

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



**EVALUATION STATIQUE
DU RATIO
ROTATEURS MEDIAUX / ROTATEURS LATERAUX
D'EPAULE CHEZ LE HANDBALLEUR**

Rapport de travail écrit personnel
présenté par **Christophe THINLOT**
étudiant en 3^{ème} année de kinésithérapie
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat
Année 2005-2006

SOMMAIRE

	Page
Résumé	
1. INTRODUCTION.....	1
1.1. Intérêt du travail.....	1
1.2. Méthodologie de recherche.....	2
2. RAPPELS.....	2
2.1. Anatomie musculaire.....	2
2.1.1. Muscles rotateurs latéraux.....	2
2.1.2. Muscles rotateurs médiaux.....	3
2.2 Biomécanique du complexe articulaire de l'épaule.....	4
2.2.1. Articulation sterno-costo-claviculaire.....	4
2.2.2. Articulation acromio-claviculaire.....	5
2.2.3. Espace de glissement scapulo-thoracique.....	5
2.2.4. Articulation sous-deltoïdienne.....	5
2.2.5. Articulation glèno-humérale.....	6
2.2.6. Le mouvement d'abduction.....	8
2.3. Geste de tir du handballeur.....	8
2.4. Conséquences pathologiques.....	10
2.4.1. L'épaule instable.....	10
2.4.2. L'épaule conflictuelle.....	11
2.4.3. L'épaule neurologique.....	13
3. MATERIEL ET METHODES.....	13

3.1. Population.....	13
3.2. Matériel.....	13
3.3. Installation.....	14
3.3.1. Mesure des rotateurs médiaux.....	14
3.3.2. Mesure des rotateurs latéraux.....	15
3.4. Protocole.....	15
3.4.1. L'échauffement.....	15
3.4.2. Les prises de mesures.....	16
4. ANALYSE DES RESULTATS.....	16
4.1. Description de la population.....	16
4.2. Résultats.....	17
4.2.1. Sur l'ensemble de la population.....	17
4.2.2. Résultats par différentes classes.....	19
5. DISCUSSION.....	22
5.1. Les tests statistiques.....	22
5.2. La méthodologie.....	22
5.3. Les résultats.....	23
5.4. Parallèle avec l'isocinétisme.....	24
6. CONCLUSION	25

1. INTRODUCTION

1.1. Intérêt du travail

Chaque articulation doit allier deux composantes contradictoires mais essentielles : la stabilité et la mobilité. Cet équilibre très fragile peut être perturbé par les activités sollicitant préférentiellement l'une des composantes. L'épaule étant le complexe articulaire le plus mobile de l'organisme, elle possède donc une stabilité facilement altérable (12).

Le handball est un sport qui demande des mouvements de toutes les articulations du corps. Cette pratique sportive, comme les autres sports dits « de lancer » (base-ball, tennis, volley-ball, javelot...), demande une succession de mouvements du membre supérieur. Les gestes de tirs et de passes nécessitent une élévation et une rotation du bras à la limite des amplitudes physiologiques (1, 30, 34).

La répétition de ces mouvements ainsi que leurs caractéristiques (amplitude, vitesse...) peuvent avoir des conséquences pathologiques sur les éléments assurant la stabilité passive (ligaments, capsule...) et surtout active (muscles, tendons) du complexe articulaire de l'épaule (15, 17, 27, 33, 39). Ces lésions se traduisent par des signes cliniques mais également par des déséquilibres de forces musculaires entre les muscles agonistes et antagonistes notamment avec une variation du rapport de force rotateur médial (RM) / rotateur latéral (RL) (28, 35, 36, 37). De nombreuses études ont donc cherché à déterminer le ratio RM/RL d'épaule, essentiellement selon le mode isocinétique (1, 13, 29, 30, 34). Elles ont également démontré que la pratique intensive de sport pouvait entraîner des déséquilibres du rapport de force. L'étude isocinétique de ce ratio est donc un bon outil diagnostique (8) et elle est utile dans

la prévention. Mais l'appareil coûte cher et son utilisation oblige les personnes à se déplacer dans un centre le possédant.

Le matériel utilisé pour une étude statique du ratio (RM/RL) a comme avantages : son faible coût, un encombrement réduit et une facilité d'utilisation non négligeable (16, 22). Cette évaluation sera rapide et effectuée dans n'importe quel lieu, seul un point d'accrochage est nécessaire. Les tests seront effectués à partir d'un protocole précis et d'une position debout proche de celle d'armer du bras. La population évaluée est composée de 45 handballeurs de 3 équipes, avec un niveau et un nombre d'entraînements hebdomadaires différents, nous pourrons ainsi voir d'éventuelles variations selon la fréquence de la pratique sportive, le membre dominant ou non-dominant.

1.2. Méthodologie de recherche documentaire

La recherche bibliographique a été effectuée grâce aux moteurs de recherche Réédoc, Medline, Pedro et Google.

2. RAPPELS

2.1 ANATOMIE MUSCULAIRE (annexe I) (10, 26)

2.1.1 Les muscles rotateurs latéraux :

Les principaux muscles rotateurs latéraux d'épaule sont l'infra épineux et le petit rond, ils font partie de la coiffe des rotateurs.

L'**infra épineux** s'insère au niveau de la fosse infra épineuse de la scapula et se termine sur la facette postéro supérieure du tubercule majeur de l'humérus.

Le **petit rond**, son insertion se situe à la partie latérale de la face postérieure de la scapula et sa terminaison à la facette postérieure du tubercule majeur de l'humérus. Ces deux muscles ont un trajet vers le haut, le dehors et l'avant. Ils sont en rapport avec la partie postérieure de la capsule articulaire de l'articulation scapulo-humérale. Ils stabilisent l'articulation gléno-humérale, abaissent la tête de l'humérus et sont les principaux rotateurs latéraux de l'épaule.

2.1.2 Les muscles rotateurs médiaux

Le muscle **sub-scapulaire** est le seul muscle rotateur médial de la coiffe des rotateurs. Il s'insère dans la fosse subscapulaire, a un trajet vers le dehors et l'avant. Il est en rapport avec le plan de glissement scapulo-thoracique et la partie antérieure de la capsule articulaire de l'articulation scapulo-humérale. Il se termine sur le tubercule mineur de l'humérus. Il stabilise la partie antérieure de l'articulation et effectue la rotation médiale du bras en chaîne ouverte.

Les autres rotateurs médiaux sont plus puissants et plus volumineux : les « 3 grands ».

L'insertion du muscle **grand pectoral** (11) est constituée par trois chefs sur les 2/3 médiaux de la clavicule, le manubrium sternal, le corps du sternum et les 6 premiers arcs costaux. Il se termine sur la lèvre latérale de la gouttière bicipitale de l'humérus.

Le muscle **grand rond** s'insère à la partie inféro-latérale de la face postérieure de la scapula, il passe dans le creux axillaire et sa terminaison est sur la lèvre médiale de la gouttière bicipitale de l'humérus.

L'insertion du muscle **grand dorsal** s'effectue sur les processus épineux des vertèbres T6 à S5, le tiers postérieur de la crête iliaque et les quatre dernières côtes pour se terminer sur le

sillon bicipital de l'humérus. Ces trois muscles sont adducteurs, rotateurs médiaux d'épaule et abaissent la tête humérale.

La disposition musculaire permet d'effectuer des rotations quelque soit la position du bras, ces muscles sont la clé de la stabilité et de la mobilité du complexe articulaire de l'épaule.

2.2 BIOMECANIQUE DU COMPLEXE ARTICULAIRE DE L'EPAULE (5, 12, 21)

L'épaule est constituée de 3 articulations « vraies » (1) et de 2 plans de glissements qui font d'elle le complexe articulaire le plus mobile de l'organisme. Comme toutes les articulations, l'épaule est un compromis subtil entre la mobilité et la stabilité. 19 muscles sur les 54 du membre supérieur, assurent la mobilité et la stabilité dans les 3 plans sous la forme de 25 couples de rotations .

2.2.1 Articulation sterno-costo-claviculaire (SCC)

Elle est constituée de la partie proximale de la clavicule, de la surface articulaire du manubrium sternal et de la première cote. C'est une articulation en selle, elle permet 2 degrés de liberté, à savoir l'élévation-abaissement avec une amplitude moyenne de 8 à 13 cm et l'anté-rétroversion avec 5 à 12 cm de mobilité. Nous observons 30° de rotation axiale induite. Sa stabilité passive est médiocre par absence de congruence articulaire mais elle bénéficie d'une bonne stabilité active par les muscles subclavier, grand pectoral, sterno-cléido-mastoïdien et sterno-hyoïdien.

2.2.2 Articulation acromio-claviculaire (AC)

Elle lie l'acromion, qui est la partie distale de l'épine de la scapula, et la partie distale de la clavicule. C'est une arthrodièdre qui permet des mouvements de bâillements supérieur-inférieur avec une amplitude moyenne de 10° , qui provoque une variation de l'angle spino-claviculaire qui oscille entre 60° et 70° , ainsi que 30° de rotation axiale qui répondent aux 30° de l'articulation SCC. Elle autorise également des mouvements d'anté-rétroposition. L'orientation des surfaces articulaires est destinée à empêcher le déplacement de la clavicule vers le bas (36).

La stabilité est moyenne passivement et médiocre activement, ces deux facteurs plus le bras de levier de la clavicule expliquent la relative fréquence des subluxations, entorses et luxations de cette articulation.

2.2.3 Espace de glissement scapulo-thoracique

La scapula est très mobile du fait de cet espace de glissement puisqu'il n'y a pas d'éléments passifs pouvant limiter ces mouvements. Ses amplitudes moyennes sont 8 à 13 cm en élévation-abaissement, 15 cm en abduction-adduction et 60° de rotation (conséquence des 30° de rotation axiale de la clavicule dans les articulations SCC et AC).

Sa stabilité est donc active et assurée par les muscles fixateurs de la scapula : le grand dentelé, le trapèze, les rhomboïdes et l'élévateur de la scapula.

2.2.4 Articulation sous-deltoïdienne

C'est un espace de glissement où l'on retrouve de bas en haut : l'extrémité supérieure de l'humérus, les tendons des muscles de la coiffe (le subscapulaire, le supra épineux, le long biceps, l'infra épineux et le petit rond), un plan de glissement cellulo-graisseux contenant une

bourse séreuse sous deltoïdienne, le muscle deltoïde en dehors et l'articulation acromio-claviculaire en dedans (annexe I). Cette disposition permet le glissement de la bourse séreuse sous l'acromion, celui de la tête humérale sous la voûte sous acromiale et des structures péri-articulaires lors du mouvement d'abduction de l'articulation glèno-humérale.

2.2.5 Articulation glèno-humérale

Elle est composée de la tête humérale et de la glène de la scapula, c'est une énarthrose qui a pour modèle « une balle dans une soucoupe » (12), elle possède donc 3 degrés de libertés avec des mouvements :

- la flexion dans le plan perpendiculaire au plan de la scapula, son amplitude est comprise entre 60 et 90°
- l'extension, qui se fait dans le même plan que la flexion, est d'environ de 30°
- l'abduction, dans le plan de la scapula, est comprise entre 60 et 100°
- l'adduction, dans le même plan que l'abduction, est de 30°
- les rotations se font dans le plan horizontal pour un balayage de 135° environ. La répartition des amplitudes en rotation médiale et latérale est variable selon la position de mesure utilisée (R1, R2 ou R3), ceci est lié au paradoxe de Codman (21).

La conformation de l'articulation explique que lors d'un mouvement du bras, on observe des roulements dans le sens opposé aux glissements, par exemple lors de l'abduction, la tête humérale va avoir tendance à se surélever par rapport à la glène mais l'action coaptatrice du muscle supra épineux et le contrôle des muscles de la coiffe permet un glissement vers le bas de la tête humérale. Ces roulements-glissements expliquent le déplacement des centres instantanés de rotation de la tête humérale. Lors du mouvement d'abduction il existe 3 phases de déplacement de ces centres (3) (fig.1) :

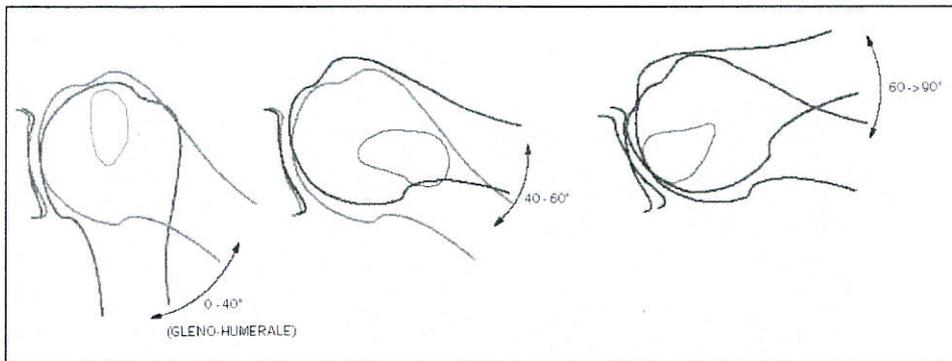


Figure 1 : Déplacement des centres instantanés de rotation au cours l'abduction (3)

- de 0 à 40° : ils sont situés à la partie centrale de la zone supérieure de la tête humérale (le glissement est supérieur au roulement)
- de 40 à 60° : ils se déplacent vers la partie inférieure de la tête humérale, cela augmente le bras de levier du supra-épineux et donne une composante abductrice aux muscles infra-épineux et subscapulaire en plus de leur fonction de rotation et d'abaisseur de la tête humérale.
- de 60° à 90° : les centres instantanés de rotation sont proches de l'interligne articulaire, le roulement est prépondérant, il existe une possibilité de diastasis gléno-huméral inférieur ce qui peut engendrer un contact entre le tubercule majeur et l'acromion, c'est un « moment critique » pour le supra-épineux.
- au-delà de 90° d'abduction : « les centres instantanés tendent vers l'infini et se situent en dehors de l'articulation »(3), ce qui se traduit par un glissement inférieur de la tête humérale sous l'impulsion des muscles abaisseurs.

La stabilité passive de la gléno-humérale est fragile par l'absence de congruence et de concordance des surfaces articulaires, grâce à la capsule il existe une pression négative intra articulaire qui permet d'augmenter la congruence de l'articulation. La stabilité active, de meilleure qualité, est assurée par les muscles de la coiffe.

2.2.6 Le mouvement d'abduction

Les premiers degrés du mouvement se passent dans l'articulation gléno-humérale sous l'impulsion des muscles supra épineux et deltoïde, puis se met en place le rythme scapulo-huméral (12) si bien qu'à 90°, la mobilité se répartit à 60° dans l'articulation gléno-humérale et 30° de rotation latérale dans la scapulo-thoracique (6).

La poursuite du mouvement nécessite une légère rotation latérale du bras pour éviter le blocage du tubercule majeur sur le bord supérieur de la glène. La fin de celui-ci se situe aux alentours de 150° par épuisement des amplitudes permises dans les différentes articulations du complexe :

- élévation et bascule latérale (50°) de l'articulation scapulo-thoracique effectuées par les muscles grand dentelé, trapèze moyen et supérieur, élévateur de la scapula et rhomboïdes qui permettent également de stabiliser la scapula afin de donner un point fixe aux muscles moteurs de l'articulation gléno-humérale.
- abaissement et rotation axiale induite dans l'articulation sterno-costo-claviculaire
- bâillement supérieur avec un angle spino-claviculaire de 70° au niveau de l'articulation acromio-claviculaire.
- abduction dans l'articulation gléno-humérale (100°).

Pour arriver à 180° il faut une inclinaison latérale et une extension du tronc.

2.3 GESTE DE TIR DU HANDBALLEUR

Le geste décrit est celui le plus utilisé au moment du tir ou de la passe au handball, il est présent dans d'autres sports de lancer comme le base-ball ou le volley-ball (1, 34).

Le mouvement de lancer se décompose en 4 phases (12) :

- L'armer (Fig.2) : c'est la phase de préparation du tir, la plus lente et la plus longue, l'épaule est placée progressivement en rotation latérale et en abduction horizontale maximales avec une mise en tension des éléments capsulo-ligamentaires et les muscles grand pectoral et subscapulaire sont en position d'étirement. A la fin du mouvement les muscles grand dorsal, grand pectoral et subscapulaire permettent la décélération par leur mise en tension.



Figure 2 : position d'armer du bras

- La phase d'accélération : elle s'étend de la position de rotation latérale maximale au lâcher du ballon. C'est une accélération soudaine qui se propage aux autres articulations (le coude passe de 100° à 20° de flexion, pronation de l'avant bras, flexion du poignet et des doigts). Ce mouvement associe une adduction horizontale et surtout une rotation interne violente provoquées par les muscles « 3 grands », la scapula est stabilisée par ces muscles fixateurs qui donnent un point fixe essentiel. Pendant cette phase, le tronc passe de l'extension à la flexion et fait une rotation qui accompagne le membre supérieur, ce qui explique le transfert du centre de gravité d'arrière en avant.

- Le lâcher de balle (Fig.3): les articulations du membre supérieur sont globalement alignées vers la cible.



Figure 3 : le lâcher de balle

- La phase de décélération : la contraction excentrique des muscles rotateurs latéraux permet la décélération et le recentrage de la tête humérale (30) qui aura tendance à s'antérioriser.

2.4 CONSEQUENCES PATHOLOGIQUES

Le handball est un sport qui nécessite des mouvements répétés du membre supérieur et sollicite le complexe articulaire de l'épaule, et surtout l'articulation gléno-humérale, dans des amplitudes extrêmes en abduction horizontale et rotation latérale. Une étude sur 30 handballeurs professionnels a démontré que 93% des épaules dominantes ont des lésions visibles à l'IRM et que seulement 37% sont symptomatiques (19). Les atteintes dégénératives sont donc fréquentes.

2.4.1 L'épaule instable

L'instabilité d'épaule du handballeur se caractérise par une hyperlaxité antérieure due à la répétition des gestes de lancer (28, 36, 37). Effectivement la position d'armer du bras dans les amplitudes physiologiques, voir au-delà, peut engendrer un étirement ou une atteinte des structures antérieures de l'articulation : la capsule, les ligaments gléno-huméraux et coraco-huméral, le tendon du muscle subscapulaire et le bourrelet antérieur voir postérieur qui peut aggraver des lésions capsulo-ligamentaires (4, 17, 33). Le premier symptôme ressenti par un joueur est la douleur lors du geste d'armer du bras qui peut se poursuivre pendant les premières heures ainsi que la nuit suivant la pratique du sport. Ce handicap peut devenir permanent chez des sportifs de haut-niveau. Cette instabilité peut engendrer un conflit et un déséquilibre de force musculaire (35).

2.4.2 L'épaule conflictuelle

Il existe plusieurs types de conflits au niveau de l'épaule des sportifs de lancer, le conflit sous-acromial (antéro-supérieur) souvent associé à un contact coracoïdien (antéro-interne) et le conflit glénoïdien postéro-supérieur.

Le conflit sous-acromial (annexe II) :

Egalement appelé « impingement syndrom », il se produit lors d'une rotation médiale du bras dans une position d'élévation de celui-ci qui correspond au passage de la phase d'armer à celle d'accélération. Les tendons des muscles de la coiffe des rotateurs et la bourse sous-deltoidienne se retrouvent au contact de la voûte sous-acromiale et parfois de la coracoïde par une ascension et une antériorisation anormale de cette tête(20, 37). Les principales causes de ce conflit sont un déséquilibre musculaire (15, 27) et une instabilité antérieure d'épaule (17, 24, 28). Des lésions microtraumatiques des tendons de la coiffe et de la bourse sont fréquemment observées car ces 2 éléments sont souvent en situation de conflit chez les handballeurs. De plus les tendons des muscles supra-épineux et long biceps ont une vascularisation précaire au niveau de la zone critique décrite par Rathbun (32, 42), le geste sportif violent est responsable de pressions et de tensions locales qui provoquent une ischémie fonctionnelle des petits vaisseaux (24, 27, 37). Ces tendinopathies sont évolutives dans le temps et se répartissent en 3 stades selon Neer (27, 37) :

- Stade 1 : œdème tendineux et micro-hémorragie de la bourse séreuse réversibles à l'arrêt du sport, retrouvés généralement chez le sujet jeune de moins de 25 ans avec des douleurs après l'effort.

- Stade 2 : fibrose de la bourse sous-acromio-deltoïdienne et tendinopathie de la coiffe sans rupture, caractérisées par des douleurs lors des activités sportives chez des sujets de 25 à 40 ans.

- Stade 3 : rupture dégénérative, partielle ou totale d'un tendon, avec des douleurs permanentes en particulier la nuit, qui provoquent l'arrêt du sport chez des sujets de plus de 40 ans.

Le conflit glénoïdien postéro-supérieur :(Fig.4)

Il s'agit d'un conflit entre le bord postéro-supérieur de la glène et la face profonde du tendon du muscle supra-épineux. Il est caractéristique des sportifs de lancer car il se produit lors d'une rotation latérale maximale dans une position d'abduction de 90 à 150° (27, 39, 42).

Ce conflit provoque des douleurs lors de l'armer du bras pouvant se poursuivre au repos et nécessitant l'arrêt du sport si elles persistent. Il provoque des lésions de la face profonde du tendon du muscle supra-épineux, de la berge postérieure de la glène ainsi que du bourrelet postérieur. Il est décrit que dans la position d'armer douloureuse une subluxation postérieure de la tête imprimée par un thérapeute fait disparaître la douleur et la compression. Ce qui peut expliquer que l'une des causes du conflit postéro-supérieur est une hyperlaxité antérieure d'épaule même sans atteinte anatomique de ces structures.

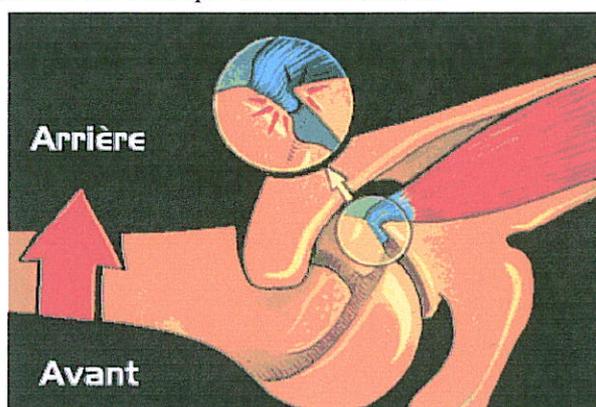


Figure 4 : Le conflit postéro-supérieur

2.4.3 L'épaule neurologique

Certains auteurs décrivent des lésions des nerfs supra-scapulaire et long thoracique, mais ces affections sont rares (37, 40, 41).

3. MATERIEL ET METHODE

3.1 POPULATION

Cette étude a été effectuée sur 45 handballeurs, tous de sexe masculin évoluant dans les différentes équipes seniors du club de l'ASPTT Nancy Vandoeuvre et n'ayant pas de doléance au moment des prises de mesures de façon à obtenir une population la plus homogène possible.

3.2 MATERIEL

Cette étude a été réalisée avec un dynamomètre électronique élaboré par Smith & Nephew-Kinétec : le KINEDYNE (Fig.5). Il est muni d'une poignée et de deux mousquetons. Il permet de mesurer le travail statique d'un groupe musculaire. Lors des mesures, il est fixé sur une barre, qui permet d'ajuster la hauteur à chaque évaluation en fonction de la taille des handballeurs. Le montage est fixé à des barrières de tribune ou à un espalier en fonction du lieu où s'effectuent les mesures.



Figure 5 : le Kinédyne

3.3 INSTALLATION

3.3.1 Mesure des rotateurs médiaux

Le sujet est debout dos au montage. Nous plaçons le sujet de façon à avoir les ceintures scapulaire et pelvienne parallèles, le sujet est à 45° du plan frontal avec le membre inférieur controlatéral au test en avant. L'épaule est en abduction de 90° dans le plan frontal, le coude est à 90° de flexion et le poignet en position neutre. Cette position est proche de celle de fin d'armer du bras et c'est pourquoi nous l'avons choisie. Nous demandons de tendre le genou opposé au côté mesuré de façon à diminuer le mouvement de flexion du corps vers l'avant.

Le sujet saisit la poignée dans cette position, et nous veillons à ce que l'angle de traction soit de 90°. La consigne est la suivante : faire une rotation médiale de l'épaule, avec contrôle du bon mouvement avant la mesure.

Nous sommes attentifs aux compensations possibles lors de la mesure tout en sachant que nous ne pourrons les éviter car, lors des gestes de tir, tout le corps participe (Fig.6, fig.7)



Figure 6 : position du bras



Figure 7 : position générale

3.3.2 Mesure des rotateurs latéraux

Les articulations du membre supérieur du sujet sont dans la même position que précédemment et l'orientation des ceintures est similaire. Mais le sujet va être face au montage et son genou du côté mesuré est tendu pour limiter le mouvement d'extension du tronc. La consigne est donc d'effectuer une rotation latérale d'épaule. Nous contrôlons les compensations (Fig.8).



Figure 8 : Mesure des rotateurs latéraux

3.4 PROTOCOLE

Les mesures ont été effectuées à la fin de la séance d'entraînement, nous avons testé 3 joueurs par séance avec le protocole suivant :

- 1- Collecte des informations sur la fiche de recueil (annexe III)
- 2- Mesure des rotateurs médiaux dominants
- 3- Mesure des rotateurs médiaux non dominants
- 4- Mesure des rotateurs latéraux dominants
- 5- Mesure des rotateurs latéraux non dominants

Les mesures sont reprises une seconde fois dans le même ordre.

3.4.1 L'échauffement

Les mesures ont été effectuées à la fin des entraînements, les joueurs ont pris le temps de s'étirer pendant 5 à 10 minutes. Il est démontré (18) qu'un muscle récupère une force normale

dans les 5 à 10 minutes après l'effort, les forces statiques mesurées sont donc le reflet de la capacité maximale du groupe musculaire.

3.4.2 Les prises de mesures

Les mesures s'effectuent dans les positions préalablement décrites. Nous stimulons vocalement le sujet afin d'obtenir la meilleure force musculaire possible (31). L'alternance des prises de données permet une récupération entre les deux mesures d'un même groupe musculaire. Pour établir le ratio, nous faisons la moyenne des deux essais pour chaque groupe musculaire puis nous calculons le rapport de ces moyennes.

4. ANALYSE DES RESULTATS

4.1 DESCRIPTION DE LA POPULATION

Cette étude a été effectuée sur 45 handballeurs d'âge moyen de 24 ans avec un écart type de 5,5 ans (Fig. 9).

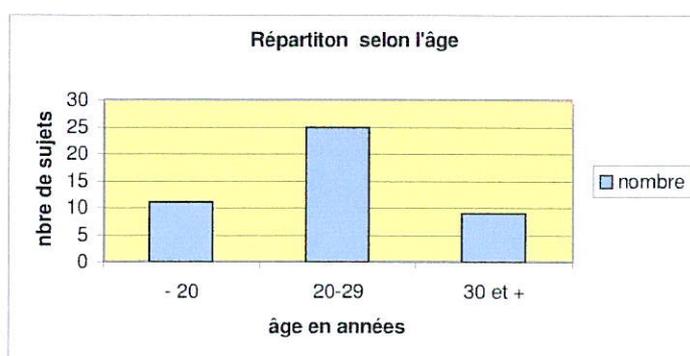


Figure 9 : Répartition selon l'âge.

Ces joueurs ont une taille moyenne de 184,6 cm (\pm 6,7 cm) (Fig. 10), un poids moyen de 83 kg (\pm 12 kg) et un indice de masse corporel de 24,27 (\pm 2,55).

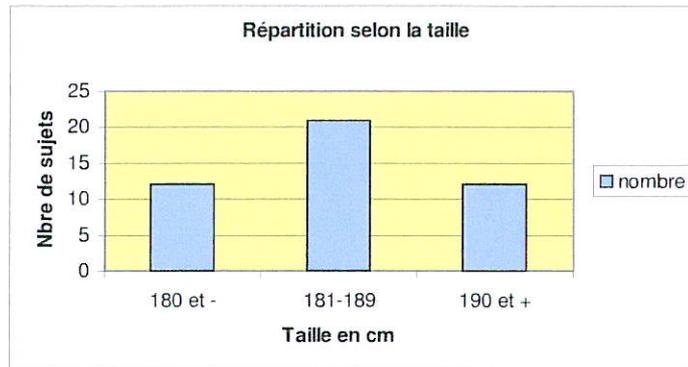


Figure 10 : Répartition selon la taille.

Nous avons testé :

- 15 joueurs évoluant en Division 2, s'entraînant 7 fois par semaine
- 14 joueurs évoluant en Nationale 3, s'entraînant 3 fois par semaine
- 16 joueurs évoluant en Excellence Régionale, s'entraînant 1 fois par semaine.

Sur ces sujets, 33 sont droitiers (73%) et 12 sont gauchers (36%).

4.2 RESULTATS

L'analyse statistique a été réalisée avec le soutien du service d'épidémiologie clinique, CEC-INSERM, Hôpital Marin, CHU de Nancy.

4.2.1 Sur l'ensemble de la population

Pour l'ensemble de la population nous avons déterminé une valeur de ratio RM/RL de 1,43 (\pm 0,18), ce résultat seul n'a pas une grande signification car nous ne tenons pas compte du côté dominant.

Nous avons donc comparé le ratio RM/RL selon la dominance du membre supérieur (Fig. 11) et nous avons trouvé un rapport RM/RL de 1,48 ($\pm 0,23$) pour le côté dominant et de 1,38 ($\pm 0,18$) pour le côté non dominant.

Le test « t » statistique de comparaison de moyenne a montré une différence significative, au risque alpha de 5%, de ratio entre le côté dominant et le côté non dominant.

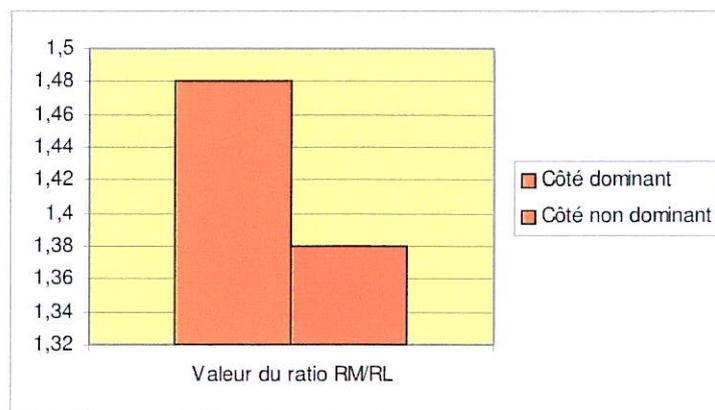


Figure 11 : Comparaison du ratio RM/RL selon la dominance du membre supérieur

La force des muscles en rotation médiale du côté dominant est de 9,87 kg en moyenne ($\pm 2,26$ kg) et de 8,86 kg ($\pm 2,09$ kg) du côté non dominant. La force des muscles rotateurs latéraux est de 6,79 kg ($\pm 1,69$ kg) du côté dominant et de 6,48 kg ($\pm 1,6$ kg) pour le côté non dominant (Fig. 12).

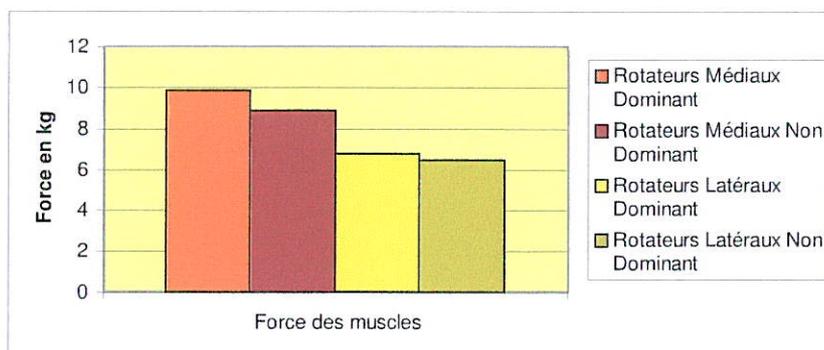


Figure 12 : Comparaison de force des groupes musculaires

La force des muscles rotateurs médiaux du côté dominant est significativement différente, au risque alpha 5%, de la force des muscles rotateurs médiaux du côté non dominant. Par contre, il n'existe pas de différence significative entre les muscles rotateurs latéraux du côté dominant et ceux du côté non dominant.

4.2.2 Résultats par différentes classes

Selon la fréquence d'entraînement (Fig. 13 et 14) :

Pour l'équipe de Division 2, ayant la fréquence d'entraînement la plus élevée (7 fois par semaine), le ratio moyen du côté dominant est de 1,42 ($\pm 0,24$).

Pour la formation de Nationale 3 (3 entraînements par semaine), il est de 1,45 ($\pm 0,2$) et pour l' Excellence (un entraînement par semaine), ce rapport est de 1,56 ($\pm 0,22$).

Lors du test « t » de comparaison de moyenne aucune différence significative n'a été mise évidence au risque alpha 5%.

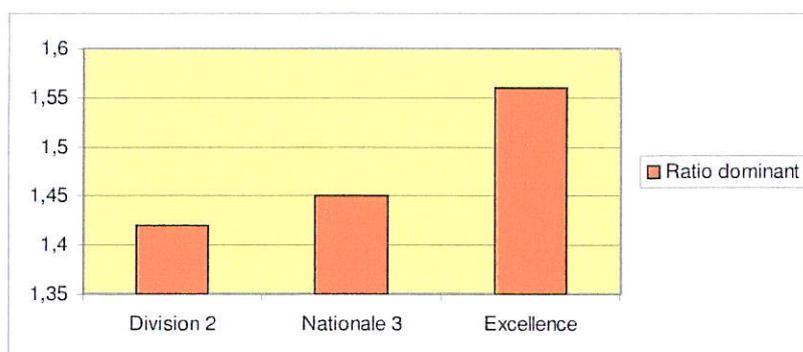


Figure 13 : Comparaison du ratio côté dominant selon la quantité d'entraînement

Au niveau du côté non dominant, l'équipe de Division 2 a un ratio RM/RL moyen de 1,36 ($\pm 0,21$), celui de l'équipe de Nationale 3 est de 1,33 ($\pm 0,13$) et celui l'Excellence est de 1,53 ($\pm 0,18$).

Il existe une différence significative, au risque alpha 5%, entre le ratio du côté non dominant de l'équipe d'Excellence et celui des formations de Division 2 et de Nationale 3, mais il n'y a pas de différence significative entre l'équipe de Division 2 et celle de Nationale 3.

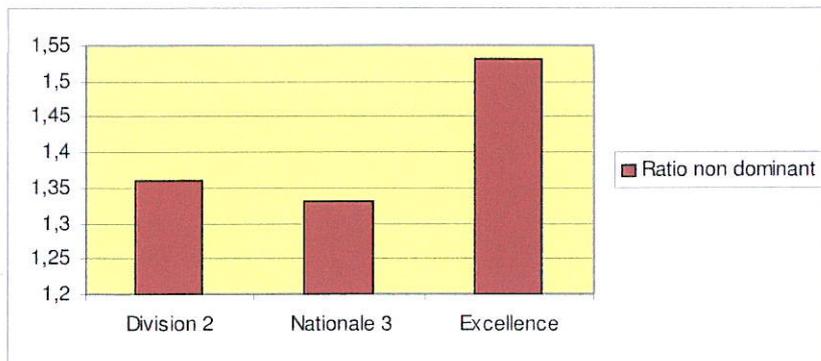


Figure 14 : Comparaison du ratio non dominant selon l'équipe

Selon l'âge (Fig. 15 et 16) :

Pour les joueurs ayant moins de 20 ans, nous avons trouvé un ratio RM/RL moyen du côté dominant de 1,5 ($\pm 0,19$). Pour les joueurs de 30 ans et plus, il est de 1,34 ($\pm 0,18$) et pour ceux dont l'âge est compris entre 20 et 29 ans, ce rapport est de 1,43 ($\pm 0,26$).

Aucune différence significative n'a été trouvée selon le test « t » de comparaison de moyennes au risque alpha de 5%.

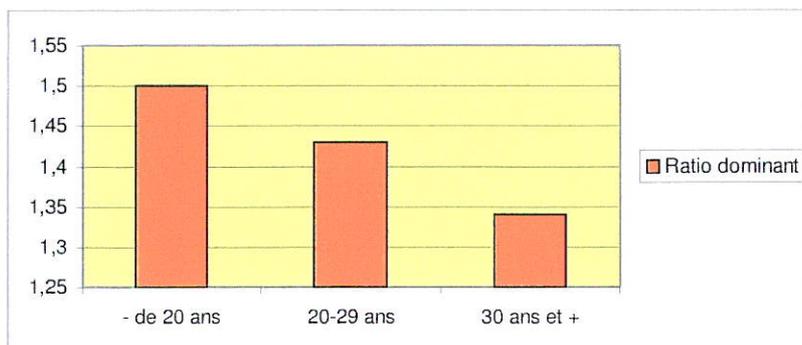


Figure 15 : Comparaison du ratio dominant selon l'âge.

Au niveau du côté non dominant, les joueurs de moins de 20 ans ont un ratio RM/RL moyen de 1,38 ($\pm 0,15$), ceux de 20 à 29 ans ont un rapport RM/RL de 1,41 ($\pm 0,19$) et les 30 ans et plus ont un ratio de 1,31 ($\pm 0,17$).

Les différences observées ne sont pas significatives, au risque alpha 5%.

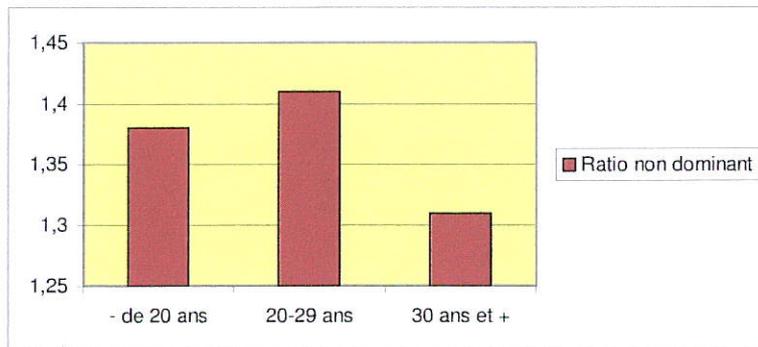


Figure 16 : Comparaison du ratio non dominant selon l'âge.

Selon la taille (Fig. 17 et 18) :

Pour les joueurs mesurant 180 cm et moins, nous obtenons un ratio RM/RL dominant moyen de 1,43 ($\pm 0,16$), pour ceux mesurant 190 cm et plus, il est de 1,54 ($\pm 0,26$) et ce rapport est de 1,47 ($\pm 0,24$) pour les joueurs ayant une taille intermédiaire.

Aucune différence significative n'a été trouvée entre les différentes catégories de taille.

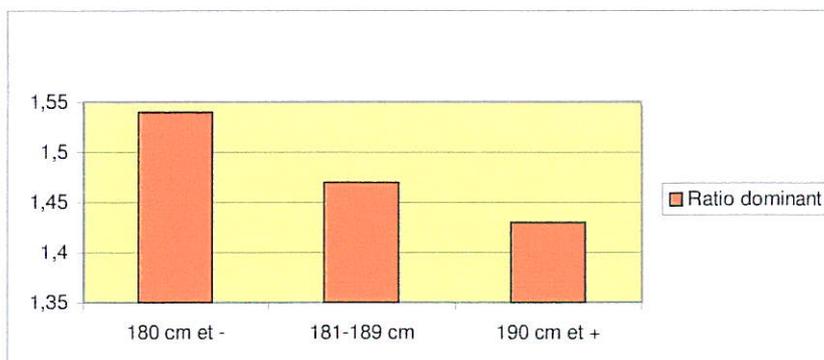


Figure 17 : Comparaison du ratio RM/RL côté dominant selon la taille.

Au niveau du côté non dominant, le ratio RM/RL moyen pour les joueurs mesurant moins de 180 cm est de 1,47 ($\pm 0,2$), pour ceux mesurant plus de 189 cm il est de 1,33 ($\pm 0,19$) et il est de 1,36 pour ceux ayant une taille intermédiaire.

Le test « t » n'a révélé aucune différence significative, au facteur de risque alpha de 5%.

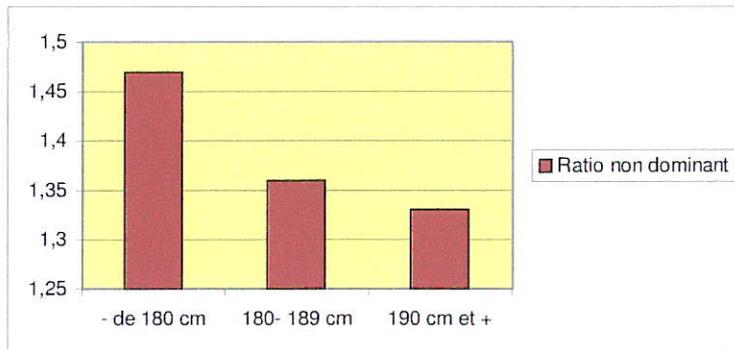


Figure 18 : Comparaison du ratio non dominant selon la taille

5. DISCUSSION

5.1 LES TESTS STATISTIQUES

Les tests statistiques ont rarement trouvé de différence significative lors de test inter-classes, ces résultats peuvent être dus au faible effectif dans chacune des populations. Par exemple, aucune différence n'a été décelée entre les 3 équipes alors que l'on est en droit de penser qu'il y a une différence entre des joueurs professionnels et amateurs.

5.2 LA METHODOLOGIE

Les tests d'évaluation statique de la force musculaire ont l'avantage d'être rapides à mettre en œuvre et le matériel requis est assez modeste, ce qui peut permettre à n'importe quel thérapeute possédant un dynamomètre électronique d'effectuer ces évaluations. Des études ont démontré que cet outil est doté d'une fiabilité comparable à l'isocinétisme (8, 22, 25, 38),

il a même été trouvé que le dynamomètre peut révéler des diminutions de forces des muscles rotateurs latéraux d'épaule sans que ce ne soit évident lors de la même mesure en isocinétisme (30, 38).

La position de test à 90° d'abduction d'épaule est proche de celle du geste de tir du handballeur, il est donc intéressant de savoir quel est le ratio dans cette position, qui influence la force musculaire des différents groupes musculaires. Debeauquesne a démontré que les muscles rotateurs médiaux sont plus forts dans cette position que lorsque le bras est coude au corps (9). D'autres auteurs décrivent que cette position favorise la force des rotateurs latéraux lors d'un calcul de ratio (7, 29, 30).

5.3 LES RESULTATS

Lors de cette étude nous avons mis en évidence une différence significative de ratio RM/RL du côté de l'épaule dominante ($R= 1,48$) par rapport à l'épaule non dominante ($R=1,38$), cette variation est due à une force plus développée des muscles rotateurs médiaux de l'épaule lanceuse. Le handball développe plus les muscles rotateurs médiaux alors que la force des muscles rotateurs latéraux est similaire quelque soit le côté.

Nous observons également que le ratio est plus élevé dans l'équipe d'excellence quelque soit le membre supérieur ($R=1,55$ côté dominant et $R=1,53$ côté non dominant) à celui des équipes de Division 2 ($R=1,42$ côté dominant et $R=1,36$ côté non dominant) et de Nationale 3 ($R=1,45$ dominant et $R=1,33$ non dominant), la fréquence et le contenu des entraînements peuvent participer à ces différences (non significatives), la force musculaire des muscles rotateurs latéraux étant plus importante dans les deux équipes s'entraînant le plus.

Malgré l'absence de variation significative, nous remarquons que le rapport de force RM/RL est plus bas chez les joueurs de plus de 30 ans ($R=1,34$ côté dominant et $R=1,31$ non

dominant) que chez les moins de 20 ans ($R=1,5$ dominant et $R=1,38$ non dominant), l'âge et le nombre d'années de pratique du handball influent sur ce rapport ou est-ce le prémice d'une pathologie dégénérative ?

5.4 PARALLELE AVEC L'ISOCINETISME

De nombreux auteurs se sont intéressés au ratio RM/RL d'épaule en mode isocinétique, il est acquis que la norme du ratio du sujet sain est entre 1,3 et 1,5 (1, 2, 7, 13, 27, 29, 30, 43), ce ratio diminue pour se rapprocher de 1 lorsqu'il y a présence d'une instabilité d'épaule (7, 30) et il est soit diminué soit augmenté sur une épaule avec un conflit sous-acromial (selon les études (7, 27, 30)). L'évaluation du rapport RM/RL est un outil de dépistage et de prévention d'éventuelles lésions liées aux microtraumatismes qui se traduisent dans un premier temps par un déséquilibre musculaire (27). La pratique d'un sport de lancer (Base-ball, Tennis, Volleyball...) augmente le ratio RM/RL (de 1,5 à 2,2) ces activités qui sollicitent les muscles rotateurs médiaux traduisent une asymétrie de force sur ces groupes du côté dominant par rapport au côté non dominant (1, 13, 14, 30). Nos résultats sont en accord avec la littérature. Ces déséquilibres, liés au sport, ne sont toutefois pas systématiquement pourvoyeur de pathologies (29). Faut-il les conserver ou les réduire en prévention d'éventuelle pathologie dégénérative avec comme risque l'altération de la performance ? Bernard (1) propose des exercices de prévention, basés sur un rééquilibrage musculaire : échauffements, exercice de renforcement des muscles rotateurs latéraux avec des élastiques... Cependant, il apparaît nécessaire de faire une analyse fine du geste sportif de chaque patient, afin de déterminer les risques, avant de se lancer dans des exercices de prévention.

6. CONCLUSION

Lors de cette étude nous avons déterminé un ratio RM/RL statique de 1,48 au niveau de l'épaule lanceuse chez les handballeurs. Ce rapport de force est significativement supérieur du côté dominant par rapport au côté non dominant, les muscles rotateurs médiaux de l'épaule dominante étant plus forts que ceux controlatéraux alors qu'aucune différence n'a été mise en évidence entre les muscles rotateurs latéraux de chaque côté. Le geste du handball et ses répétitions augmentent le ratio RM/RL. Malheureusement le nombre de sujet limité par équipe, par classe d'âge..., ne nous a pas permis de prouver que les différences retrouvées entre ces classes sont significatives. Il serait donc judicieux de faire une étude similaire sur un nombre de sujet plus nombreux. Une évaluation sur une population saine et sédentaire pourrait permettre d'évaluer s'il existe une différence par rapport aux handballeurs. Il serait intéressant d'effectuer une étude avec des patients ayant une pathologie d'épaule (instabilité, conflits...), afin de pouvoir déterminer s'il existe un seuil pathologique et la valeur de celui-ci par rapport au ratio trouvé dans ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

- 1. BERNARD P. L., FAGOT P. H., CODINE P., LASSAU V. et coll.-** Evaluation isocinétique et prévention des déséquilibres musculaires de l'épaule du sportif.- J. Readap. Med., 1996, 2, p. 67-76.

- 2. BIBRE P., VOISIN P., MORTHREUX P., DELAHAYE H., VANVELCENAHHER J. -** Isocinétisme et instabilité articulaire.- Kinésithér. Scient., 2005, 459, p.99-103.

- 3. BLAIMONT P., TAHERI A., VANDERHOFSTADT A.-** Déplacement des centres instantanés de rotation de l'épaule au cours de l'abduction.- Rev. Chir. Orthop., 2005, 91., 5, p.407-414.

- 4. BLETON R.-** L'instabilité de l'épaule : De la luxation récidivante à la lésion du bourrelet.- Kinésithér. Scient., 2005, 459, p. 23-27.

- 5. BONNEL F., CANOVAS F., FAURE P.-** Evaluation fonctionnelle et biomécanique des muscles de l'épaule.- Journée de médecine physique et de rééducation.- Paris :Expansion scientifique française,1996, p.221-227.

- 6. CAILLET R.-** L'épaule. - Collection de rééduc. fonctionnelle et réadaptation- Paris : Masson, 1976, 111 p.

- 7. CODINE P., BERNARD P.L., POCHOLLE M., HERISSON C.-** Evaluation et rééducation des muscles de l'épaule en isocinétisme : méthodologie, résultats et applications.- Ann. de réadap. méd. phys.- 2005, 48, 2, p. 80-92

- 8. CODINE P., HERISSON C.-** Mise au point sur la rééducation du conflit sous-acromial non opéré.- HERISSON C., FOUQUET B. – Ceinture scapulaire et pathologies professionnelles- Paris: Masson, 2003– p.117-122.

- 9. DEBEAUQUESNE J.L., PIERRON G.-** Chaînes rotatoires internes de l'épaule : étude comparative de la force isométrique.- Ann. Kinésithér., 1991, 18, 1-2, p.45-51
- 10. DUFOUR M.-** Anatomie de l'appareil locomoteur, tome 2 : membre supérieur -Paris : Masson, 2002.- 447 p.
- 11. DUFOUR M.-** Anatomie de l'appareil locomoteur, tome 3 : tête et tronc. - Paris : Masson, 2002.- 369 p.
- 12. DUFOUR M., PILLU M.-** Biomécanique fonctionnelle, membres tête tronc.- Paris : Masson, 2005- 563p.
- 13. EGRET C., TOURNY-CHOLLET C., LEROY D., NORMAND M.-** Effets d'une pratique sportive intensive sur les ratios musculaires agonistes / antagonistes de l'épaule.- Cinésiologie, 1999, 189, p.11-15.
- 14. GOLZAN G., BENSOUSSAN L., COUDREUSE J.M., FONDARAI J. et coll.-** Isokinetic dynamometer measurement of shoulder rotational strength in healthy elite athletes (swimming, volley-ball, tennis) : comparaison between dominant and non dominant shoulder.- Ann. réadapt. med., 2006, 49, p.8-15.
- 15. HALDER A. M., ZHAO K. D., O'DRISCOLL S. W., MORREY B. F. et coll.-** Dynamic contributions to superior shoulder stability.- Journal orthop. research, 2001, 19, 2, p.206-212.
- 16. HERLAND M., VANVELCANHER J. DABBADIE T.-** Nouveaux bilans musculaires mécanisé en rééducation.- Encycl. med. chir. inst. med., 1992, 63, 1, p.21-23.
- 17. JEROSCH J., CASTRO W., SONS H.-** Secondary impingement syndrom in athletes.- Sportverletz sportschaden., 1990, 4, p.180-185.

- 18. JONES D., ROUND J., DE HAAN A.-** Physiologie du muscle squelettique, de la structure au mouvement.- Paris : Elsevier, 2005.- 190 p.
- 19. JOST B., ZUMSTEIN M., PFIRRMANN C.W., ZANETTI M., GERBER C.-** MRI findings in throwing shoulders: abnormalities in professional handball players. Clin. Orthop. Relat. Research, 2005, 434, p.130-137.
- 20. JULLY J. L., JESTIN Y., KERMEL J. P., LIGNY Y. et coll.-** L'épaule du sportif, tendinites et conflits des sus et sous épineux.- Kinéther. Scient., 1988, 274, p.25-28.
- 21. KAPANDJI IA.-** Physiologie articulaire(tome 1) : Membre supérieur- Paris : Maloine, 1980, 300p.
- 22. KOLBER M.J., CLELAND J.A.-**Strength testing using hand-held dynamometry.- Physical Therapy Reviews, 2005; 10, p.99-112
- 23. KULHMAN J.R., IANNOTI J.M.D., KELLY M.J., RIEGLER F.X., GEVAERT M.L., ERGIN T.M.-** Isokinetic and isometric measurement of strength of external rotation and abduction of the shoulder.- Journ. bone joint surg., 1992, 74 A, 9, p 1320-1333.
- 24. LEROUX J. L., AZEMA M.J., BONNEL F., BLOTMAN F.-** L'épaule douloureuse et dégénérative.- Paris : Springer-verlag, 1990, 92 p.
- 25. MALERBA J.L., ADAM M.L., HARRIS B.A., KREBS D.E.-** Reliability of dynamic and isometric testing of shoulder external and internal rotators.-Journal orthop. Sports phys. ther., 1993, 18, 4, p. 543-552
- 26. NETTER F.H.-** Atlas d'anatomie humaine.- 2^{ème} ed.- Paris : Masson, 1997. – 525p.
- 27. NOEL E.-** Aspect physiopathologique des tendinopathies non calcifiantes de la coiffe en 2003.- HERISSON C., FOUQUET B. – Ceinture scapulaire et pathologies professionnelles- Paris: Masson, 2003, p.19-26.

- 28. PIEPER H. G., QUACK G., KRAHL H.-** Impingement of the rotator cuff in athletes caused by instability of the shoulder joint.- *Knee surgery sports traumatology arthros.*, 1993, p.97-99.
- 29. POCHOLLE M., BERNARD P. L., CODINE P., BRUN V.-** Influence de la pratique sportive sur la balance musculaire des rotateurs d'épaule.- *Ann. kinésithér.*, 1996, 5, p.201-207.
- 30. POCHOLLE M., CODINE P.-** Evaluation de la balance musculaire de l'épaule.- *Kinésithér. scient.*, 2000, 396, p.6-11.
- 31. QULLING C.-** Influence de la stimulation verbale sur la performance isocinétique.- *Mémoire Masso-kiné.* : Nancy : 1998.- 24 p.
- 32. RATHBUN J. B., MC NAB I.-** The microvascular pattern of the rotator cuff.- *The Journal bone joint surg.*, 1970, 52, p.540-553.
- 33. RENAULT A., BALMARY G.-** Epaule: lésion du bourrelet.- *Cinésiologie*, 2003, 210-11, p.71-72.
- 34. RENAULT A.-** L'épaule du sportif, en abduction-rotation.- *Cinésiologie*, 2001, 195, p.9-11.
- 35. ROCHCONGAR P., BEILLOT J., DASSONVILLE J., CARRE F.-** Exploration isocinétique des rotateur d'épaule en fonction de la spécialité sportive.- BONNEL F., BLOTMAN F., DANZAT M.- *L'épaule.*- Paris : Springer-verlag, 1993., p.353-357.
- 36. RODINEAU J.-** Stratégie diagnostique et thérapeutique devant une épaule douloureuse et instable chez le sportif de lancer- *Cinésiologie*, 1999, 187, p.177-180.
- 37. RODINEAU J., SAILLANT G.-** L'épaule du sportif.- Paris : Carene, 1991, 84p.

38. TYLER T.F., NAHOW R.C., NICHOLAS S.J., Mc HUGH M.P.- Quantifying shoulder rotation weakness in patients with shoulder impingement.- Journ. Shoulder Elbow Surg., 2005, 14, 6, p.570-574.

39. WALCH G.- Le conflit glénoïdien postéro-supérieur : un autre conflit de l'épaule.- Rev. Chir. Orthop., 1991, 77, p.571-574.

AUTRES REFERENCES

40. COUDREUSE J. M., PARIER J.- Pathologie du lancer : l'épaule et le coude.-
http://www.menarini.fr/newSite/index.php?op=aff_article&id_article=619

41. FICHEZ O.- Lésions neuro-tronculaire microtraumatique de l'épaule en pratique sportive- Congrès sport et appareil locomoteur, 14^{ème} journée de bichat.
<http://perso.wanadoo.fr/corine.bensimon/fichez01.htm>

42. NOEL E., RODINEAU J., LEVIGNE C., THOMAS T.- L'épaule du sportif.-
http://www.menarini.fr/newSite/index.php?op=aff_article&id_article=592

43. ANAES Service des recommandations et référence professionnelles- Pathologies non opérées de la coiffe des rotateurs en masso-kinésithérapie, 2001.
<http://www.anaes.fr>

POUR EN SAVOIR PLUS...

<http://www.msport.net> : toute la médecine du sport.

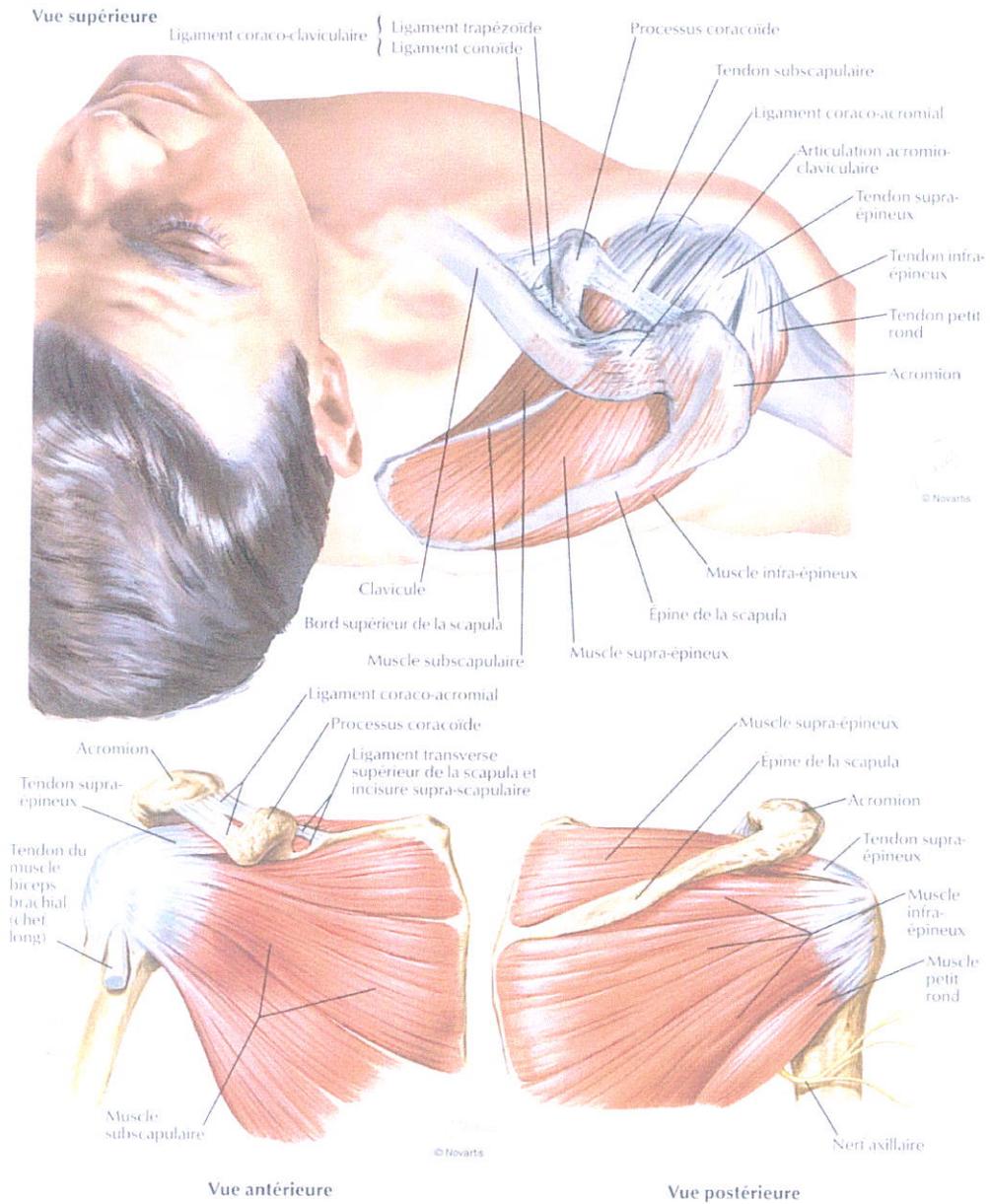
<http://www.handzone.net> : le meilleur du handball français.

ANNEXES

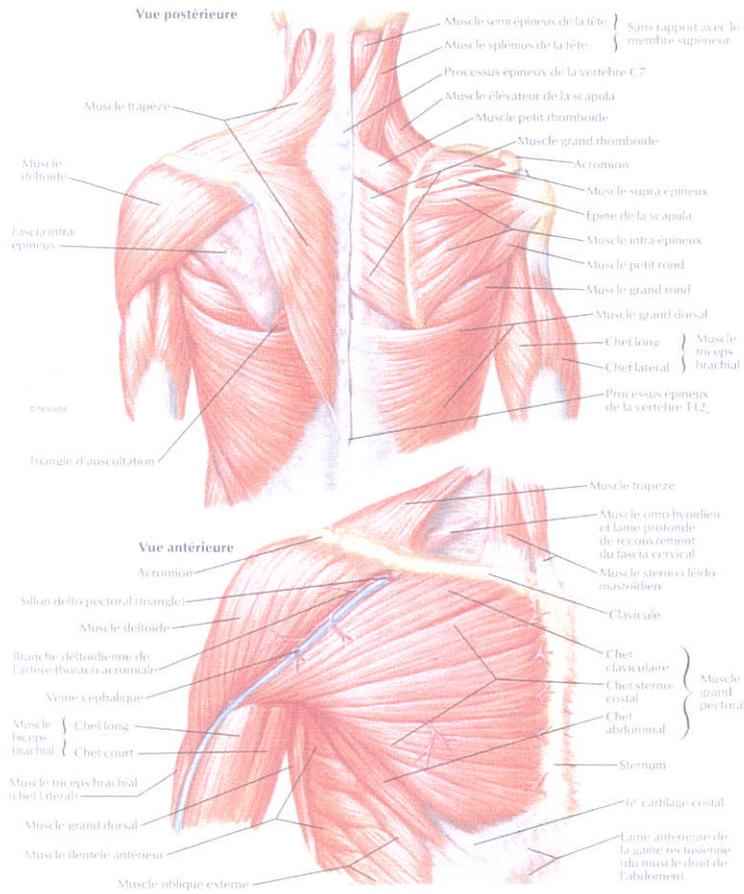
ANNEXE I

ANATOMIE d'après Netter

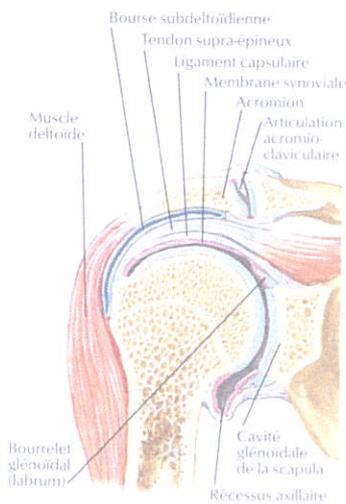
Anatomie des muscles de la coiffe des rotateurs



Anatomie des muscles de l'épaule

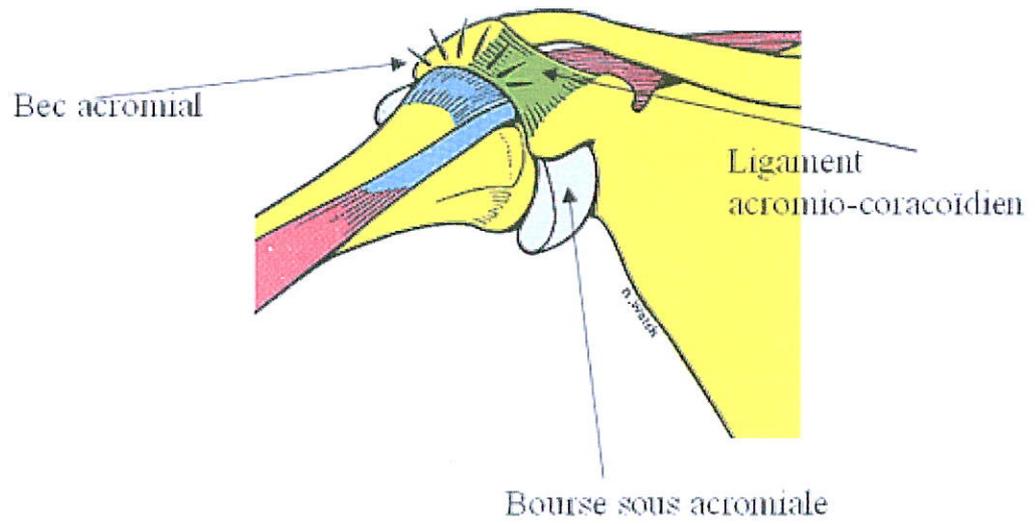


Coupe coronaire de l'articulation gléno-humérale



ANNEXE II

Le conflit sous-acromial



ANNEXE III

FICHE DE RECUEIL

Numéro :

Age :

Taille :

Poids :

Latéralité : 1 Droitier
2 Gaucher
3 Ambidextre

Equipe :

Coté Dominant

	Mesure de force des rotateurs médiaux (1)	Mesure de force des rotateurs latéraux (2)
Mesure 1		
Mesure 2		

Coté non dominant

	Mesure de force des rotateurs médiaux (3)	Mesure de force des rotateurs latéraux (4)
Mesure 1		
Mesure 2		

Douleur au test : 1 oui
2 non

position : 1 2 3 4

ANNEXE IV

Tableau récapitulatif des mesures

ID	Age	Taille	Poids	Lat.	Douleur	Equipe	RID	RED	RAT D	RIND	REND	RAT ND
1	21	184	74	G	0	D2	9,25	6,3	1,47	9,25	7,85	1,18
2	19	194	84	D	0	D2	13	9,4	1,38	10,2	6,8	1,5
3	23	178	78	G	0	D2	12	7,1	1,69	11,95	6,95	1,72
4	20	182	82	D	4	D2	9,6	7,75	1,24	9,55	6,9	1,38
5	23	193	98	D	0	D2	13,6	8,4	1,62	13,2	8,2	1,61
6	30	195	95	D	0	D2	10,5	10	1,05	9,5	9,4	1,01
7	23	182	84	D	0	Excellence	8,8	4,4	2	8,9	5,05	1,62
8	29	180	72	D	0	Excellence	9,4	6	1,57	7,6	4,8	1,58
9	26	184	86	D	0	Excellence	10,5	6,2	1,69	7,55	5,85	1,29
10	20	180	75	G	0	Excellence	7,25	4,4	1,65	8	4,3	1,86
11	22	178	85	D	2+4	D2	8,7	7	1,24	6,9	6,3	1,1
12	18	198	100	D	0	D2	11,9	6,5	1,83	8,3	6,2	1,34
13	17	180	73	G	0	N3	8	4,7	1,7	7,7	5,3	1,45
14	19	186	89	D	0	N3	10,4	6,2	1,68	7,9	6,5	1,22
15	20	185	72	D	0	N3	7,7	6	1,28	7	5,4	1,3
16	31	195	103	G	0	D2	10,9	7,7	1,42	10	8,75	1,14
17	24	189	98	D	0	D2	15,75	11,6	1,36	15,35	11,4	1,35
18	32	186	84	G	0	D2	8,4	7,45	1,13	7,45	5,3	1,41
19	27	190	92	D	0	D2	14,5	7,5	1,93	12,05	7,3	1,65
20	24	195	93	D	0	D2	13	9,5	1,37	11	7,5	1,47
21	20	196	85	D	0	N3	10	6,2	1,61	8,3	6,7	1,24
22	18	186	86	G	0	N3	9,5	6,8	1,4	8,2	5,5	1,49
23	25	185	78	D	0	D2	9,05	7,5	1,21	8,2	6,3	1,3
24	30	181	75	D	0	D2	10,4	7,8	1,33	9	7	1,29
25	18	180	69	D	0	N3	9,4	7	1,34	9,5	5,8	1,64
26	19	175	70	D	4	N3	7,4	5,2	1,42	6,6	5,1	1,29
27	19	166	66	D	0	N3	7,2	4,7	1,53	6,3	4,5	1,4
28	24	190	96	D	0	N3	7,5	6,8	1,1	7,2	6,1	1,18
29	34	182	73	D	0	Excellence	6,8	5,4	1,26	6,8	5	1,36
30	33	180	82	G	2	Excellence	9	5,8	1,55	9,6	6,3	1,52
31	37	192	86	D	0	Excellence	11,5	8,6	1,34	10,6	9,4	1,13
32	22	181	72	G	0	N3	6,4	5,3	1,21	5,4	4,5	1,2
33	19	176	66	G	0	N3	7,4	4,3	1,72	8	6,3	1,27
34	26	190	86	G	0	Excellence	12	9,2	1,3	11,5	9	1,28
35	25	187	72	D	0	Excellence	10,4	5,3	1,96	7,3	5,9	1,24
36	23	190	105	D	0	N3	10,6	8,8	1,2	7,8	5,6	1,39
37	18	180	82	D	0	Excellence	8,8	7,2	1,22	8,5	6,3	1,35
38	29	189	125	D	0	N3	15,5	9,5	1,63	14,3	10,5	1,36
39	35	182	82	G	0	Excellence	11	6,7	1,64	9,6	6,5	1,48
40	18	183	92	D	0	N3	8	5,5	1,45	7	6,1	1,18
41	21	176	70	D	0	Excellence	8,2	5,1	1,61	7,3	4,8	1,52
42	23	182	76	D	0	Excellence	8,7	5,5	1,58	8	5,2	1,54
43	35	185	80	D	0	Excellence	10	5,9	1,69	8,5	6	1,41
44	22	175	70	D	0	Excellence	8	5	1,6	7,5	5	1,5
45	20	182	75	D	0	Excellence	9	6,9	1,3	8,3	6,3	1,32