{conc} significativement plus bas que leurs homologues se plaignant de douleurs d'épaule. Ce constat est inattendu puisque dans la logique d'un déséquilibre provoquant des phénomènes douloureux, le bon sens voudrait que le groupe ENDC présente des ratios d'armé plus élevés que le groupe ED conformément à ce qui a été relevé dans la littérature [34]. En effet, un ratio plus bas serait synonyme d'un travail des RI en excentrique insuffisant en comparaison au travail des RE en concentrique, soit un frein déficient lors de l'armé du bras, ce qui le laisserait aller travailler hors de sa zone de sécurité, alors qu'un ratio plus élevé serait gage d'une meilleure stabilité et d'un contrôle plus important dans la zone de sécurité. De plus, ces ratios indépendamment du groupe étudié apparaissent comme beaucoup plus élevés dans la littérature [34] où leur valeur est en moyenne supérieure à 2 en comparaison à nos résultats où la moyenne est inférieure à 1.4. Cet écart peut provenir de multiples facteurs. Les différences de protocoles et d'appareillage peuvent jouer un rôle. Cependant, il est également possible que le lieu de l'étude ait également sa part de responsabilité. En effet, nos tests ont eu lieu sur des joueuses évoluant en suisse, pays où l'élite féminine n'est de loin pas en mesure de rivaliser avec les grandes nations du volley. L'approche de ce sport n'est donc pas la même dans nos contrées que dans le reste de l'Europe, en Asie ou outre Atlantique. Le nombre d'heures d'entraînement par semaine et la place de la préparation physique y varient énormément. A notre connaissance, la place de l'entraînement physique en Suisse est minimisée pour ne pas dire délaissée au niveau où évoluent les participantes à notre étude. Ainsi, les seules joueuses ayant réellement effectué des exercices de renforcement adéquat à leur pratique sont celles qui ont été suivies par un physiothérapeute. Ceci pourrait expliquer en partie pourquoi le groupe ED présente un ratio mixte d'armé plus haut que le groupe ENDC, ce qui semble gage d'une meilleure

stabilité. Ces joueuses sont les seules à avoir pratiqué des exercices qui notamment aux Etats-Unis sont utilisés en prévention et ont été utilisés ici en guise de rééducation. Il devient dès lors difficile de savoir si nos résultats de ratios ne sont pas biaisés par la rééducation. Dans cette optique la comparaison avec les études de pays où le volley n'a pas la même place se révèle particulièrement périlleuse. A ce stade du travail il semble intéressant de s'arrêter quelques instants sur le terme de blessure de surentraînement. Aux vues de notre proposition en faveur d'une préparation physique insuffisante, ne serait-il pas plus adéquat de la qualifier de blessure de manque de préparation physique ? Cette nouvelle appellation nous permettrait de comprendre pourquoi, bien que souvent marginalisée, une plainte sur l'épaule d'attaque douloureuse émane également des ligues inférieures. Un problème d'épaule touchant plus les ligues mineures que supérieures est retrouvé par Wilk K E et al. en baseball [39]. Il est souvent minimisé puisque dans l'imaginaire collectif seuls les sportifs d'élite sont capables de jouer avec d'importantes douleurs. De plus, les moments de récupérations sont plus longs vu que la pratique n'est pas quotidienne dans les ligues régionales, et les qualités physiques et techniques plus limitées dans ces mêmes ligues rendent peut être moins handicapant ou moins visible le phénomène douloureux.

Mais les ratios mixtes d'armé n'ont pas été les seuls à être quelque peu surprenants. En effet, si nous retournons aux ratios concentriques et nous nous intéressons à leurs valeurs, il apparaît qu'elles sont du côté dominant à 60°/s de 0.86 ± 0.1 pour les ENDC et de 0.83 ± 0.19 pour les ED et de 0.88 ± 0.15 et 0.90 ± 0.16 pour ces mêmes groupes à 240°/s. Or la littérature existante réfère des ratios dont les valeurs gravitent autour des 0.55-0.67 pour des sportifs de haut niveau (généralement des joueurs de baseball) et des 0.75-0.85 pour des sédentaires [23]. Nos ratios s'approchent donc plus de ceux mis en exergue par Alfredson H et al. qui les trouvent significativement plus élevés chez les volleyeuses que chez les sédentaires [8]. N'ayant pas de groupe contrôle dans notre étude, nous ne pouvons tirer de conclusions de ces ratios apparemment hauts pour des sportives. Toutefois, ils nous permettent de nous interroger sur la pertinence à vouloir trouver un effet unique à des pratiques sportives diverses sur les ratios concentriques des rotateurs de l'épaule, ou même sur la problématique de la blessure de l'épaule en général, puisque les demandes et

contraintes propres à la gestuelle ne sont pas les mêmes d'un sport à l'autre. En effet, à titre d'exemple, la décélération due à l'impact entre la main et le ballon est bien plus importante chez l'attaquant ou serveur en volleyball que chez le lanceur de baseball qui freine son bras sans intermédiaire extérieur. De même, l'élan des bras et le timing d'armé dicté par le saut n'ont pas, sur l'épaule, des contraintes comparables à celles imposées dans des sports où le joueur garde un contact avec le sol. Notons encore que les demandes ne sont pas les mêmes selon le type de service, ou selon d'éventuelles défaillances techniques. Ainsi, pour faire flotter sa balle lors d'un service sauté-flottant, le joueur va tout mettre en œuvre pour freiner son bras sur la distance la plus courte, alors que pour un service smashé, cette problématique n'entre pas en ligne de compte.

Conformément à nos attentes et comme retrouvé dans la littérature [28], nous avons pu marquer une tendance des attaquantes à être plus sujettes à des douleurs d'épaule dans l'échantillon analysé puisqu'elles sont au nombre de 5/5 chez les ED et au nombre de 6/11 chez les ENDC. De plus, deux autres tendances ressortent de notre étude : des douleurs d'épaule chez les joueuses ayant d'autres pratiques sportives avec les bras au-dessus de la tête et une majorité de joueuses présentant une douleur d'épaule exclues du jeu arrière. Une analyse statistique dans une étude avec un échantillon plus large nous permettrait de confirmer ces deux dernières tendances.

Finalement, seul l'âge des joueuses s'est révélé significativement différent d'un groupe à l'autre en ce qui concerne les données personnelles. Nous restons cependant prudents quant aux interprétations de ces données en raison de l'échantillon restreint et donc facilement influençable par un petit nombre de sujets qui ne serait pas obligatoirement représentatif de la population ciblée. Ces résultats en mains nous font nous poser une multitude de questions. Une partie de ces dernières est directement liée aux limites de cette étude.

4.3. Les limites de l'étude

Dans un premier temps, un certain nombre de limites intrinsèques à cette étude ont été relevées. Premièrement, l'absence de groupe contrôle, nous empêche de nous positionner sur le continuum majoration-diminution des ratios concentriques pour les joueuses de volleyball face à une population sédentaire relevée dans la littérature [8, 10, 23].

Deuxièmement, le mode de recrutement des sujets basé sur le volontariat a en plus d'offrir un échantillon restreint sélectionné des sujets plus sensible à la problématique de l'épaule douloureuse. Ainsi, il n'est pas étonnant d'avoir à compter dans le groupe ENDC 4 joueuses disant avoir à un moment donné souffert de l'épaule mais ne répondant pas aux critères pour entrer dans le groupe ED. Il est légitime de s'interroger sur le biais potentiel que constituent ces quatre personnes à situer dans une zone grise. Le nombre restreint de participantes à l'étude n'a quant à lui pas permis un travail statistique sur ce que nous avons appelé les résultats subsidiaires.

Sur un troisième plan, les tests n'ont été réalisés qu'à deux vitesses, une lente et l'autre rapide. Une troisième vitesse intermédiaire souvent retrouvée dans la littérature aurait peut-être été en mesure de nous apporter plus de renseignements. De plus, ces données nous ont offert des renseignements sur les MFM des participantes, mais aucune indication sur l'endurance de leur coiffe des rotateurs. Or, les qualités de force-vitesse de la coiffe sont certes importantes, mais celles de force-endurance le sont tout autant puisque la proprioception et donc les fonctions motrices de l'épaule semblent modifiées par la fatigue [21, 22, 33]. Ainsi, l'absence de test de résistance à la fatigue dans notre étude ne nous permet pas une interrogation sur l'éventuelle corrélation entre des douleurs d'épaule et une faible endurance des muscles rotateurs de l'épaule en volleyball.

La quatrième limite à relever est la temporalité de l'étude. Le fait de faire un test à un moment donné ne rend pas compte de l'évolution des sujets. La possession de données mesurées avant la survenue de la douleur, à son apparition et après traitement permettrait de vérifier notre suggestion d'un ratio modifié par la rééducation. Et serait très intéressant pour le suivi personnalisé du joueur. Le caractère éminemment focal de ce travail n'est pas uniquement lié au temps. Ce qui nous amène au cinquième point.

En effet, la tendance actuelle va vers une méthode diagnostique incriminant la même cause à toutes les douleurs d'épaule récurrentes dans la pratique du volleyball. Cependant, un problème se pose : n'est-il pas un peu utopique de vouloir systématiquement trouver la même réponse aux douleurs d'épaule ? Soit une répétition d'un geste technique alliée à des ratios de rotateur défaillants. Dans notre groupe ED une joueuse affirme que ses douleurs ont

commencé peu après s'être déchiré le ligament coraco-acromial. Ce cas nous montre que les blessures de l'épaule liées à des chocs (avec les coéquipiers, le sol, le ballon...) ne sont jamais prises en compte dans ce sport puisqu'il est considéré comme sans contact.

De plus, les structures passives de l'articulation [17, 25, 28], les muscles de la ceinture scapulaire [11, 17, 26, 27, 28, 31], du tronc [25], les différences de degré de rotation interne et externe [17, 25, 30, 39, 40], de technique et de performance comparées au MFM ont certainement une part d'implication dans ses phénomènes douloureux qui n'a pas pu être étudié dans le cadre de ce travail. Si l'on considère que toutes les douleurs d'épaule ne sont pas le résultat d'un même processus, ne serait-il pas possible d'imaginer des effets divers sur les ratios obtenus ? Cette hypothèse pourrait en partie expliquer pourquoi certaines études trouvent des ratios simples majorés, et d'autres les trouvent diminués. Ainsi, il serait intéressant d'adopter une approche globale du volleyeur tenant compte non seulement des résultats isocinétique de la coiffe des rotateurs, mais également des muscles composant les chaînes cinétiques d'armé et de frappe et également des composantes techniques, et anatomiques. En plus des facteurs propres à cette étude, le manque de lignes directrices et d'homogénéité dans la littérature, le matériel (dynamomètres isocinétiques) et les protocoles (position de test, vitesses angulaires, correction de gravité) rend la comparaison avec d'autres études difficile. Si les limites de l'étude semblent multiples, le nombre de questions en suspens l'est également. Ceci est dû au peu de littérature dans un domaine qui doit encore se développer : l'évaluation isocinétique des muscles de l'épaule. Et ce d'autant plus lorsqu'elle s'attache au volleyball féminin suisse. En effet, l'isocinétisme n'a encore que très peu été appliqué aux épaules de volleyeurs. Et jamais à notre connaissance dans le cadre d'études en suisse, où le niveau de jeu et la place de la préparation physique n'est en aucun cas assimilable à celui de l'élite mondiale, ce qui peut rendre les comparaisons d'autant plus difficiles. Mais c'est bien le caractère prospectif de cette étude qui en fait son intérêt.

4.4. Quelques pistes pour une meilleure prévention

Suite à cette discussion et aux préconisations trouvées dans la littérature consultée, il semblait important de proposer une section consacrée aux recommandations pour une meilleure prévention.

1. Le renforcement musculaire : vise les rotateurs internes et externes et doit être exécuté en mode de contraction concentrique et excentrique. Il doit répondre à une double exigence de force-vitesse et de force-endurance. En plus de la coiffe des rotateurs, la ceinture scapulaire est également à renforcer, notamment sa partie postérieure moins développée que l'antérieure fortement sollicitée [26, 28]. Finalement, le tronc qui joue un grand rôle en tant que générateur d'énergie est également à préparer physiquement pour éviter une surcharge de travail à l'épaule par compensation d'un buste affaibli [25].
2. Un travail proprioceptif permet d'accroître la stabilité scapulo-humérale et de faire travailler la chaîne cinétique, soit d'accroître la coordination des différents muscles qui doivent travailler conjointement [25]. Pour une meilleure coordination de la chaîne cinétique, un travail de répétition de gestes d'attaque dans le vide (sans frappe de ballon) notamment semble tout à fait approprié et permet de diminuer l'impact des microtraumatismes liés aux chocs à répétition.
3. Un stretching de la capsule postérieure et du petit pectoral sont recommandés [17, 28, 30, 35, 39].
4. Des temps de repos sont à respecter. Nous l'avons vu, une épaule fatiguée voit ses capacités de proprioception réduites. Le risque de blessure en est donc accru [22].
5. Une attention particulière à la correction du geste technique dès le début de l'apprentissage permet de ne pas laisser le joueur imposer à son bras d'aller travailler hors de sa zone de sécurité. La prise de ballon doit être devant soi pour maximiser la performance et minimiser le risque de blessures [28].
6. Une meilleure répartition des tâches semble pouvoir prévenir de lésions. En effet, nous avons vu qu'une charge importante de répétitions des gestes d'attaque et de service augmente les risques de blessure.

Ainsi, le règlement des universités américaines autorisant le libéro à servir semble une bonne alternative pour diminuer la charge de travail qui est imposée aux épaules des joueurs qui sortent en zone arrière.

5. Conclusion

Le but de cette étude a été de déterminer si les MFM et/ou ratios des rotateurs de l'épaule sont modifiés en fonction de la latéralité ou du caractère douloureux ou non de l'articulation. De plus, nous nous sommes demandé si nous pouvions dégager des caractéristiques propres aux joueuses ayant une douleur d'épaule en termes de positions sur le terrain.

Dans tous les groupes, aucune différence significative entre épaule dominante et non dominante n'a été retrouvée et ce au niveau de MFM des RI et RE concentriques et excentriques, et des ratios concentriques, excentriques et mixtes.

Les MFM concentriques et excentriques n'ont pas révélé de différences significatives entre les ED et ENDC. Il en a été de même pour les ratios concentriques, excentriques et mixtes d'attaque. Seuls les ratios mixtes d'armé se sont révélés significativement plus élevés chez ED. Augmentation que nous avons suggéré d'attribuer à la rééducation.

Les joueuses souffrant d'une épaule douloureuse ont montré une tendance à sortir du jeu en zone arrière au profit du libéro et à pratiquer d'autres activités sportives impliquant des mouvements de bras au-dessus de la tête.

Cette étude nous a appris que la comparaison entre sports est à faire avec précaution, et qu'il en est certainement de même pour un seul sport avec des niveaux de pratique où des méthodes d'entraînement différents. Elle nous a permis de nous interroger sur le terme de blessure de surutilisation et la possibilité de la requalifier de blessure de préparation physique inadéquate. Le caractère prospectif de ce travail, notamment par une interrogation des données recueillies vue au travers des exigences spécifique au volleyball, en fait son intérêt principal même s'il en découle inéluctablement de nombreuses limites.

Parmi elles nous comptons, une littérature restreinte et un mode d'évaluation qui manque de lignes directrices. Mais également des limites propres à notre étude, soit un nombre restreint de participantes, l'existence d'une zone grise entre nos deux groupes, un choix de paramètres mesurés qui a exclu une troisième vitesse et un test d'endurance. De plus, nos mesures ne tiennent compte que des muscles de la coiffe des rotateurs et ne les replacent pas dans

leur ensemble. Mais une approche holistique ne serait-elle pas plus appropriée dans ce domaine ?

Voilà une des nombreuses questions qui ressort de ce travail et prouve qu'il reste une multitude de paramètres à explorer dans cette problématique de l'épaule douloureuse du volleyeur. Premièrement, la méthode actuelle passant outre le diagnostic et cherchant des déséquilibres communs à tous les joueurs souffrant d'une épaule douloureuse n'est-elle pas un frein à la recherche ? Ne faudrait-il pas parler des épaules douloureuses des volleyeurs au lieu de l'épaule douloureuse du volleyeur ? Un échantillon plus important permettrait de mettre en avant la relation entre la position de jeu et les douleurs d'épaule. Est-ce qu'au sein des attaquants les joueurs sortis de la réception sont plus sujets à des douleurs d'épaule comme le suppose la tendance relevée ici ? En est-il de même dans un championnat autorisant le libéro à servir ? Si des modifications de règles peuvent rendre ce sport plus sain, qu'en est-il des différences de technique, notamment au niveau du service ? Un service smashé impliquant une grande vitesse de bras et un service flottant une importante décélération ont-ils des impacts différents sur l'apparition de douleurs d'épaule ? Et qu'en est-il des recommandations pour une meilleure prévention trouvées dans la littérature ? Leur application permet-elle de diminuer, et dans quelles proportions, le nombre de joueurs touchés par ces douleurs ? Une base de données récoltée sur le long terme permettrait d'en savoir plus à ce sujet et dévoilerait l'impact des douleurs d'épaule, de la rééducation et de la préparation physique sur les divers MFM et ratios. Il serait également intéressant de comparer les données chiffrées aux performances sur le terrain. En conclusion, le champ qu'il reste à explorer sur la problématique des épaules douloureuses dans la pratique du volleyball est aussi vaste que le nombre d'axes de rotations instantanés de cette dernière.

6. Bibliographie

Ouvrages

1. Dvir Z (1995), *Isokinetics : Musclev Testing, Interpretation and Clinical Applications*. Elvisev, China
2. Edouard P (2011), *Adaptation de la force musculaire des muscles rotateurs médiaux et latéraux dans la stabilisation dynamique de l'articulation scapulo-humérale. Application à des situations pathologiques et sportives*. Université Jean Monnet, Saint-Etienne
3. Forthomme B (2005), *Exploration musculaire isocinétique de l'épaule*. Mémoire, Université de Liège, Liège
4. Pocholle M, Codine P (1998), *Isocinétisme et médecine sportive*. Masson, Paris
5. Marieb E. (2005), *Anatomie et physiologie humaines*. Pearson Education, Paris
6. Kapanji I. (1997), *Physiologie articulaire : schémas commentés de mécanique humaine*. Maloine, Paris

Articles et contributions

7. Aagaard H., Jørgensen U. (1996), Injuries in elite volleyball. *Scand J Med Sci Sports*, Aug;**6**(4), 228-232
8. Alfredson H, Pietila T, Lorentzon R (1998), Concentric and eccentric shoulder and elbow muscle strength in female volleyball players and non-active females. *Scand J Med Sci Sports*, **8**, 265-270
9. Bahr R (2009), No injuries but plenty of pain? On the methodology for recording overuse symptoms in sports. *Br J Sports Med*, Dec;**43**(13), 966-972
10. Codine P, Bernard PL, Pocholle M, Herisson C (2004), Evaluation et rééducation des muscles de l'épaule en isocinétisme : méthodologie, résultats et applications, *Ann de Réadaptation Méd Phys*, **48**, 80-92
11. Cools AM, Witvrouw EE, Mahieu NN, Danneels LA (2005), Isokinetic Scapular Muscle Performance in Overhead Athletes With and Without Impingement Symptoms. *J Athl Train*, Jun;**40**(2), 104-110

12. Croisier JL, Crielaard JM (1999), Méthodes d'exploration de la force musculaire: une analyse critique. *Ann Réadaptation Méd Phys*, **42**, 311-322
13. Edouard P, Calmels P, Degache F (2009), Mise au point sur les positions d'évaluation isocinétique des muscles rotateurs de l'épaule. *Science & Sports*, **24**, 207-209
14. Edouard P, Calmels P, Degache F (2009), The effect of gravitational correction on shoulder internal and external rotation strength. *Isokinetics and Exercise Science*, **17**, 35-39
15. Edouard P, Calmels P, Degache F, Oullion R, Gleizes Cervera S, *Influence of Handball on Shoulder Strength*. Int J Sports Med 2012 (In Press)
16. Fleisig GS, Andrews JR, Cutter GR, Weber A, Loftice J, McMichael C, Hassell N, Lyman S (2011), Risk of Serious Injury for Young Baseball Pitchers: A 10-Year Prospective Study. *The Am J of Sports Med*, **39**, 253-257
17. Forthomme B, Crielaard JM, Croisier JL (2006), Rééducation de l'épaule du sportif : Proposition d'une fiche d'évaluation fonctionnelle. *J. Traumatol. Sport*, **23**, 193-202
18. Forthomme B, Dvir Z, Crielaard JM, Croisier JL (2011), Isokinetic assessment of the shoulder rotators : A study of optimal test position. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, **31**(3), 227-232
19. Forthomme B, Crielaard JM, Croisier JL, *Isocinétisme et complexe articulaire de l'épaule*. 10èmes Rencontres de Médimex : « 10 ans d'isocinétisme et lésions musculaires », 05.12.2008, PARIS, France
20. Forthomme B, Crielaard JM, Forthomme L, Croisier JL (2007) Field performance of javelin throwers: Relationship with isokinetic findings. *Isokinetics and Exercise Science*, **15**(3), 195-202
21. Forthomme B, Maquet D, Lehance C, Wintgens N, Degache F, Crielaard JM, Croisier JL. (2008). Protocole de résistance à la fatigue adapté aux rotateurs internes et externes de l'épaule. *Groupement d'isocinétisme belge et luxembourgeois*, (6^{ème} journée belge d'isocinétisme), 20

22. Forthomme B, Soubeyrand G, Degache F, Maquet D, Crielaard J-M, Croisier J-L (2010), Evaluation de la fatigue musculaire des membres supérieurs. In *Fatigue musculaire*, sous la direction de Julia M, Perrey S, Dupeyron A, Croisier J-L, Codine P, Hérisson C, pp.92-99, Masson, Issy-les-Moulineaux
23. Gimet G, Coudreuse JM, Viton JM, Delarque A (2002), Epaule et isocinétisme, *J. Traumatol. Sport*, **19**, 152-158
24. Gozlan G, Bensoussan L, Coudreuse JM, Fondarai J, Gremeaux V, Viton JM, Delarque A (2006), [Isokinetic dynamometer measurement of shoulder rotational strength in healthy elite athletes (swimming, volley-ball, tennis): comparison between dominant and nondominant shoulder]. *Ann Readapt Med Phys*, Feb;**49**(1), 8-15
25. Guillo S, Landreau P, Flurin P-H (2007), The thrower's shoulder. *Journal de traumatologie du sport*, **24**, 23-31
26. Heuleu JN (1989), Mise au point sur l'épaule douloureuse du sportif. *Science et Sports*, **4**, 317-326
27. Holzgraefe M, Kukowski B, Eggert S (1994), Prevalence of latent and manifest suprascapular neuropathy in high-performance volleyball players. *Br J Sports Med*, **28**(3), 177-179
28. Kugler A, Krüger-Franke M, Reininger S, Trouillier HH, Rosemeyer B (1996), Muscular imbalance and shoulder pain in volleyball attackers. *Br J Sports Med*, Sep;**30**(3), 256-259
29. Lo YP, Hsu YC, Chan KM (1990), Epidemiology of shoulder impingement in upper arm sports events. *Br J Sports Med*, Sep;**24**(3), 173-177
30. Miyashita K, Urabe Y, Kobayashi H, Yokoe K, Koshida S, Kawamura M, Ida K (2008), Relationship between maximum shoulder external rotation angle during throwing and physical variables. *Journal of Sports Science and Medicine*, **7**, 47-53
31. Oyama S, Myers JB, Wassinger CA, Ricci RD, Lephart SM (2008), Asymmetric Resting Scapular Posture in Healthy Overhead Athletes. *J Athl Train*, **43**(6), 565-570

32. Reeser JC, Verhagen E, Briner WW, Askeland TI, Bahr R (2006), Strategies for the prevention of volleyball related injuries. *Br J Sports Med*, Jul;**40**(7), 594-600
33. Roy J-S, Ma B, MacDermid JC, Woodhouse LJ (2011), Shoulder muscle endurance: the development of a standardized and reliable protocol. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*, **3**(1), 1-14.
34. Stickley CD, Hetzler RK, Freemyer BG, Kimura IF (2008), Isokinetic peak torque ratios and shoulder injury history in adolescent female volleyball athletes. *J Athl Train*, Oct-Dec;**43**(6), 571-577
35. Thomas SJ, Swanik KA, Swanik C, Huxel KC (2009), Glenohumeral rotation and scapular position adaptations after a single high school female sports season. *J Athl Train*, May-Jun;**44**(3), 230-237
36. Verhagen EALM, Van der Beek AJ, Bouter LM, Bahr RM, Van Mechelen W (2004), A one season prospective cohort study of volleyball injuries. *Br J Sports Med*, **38**, 477-481
37. Wang H-K, Macfarlane A, Cochrane T (2000), Isokinetic performance and shoulder mobility in elite volleyball athletes from the United Kingdom. *Br J Sports Med*, **34**, 39-43
38. Wang H-K, Cochrane T (2001), Mobility impairment, muscle imbalance, muscle weakness, scapular asymmetry and shoulder injury in elite volleyball athletes. *J Sports Med Phys Fitness*, **41**(3), 403-410
39. Wilk KE, Macrina LC, Fleisig GS, Porterfield R, Simpson II CD, Harker P, Paparesta N, Andrews JR (2010), Correlation of Glenohumeral Internal Rotation Deficit and Total Rotational Motion to Shoulder Injuries in Professional Baseball Pitchers. *The Am J of Sports Med*, **39**, 329-335
40. Witvrouw E, Cools A, Lysens R, Cambier D, Vanderstraeten G, Victor J, Sneyers C, Walravens M (2000), Suprascapular neuropathy in volleyball players. *Br J Sports Med*, **34**, 174-180

Sites

41. http://www.fivb.com/EN/Medical/Document/FIVB_Medical_Injury_Prevention.pdf, Jonathan C. Reeser, Roald Bahr, Principles of Prevention and Treatment of Common Volleyball Injuries, FIVB Medical Commission
42. http://www.fivb.com/EN/Medical/Document/FIVB_Medical_Injury_Surveillance_Program_and_Definitions.pdf, FIVB Injury Surveillance Program
43. http://www.con-trex.ch/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=15&Itemid=82, dynamometer con-trex

7. Table des annexes

Annexe 1 : Evaluation manuelle en 6 stades selon Lovett et Martin

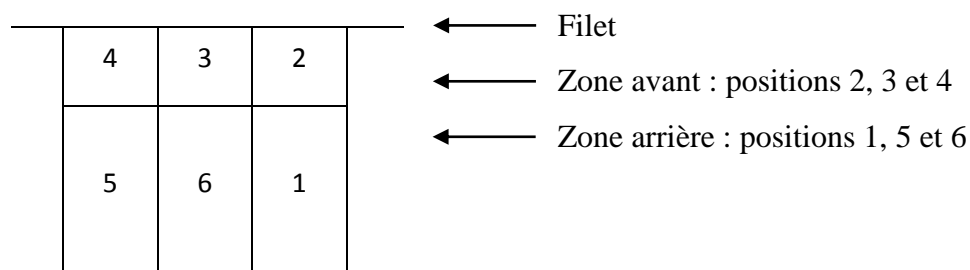
Annexe 2 : Rôle des joueurs sur le terrain

Annexe 3 : Caractéristiques des sujets

Annexe 4 : Questionnaire

Annexe 1 : Evaluation manuelle en 6 stades selon Lovett et***Martin***

- 0 : pas de contraction musculaire
- 1 : contraction, mais pas de déplacement
- 2 : déplacement en l'absence de pesanteur
- 3 : déplacement contre la pesanteur
- 4 : déplacement contre une résistance
- 5 : force normale

Annexe 2 : Rôle des joueurs sur le terrain

Le terrain de volleyball comporte une zone avant, soit les positions 2, 3, 4 et une zone arrière, soit les positions 1, 5, 6. Les rotations imposent aux joueurs d'exercer dans ces deux zones à l'exception des joueurs remplacés par le libéro. Il s'agit généralement des centraux, qui une fois leur service perdu sortent du terrain au profit du libéro, véritable spécialiste de la réception et de la défense. Ce joueur n'a pas le droit de servir, ni d'exercer une frappe d'attaque au-dessus de la bande supérieure du filet. Sur le terrain évolue un passeur et 5 attaquants ou un passeur, 4 attaquants et 1 libéro. Tous les attaquants ne remplissent cependant pas le même rôle. Les ailiers évoluent en position 4, le diagonal ou opposition en position 2 et les centraux en position 3.

Annexe 3 : Caractéristiques des sujets

Caractéristiques moyennes des sujets \pm SD	
Sujets	n=16
Age (années)	22.5 \pm 4.5
Poids (kg)	64.8 \pm 9.1
Taille (cm)	173.9 \pm 7.0
B.M.I. (kg·m ⁻²)	21.4 \pm 2.4
Epaule dominante (droite/gauche)	15/1
Nb d'heures de pratique par semaine	9.9 \pm 1.6
Nb d'années de pratique	10.8 \pm 4.5
Nb d'années de pratique en LN	6.1 \pm 4.1

Annexe 4 : Questionnaire

Nom

Age

Poids

Taille

Bras d'attaque/service

Ligue actuelle

Nombre d'années de pratique en LN

Nombre d'années de pratique total

Heures de pratique par semaine

Position de jeu actuelle

Nombre d'années à cette position

Positions de jeu ultérieures

Nombre d'années à ces positions

Pour les attaquantes:

Es-tu sortie de la réception pour un libéro cette saison?

As-tu été sortie de la réception le libéro les années précédentes?

Saisons sortie de la réception

Pratiques-tu le beach-volley l'été ?

Niveau

Fréquence moyenne par semaine

Pratique d'autres sports impliquant des mouvements en dessus de la tête

Les quels

Nombre de fois par semaine

As-tu une douleur d'épaule? oui/non

Combien d'épisodes

Côté atteint

Celle-là a-t-elle entraîné un arrêt de la pratique ?

Arrêt: < 7 jours/ de 7 jours à 1 mois/>1mois

Si pas d'arrêt: aménagement spécial de l'entraînement?

Date d'apparition des premières douleurs

As-tu suivi un traitement, une rééducation?

Nombre de séances

Moment de la douleur: entraînement/après/la journée/la nuit

As-tu une pathologie de l'épaule? oui/non

Combien d'épisodes

Côté atteint

Cela a entraîné un arrêt de la pratique oui/non

Arrêt: < 7 jours/ de 7 jours à 1 mois/>1mois

As-tu suivi un traitement médical/chirurgical

Nombre de séances

Abstract

The shoulder joint is the most mobile joint of the human body. This important capacity of mobility is connected to a restricted stability assured by passive and active means of stabilization. Shoulder pain is the second most common volleyball overuse injury. A relationship between rotator cuff muscles imbalance and shoulder pain has often been suggested.

The aim of this study was to compare characteristics and rotator muscles performance between two groups of players: with and without a painful shoulder. Their internal and external rotators were isokinetically assessed in concentric at 60°/s and 240 °/s as well as in eccentric at 60 °/s. Furthermore, the players responded to a questionnaire about themselves and their volleyball history.

Eccentric internal rotators/concentric external rotators ratios were significantly higher for the painful shoulder group. No significant side-to-side effect was found and neither significant difference between the two groups' mean peak torque and simple ratios was reported. Observation shows that players with a painful shoulder tend to practice other overhead activities and seem to be more likely to be replaced by the libero.

There are still a lot of questions about the shoulders of volleyball players. However, this document will reveal some interesting thoughts.

Key words: *shoulder, volleyball, isokinetic, rotator cuff, pain, injury prevention.*

Résumé

Le complexe articulaire de l'épaule est l'ensemble articulé le plus mobile du corps humain. A cette importante capacité de mobilité est liée une stabilité restreinte assurée par des moyens de stabilisation passifs et actifs. L'épaule est le deuxième cite de blessures de surutilisation en volleyball. Une relation entre un déséquilibre musculaire de la coiffe des rotateurs et des douleurs d'épaule a souvent été suggérée.

Le but de ce travail est de comparer les caractéristiques et les mesures de force d'un groupe de joueuses présentant une épaule non douloureuse à celles d'un groupe de joueuses présentant une épaule douloureuse. Les muscles rotateurs internes et externes de ces deux groupes ont été évalués sur dynamomètre isocinétique Con-Trex en mode concentrique à 60°/s et 240°/s et excentrique à 60°/s. De plus, les joueuses ont répondu à un questionnaire concernant leurs données personnelles.

Les ratios mixtes d'armé se sont révélés significativement plus élevés pour le groupe présentant une épaule douloureuse. Aucun effet significatif de la dominance n'a été retrouvé. Et aucune différence significative au niveau des moments de force maximaux ou des ratios simples n'est apparue entre les deux groupes. Une tendance à la pratique d'autres sports comprenant des mouvements de bras au-dessus de la tête et à ne pas jouer en zone arrière a été retrouvée chez les joueuses présentant une épaule douloureuse.

Il reste un grand nombre de questions autour de la thématique des épaules des volleyeurs. Ce document vous ouvrira quelques pistes de réflexion.

Mots clés: *épaule, volleyball, isocinétisme, coiffe des rotateurs, douleur, prévention des blessures.*