

MINISTERE DE LA SANTE

REGION GRAND EST

INSTITUT LORRAIN DE FORMATION DE MASSO-KINESITHERAPIE DE NANCY

**PROPOSTION ET ANALYSE D'UN PROGRAMME
A VISEE PREVENTIVE DES PATHOLOGIES
D'EPAULES LIEES A LA PRATIQUE DU HANDBALL**



Mémoire présenté par **Anaëlle ARCADE**,

étudiante en 3^{ème} année de masso-

kinésithérapie, en vue de l'obtention du

Diplôme d'Etat de Masseur-Kinésithérapeute.

2014 - 2017

SOMMAIRE

Page

GLOSSAIRE

RESUME

1. INTRODUCTION	1
2. ANALYSE DES GESTES SPORTIFS	2
2.1. Rappels anatomo-biomécaniques du complexe de l'épaule	2
2.1.1. Articulation gléno-humérale	2
2.1.2. Articulation scapulo-thoracique	3
2.2. Cinématique de la gestuelle handballistique	4
2.2.1. Le tir en appui	4
2.2.1.1. Armer	4
2.2.1.2. Accélération	5
2.2.1.3. Décélération	6
2.2.2. La neutralisation	6
2.2.2.1. Phase de préparation	6
2.2.2.2. Prise de contact	7
2.2.2.3. Freinage	7
3. DEFICIENCES ET MECANISMES PATHOLOGIQUES	8
3.1. GIRD (Glenohumeral International Rotation Deficit)	8
3.2. Conflits et décentrages de la tête humérale	9
3.3. Tendinopathies de la coiffe des rotateurs	11
3.4. Dyskinésies scapulaires	11
4. PROGRAMME DE PREVENTION	12
4.1. Objectifs	12
4.2. Modalités	14
4.3. Description des exercices	14

4.3.1. Recentrage actif de la tête humérale	14
4.3.2. Renforcement des muscles de la coiffe des rotateurs	15
4.3.3. Renforcement des muscles péri-scapulaires	16
4.3.4. Proprioception du complexe global de l'épaule	17
4.3.5. Etirements	17
5. MATERIEL ET METHODE	18
5.1. Population	18
5.2. Outils et méthodologie des examens	19
5.2.1. Examen de la douleur	19
5.2.2. Examen morpho-statique	19
5.2.3. Tests d'hypoextensibilité musculaire	20
5.2.4. Examen articulaire	20
5.2.5. Tests spécifiques	22
6. RESULTATS	23
6.1. Résultats de l'examen de la douleur	23
6.2. Résultats de l'examen morpho-statique	24
6.3. Résultats des tests d'hypoextensibilité musculaire	24
6.4. Résultats de l'examen articulaire	24
6.5. Résultats des tests spécifiques	26
7. DISCUSSION	27
7.1. Discussion des résultats	27
7.2. Discussion des notions d'observance et d'adhésion	28
7.3. Discussion des limites de l'étude	29
8. CONCLUSION	30

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

GLOSSAIRE

GIRD : « Glenohumeral International Rotation Deficit » : déficit de la rotation interne au sein de l'articulation gléno-humérale du côté dominant par rapport au côté non-dominant.

ERG : « External Rotation Gain » : gain de rotation externe au sein de l'articulation gléno-humérale du côté dominant par rapport au côté non-dominant.

TROM : « Total Range Of Motion » : amplitude totale de la somme de la rotation interne et de la rotation externe au sein de l'articulation gléno-humérale.

Scaptation : abduction dans le plan de la scapula.

Position R1 : position des épaules à 0° d'abduction, coudes aux corps et fléchis à 90°.

Position R2 : position des épaules à 90° d'abduction, coudes fléchis à 90°.

RESUME

Ce travail écrit traite du rôle de la kinésithérapie préventive dans le milieu du sport, et plus particulièrement du handball. Dans ce sport, les épaules sont soumises à d'intenses sollicitations qui aboutissent à un risque pathologique considérable.

En première intention, un programme à visée préventive des pathologies d'épaules liées à la pratique du handball a été élaboré grâce à une analyse de la gestuelle sportive et de ses mécanismes pathologiques ressortissants. Dans un second temps, nous avons testé l'efficacité de notre programme au sein d'une population de dix handballeuses sur une durée de six semaines. Pour ce faire, plusieurs paramètres ont été observés avant et après la mise en place du programme : la douleur, la morpho-statique, la cinétique des articulations scapulo-thoracique et gléno-humérale, ainsi que l'extensibilité musculaire. Des tests spécifiques évaluant l'instabilité antérieure, les conflits et l'état des tendons de la coiffe des rotateurs ont également été réalisés de manière bilatérale.

Les résultats obtenus nous montrent une amélioration clinique nette pour la grande majorité des paramètres préétablis. Ces résultats encourageants témoignent de l'importance de la prévention chez les sportifs. Néanmoins, de par la présence de nombreuses limites, notre travail ne livre qu'une étude préliminaire qui pourra servir de base à des études ultérieures.

Mots clés : épaule, handball, lanceur, pathologies d'épaule, prévention

Key words : shoulder, handball, overhead throwing athlete, shoulder injuries, prevention

1. INTRODUCTION

Le handball est le troisième sport collectif le plus pratiqué en France derrière le football et le basketball. En effet, la fédération Française de handball compte 518 728 licenciés en 2016 (1). La pratique de ce sport requiert un certain nombre de qualités, notamment la maîtrise de certains gestes techniques. Le geste caractéristique de l'attaque est le tir, qui peut atteindre une vitesse de 130 km/h (2). Quant à celui de défense, il prétend à la neutralisation du membre supérieur tireur et du corps de l'attaquant. La quête de performance des sportifs implique un perfectionnement continu de cette gestuelle. Celle-ci, par sa répétition et son intensité, sollicite particulièrement les épaules dominante et non-dominante du handballeur. Ces dernières présentent généralement des troubles musculo-squelettiques dont les conséquences pathologiques peuvent être plus ou moins graves.

L'objet de notre étude est double. Dans un premier temps, nous analyserons la cinétique des épaules lors de la gestuelle handballistique et mettrons en évidence les mécanismes pathologiques qui en résultent. Cela nous permettra d'établir un programme à visée préventive des risques pathologiques qu'encourent les épaules lors de la pratique du handball. En effet, le rôle de la kinésithérapie préventive a fortement évolué au cours de ces dernières années et occupe aujourd'hui une place prépondérante dans le milieu du sport. Nous testerons ensuite l'efficacité de ce programme au sein d'une population de dix handballeuses semi-professionnelles sur la douleur perçue lors de l'activité sportive, l'harmonisation morpho-statique, articulaire, et musculaire des épaules.

Pour ce faire, des recherches documentaires ont été effectuées à l'aide de plusieurs moteurs de recherche à savoir : Pubmed, EM Premium, Pedro, Reedoc, Science Direct et SPORT Discut. Les mots-clés que nous avons utilisés seuls ou de manière associée sont les suivants : « prevention » (**prévention**), « shoulder » (**épaule**), « shoulder injuries » (**pathologies d'épaule**), « overhead throwing athlete » (**lanceur**), « handball » (**handball**). Une recherche manuelle a également été entreprise dans les Bibliothèques Universitaires médecine et science de Nancy. Cela nous a permis de répertorier 60 publications datant des dix dernières années, que nous avons sélectionnées suite à la lecture des titres et des résumés.

2. ANALYSE DES GESTES SPORTIFS

2.1. Rappels anatomo-biomécaniques du complexe de l'épaule

Le complexe articulaire de l'épaule « *préside à la vocation de préhension, dont l'étendue spatiale est supérieure au champ visuel* » (3). Il aspire donc à une grande mobilité, qui est permise grâce à l'association de cinq articulations singulièrement différentes. Néanmoins, il reste dominé par deux unités : « *la scapulo-thoracique, qui est une machine simple et robuste ; et la scapulo-humérale, qui est une machine sophistiquée et fragile* » (4).

2.1.1. Articulation gléno-humérale

L'articulation gléno-humérale est une articulation sphéroïde, non congruente et non concordante. Elle est constituée par la glène, située à l'angle supéro-latérale de la scapula, qui répond à la partie supéro-médiale de la tête humérale (5). La surface articulaire de la tête humérale peut être trois à quatre fois plus grande que celle de la glène. Malgré la présence d'un fibrocartilage, appelé labrum, qui augmente la concavité de la glène, il subsiste un compromis entre mobilité et stabilité. Ces deux exigences biomécaniques semblent paradoxales et exigent une interaction complexe entre les éléments stabilisateurs passifs et actifs afin d'assurer un centrage permanent de la tête humérale au sein de la fosse glénoïdienne (6).

La capsule est lâche, mais ses fibres scapulo-humérales parallèles, ainsi que ses freins inférieurs assurent un serrage articulaire lors des mouvements d'abduction et de rotation (5) (ANNEXE I). Elle est renforcée par un véritable verrou antéro-latéral, représenté par les deux faisceaux du ligament coraco-huméral et les trois du ligament gléno-huméral. Ce dernier forme un zigzag antérieur (4) (ANNEXE I). En effet, le mouvement de rotation latérale est limité par la tension du ligament coraco-huméral dans les 50 premiers degrés d'abduction. A partir de 90° d'abduction, c'est le ligament gléno-huméral moyen qui assure la stabilité antérieure. Quant au ligament gléno-humérale inférieur, il limite la translation antérieure de la tête humérale en rotation latérale à 90° d'abduction, ainsi que sa translation postérieure en rotation médiale, de par ses bandes antérieure et postérieure respectivement (7) (ANNEXE I). Ces structures capsulo-ligamentaires interviennent essentiellement lors des amplitudes

extrêmes. Elles sont néanmoins insuffisantes pour garantir une stabilité optimale à l'articulation gléno-humérale.

Ainsi, ce sont les muscles péri-articulaires qui possèdent, en plus de leur rôle moteur, un rôle primordial dans le domaine de la stabilité. Il s'agit de la coiffe des rotateurs, appelée aussi « coiffe de Bécassine » selon Dufour. Elle comprend les muscles supra et infra-épineux, le petit-rond, le sous-scapulaire et la longue portion du biceps, et est assimilée à « un filet de rétention, à la manière d'un filet de pêche » (3) (ANNEXE I). Elle assure la coaptation et le placage centré de la tête humérale contre la glène, quel que soit la position spatiale de l'humérus. Le deltoïde et les « 3 grands » (grand pectoral, grand dorsal et grand rond) forment une seconde couche concentrique autour de l'articulation (4).

Pour maintenir une homéostasie articulaire au cours des mouvements corporels, il existe un arc réflexe sensitivomoteur entre les structures passives et actives, nécessaire afin d'établir une coordination harmonieuse (6).

2.1.2. Articulation scapulo-thoracique

L'articulation scapulo-thoracique répond à la définition d'une articulation puisqu'elle permet à la scapula de se mouvoir sur la paroi thoracique. Cependant, elle ne présente pas de surfaces articulaires mais comporte deux plans de glissement séparés par un muscle : le dentelé antérieur (ANNEXE II). De par son type articulaire, elle est dotée d'une stabilisation purement active par le biais des muscles thoraco-scapulaires (dentelé antérieur, rhomboïdes, élévateur de la scapula, trapèze et petit pectoral) (5). La contraction synergique de ces derniers assure le placage de la scapula contre la cage thoracique (8) (ANNEXE II).

La position de la scapula joue un rôle critique dans la stabilité et la mobilité de l'articulation gléno-humérale. En effet, elle constitue un point d'attache aussi bien pour les muscles thoraco-scapulaires que pour les muscles de la coiffe des rotateurs et a donc une influence sur la relation tension-longueur et l'angle de force de ces derniers (6). De plus, la scapula est primordiale dans la réalisation des mouvements gléno-huméraux, puisqu'elle leur pourvoit un véritable socle fixe.

Une coordination entre les deux articulations dominantes du complexe de l'épaule est donc indispensable à son bon fonctionnement. Cela fait donc intervenir la notion de rythme

scapulo-humérale, qui exprime la contribution de ces deux dernières articulations au cours du mouvement d'abduction (7) ; ainsi que celle de l'équilibre musculaire entre agonistes et antagonistes. En effet, il existe 25 couples de rotation au sein du complexe de l'épaule. La combinaison d'un travail concentrique des muscles moteurs et d'un travail excentrique des muscles freinateurs permet la réalisation d'un mouvement harmonieux en limitant les translations humérales et diminuant les contraintes subies par l'articulation (9).

2.2. Cinématique de la gestuelle handballistique

2.2.1. Le tir en appui

Il existe deux gammes de tirs possibles au handball : le tir en suspension, et le tir en appui, qui possèdent elles-mêmes plusieurs variantes. Dans un souci de simplification, nous avons sélectionné le geste de lancer à bras cassé pour être l'objet de notre étude.

Ce mouvement est utilisé dans la réalisation des tirs ainsi que pour celle des passes, ce qui démontre son caractère prépondérant dans la pratique du handball. Il est également présent dans d'autres sports, tels que le baseball ou le volley-ball, et concerne uniquement le membre supérieur dominant. Il se décompose en plusieurs phases (ANNEXE III). Seules trois concernent spécifiquement l'épaule : la phase d'armer, la phase d'accélération, et la phase de décélération (10). En outre, il s'ajoute aux sollicitations techniques du geste de lancer, des sollicitations extrinsèques de contraction induite ou contrariée liées aux conditions de jeu telles que le blocage du bras par un défenseur. Ces variables sont à prendre en compte afin de nuancer notre analyse cinétique.

2.2.1.1. Armer

La phase d'armer a pour but de préparer la phase de lancer, et donc de positionner la balle en position haute, en arrière du plan frontal. En effet, plus les articulations du complexe de l'épaule seront déployées en amplitude extrême, plus le lancer pourra être puissant. C'est la phase la plus longue et la plus lente. Selon la littérature concernant le lancer au baseball, nous distinguons une phase d'armer primaire et une phase d'armer secondaire (10,11).

Lors de l'armer primaire, l'épaule se place progressivement en rotation externe et en abduction jusqu'à 90°. Le mouvement est réalisé par la contraction concentrique des muscles

rotateurs externes (infra-épineux, petit rond et deltoïde postérieur), ainsi que celle des abducteurs (deltoïde et supra-épineux en synergie). Lors de l'élévation du bras, la scapula réalise une ascension, une bascule postérieure et une sonnette externe par l'activation des muscles dentelé antérieur, trapèzes supérieur et inférieur. Pour pouvoir réaliser un mouvement harmonieux, l'intervention des éléments stabilisateurs passifs et actifs est nécessaire. Le muscle deltoïde est capable de réguler sa composante élévatrice dans les 60 premiers degrés d'abduction, par le biais de sa réflexion sur le tubercule majeur (3). Toutefois, un centrage permanent de la tête humérale sur la glène est assuré par la coiffe des rotateurs ainsi que par la longue portion du biceps lorsque le bras est en position de rotation latérale. Les stabilisateurs passifs, tels que la capsule antérieure, le ligament coraco-huméral et les ligaments gléno-huméraux moyen et inférieur se mettent progressivement en tension pour maintenir la stabilité antérieure. Ils sont soutenus par l'action frénatrice des muscles rotateurs internes (grand rond, grand dorsal, grand pectoral et sous-scapulaire) (9).

Lors de l'armer secondaire, le mouvement se poursuit jusqu'à ce que l'épaule atteigne une abduction d'environ 120° et une rotation externe maximale. S'ajoute simultanément, une composante de rétropulsion qui permet de placer le coude fléchi en arrière du plan frontal. Elle est permise par la contraction concentrique des muscles : deltoïde postérieur, grand dorsal et grand rond. La scapula est alors placée en rétraction maximale (12). Au-delà de 90° d'abduction, le muscle supra-épineux et les abaisseurs longs s'associent à la coiffe des rotateurs pour recentrer la tête humérale (9). Les muscles stabilisateurs de la scapula (rhomboïdes, élévateur de la scapula et petit pectoral) ont également un rôle à jouer dans la stabilisation de l'articulation gléno-humérale. Ceux sont eux qui, par le biais d'une cocontraction avec le dentelé antérieur et le trapèze, immobilisent la scapula dans la position adéquate, afin que la glène soit face à la tête humérale.

2.2.1.2. Accélération

Dans cette phase, l'épaule passe brutalement de la position d'armer à la position diamétralement opposée, c'est-à-dire en rotation interne, adduction et antépulsion. L'énergie emmagasinée par la mise en tension des structures passives et actives lors de la phase précédente est déployée et transmise jusqu'à la balle pour la propulser avec un maximum de puissance. L'activité des stabilisateurs de la scapula est primordiale pour fournir un socle fixe à

l'articulation gléno-humérale. Les rotateurs internes (sous-scapulaire, grand pectoral, grand rond, grand dorsal et deltoïde antérieur) sont sollicités en concentrique de manière explosive de leur course externe à leur course moyenne (11).

2.2.1.3. Décélération

La décélération débute à partir du moment où la balle quitte la main du tireur. Elle vise à dissiper l'énergie restante qui n'a pas été transmise à la balle. Une forte contraction excentrique des rotateurs externes est déterminante pour assumer la décélération du membre supérieur et lutter contre l'antériorisation de la tête humérale par rapport à la glène (10). C'est une phase très violente pour l'épaule.

2.2.2. La neutralisation

Le geste de neutralisation n'est présent dans aucun autre sport que le handball. Il n'a jamais été décrit auparavant dans la littérature. Néanmoins, il est fréquemment utilisé dans ce sport et concerne les deux membres supérieurs. Nous proposons alors une étude simplifiée en le décomposant en 3 phases : la phase de préparation, la phase de prise de contact, et la phase de freinage (ANNEXE III). Il faut néanmoins garder à l'esprit que les conditions de jeu (taille, poids, latéralité de l'attaquant) entraînent différentes variations dans la réalisation de ce geste.

2.2.2.1. Phase de préparation

La phase de préparation consiste à adopter une position haute des membres supérieurs afin de pouvoir anticiper la neutralisation de l'attaquant. Les épaules sont alors placées en scapulation (abduction dans le plan de la scapula) d'environ 150° et les coudes sont fléchis. Le mouvement s'opère grâce à la contraction concentrique des abducteurs (deltoïde moyen et supra-épineux) et des fléchisseurs (deltoïde antérieur, biceps brachial et coraco-brachial) tandis que la coiffe des rotateurs, suivie des abaisseurs longs, assure le centrage permanent de la tête humérale. La contraction concentrique du dentelé antérieur et du trapèze emmène la scapula en sonnette externe. Il s'en suit une contraction statique de ces mêmes muscles pour maintenir les membres supérieurs dans cette position.

2.2.2.2. Prise de contact

Au cours de cette phase, les membres supérieurs du défenseur s'abaissent, de sorte qu'une main saisisse l'avant-bras tireur et que l'autre contrôle l'épaule non-dominante de l'attaquant. Les épaules s'orientent alors en scapulation d'environ 90° et rotation interne. L'abaissement des membres supérieurs est permis par l'action de la pesanteur (9) et est contrôlé par la contraction excentrique des muscles abducteurs, fléchisseurs et rotateurs externes. Les scapulas servent de point fixe par le biais de la cocontraction de ses muscles stabilisateurs.

Il peut également être possible, que les épaules se placent en flexion, adduction, rotation interne, en fonction de la situation. Dans ce cas, l'abaissement des membres supérieurs sera contrôlé par les fléchisseurs et les rotateurs externes, et la composante d'adduction sera générée par le grand pectoral. Lorsque les deux adversaires rentrent en contact, les épaules du défenseur subissent un impact traumatisant indirect généré par l'élan de l'attaquant.

2.2.2.3. Freinage

Contrairement aux phases précédentes, la gestuelle de chacune des deux épaules diffère légèrement au cours de cette phase. L'un des membres supérieurs a pour but de ralentir le bras tireur, tandis que l'autre contrôle le corps de l'attaquant par le biais d'une prise à l'épaule. L'épaule en face du bras tireur passe alors d'une position de scapulation de 90° et rotation interne à une rétropulsion, abduction horizontale et rotation externe maximale. Quant à l'épaule qui contrôle le corps, elle se retrouve en rétropulsion, abduction horizontale sous la ligne des épaules et rotation externe non maximale. L'action frénatrice de chacune des deux épaules est permise par une contraction excentrique intense des muscles : rotateurs internes, grand pectoral et dentelé antérieur. Toutefois, l'épaule qui neutralise le corps du défenseur sollicite davantage le faisceau supérieur du grand pectoral. Les stabilisateurs de la scapula et la coiffe des rotateurs restent, quant à eux, actifs lors de cette phase.

3. DEFICIENCES ET MECANISMES PATHOLOGIQUES

La répétition du geste de lancer peut conduire à des adaptations osseuses, capsulo-ligamentaires et musculaires au niveau de l'épaule dominante. A partir d'un certain stade, elles peuvent devenir des facteurs de risques pathologiques. La présence de chocs indirects et la répétitivité du geste de défense sont également sources d'affections au niveau des deux épaules.

3.1. GIRD (Glenohumeral International Rotation Deficit)

Le GIRD est un déficit de la rotation interne dans l'articulation gléno-humérale du côté dominant par rapport au côté non-dominant (13) (ANNEXE IV). C'est une déficience qui est significativement associée à la pratique du handball (2,14,15). Selon les auteurs, il y a trois causes possibles : une rétroversion accrue de la tête humérale, une raideur des structures postérieures de l'épaule couplée ou non à une pseudo-laxité capsulaire antérieure ou la combinaison des deux (16).

L'angle de rétroversion de la tête humérale correspond à l'angle entre l'axe transversal qui passe par les deux épicondyles de la palette humérale et l'orientation de la tête humérale (ANNEXE IV). L'angle de rétroversion fœtale est de 78° et diminue jusqu'à 30° à l'âge adulte. Cependant, les sportifs ayant débuté la pratique d'un sport de lancer avant la maturité osseuse, peuvent présenter une rétroversion supérieure à 30° par le biais d'une adaptation osseuse (17). En effet, une rétroversion accrue engendre un ERG (« External Rotation Gain ») qui correspond à un gain de rotation externe du côté dominant par rapport au côté non dominant. Cet ERG permet d'augmenter l'amplitude d'armer afin d'accroître la puissance du tir. Par conséquent, il est également responsable d'une perte de rotation interne et prédispose à un GIRD (18). Il a été établi, que les handballeurs présentaient une augmentation d'environ 9,6° de rétroversion du côté dominant par rapport au côté opposé (19). D'après Wilk, un GIRD de 10° peut être associé à la rétroversion de la tête humérale, et par conséquent, si un GIRD est supérieur à 12°, d'autres structures sont à l'origine du GIRD (20).

Pendant la phase d'armer, la capsule antérieure est constamment mise en tension par l'hyper rotation externe, ce qui peut entraîner une pseudo-laxité capsulaire antérieure voire une instabilité antérieure (21). Les structures postérieures de l'épaule, quant à elles, sont

extrêmement sollicitées au cours de la phase de décélération. En effet, cette phase est très violente pour l'épaule qui doit supporter une force de distraction équivalente à 1,5 fois le poids son corps (2). Par le biais de microtraumatismes répétés, la capsule postéro-inférieure et la bande postérieure du ligament gléno-huméral inférieur se rétractent, ainsi que la musculature postérieure selon les études. D'après Bukhart, cela génère un déplacement postéro-supérieur du centre de rotation de l'articulation gléno-humérale et provoque une micro-instabilité secondaire (13). C'est cette dernière qui est à l'origine d'un GIRD et/ou d'un ERG. De plus, la translation postéro-supérieure de la tête humérale, associée ou non à une laxité capsulaire antérieure prédispose à conflit postéro-supérieur en position d'armer (13,22).

Selon Wilk, les lanceurs présentant un GIRD sont deux fois plus susceptibles d'être blessés que ceux qui n'en présentent pas (23). Néanmoins, il subsiste un seuil en-dessous duquel le GIRD n'est plus un facteur de risque pathologique. Dans plusieurs études, il a été rapporté que les athlètes ayant un GIRD entre 18° et 25° comparativement au côté opposé sont plus susceptibles d'être exposés à des douleurs ou pathologies d'épaule (15,22,24,25). Un deuxième seuil a été mis en évidence concernant la notion de TROM (« Total Range Of Motion »), qui correspond à l'amplitude totale de la somme de la rotation interne et de la rotation externe. Un TROM du côté dominant ayant une différence de plus de 5° avec celui du côté non-dominant représente un facteur de risque pathologique (20,22,24,25).

En outre, il est possible que le GIRD soit compensé par l'ERG, dans ce cas les TROM des deux côtés sont équivalents et nous pouvons supposer que les adaptations sont devenues physiologiques.

3.2. Conflits et décentrages de la tête humérale

Le conflit postéro-supérieur est présent lorsque l'épaule est en position d'abduction, extension et rotation latérale, et concerne la phase d'armer tardif de l'attaquant, ainsi que la phase de freinage du défenseur (ANNEXE IV). Ce mouvement diminue l'espace entre le tubercule majeur et l'angle postérieur de l'acromion (26). Cela peut entraîner des lésions au niveau du labrum postéro-supérieur, des tendons de l'infra-épineux et du supra-épineux (27). D'après Walch, ce contact est physiologique au sein des épaules dites normales (28). Pourtant, c'est une affection caractéristique du lanceur qui engendre une douleur à la partie postéro-supérieure de l'épaule (28,29). L'aspect conflictuel propre aux lanceurs peut être dû à

plusieurs facteurs : une rétroversion insuffisante de la tête humérale conduisant à un contact précoce entre les structures (28), une rétraction capsulaire postéro-inférieure favorisant une translation postéro-supérieure de la tête humérale (21,29,30), ou encore une laxité capsulaire antérieure résultant d'une translation antéro-supérieure de la tête humérale (29). Au sein de la pratique du handball, l'interaction du défenseur sur le bras armé de l'attaquant et inversement, l'impact provoqué par l'accélération du bras tireur de l'attaquant sur le bras neutralisateur du défenseur, peuvent également être à l'origine de ce conflit.

Le conflit antéro-supérieur ou conflit sous-acromial est rencontré lorsque l'épaule est en position d'abduction et rotation interne (ANNEXE IV). Elle correspond au passage de la phase d'armer à la phase d'accélération de l'attaquant, mais aussi à la phase de prise de contact du défenseur. Ce mouvement restreint l'espace entre le tubercule majeur et le bec acromial ainsi que le bord inféro-externe du ligament acromio-coracoïdien (26,27,31). Selon Neer, il y a trois stades évolutifs qui caractérisent ce conflit (31). Seuls les deux premiers nous intéressent ici. Le premier stade est une irritation tendineuse du tendon superficiel du supra-épineux au travers de la bourse sous-acromiale. Le deuxième correspond à une fibrose de la bourse associée à des tendinopathies du supra-épineux voire des autres muscles de la coiffe des rotateurs. Chez les handballeurs, le conflit sous-acromiale peut être secondaire à : une raideur capsulo-ligamentaire postéro-inférieure, une instabilité gléno-humérale antérieure, un défaut de cinématique de la scapula (21,31,32), ou encore un déséquilibre musculaire entre agonistes et antagonistes au sein de la coiffe des rotateurs responsable d'un défaut de centrage de la tête humérale (28).

Le conflit antéro-interne ou sous-coracoïdien apparaît en position de flexion, adduction et rotation interne de l'épaule, caractéristique de la phase d'accélération de l'attaquant et de la phase de prise de contact du défenseur (ANNEXE IV). Il se produit entre le tubercule mineur et le processus coracoïde. Il peut affecter plusieurs structures, notamment la partie antéro-supérieure du labrum, les tendons du long biceps et du sous-scapulaire (26,27). D'après Jobe, la situation conflictuelle se manifeste par une fatigabilité accrue de la coiffe des rotateurs dans un contexte d'hyper-sollicitation qui favorise une laxité capsulaire antérieure et entraîne alors une translation antérieure de la tête humérale (11).

Pour conclure, ces trois conflits résultent d'une multitude de facteurs qui aboutissent à un décentrage de la tête humérale : un décentrage postéro-supérieur pour le conflit postéro-supérieur, un décentrage antéro-supérieur pour le conflit sous-acromial, et un décentrage antéro-interne pour le conflit sous-coracoïdien.

Cependant, les conflits sous-acromio-coracoïdiens peuvent être dus à un quatrième dysfonctionnement susceptible de modifier les rapports de la tête humérale par rapport à la voûte acromio-coracoïdienne. Il s'agit du spin en rotation médiale (ANNEXE IV). C'est une pseudo-rotation médiale sans roulement. La tête humérale glisse sur son axe sous l'effet de la prédominance des rotateurs médiaux sans que son point de contact sur la glène ne se déplace en avant. Par conséquent, le tubercule majeur est alors déplacé en avant et le tubercule mineur en dedans. Tous deux rentrent plus précocement en contact avec la voûte acromio-coracoïdienne (33).

3.3. Tendinopathies de la coiffe des rotateurs

L'atteinte des tendons de la coiffe des rotateurs et de la longue portion du biceps s'explique par plusieurs causes. Premièrement, elle peut être secondaire à un conflit sous-jacent, qui provoque une lésion ou une inflammation du tendon. Le cheminement inverse est également probable : la lésion tendineuse peut être responsable d'une ascension de la tête humérale, la coiffe des rotateurs ne pouvant plus assumer son rôle de recentrage actif. Deuxièmement, l'atteinte peut résulter de l'inadaptation du tendon aux contraintes d'étirement imposées par l'intensité de la pratique sportive (34). Dans le cadre du handball, la sur-sollicitation des tendons de l'épaule dominante est à l'origine d'une répétitivité accrue du geste du lancer. La phase de décélération est la plus traumatisante pour les tendons des rotateurs externes et de la longue portion du biceps. Enfin, l'hypo-vascularisation de l'extrémité distale des tendons du supra-épineux et de l'infra-épineux les rends plus vulnérables et davantage susceptibles à être endommagés (26).

3.4. Dyskinésies scapulaires

La dyskinésie scapulaire est une malposition soit statique soit dynamique lors du mouvement de l'épaule de la scapula sur le grill costal. Elle a pour origine, dans la majorité des cas, un déficit musculaire ou une altération de la fonction des muscles stabilisateurs de la

scapula. Elle peut également provenir ou être accentuée par une anomalie des courbures rachidiennes. En effet, une attitude en hypercyphose thoracique associée à un enroulement des épaules, adoptée fréquemment chez les lanceurs (24), provoque un excès de bascule antérieure de la scapula (35).

Le terme de « SICK scapula syndrome » a été créé par Kibler, Burkhart et Morgan (12). Il désigne les conséquences péri-scapulaires de la fatigabilité musculaire liée à l'hyper-sollicitation de l'épaule. Ce syndrome se manifeste au repos par un abaissement de la scapula par rapport au côté controlatéral.

Kibler a décrit quatre types de troubles de la cinétique scapulaire (35). Le type 1 correspond à un soulèvement de l'angle inférieur de la scapula (bascule antérieure excessive). Il est associé à une hypoextensibilité des pectoraux et une faiblesse du trapèze inférieur et du dentelé antérieur. Le type 2 correspond à un décollement du bord médial de la scapula (rotation médiale excessive), pouvant être expliqué par la faiblesse du trapèze moyen et des rhomboïdes. Ces deux types sont à l'origine d'une diminution de l'adduction de la scapula et de l'élévation acromiale lors de l'armer tardif et du début d'accélération. En position d'abduction et de bascule antérieure anormale, la glène est antéversée et découvre la tête humérale en avant, ce qui entraîne une augmentation de tension sur la capsule antérieure et conduit à un conflit postéro-supérieur ou à des lésions labrales (12,13,17).

Le type 3 correspond à une élévation prononcée du bord supérieur de la scapula (translation supérieure excessive). Il est associé à une hyperactivité du trapèze supérieur et est généralement en relation avec un conflit sous-acromiale. Le type 4 correspond à une symétrie des deux scapulas.

4. PROGRAMME DE PREVENTION

4.1. Objectifs

A l'aide de la synthèse de littérature réalisée précédemment, nous avons mis en évidence au sein d'un schéma les liens entre les différentes déficiences attribuables à la pratique du handball (fig. 1).

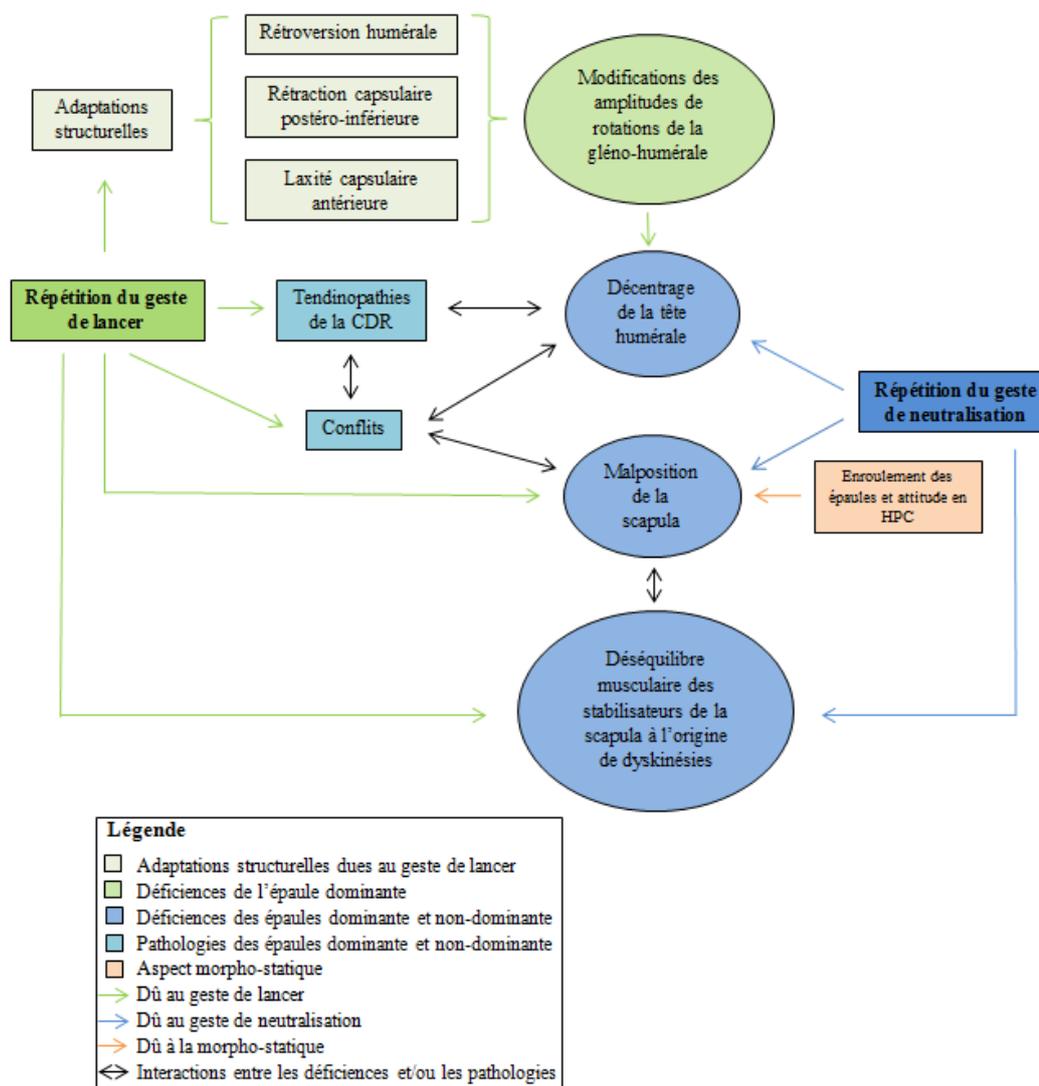


Figure 1 : Schéma des différentes déficiences dues à la pratique du handball

Nous pouvons alors établir plusieurs sous-objectifs auxquels notre programme doit viser pour pouvoir prévenir à long terme l'apparition ou la récurrence des pathologies d'épaules. Il est donc nécessaire de :

- tendre à une harmonisation de la morpho-statique des épaules et du rachis,
- lutter contre les décentrages de la tête humérale (apprendre le recentrage actif et renforcer les muscles stabilisateurs de la coiffe des rotateurs),
- lutter contre les dyskinésies scapulaires (étirer les pectoraux, renforcer les muscles stabilisateurs de la scapula, et obtenir un équilibre musculaire par cocontraction),
- automatiser ces corrections (améliorer la proprioception).

De part ces sous-objectifs, nous pouvons aspirer à diminuer voire supprimer les douleurs pré-existantes, les conflits et les tendinopathies de la coiffe des rotateurs. De plus, il paraît essentiel d'avoir une action focalisée sur le membre supérieur non dominant pour :

- récupérer ou maintenir une amplitude rotatoire équivalente au membre supérieur non-dominant en diminuant les GIRD $> 18^\circ$ et les différences de TROM $> 5^\circ$ (étirer les structures postérieures et renforcer la musculature antérieure pour lutter contre l'instabilité antérieure).

4.2. Modalités

Notre programme de prévention est composé d'un échauffement préalable, et de trois types d'exercices : renforcement, proprioception et étirement. Il a une durée totale d'une heure.

L'échauffement comporte 10 minutes d'échauffement cardio-vasculaire de type course et 5 min d'échauffement de type articulaire et musculaire, qui consiste à mobiliser les poignets, les coudes, les épaules, la tête, le tronc et le bassin dans l'ensemble de leurs degrés de liberté.

Les exercices de renforcement nécessitent deux bandes élastiques et un espalier par sujet. Chaque exercice est exécuté contre résistance de manière bilatérale simultanément ou unilatérale d'un côté puis de l'autre. Il compte 3 séries de 10 répétitions : 1,5 secondes en concentrique, 1,5 secondes en excentrique par répétition, 3 secondes de repos entre chaque répétition, et 1 minute de repos entre chaque série. Les exercices de proprioception nécessitent une balle de handball et un mur. Ils sont réalisés en 3 séries de 30 secondes entrecoupés de 30 secondes de repos, de manière unilatérale et successivement d'un côté à l'autre. Les étirements suivent les mêmes modalités que les exercices de proprioception à l'exception de ceux pour les structures postérieures de l'épaule qui concernent uniquement le côté dominant.

4.3. Description des exercices

4.3.1. Recentrage actif de la tête humérale

Selon Marc, le décentrage antéro-supérieur de la tête humérale peut être corrigé de façon manuelle. Le thérapeute doit exercer une force dirigée vers l'arrière, le bas et le dehors sur la face antéro-supérieure de la tête humérale sur un membre supérieur positionné à

environ 45° d'abduction (33). Nous nous sommes inspirés de cette technique pour mettre en place un recentrage actif avec les mêmes composantes de corrections. Pour ce faire, le sujet se place debout face à un espalier. La main du côté qui travaille saisit une barre verticale au niveau de la hauteur de ses yeux dans le plan de son épaule controlatérale. Il est alors demandé d'utiliser cette main comme point fixe et de tirer le membre supérieur vers l'arrière, le bas et le dehors (ANNEXE V).

4.3.2. Renforcement des muscles de la coiffe des rotateurs

D'après la littérature internationale, le rôle de centrage de l'articulation gléno-humérale est unanimement accordée à la coiffe des rotateurs (36). De plus, selon l'étude de Lee, ce sont les muscles petit-rond, infra-épineux et sous-scapulaire qui apportent le maximum de stabilité à l'articulation lorsqu'elle se trouve dans des amplitudes extrêmes. Ils constituent la partie inférieure de la coiffe et s'opposent à l'ascension de la tête humérale (37). Séparément, ils possèdent aussi des rôles clés. L'action excentrique du sous-scapulaire lutte contre l'instabilité antérieure provenant de la répétition du geste de l'armer. Elle est également très sollicitée lors de la phase de freinage en défense. Celle du petit-rond et de l'infra-épineux résiste au dérapage en spin ainsi qu'à l'antériorisation de la tête humérale lors de la phase de décélération du tir (33).

Il est important de noter qu'au sein de la population des handballeurs, plusieurs études ont montré que la force concentrique des rotateurs internes et externes ainsi que la force excentrique des rotateurs internes étaient plus importantes du côté dominant que du côté non-dominant (38–41). La pratique du handball n'induit pas de réel déséquilibre entre les rotateurs internes et externes, facteur de risque pathologique (38,42).

D'après ces constats, nous avons choisi de renforcer ces muscles en chaîne cinétique ouverte et en position R2, c'est-à-dire les épaules en abduction à 90° et rotation neutre avec les coudes fléchis. Cette position se rapproche de la gestuelle handballistique. Nous avons alors sélectionné deux exercices décrits dans la littérature, notamment dans le « Thrower's ten exercise program » élaboré par Wilk (24,43–45) (ANNEXE V).

Pour les rotateurs internes, la position de départ du sujet est debout, dos à un espalier. Les épaules sont en position R2, les coudes sont fléchis. Les mains agrippent chacun des deux

élastiques attachés à l'espalier à la hauteur de ses dernières. La consigne est d'amener les avant-bras le plus possible en avant et en bas tout en gardant la position des épaules fixe, puis de revenir à la position de départ en freinant la résistance des élastiques.

Pour les rotateurs externes, le sujet se place debout face à un espalier. Les épaules sont à 90° d'abduction en rotation interne maximale, les coudes sont fléchis, les paumes de main regardent le sol. Les mains agrippent chacun des deux élastiques attachés à l'espalier en face et à la hauteur de ses dernières. Il est demandé au sujet d'amener les avant-bras le plus possible en haut et en arrière tout en gardant la position des épaules fixe, et enfin de revenir à la position de départ en freinant les élastiques.

4.3.3. Renforcement des muscles péri-scapulaires

D'après l'algorithme décisionnel intéressant les dyskinésies de la scapula (46,47), nous pouvons agir sur deux déficiences : soit l'hypoextensibilité tissulaire que nous développerons plus tard (cf. partie 4.3.5. Etirements) soit sur l'insuffisance musculaire des muscles péri-scapulaires, ce qui permet de rétablir l'équilibre et le contrôle musculaire afin d'améliorer la stabilisation de la scapula sur la cage thoracique. Pour ce faire, il faut s'intéresser principalement aux muscles dentelé antérieur, trapèzes moyen et inférieur tout en veillant à éviter de solliciter le trapèze supérieur qui est déjà hyperactif au quotidien (6,46).

Pour le dentelé antérieur, nous avons utilisé l'exercice « Serratus punch » (6,46,47). Le sujet est debout et fait passer l'élastique en arrière de son dos légèrement en dessous de la ligne de ses épaules. Les épaules sont fléchies à 90°, coudes tendus, et les mains maintiennent les deux extrémités de l'élastique. Il est demandé au sujet de d'amener ou de pousser ses épaules en avant tout en gardant les coudes tendus, puis de revenir à la position de départ en freinant l'élastique (ANNEXE V).

Pour les rhomboïdes et le trapèze moyen, nous avons eu recours à l'exercice « Low row », décrit par Kibler, qui combine une adduction scapulaire à une extension du tronc (46,47). La position de départ est debout coudes aux corps face à un espalier, sur lequel est attaché un élastique à hauteur des coudes dans le plan sagittal du sujet. La consigne est d'amener les coudes en arrière en resserrant les scapulas et en bombant le torse, puis de

revenir à la position de départ en freinant l'élastique. Cet exercice a également une action correctrice sur l'attitude en cyphose thoracique (ANNEXE V).

Pour le trapèze inférieur, Ekstrom et Donatelli ont montré qu'il fallait utiliser le mouvement d'abduction horizontale associée à une rotation externe (46). Dans cet exercice le sujet est debout, les épaules sont fléchies à 90°, coudes tendus. Les mains sont écartées d'une longueur équivalente à la largeur des épaules et maintiennent les deux extrémités de l'élastique. La consigne est d'écartier les membres supérieurs et de resserrer les scapulas en tournant les paumes de main vers le plafond, puis de revenir à la position de départ en freinant l'élastique (ANNEXE V).

4.3.4. Proprioception du complexe global de l'épaule

Pour automatiser les corrections de la cinétique des articulations gléno-humérale et scapulo-humérale, il est essentiel d'acquérir ou de conserver un contrôle neuromusculaire efficace (24,43,48). En effet, la stabilisation dynamique du complexe de l'épaule est permise par le biais d'un système sensitivomoteur à travers l'ajustement des fuseaux neuromusculaires des muscles de l'épaule (6).

Nous avons mis en place un exercice qui sollicite les récepteurs sensitifs par l'intermédiaire de déséquilibres intrinsèques. Pour ce faire, le sujet doit se placer debout face à un mur. Il saisit d'une main une balle de handball, qu'il plaque contre le mur, de sorte que son membre supérieur soit en scaptation et rotation neutre. Il est alors demandé au sujet de mettre son poids du corps sur le ballon et de réaliser des mouvements circulaires tout en gardant le coude tendu (ANNEXE V). Cet exercice sollicite également la cocontraction des muscles de la coiffe des rotateurs et des stabilisateurs de la scapula en chaîne cinétique fermée (47). Pour augmenter la difficulté, il est demandé de varier les amplitudes de rotation vers des amplitudes extrêmes, puis de déplacer le membre supérieur plus en avant ou plus en arrière du plan de départ pour tendre à des positions spécifiques de la gestuelle handballistique.

4.3.5. Étirements

Les étirements visent à accroître ou maintenir une souplesse tissulaire afin de corriger la position de la scapula et l'enroulement excessif des épaules. Ils ciblent principalement les tissus hyper-sollicités durant la pratique du handball, notamment les structures postérieures de

l'articulation gléno-humérale dominante (capsule postérieure, infra-épineux et petit-rond), et les muscles grand et petit pectoral bilatéralement (ANNEXE V).

Pour les structures postérieures de l'épaule dominante, nous avons sélectionné deux étirements qui ont démontré leur efficacité au sein de la littérature : le « cross body stretch » et le « modified sleeper stretch » (24,44,49–51). Dans le « cross body stretch », le sujet est debout, les épaules orientées en avant. La consigne est de saisir le coude du côté à étirer à l'aide de la main opposée et de le tirer vers elle. Pour le « modified sleeper stretch », le sujet est allongé sur le côté, son tronc est légèrement basculé en arrière, son épaule et son coude sont fléchis à 90°. La consigne est d'emmener son avant-bras vers l'avant et le bas à l'aide de sa main controlatérale. Dans le cadre de ces deux étirements, il est possible d'y associer une « Muscle Energy Technique », c'est-à-dire de réaliser une contraction isométrique à 25% de la force maximale des muscles étirés en position de course externe, suivie d'un relâchement et de la poursuite de l'étirement. En effet, d'après Moore, cette technique améliore l'amplitude de rotation médiale chez les lanceurs (46).

Pour agir sur l'hypoextensibilité des pectoraux, nous avons choisi l'étirement dénommé « unilateral corner stretch » reproduisant la position d'étirement la plus efficace pour ces muscles (46,47,51). Le sujet est debout les appuis décalés en légère fente avant. L'épaule à étirer est homolatérale au membre inférieur arrière et est placée à 90° d'abduction. L'avant-bras est fléchi contre le mur. Il est alors demandé au sujet d'accentuer la fente avant.

5. MATERIEL ET METHODE

5.1. Population

Notre programme a été testé sur un groupe de dix handballeuses, qui évoluent chacune au sein du championnat de France de Division 2.

L'âge moyen de ces dix joueuses est de 22,7 ans. Elles pratiquent toutes le handball à hauteur de 10 heures par semaine, à savoir cinq entraînements et un match par semaine. Le groupe comporte une seule gauchère et neuf droitrières. Deux joueuses sont professionnelles, les autres sont semi-professionnelles. Parmi ces dernières, aucune ne se réalise dans une

profession ou des études qui pourraient être délétères pour les épaules. Dans le cadre du sport, la moitié des joueuses occupe un poste d'avant (ailier, pivot), l'autre moitié joue à un poste d'arrière (arrière, demi-centre). Le nombre moyen d'années de pratique est de 12,7 ans. Sur ces dix joueuses, six ne présentent aucun antécédent au niveau des épaules, quatre ont souffert d'une ou plusieurs tendinopathies de la coiffe des rotateurs. Les muscles affectés n'ont pas pu être précisés. Les détails des données ont été rapportés en annexe (Annexe VI).

Avec l'accord de l'entraîneur et le consentement des joueuses (Annexe VII), nous avons mis en place le programme sur une période de six semaines (du 7 novembre au 18 décembre 2016) à raison de trois fois par semaine. La période de trêve hivernale du championnat débutait le 14 novembre, c'est-à-dire une semaine après le début de notre intervention. L'absence des échéances sportives à cette période rendait l'équipe plus disponible à participer à notre expérimentation.

5.2. Outils et méthodologie des examens

Un examen initial et un examen final ont été réalisés pour évaluer l'efficacité du programme de prévention.

5.2.1. Examen de la douleur

Cet examen a été réalisé par le biais d'une anamnèse. Une échelle numérique a été utilisée pour coter l'intensité de la douleur au repos et durant l'activité sportive. La localisation, la description, le type d'apparition, la date d'apparition, l'horaire et le mouvement sportif déclencheur de la douleur ont également été recensés.

5.2.2. Examen morpho-statique

Un examen subjectif a été effectué de face, de dos et de profil en position debout relâchée, les bras le long du corps. Il comprend l'analyse du rachis dans les plans sagittal, frontal et horizontal. En effet, une anomalie provenant plus particulièrement des rachis cervical et thoracique pourrait influencer les résultats du bilan sur le complexe de l'épaule. Nous avons également observé l'alignement des épaules, le volume des galbes des épaules, ainsi que la position des scapulas au repos. Cette dernière a été objectivée à l'aide d'un mètre

ruban par trois mesures, évaluant chacune la distance entre la ligne des épineuses et des points clés de la scapula (ANNEXE VIII).

5.2.3. Tests d'hypoextensibilité musculaire

L'extensibilité musculaire des petits pectoraux a été appréciée par le biais du test de Duval Beaupère (ANNEXE VIII). Le sujet est assis sur un tabouret avec les deux bras croisés dans le dos, chacune des mains tentant d'accrocher le coude controlatéral pour que les scapulas soient en position de rétroversion. L'examineur se place derrière lui, commence par observer la ligne des épaules et essaye ensuite d'amener passivement les deux épaules du patient en arrière. Si les épaules restent bloquées avant la ligne des épaules, cela correspond à une hypoextensibilité des petits pectoraux. Si elles atteignent la ligne des épaules sans pouvoir la dépasser, cela correspond à une légère hypoextensibilité. Il peut également se manifester une dissociation entre chaque côté.

Le test d'hypoextensibilité des grands pectoraux se réalise en position de décubitus dorsal sur une table de kinésithérapie. Les membres inférieurs du sujet sont en flexion maximale, de sorte que les pieds et les fessiers soient en contact avec un plan dur. Les membres supérieurs sont placés en chandelier, c'est-à-dire que les épaules sont en abduction de 90° et que les coudes sont fléchis à 90°. L'examineur amène ensuite simultanément et passivement les épaules en rotation externe (ANNEXE VIII). Si l'un des avant-bras ne touche pas la table, il y a présence d'une hypoextensibilité du grand pectoral homolatérale. Si cela concerne les deux avant-bras, il s'agit d'une hypoextensibilité bilatérale.

5.2.4. Examen articulaire

Auparavant, les mobilités actives et passives du rachis cervical, du coude, et du poignet doivent être vérifiées afin d'exclure tout déficit des articulations sus et sous-jacentes à l'épaule. Les mobilités de la sterno-costoclaviculaire ainsi que de l'acromioclaviculaire ont été appréciées qualitativement de manière bilatérale.

L'examen de la cinétique scapulaire a été réalisé de façon visuelle de manière bilatérale. Selon McClure, si le sujet est un sportif, il est préférable qu'il réalise cinq répétitions bilatérales de flexion puis d'abduction actives avec une charge d'1,4kg ou de

2,4kg en fonction de son poids. Des vidéographies nous ont permis d'analyser les déficits en fonction de la classification des dyskinésies scapulaires de Kibler (35,52).

Nous avons également mesuré l'amplitude totale de sonnette externe de la scapula de manière bilatérale à l'aide d'un goniomètre en métal (22). Pour ce faire, une branche du goniomètre est placée dans l'axe de l'épine de la scapula, l'autre est en position verticale. Une mesure est prise sur le sujet debout, relâché, les bras le long du corps. La seconde est réalisée en position de scapulation maximale bilatérale. L'amplitude totale est alors obtenue en faisant la différence des deux dernières mesures (ANNEXE VIII). Normalement, cette amplitude varie entre 50° et 60° (4,35).

Au niveau de l'articulation gléno-huméral, nous avons employé des tests qui visent à rechercher des décentrages de la tête humérale, décrits par Marc dans le cadre de la méthode du concept globale de l'épaule (CGE) (33).

La recherche du décentrage antéro-supérieur consiste à étudier l'amplitude passive de la gléno-humérale en flexion dans un plan sagittal strict (ANNEXE VIII). Le sujet est en position assise. L'examineur amène le bras du sujet en flexion et s'arrête dès que la scapula se mobilise. Ensuite il mesure l'angle thoraco-huméral à l'aide d'un goniomètre. Le centre du goniomètre est placé à deux travers de doigts sous l'acromion, la branche mobile suit l'axe de l'humérus et la branche fixe reste verticale. Enfin, l'examineur réalise la même manœuvre du côté controlatéral. L'amplitude de flexion dans la gléno-humérale seule varie de 110° à 135° en fonction de la laxité du sujet (33).

La recherche d'un spin en rotation latérale consiste à évaluer l'amplitude passive de la gléno-humérale en abduction dans un plan frontal strict (ANNEXE VIII). Les modalités de l'examen sont les mêmes que pour le précédent, à l'exception que l'examineur amène le bras du sujet en abduction et non en flexion. L'amplitude normale d'abduction varie entre 100° et 130° (33).

Pour conclure le bilan articulaire, les amplitudes de rotations internes et externes sont évaluées en décubitus dorsal, les épaules sont en position R2 et les coudes sont fléchis. L'examineur bloque d'une main le moignon de l'épaule pour éviter toutes compensations de la scapula, et réalise avec l'autre main le mouvement de rotation interne ou externe

passivement (ANNEXE VIII) (12,35,53). Enfin, il relève la mesure à l'aide d'un goniomètre. Le centre du goniomètre est placé sur l'olécrâne qui est en projection du centre articulaire de l'articulation gléno-humérale. La branche fixe est perpendiculaire au plan frontal du sujet et la branche mobile suit l'axe de l'avant-bras à sa position d'arrivée.

5.2.5. Tests spécifiques

Ces tests visent à mettre en évidence trois types de symptômes : instabilité antérieure de la gléno-huméral, conflit sous la voûte acromio-coracoïdienne, et douleur des tendons de la coiffe des rotateurs. Ils sont tous effectués de manière bilatérale.

L'instabilité antérieure est appréciée à l'aide du test de l'appréhension ou signe de l'armé (ANNEXE VIII). Le sujet est assis. L'examineur est placé derrière et amène passivement l'épaule du sujet en abduction, rotation externe et rétropulsion de manière douce et progressive. Il crochète la scapula par sa deuxième main et imprime une poussée antérieure sur la tête humérale tout en contrôlant une éventuelle luxation. Le test est positif si une douleur ou une appréhension de luxation est ressentie par le patient (53,54).

Le conflit antéro-supérieur est évalué à l'aide du signe de Neer (ANNEXE VIII). Le sujet est assis, l'examineur se trouve derrière lui. Ce dernier prévient la rotation de la scapula d'une main, tandis que l'autre élève le bras du sujet en scaptation et rotation médiale. Le test est positif, s'il déclenche une douleur élective entre 60 et 120° d'élévation et qu'elle disparaît en rotation externe. Le conflit antéro-interne est recherché à l'aide du signe de Hawkins (ANNEXE VIII). Il consiste à placer l'épaule du sujet en flexion de 90°, coude fléchi à 90°, et d'imprimer une rotation interne en abaissant l'avant-bras du sujet. Le test est positif s'il déclenche une douleur antérieure. Enfin, pour le conflit postéro-supérieur, l'examineur amène passivement le bras du sujet assis en abduction à 90°, 120° et 150° associée à une rotation externe (ANNEXE VIII). Le test est positif s'il déclenche une douleur postéro-supérieure (12,52,54).

L'évaluation des tendons de la coiffe des rotateurs se réalise en exerçant une contre-résistance à la contraction musculaire (ANNEXE VIII). Si le sujet ne peut pas s'opposer à cette résistance et que nous constatons un lachâge de la contraction musculaire, cela évoque une rupture tendineuse (52-54). Cependant, s'il déclenche une douleur, nous pouvons

suspecter une tendinopathie. La manœuvre de Patte en position R2 permet d'évaluer le petit-rond, quant à l'infra-épineux, il est testé en position R1, c'est-à-dire coudes au corps et fléchis à 90°. Le Lift off test analyse le sous-scapulaire en position de rotation interne, de sorte que la main du sujet soit dans son dos au niveau de ses lombaires en restant décollée. Le palm-up test de Speed évalue le long biceps en position de flexion à 90° et rotation externe des épaules, coudes tendus et en supination. Enfin, le test de Jobe permet d'analyser le supra-épineux en position de scapulation de 90° et rotation interne, il est fréquemment le plus douloureux et est donc à utiliser en dernier.

6. RESULTATS

Les détails des résultats des examens de la douleur (tableau I), de la morfo-statique (tableau II), de l'hypoextensibilité musculaire (tableau III), de la cinétique des articulations scapulo-thoracique (tableau IV) et gléno-humérale (tableaux V et VI), et des tests spécifiques (tableaux VII et VIII) sont présentés en annexe (Annexe IX).

6.1. Résultats de l'examen de la douleur

Au cours de chaque examen, nous n'avons pas recensé de douleur d'épaule du côté non-dominant. Initialement, six joueuses présentaient une douleur à l'épaule dominante, d'intensité allant de 4 à 7, dont la moyenne est de 5,83. Pour chacune d'entre elles, la douleur est apparue progressivement et a été décrite comme un tiraillement ou une piqûre d'aiguille. Elle survenait uniquement au cours de l'activité sportive, lors de la phase d'accélération du lancer pour les joueuses 2, 3, 5 et 10 et lors de l'armer du bras pour les joueuses 4 et 9. L'examen final nous permet de constater que la surface locale de la douleur de la joueuse 4 a été réduite. De plus, nous observons que l'intensité moyenne est descendue à 3,83, allant de 0 à 6. En effet, il est remarquable que la joueuse 9 ne présente plus de douleur. Bien que cela ne corresponde pas à une diminution statistiquement significative ($p = 0,057$), nous pouvons conclure que c'est une amélioration clinique nette de 35%. En ce qui concerne les autres variables, les résultats restent inchangés.

6.2. Résultats de l'examen morpho-statique

D'après notre observation, il est notable que l'attitude en hypercyphose dorsale et enroulement des épaules, présente en amont chez quatre joueuses, s'est effacée pour trois d'entre elles. En ce qui concerne l'alignement des épaules, sept joueuses présentaient initialement un abaissement de l'épaule dominante, dont l'un particulièrement marqué pour la joueuse 2. Six d'entre elles ont manifesté une légère ou nette amélioration clinique à la suite de notre intervention.

L'analyse de la position de repos des scapulas a permis de déceler un abaissement de la scapula dominante pour cinq joueuses, ce qui peut mettre en évidence un « SICK scapula syndrome ». Cette déficience a été corrigée chez quatre de ces cinq joueuses. De plus, nous avons recensé au départ six bascules antérieures excessives de la scapula bilatérales, deux unilatérales du côté dominant, ainsi que quatre rotations internes prononcées bilatérales. Grâce à la prise de mesure entre la ligne des épineuses et l'angle supéro-médial de la scapula, nous avons également objectivé deux sagittalisations marquées de la scapula dominante. Chacune de ces déficiences a montré une amélioration clinique. Cette dernière est dans l'ensemble plutôt nette pour les composantes de rotation interne et de sagittalisation, alors qu'elle est plutôt légère pour la composante de bascule antérieure.

6.3. Résultats des tests d'hypoextensibilité musculaire

Le nombre d'hypoextensibilités objectivées du petit pectoral a évolué de dix (dont six légères) à six (dont cinq légères) du côté dominant, et de neuf (dont six légères) à cinq légères du côté non-dominant. Quant au grand pectoral, son examen nous a permis de recenser six hypoextensibilités du côté dominant et trois du côté non-dominant. Suite à notre intervention, nous n'en comptons plus qu'une du côté dominant. Ces deux constats démontrent une amélioration clinique de l'extensibilité musculaire des pectoraux, qui semble tout de même un peu plus faible pour le petit pectoral.

6.4. Résultats de l'examen articulaire

Les amplitudes du rachis cervical, des articulations acromio-claviculaire et sterno-costoclaviculaire, du coude et du poignet n'ont pas révélé de limitation au cours de chaque examen.

Au niveau de l'articulation scapulo-thoracique, nous avons mis en évidence à l'examen initial sept dyskinésies scapulaires du côté dominant et quatre du côté non-dominant. Parmi ces déficits, quatre ont été rectifiés du côté dominant et trois du côté non-dominant à l'examen final. Cela tend à une amélioration clinique de la cinétique scapulaire.

Concernant l'amplitude totale de la sonnette externe de la scapula, nous en avons initialement recensé sept incomplètes ($< 50^\circ$) du côté dominant et quatre du côté non-dominant. L'examen final a permis d'en déceler cinq du côté dominant et deux du côté non-dominant, ce qui ne suggère pas distinctement une évolution générale positive. Néanmoins, en observant la moyenne de l'amplitude totale de toutes les joueuses, nous constatons qu'elle est passée de $40,5^\circ$ à 46° pour le côté dominant. Cette augmentation est statistiquement significative ($p = 0,04$) et révèle une amélioration clinique de 13%. Toutefois, du côté non-dominant, l'amélioration clinique n'est à peine de 4%. Cela peut s'expliquer par le fait que seulement quatre joueuses présentaient un déficit du côté non-dominant, d'autant plus que l'amplitude de trois d'entre elles étaient déjà de 45° .

En ce qui concerne l'articulation gléno-humérale, sept décentrages antéro-supérieurs ont été constatés initialement du côté dominant et trois du côté non-dominant. Quatre déficits n'ont finalement pas été corrigés du côté dominant et deux du côté non-dominant. Pourtant, nous observons un gain d'amplitude remarquable pour la plupart des joueuses encore déficitaires. En moyenne, l'ensemble des joueuses a gagné $7,5^\circ$ du côté dominant et 6° du côté non-dominant. En analysant les moyennes initiales et finales des amplitudes de flexion de l'ensemble des joueuses, nous constatons une amélioration clinique de 7% du côté dominant et de 5% du côté non-dominant. Ces améliorations sont statistiquement significatives ($p = 0,02$ et $p = 0,01$). Les conclusions de l'évolution du dérapage en spin sont quasiment similaires à celles du décentrage antéro-supérieur, bien qu'elles soient plus fortes. En observant les moyennes des amplitudes d'abduction, nous remarquons une amélioration clinique de 11% du côté dominant et de 9% du côté non-dominant. Ces améliorations sont également statistiquement significatives ($p = 0,008$ et $p = 0,007$).

Enfin, d'après l'examen initial des amplitudes rotatoires de l'articulation gléno-humérale dominante, cinq joueuses possédaient une différence de plus de 5° entre le TROM du côté dominant et celui du côté non-dominant, dont quatre qui présentaient également un

GIRD supérieur à 18°. Cela les exposait à un risque pathologique plus important que la joueuse 3, qui elle possédait uniquement un GIRD trop élevé. En effet, dans son cas, l'ERG compensait le GIRD. Suite à notre intervention, une seule joueuse est encore sujette au risque pathologique en cumulant les deux déficiences, tandis que les autres ne le sont plus. L'analyse des moyennes affirme une amélioration clinique de l'écart entre les TROM dominants et non-dominants de 47%, ainsi qu'une amélioration clinique du GIRD de 45% qui est également statistiquement significative ($p = 0,03$).

6.5. Résultats des tests spécifiques

D'après les tests spécifiques, nous n'avons retrouvé ni d'instabilités antérieures, ni de conflits antéro-supérieurs, ni de douleurs tendineuses au niveau de l'épaule non-dominante de nos dix joueuses. A l'inverse, les conflits antéro-supérieurs et antéro-internes de l'épaule dominante sont fréquemment rencontrés dans notre étude.

En comparant les résultats des deux examens, nous remarquons que certaines déficiences ont majoritairement été corrigées telles que l'instabilité antérieure et le conflit antéro-supérieur de l'épaule dominante ainsi que le conflit postéro-supérieur de l'épaule non-dominante au vu de leurs ratios respectifs (4 sur 5, 4 sur 6 et 3 sur 3). Le nombre de conflits antéro-internes a diminué de moitié du côté dominant comme du côté non-dominant, tout comme celui des conflits postéro-supérieurs du côté dominant. Dans l'ensemble, nous observons une honnête amélioration clinique.

Enfin, en ce qui concerne l'évaluation des tendons de la coiffe des rotateurs, nous pouvons remarquer que le muscle supra-épineux est le plus touché. Il est important de rappeler qu'un test positif nous amène à suspecter une tendinopathie et non à l'authentifier. En prenant conscience du nombre restreint de déficiences intra-catégories, nous préférons réaliser une analyse globale. Huit tests positifs sur treize initialement sont devenus négatifs, tandis que cinq sont restés positifs. Cela correspond à une amélioration clinique satisfaisante. En outre, il est remarquable que deux tests se sont révélés finalement positifs sans l'avoir été initialement, à savoir celui du petit-rond pour la joueuse 3, et de l'infra-épineux pour la joueuse 10.

7. DISCUSSION

D'après l'analyse de nos résultats, nous pouvons prétendre que notre programme de prévention a permis de corriger efficacement plusieurs paramètres. La morpho-statique, les dyskinésies scapulaires, les conflits et les décentrages de la tête humérale ont été améliorés au niveau des deux épaules. Il en est de même pour l'intensité de la douleur perçue lors de l'activité sportive, les amplitudes rotatoires, les instabilités antérieures et les douleurs tendineuses au niveau de l'épaule dominante. Nous pouvons affirmer que ce programme a répondu à la plupart des sous-objectifs que nous avons préalablement établis. Il est à noter qu'au cours de notre intervention des tests positifs concernant les tendons de la coiffe des rotateurs sont apparus chez les joueuses 3 et 10.

7.1. Discussion des résultats

En observant le cas de la joueuse 3, nous pouvons remarquer qu'elle présentait au niveau de l'épaule dominante des conflits antéro- et postéro-supérieurs et une symptomatologie douloureuse des tendons des muscles infra- et supra-épineux lors de contraction résistée. A l'examen final, elle répond encore positivement aux tests du conflit postéro-supérieur et du supra-épineux, tandis que celui du petit rond est devenu positif. En ayant conscience que les muscles infra-épineux et petit rond sont tous deux rotateurs externes de l'articulation gléno-humérale, nous pouvons nous demander si l'apparition de la douleur tendineuse du petit rond n'est-elle pas due à une compensation accrue lors du geste de lancer ? En effet, la phase de décélération du tir est très traumatisante pour les rotateurs externes (10). Quant à la joueuse 10, l'apparition de la douleur du tendon de l'infra-épineux ne provient-elle pas de la persistance de l'instabilité antérieure et du conflit postéro-supérieur ? Un conflit postéro-supérieur est susceptible d'affecter le tendon de l'infra-épineux. En plus, nous pouvons nous apercevoir que c'est l'unique joueuse qui présente encore un GIRD $> 18^\circ$, ce qui révèle une rétraction capsulaire postéro-inférieure. Cette dernière favorise une translation postéro-supérieure de la tête humérale, d'autant plus lorsqu'elle est associée à instabilité antérieure (28,55).

Nous pouvons également imaginer que dans les deux situations l'irritation tendineuse aurait pu être présente initialement mais à un stade trop faible pour être décelée par le test

initial. Enfin, nous pouvons, à l'inverse, nous interroger sur la notion de fiabilité des tests que nous avons utilisés. « *Un test est considéré comme fiable, s'il produit une information reproductible, précise et spécifique* » (52). La notion d'utilité clinique caractérise la fiabilité d'un test et peut être évaluée par plusieurs paramètres, notamment par sa sensibilité et sa spécificité. « *Un test qui possède une sensibilité élevée permet d'exclure plus sereinement une affection particulière, tandis qu'un test doté d'une haute spécificité permet de l'inclure* » (52). Bien que la sensibilité et la spécificité des tests, que nous avons utilisés pour évaluer les tendons de la coiffe des rotateurs, ne soient pas parfaites, elles nous paraissent suffisantes pour donner un ordre d'idée sur l'état du tendon. En effet, d'un point de vue préventif, notre objectif était simplement de savoir si la joueuse ressentait une douleur lors de la contraction résistée, puis d'observer si notre programme pouvait faire disparaître cette douleur. Toutefois, si le but avait été de diagnostiquer une tendinopathie, nous aurions également évalué la présence de la douleur à la mise en tension et la palpation du tendon (34).

7.2. Discussion des notions d'observance et d'adhésion

Les termes d'adhésion et d'observance sont utilisés dans la littérature pour les maladies chroniques qui nécessitent un traitement à long terme (56). Ces notions peuvent être également employées dans le cadre de la prévention et il semble essentiel de les prendre en considération. En effet, l'observance correspond ici à l'adéquation entre le comportement des joueuses et l'exactitude de la réalisation du programme de prévention. Pour pouvoir contrôler cette variable, nous avons supervisé les joueuses lors de l'exécution des exercices de prévention et nous nous sommes assuré que ces derniers n'engendraient aucune douleur.

Les joueuses ont adhéré volontairement à notre programme et ont accepté d'accomplir régulièrement les exercices. Selon Prochaska et Di Clemente, l'adhésion est liée à l'intention et à la motivation (57). C'est pourquoi, nous avons pris le temps d'expliquer aux joueuses la nécessité de la prévention pour pratiquer le sport de haut niveau. En dehors des séances du programme de prévention, nous n'avons pas de contrôle sur l'hygiène de vie personnelle de chacune des joueuses. Une sensibilisation relative à certaines notions élémentaires de l'hygiène du sportif telles que la récupération, l'équilibre alimentaire, l'hydratation et l'hygiène bucco-dentaire aurait été bénéfique (58,59).

7.3. Discussion des limites de l'étude

Nous devons émettre des réelles réserves quant au niveau de preuve de nos résultats. En effet, notre expérimentation fait office d'étude primaire qui pourrait être poursuivie en atténuant ses limites et ses biais. L'étude aurait mérité d'être menée sur une population plus importante, puisqu'un échantillon de dix handballeuses reste trop faible pour en déduire des résultats scientifiquement prouvables. Il aurait été intéressant que l'approche méthodologique se dote d'une population témoin de comparaison bénéficiant par ailleurs des mêmes conditions d'entraînements. En effet, dans le cadre de notre étude, l'arrivée de la trêve de la compétition constitue un réel biais.

Un examen intermédiaire aurait permis d'obtenir une meilleure compréhension de l'évolution de nos paramètres. Ont-ils bénéficié d'une amélioration lente et progressive ou rapide ? A partir de quel moment, cette amélioration s'est-elle stabilisée ? La répétition des exercices de prévention contribue-t-elle au maintien de cette stabilisation ? Est-ce qu'un tel programme de prévention ne devrait-il pas faire partie intégrante de l'entraînement de la handballeuse ? La recherche de performance dans le sport de haut niveau semble négliger toute forme de prévention, qu'elle soit intensive ou non. Notre étude a montré qu'un programme de prévention adapté a diminué les risques pathologiques. De ce fait, les trêves sportives devraient être l'occasion d'augmenter la part de la prévention par rapport à l'entraînement proprement dit.

Enfin, il aurait également été pertinent de s'intéresser à l'analyse des gestes sportifs, ainsi qu'à la force des muscles péri-scapulaires mais surtout à celle des muscles de la coiffe des rotateurs. Bien que la pratique du handball n'engendre pas de déséquilibre entre les rotateurs internes et les rotateurs externes, lorsqu'il est présent, il constitue un facteur de risque de survenue de pathologies de l'épaule dominante. En effet, selon l'étude d'Edouard sur seize handballeuses, celles qui présentent un déséquilibre au début de la saison auraient un risque pathologique 2,6 fois plus important que celles qui n'en présentent pas (41). Cela suggère « *l'intérêt d'explorer, au niveau individuel, la force musculaire isocinétique des rotateurs afin de dépister les sujets à risque et de pouvoir mettre en place une prévention spécifique et adaptée* » (60). Cela nous conduit à la notion de spécificité du programme de

prévention. Bien qu'elle ne constitue pas l'objet de notre étude, elle semble tout de même être une piste intéressante à approfondir.

8. CONCLUSION

Les épaules, dominante et non-dominante, sont extrêmement sollicitées dans la pratique du handball. Elles sont exposées à un risque pathologique manifeste. Suite à notre intervention, nous avons pu observer que la mise en place de notre programme de prévention auprès de handballeuses semi-professionnelles favorise la diminution de l'intensité de la douleur perçue lors de l'activité sportive ainsi que la réharmonisation morpho-statique, articulaire et musculaire des épaules.

Notre étude a montré que la kinésithérapie préventive pouvait diminuer les risques pathologiques qu'encourent les épaules de la handballeuse. Elle rend compte du rôle de la prévention dans le milieu du sport. Toutefois, elle ne constitue qu'un travail préliminaire qui mériterait d'être approfondi pour pouvoir confirmer ses résultats.

BIBLIOGRAPHIE

1. Fédération française de handball : FFHB: Historique Clubs et licenciés [En ligne]. [Page consultée le 8 avril 2017] <<http://www.ff-handball.org/ffhb/presentation/histoire/historique-clubs-et-licencies.html>>
2. Fieseler G, Jungermann P, Koke A, Irlenbusch L, Delank K-S, Schwesig R. Range of motion and isometric strength of shoulder joints of team handball athletes during the playing season, Part II: changes after midseason. *J Shoulder Elbow Surg*, mars 2015;24(3):391- 398.
3. Dufour M. Rafrâchissement de mémoire sur l'anatomo-biomécanique de l'épaule. *Kinésithérapie Rev*, mars 2016;16(171):24- 34.
4. Dufour M, Pillu M. Biomécanique fonctionnelle: rappels anatomiques, stabilités, mobilités, contraintes : membres, tête, tronc. Paris: Masson; 2006.
5. Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur: ostéologie, arthrologie, myologie, neurologie, angiologie, morpho-topographie, Tome 2 : membre supérieur. 2^e ed. Issy-les-Moulineaux: Masson; 2007.
6. Appleby B. The throwing shoulder : a review of functional anatomy, biomechanics, injury prevention and rehabilitation strategies. *J Aust Strength Cond*, avril 2016;24(2):18- 33.
7. Blaimont P, Taheri A. Biomécanique de l'épaule : de la théorie à la clinique. Paris, Berlin, Heidelberg : Springer; 2006.
8. Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur: ostéologie, arthrologie, myologie, neurologie, angiologie, morpho-topographie, Tome 3 : tête et tronc. 2^e ed. Issy-les-Moulineaux: Masson; 2007.
9. Bonnel F, Marc T. Les muscles de l'épaule : nouvelle anatomie, biomécanique, rééducation. Montpellier: Sauramps médical; 2016.
10. Erickson BJ, Thorsness RJ, Hamamoto JT, Verma NN. The Biomechanics of Throwing. *Oper Tech Sports Med*, septembre 2016;24(3):156- 161.
11. Seroyer ST, Nho SJ, Bach BR, Bush-Joseph CA, Nicholson GP, Romeo AA. The Kinetic Chain in Overhead Pitching. *Sports Health*, mars 2010;2(2):135- 146.
12. Guillo S, Landreau P, Flurin PH. L'épaule du lanceur. *J Traumatol Sport*, mars 2007;24(1):23- 31.

13. Mlynarek RA, Lee S, Bedi A. Shoulder Injuries in the Overhead Throwing Athlete. *Hand Clin*, février 2017;33(1):19- 34.
14. Fieseler G, Jungermann P, Koke A, Irlenbusch L, Delank KS, Schwesig R. Glenohumeral range of motion (ROM) and isometric strength of professional team handball athletes, part III: changes over the playing season. *Arch Orthop Trauma Surg*, décembre 2015;135(12):1691- 1700.
15. Almeida GPL, Silveira PF, Rosseto NP, Barbosa G, Ejnisman B, Cohen M. Glenohumeral range of motion in handball players with and without throwing-related shoulder pain. *J Shoulder Elbow Surg*, mai 2013;22(5):602- 607.
16. Hibberd EE, Shutt CE, Oyama S, Blackburn JT, Myers JB. Physical contributors to glenohumeral internal rotation deficit in high school baseball players. *J Sport Health Sci*, septembre 2015;4(3):299- 306.
17. Kinsella SD, Thomas SJ, Huffman GR, Kelly JD. The Thrower's Shoulder. *Orthop Clin N Am*, juin 2014;45(3):387-401.
18. Roach NT, Lieberman DE, Gill TJ, Palmer WE, Gill TJ. The effect of humeral torsion on rotational range of motion in the shoulder and throwing performance. *J Anat*, mars 2012;220(3):293- 301.
19. Schwab LM, Blanch P. Humeral torsion and passive shoulder range in elite volleyball players. *Phys Ther Sport*, mai 2009;10(2):51- 56.
20. Wilk KE, Macrina LC, Arrigo C. Passive Range of Motion Characteristics in the Overhead Baseball Pitcher and Their Implications for Rehabilitation. *Clin Orthop*, juin 2012;470(6):1586- 1594.
21. Seroyer ST, Nho SJ, Bach BR, Bush-Joseph CA, Nicholson GP, Romeo AA. Shoulder Pain in the Overhead Throwing Athlete. *Sports Health*, mars 2009;1(2):108- 120.
22. Cools AM, Johansson FR, Borms D, Maenhout A. Prevention of shoulder injuries in overhead athletes: a science-based approach. *Braz J Phys Ther*, octobre 2015;19(5):331- 339.
23. Wilk KE, Macrina LC, Fleisig GS, Porterfield R, Simpson CD, Harker P, Paparesta N, Andrews JR. Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*, février 2011;39(2):329- 335.
24. Wilk KE, Williams RA, Dugas JR, Cain EL, Andrews JR. Current Concepts in the Assessment and Rehabilitation of the Thrower's Shoulder. *Oper Tech Sports Med*, septembre 2016;24(3):170- 180.

25. Clarsen B, Bahr R, Andersson SH, Munk R, Myklebust G. Reduced glenohumeral rotation, external rotation weakness and scapular dyskinesis are risk factors for shoulder injuries among elite male handball players: a prospective cohort study. *Br J Sports Med*, septembre 2014;48(17):1327- 1333.
26. Chanussot JC, Danowski RG. *Traumatologie du sport*. 8^e ed. Issy-les-Moulineaux: Masson; 2012.
27. Lädermann A, Chagué S, Kolo FC, Charbonnier C. Kinematics of the shoulder joint in tennis players. *J Sci Med Sport*, janvier 2016;19(1):56- 63.
28. Rodineau J, Besch S. *Les conflits du membre supérieur chez le sportif : 28e Journée de traumatologie du sport de la Pitié-Salpêtrière*. Issy-les-Moulineaux: Masson; 2010.
29. Bedi G. Shoulder injury in athletes. *J Clin Orthop Trauma*, décembre 2011;2(2):85- 92.
30. Kirchhoff C, Imhoff AB. Posterosuperior and anterosuperior impingement of the shoulder in overhead athletes-evolving concepts. *Int Orthop*, mai 2010;34(7):1049- 1058.
31. Da Silva RT. Sports injuries of upper limbs. *Rev Bras Ortop*, mars 2010;45(2):122- 131.
32. Maenhout A, Dhooge F, Van Herzele M, Palmans T, Cools A. Acromiohumeral distance and 3-dimensional scapular position change after overhead muscle fatigue. *J Athl Train*, mars 2015;50(3):281- 288.
33. Marc T, Rifkin D, Gaudin T, Teissier J, Bonnel F. Rééducation d'une épaule douloureuse, faire simple ou compliqué ? Faire compliqué. *Rev Rhum Monogr*, juin 2010;77(3):246- 252.
34. Pruvost J. Pathologie tendineuse du sportif. *Traité de Médecine Akos* 2011:1-9 [6-0620]
35. Srour F, Nephtali JL. Examen clinique et tests de la scapula. *Kinésithérapie Rev*, juillet 2012;12(127):40- 9.
36. Marc T. Coiffe des rotateurs : de la rééducation des abaisseurs au concept global de l'épaule (CGE). *Kinésithér Scient*, octobre 2008;492:61-63.
37. Fabri S, Aubert D, Rifkin D, Morana C. Le muscle en rééducation, ce que l'on fait et ce qu'il faudrait faire (à compléter). *Kinésithér Scient*, 2015;569:19-27.
38. Lagniaux F. Analyse isocinétique de la balance des rotateurs de l'épaule chez des handballeuses féminines de haut niveau. *J Traumatol Sport*, mars 2015;32(1):15- 21.
39. Edouard P, Calmels P. Adaptation de la force isocinétique des muscles rotateurs de l'épaule à la pratique sportive. *J Traumatol Sport*, juin 2012;29(2):86- 90.

40. Andrade MDS, Fleury AM, De Lira CAB, Dubas JP, Da Silva AC. Profile of isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of shoulder rotator muscles in elite female team handball players. *J Sports Sci*, mai 2010;28(7):743- 749.
41. Edouard P, Gremeaux V, Degache F, Gasq D, Calmels P. L'épaule du lanceur : quel équilibre musculaire pour une meilleure performance et la prévention des blessures? *Mov Sport Sci Sci Mot*, mai 2014;(85):45- 52.
42. Andrade MDS, De Lira CAB, Vancini RL, De Almeida AA, Benedito-Silva AA, Da Silva AC. Profiling the isokinetic shoulder rotator muscle strength in 13- to 36-year-old male and female handball players. *Phys Ther Sport*, novembre 2013;14(4):246- 252.
43. Reinold MM, Gill TJ, Wilk KE, Andrews JR. Current Concepts in the Evaluation and Treatment of the Shoulder in Overhead Throwing Athletes, Part 2. *Sports Health*, mars 2010;2(2):101- 115.
44. Wilk KE, Hooks TR. Rehabilitation of the throwing athlete : where we are in 2014. *Clin Sports Med*, avril 2015;34(2):247-261.
45. Mascarin NC, De Lira CA, Vancini RL, De Castro Pochini A, Da Silva AC, Dos Santos Andrade M. Strength Training Using Elastic Band Improves Muscle Power and Throwing Performance in Young Female Handball Players. *J Sport Rehabil*, août 2016;1- 25.
46. Srouf F, Nephtali JL. Rééducation des épaules présentant une dyskinésie de la scapula. *Kinésithér Rev*, avril 2012;12(127):50-62.
47. Cools AMJ, Struyf F, De Mey K, Maenhout A, Castelein B, Cagnie B. Rehabilitation of scapular dyskinesis: from the office worker to the elite overhead athlete. *Br J Sports Med*, avril 2014;48(8):692- 697.
48. Reinold MM, Curtis AS. Microinstability of the shoulder in overhead athlete. *Int J Sports Phys Ther*, octobre 2013;8(5):601- 616.
49. Harshbarger ND, Eppelheimer BL, Valovich McLeod TC, Welch McCarty C. The effectiveness of shoulder stretching and joint mobilizations on posterior shoulder tightness. *J Sport Rehabil*, novembre 2013;22(4):313- 319.
50. Oyama S, Goerger CP, Goerger BM, Lephart SM, Myers JB. Effects of non-assisted posterior shoulder stretches on shoulder range of motion among collegiate baseball pitchers. *Athl Train Sports Health Care*, juillet 2010;2(4):163- 170.
51. Kibler WB, Kuhn JE, Wilk K, Sciascia A, Moore S, Laudner K, Ellenbecker T, Thigpen C, Uhl T. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology -10-year update. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg*, janvier 2013;29(1):141- 161.

52. Cleland J, Pillu M. Examen clinique de l'appareil locomoteur : tests, évaluation et niveaux de preuves. Issy-les-Moulineaux: Masson; 2007.
53. McFarland EG, Tanaka MJ, Papp DF. Examination of the Shoulder in the Overhead and Throwing Athlete. Clin Sports Med, octobre 2008;27(4):553-578.
54. Coste J, Noël E. Examen programmé de l'épaule. Kinésithérapie Rev, mars 2016;16(171):43- 47.
55. Rodineau J, Besh S. L'épaule du sportif : ses pathologies les plus courantes : 32^e journée de traumatologie du sport de la Pitié-Salpêtrière. Montpellier: Sauramps Médical; 2014.
56. Lamouroux A, Magnan A, Vervloet D. Compliance, observance ou adhésion thérapeutique : de quoi parlons-nous ? Rev Mal Respir, février 2006;22(1):31-34.
57. HAS. Modèle transthéorique des changements de comportements de Prochaska et DiClemente [Internet]. 2014 [cité le 7 avril 2017]. Disponible sur: http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/201411/outil_modele_prochaska_et_diclemente.pdf
58. Kipgen L, Kaux JF, Rompen E, Hérion F. Impact de l'hygiène bucco-dentaire sur le sport. Revue de la littérature. J Traumatol Sport, mars 2015;32(1):41- 45.
59. Malgoyre A, Sanchez H, Koulmann N, Mora C, Bigard X. L'entraînement commence à table. Médecine Nutr, 2013;49(3):104- 109.
60. Tonin K, Stražar K, Burger H, Vidmar G. Adaptive changes in the dominant shoulders of female professional overhead athletes: mutual association and relation to shoulder injury. Int J Rehabil Res, septembre 2013;36(3):228- 235.

SOMMAIRE DES ANNEXES

ANNEXE I : Eléments stabilisateurs passifs et actifs de l'articulation gléno-humérale

ANNEXE II : Articulation scapulo-serrato-thoracique et ses muscles stabilisateurs

ANNEXE III : Gestuelle handballistique

ANNEXE IV : Déficiences liées à la pratique du handball

ANNEXE V : Exercices du programme de prévention

ANNEXE VI : Détails des données de la population

ANNEXE VII : Formulaires d'information et de consentement éclairé

ANNEXE VIII : Examens kinésithérapiques

ANNEXE IX : Détails des résultats

ANNEXE I : Eléments stabilisateurs passifs et actifs de l'articulation gléno-humérale

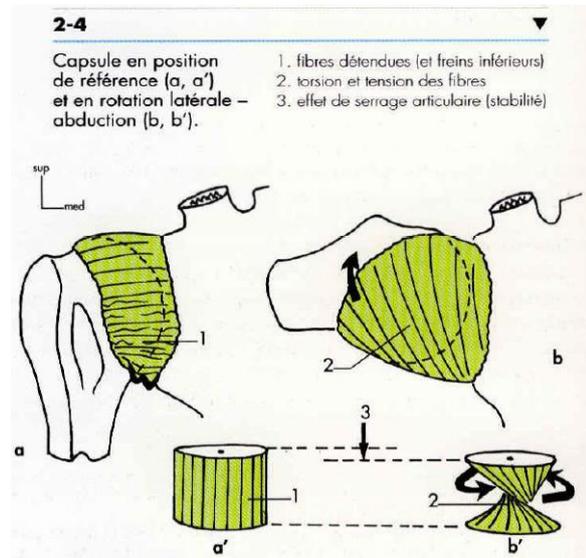


Figure 1 : Capsule articulaire de l'articulation gléno-humérale

Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur, tome 2. 2^e ed. Paris: Masson; 2007

Fig. 9-34 – Les trois pôles ligamentaires de l'épaule : le verrou antéro-latéral (1), l'ancrage latéral (2), le pivot médial (3).

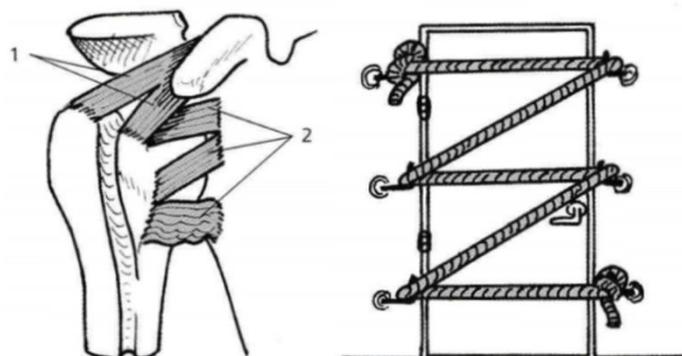


Figure 2 : Verrou ligamentaire antéro-latéral formant un zigzag antérieur

Dufour M, Pillu M. Biomécanique fonctionnelle. Paris: Masson; 2006

ANNEXE I : Eléments stabilisateurs passifs et actifs de l'articulation gléno-humérale (suite)

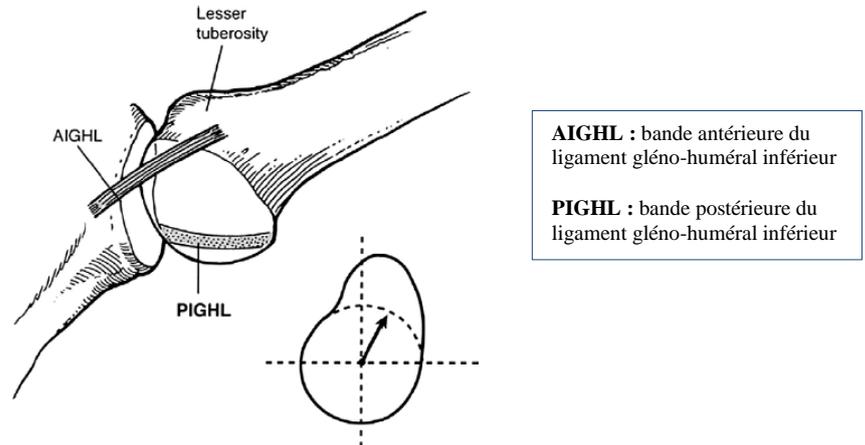


Fig. 2. Le modèle des deux câbles de S. Burkhart.

Figure 3 : Schéma des deux bandes du ligament gléno-huméral inférieur

Guillo S, Landreau P, Flurin PH. L'épaule du lanceur.

Journal de Traumatologie du Sport, 2007;24:23-31



Fig. 9-41 – La coiffe forme un filet de rétention de la tête humérale, assurant la continence.

Figure 4 : Coiffe des rotateurs qui forme un filet de rétention de la tête humérale

Dufour M, Pillu M. Biomécanique fonctionnelle. Paris: Masson; 2006

ANNEXE II : Articulation scapulo-serrato-thoracique et ses muscles stabilisateurs

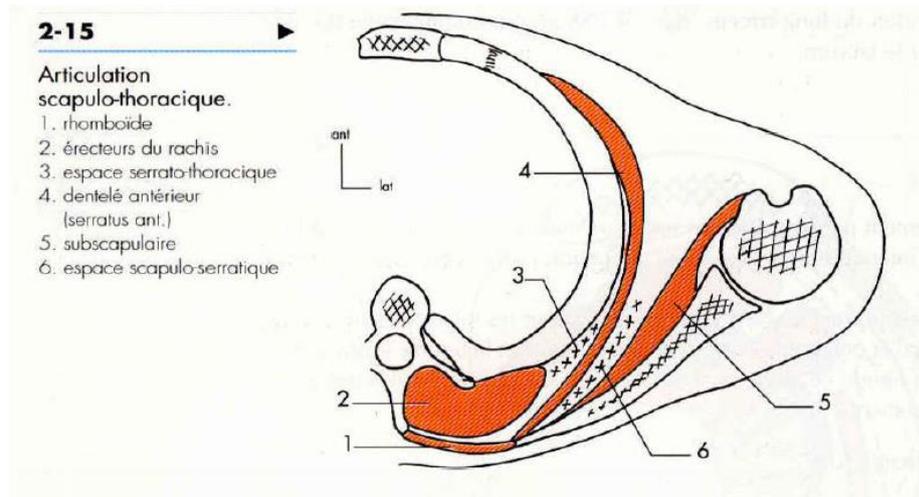


Figure 1 : Articulation scapulo-serrato-thoracique

Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur, tome 2. 2^e ed. Paris: Masson; 2007

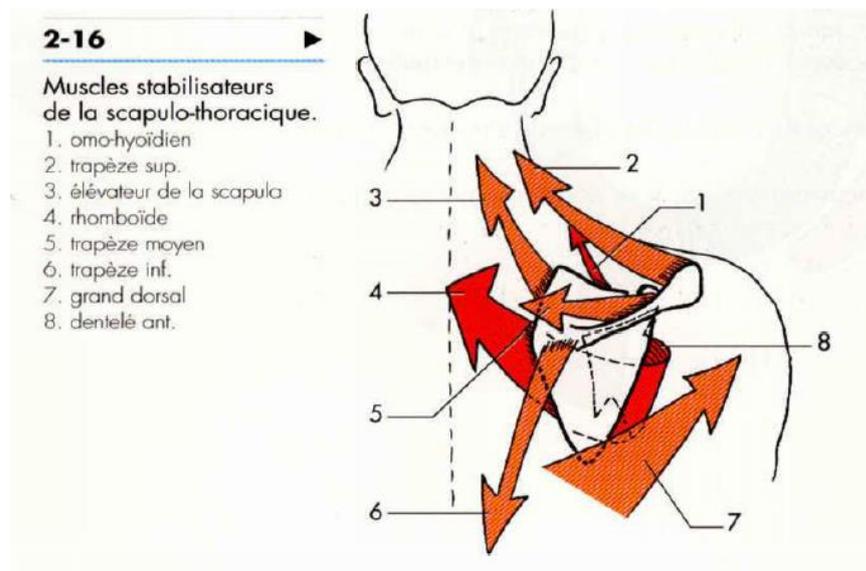


Figure 2 : Muscles stabilisateurs de la scapulo-serrato-thoracique

Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur, tome 2. 2^e ed. Paris: Masson; 2007

ANNEXE III : Gestuelle handballistique

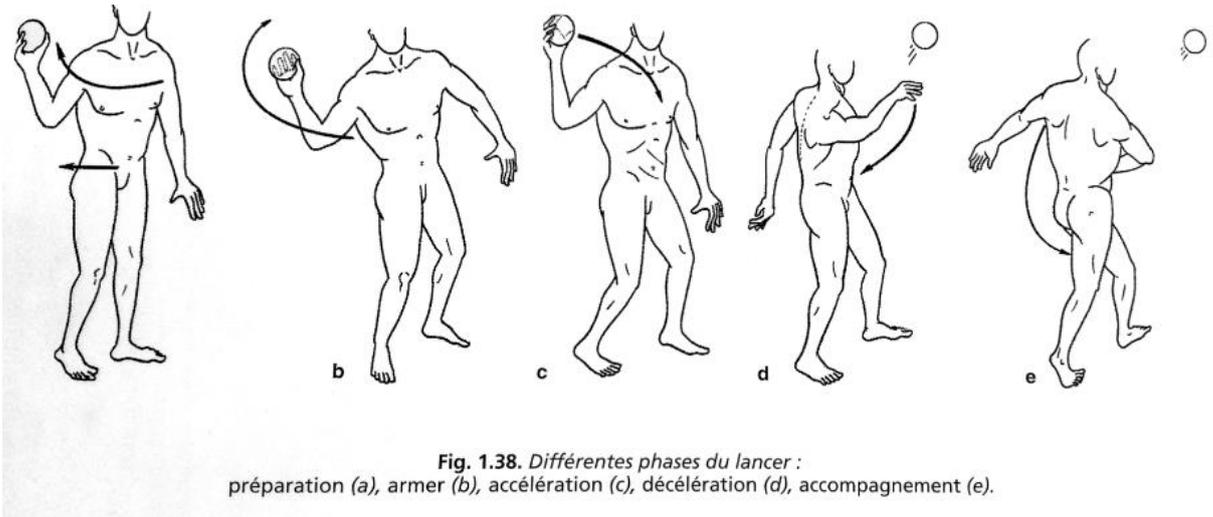


Fig. 1.38. Différentes phases du lancer :
préparation (a), armer (b), accélération (c), décélération (d), accompagnement (e).

Figure 1 : Le tir en appui

Chanussot JC, Danowski RG. Traumatologie du sport. 8^e ed. Paris: Masson; 2012



- (a) : phase de préparation
- (b) : prise de contact
- (c) : freinage

Figure 2 : La neutralisation

ANNEXE IV : Déficiences liées à la pratique du handball

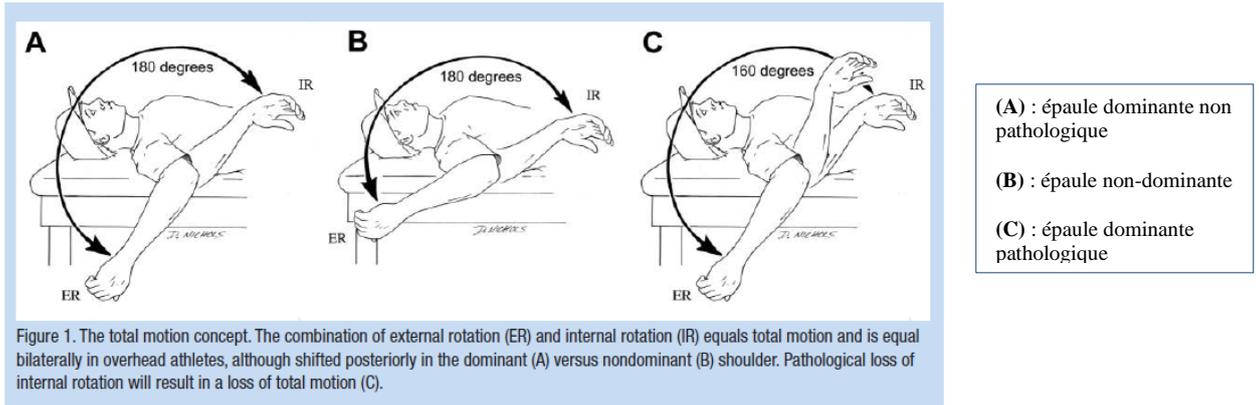


Figure 1 : Amplitude totale de rotation de l'articulation gléno-humérale dominante

Reinold MM, Gill TJ, Wilk KE, Andrews JR. Current Concepts in the Evaluation and Treatment of Shoulder in Overhead Throwing Athletes, Part 2 : Injury Prevention and Treatment. Sport Physical Therapy, 2010;2:101-115

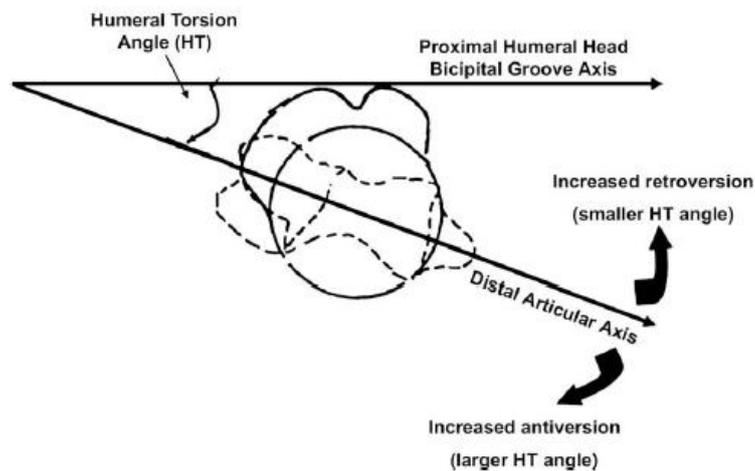
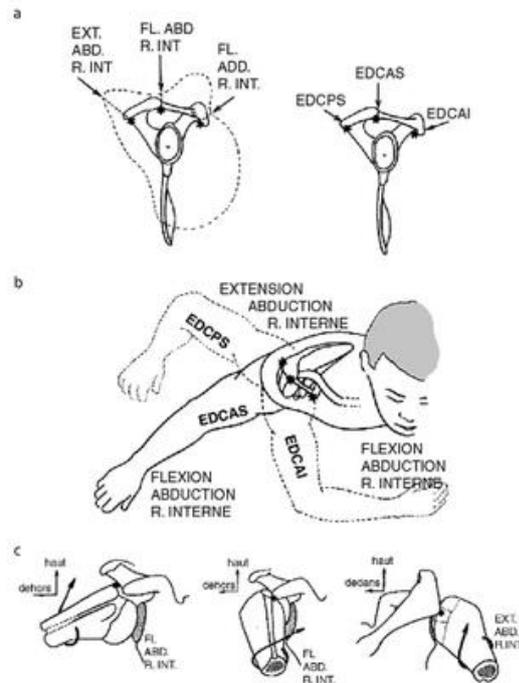


Fig 1. Axial view of humeral head and distal humeral axes defining the humeral torsion (HT) angle.

Figure 2 : Angle de rétroversion humérale

Schwab LM, Blanch P. Humeral torsion and passive shoulder range in elite volleyball players. Physical Therapy in Sport, 2008;10:51-56

ANNEXE IV : Déficiences liées à la pratique du handball (suite)



EDCPS : épaule douloureuse par conflit postéro-supérieur

EDCAS : épaule douloureuse par conflit antéro-supérieur

EDCAI : épaule douloureuse par conflit antéro-interne

FIGURE 1.3. Localisation des zones de conflit de l'épaule. EDCAS au cours du mouvement d'élévation antérolatérale et rotation interne (cartouche a). EDCAI au cours du mouvement d'élévation antérieure en adduction rotation interne (cartouche b). EDCPS au cours du mouvement d'élévation postérolatérale en rotation interne (cartouche c).

Figure 3 : Localisation des zones de conflits de l'épaule

Chanussot JC, Danowski RG. Traumatologie du sport. 8^e ed. Paris: Masson; 2012

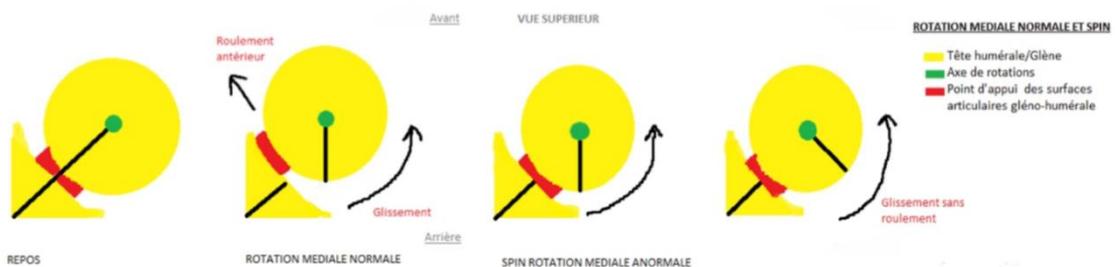


Figure 4 : Dérapage en spin

Gahdoun JL. Le recentrage de l'épaule ? In Institut de Rééducation et de Chirurgie de l'épaule de la Clinique Fontvert à Avignon. [En ligne]. [Page consultée le 22 janvier 2017]

<http://chirurgie-epaule-fontvert.fr/reeduc_recentrage.html>.

ANNEXE V : Exercices du programme de prévention

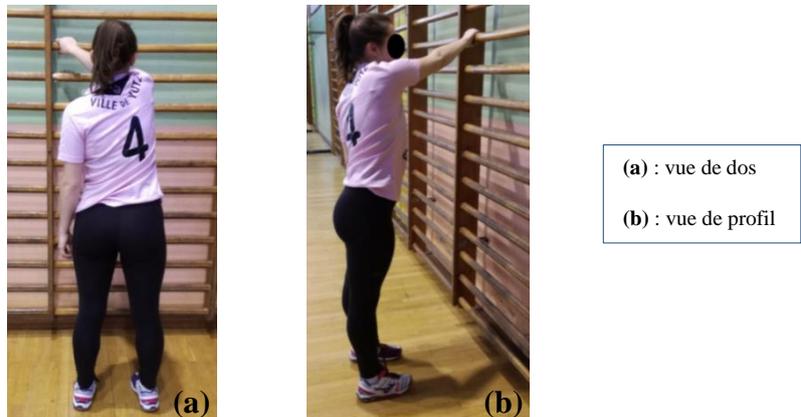


Figure 1 : Recentrage actif de la tête humérale



Figure 2 : Renforcement des muscles de la coiffe des rotateurs

ANNEXE V : Exercices du programme de prévention (suite)

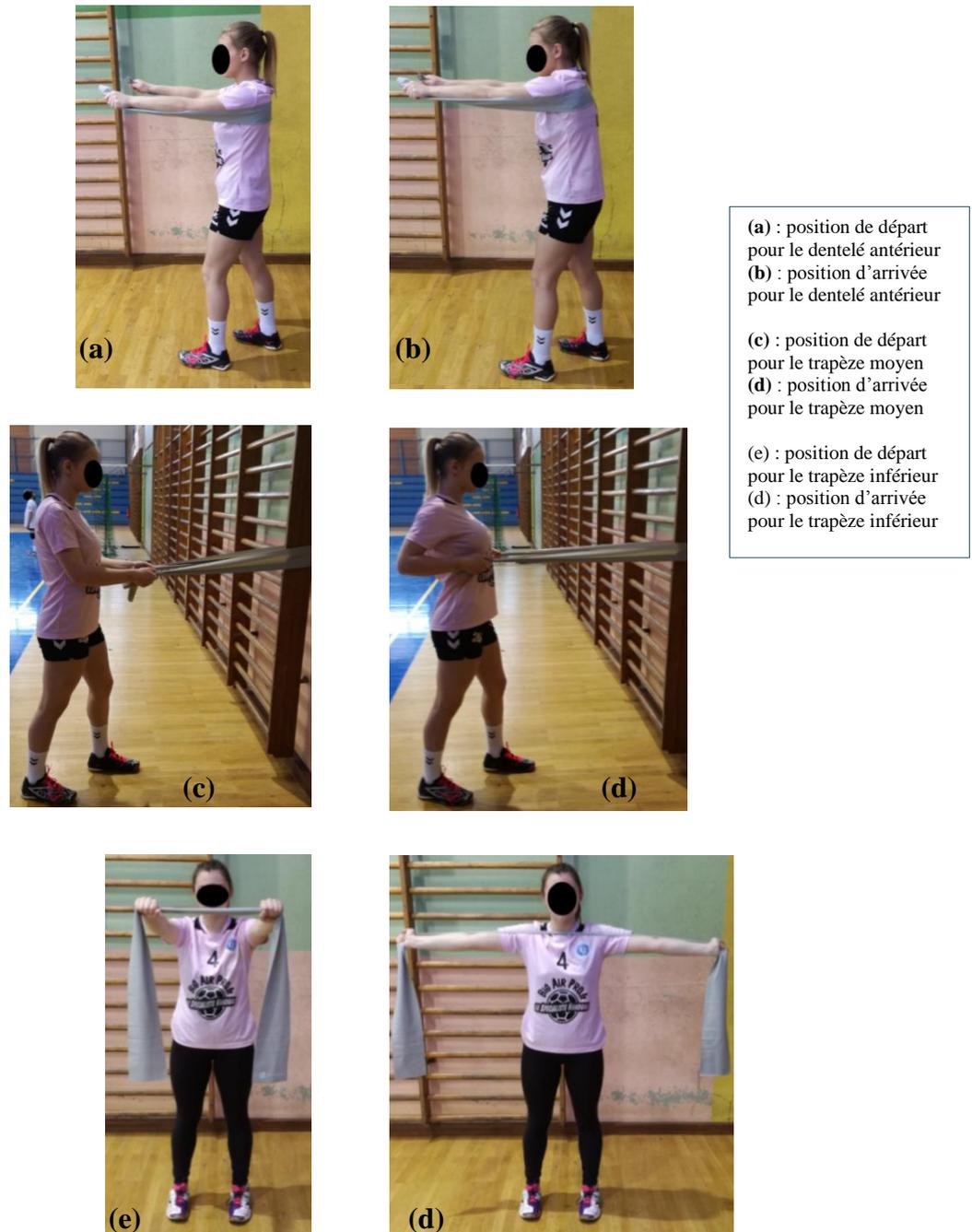


Figure 3 : Renforcement des muscles péri-scapulaires

ANNEXE V : Exercices du programme de prévention (suite)



Figure 4 : Proprioception du complexe global de l'épaule



- (a) : « cross body stretch »
- (b) : « unilateral corner stretch »
- (c) : « modified sleeper stretch »



Figure 5 : Etirements

ANNEXE VI : Détails des données de la population

Tableau I : Présentation de la population

	Sexe	Âge (années)	Taille (cm)	Poids (kg)	Latéralité	Poste principal	Profession ou études suivies	Nombre d'année de pratique	Nombre d'heures de pratique / semaine	Antécédents au niveau de l'ED
Joueuse 1	Femme	18	165	60	Droitière	AL G	Licence	10	10	Pas d'ATCD
Joueuse 2	Femme	19	165	55	Droitière	AR D	DUT	10	10	Tendinopathies d'épaule en août 2015 et septembre 2016
Joueuse 3	Femme	26	170	63	Droitière	AL G	Handballeuse professionnelle	12	10	Tendinopathies d'épaule, dont la dernière en septembre 2016
Joueuse 4	Femme	19	171	65	Droitière	DC	Licence	16	10	Pas d'ATCD
Joueuse 5	Femme	22	172	70	Droitière	AR D	Licence	7	10	Pas d'ATCD
Joueuse 6	Femme	23	173	67	Gauchère	AL D	Assistante sociale	13	10	Tendinopathies d'épaule en mai 2014 et septembre 2015
Joueuse 7	Femme	24	176	67	Droitière	PV	Educatrice spécialisée	12	10	Pas d'ATCD
Joueuse 8	Femme	22	169	64	Droitière	PV	Licence	12	10	Pas d'ATCD
Joueuse 9	Femme	22	176	85	Droitière	AR D	Handballeuse professionnelle	13	10	Pas d'ATCD
Joueuse 10	Femme	32	173	78	Droitière	DC	Indépendante	22	10	Tendinopathies d'épaule
Moyenne		22,7	171	67,4				12,7	10	
Ecart-type		4,08	3,89	8,66				4,03	0,00	

Légende

□ Pas d'ATCD

ANNEXE VII : Formulaire d'information et de consentement éclairé

Formulaire d'information

Mesdames, joueuses de l'équipe de Division 2 de Yutz Handball Féminin,

La pratique du handball requiert un certain nombre de qualités, notamment la maîtrise de certains gestes techniques. La gestuelle handballistique, par sa répétition et son intensité, sollicite particulièrement les épaules dominante et non-dominante de chaque joueur. Ces dernières présentent généralement des troubles musculo-squelettiques dont les conséquences pathologiques sont plus ou moins graves.

Afin de mieux appréhender la prévention de ces troubles musculo-squelettiques, nous vous proposons de participer à notre étude, qui consiste à évaluer les effets de la mise en place d'un programme à visée préventive des pathologies d'épaules, au sein d'une équipe de handballeuses semi-professionnelle.

Pour cela, il vous est demandé de suivre un programme de prévention pendant six semaines, à raison de trois fois /semaine. Ce dernier vous sera exposé puis fourni par écrit suite à la réalisation d'un examen kinésithérapeutique individuel. Enfin, un second examen sera effectué suite à l'achèvement de ces six semaines.

Votre participation à cette étude est librement consentie et il vous est possible de la quitter à tout moment sans aucun préjudice pour vous.

Vous n'aurez aucune charge financière à supporter.

Bien entendu, les données et informations recueillies resteront strictement anonymes et confidentielles.

Figure 1 : Formulaire d'information

ANNEXE VII : Formulaires d'information et de consentement éclairé (suite)

Formulaire de consentement éclairé

Je, soussignée, Mme, Mlle, née le : .../.../.....,

- Après avoir reçu oralement et par écrit toutes les informations nécessaires précisant les modalités du déroulement de cette étude,
- J'ai eu la possibilité de poser toutes les questions qui me paraissent utiles pour la bonne compréhension de la note d'information et de recevoir des réponses claires et précises.
- J'ai disposé d'un délai de réflexion suffisant long avant de prendre ma décision.
- J'accepte librement et volontairement de participer à cette étude dans les conditions ci-dessus, sachant que je suis libre de refuser sans que cela ait de conséquence sur la qualité de mes soins.
- Je suis conscient que je peux arrêter à tout moment ma participation à cette étude sans supporter aucune responsabilité.

Donne mon accord pour participer à cette étude dans les conditions ci-dessous :

- Cet accord ne décharge en rien les organisateurs de l'étude de leur responsabilité.
- Toutes les données et informations qui me concernent resteront strictement anonymes et confidentielles.
- Je pourrai à tout moment demander toute information complémentaire aux organisateurs de l'étude.

Fait à, le .../.../.....

Signature du l'investigateur :

**Signature du Volontaire
Précédée de la mention lu et approuvé :**

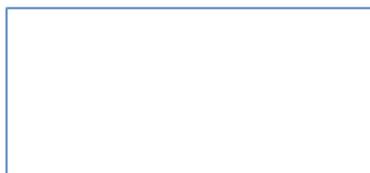


Figure 2 : Formulaire de consentement éclairé

ANNEXE VIII : Examens kinésithérapiques

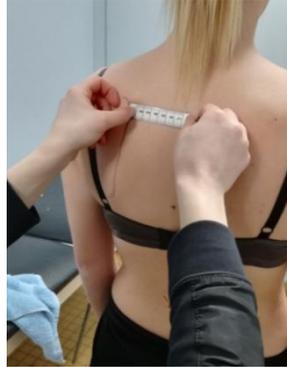
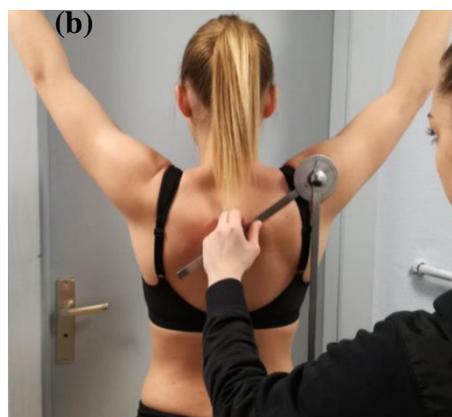


Figure 1 : Mesure de la distance entre l'angle supéro-médiale de la scapula et son épineuse adjacente à l'aide d'un mètre-ruban



(a) : test des petits pectoraux
(b) : test des grands pectoraux

Figure 2 : Tests d'hypoextensibilité des muscles pectoraux



(a) : position de départ
(b) : position d'arrivée

Figure 3 : Mesure de l'amplitude de sonnette externe de la scapula

ANNEXE VIII : Examens kinésithérapiques (suite)



Figure 4 : Evaluation des décentrages de la tête humérale

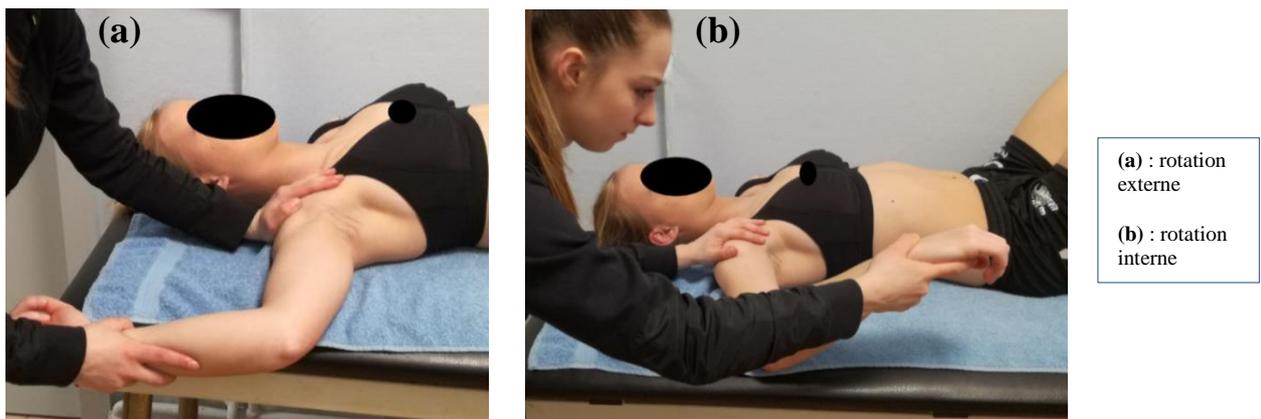


Figure 5 : Evaluation des amplitudes de rotation



Figure 6 : Test de l'instabilité antérieure

ANNEXE VIII : Examens kinésithérapiques (suite)



Figure 7 : Tests des conflits

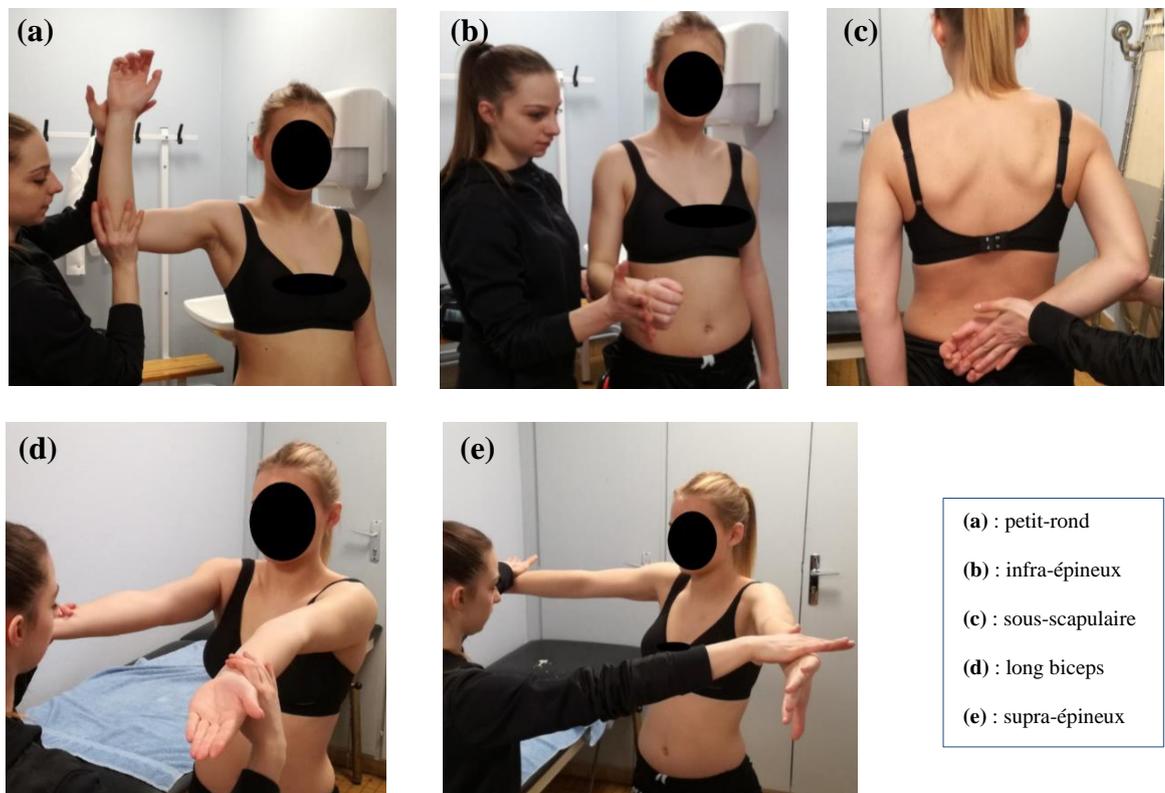


Figure 8 : Tests des tendons de la coiffe des rotateurs

ANNEXE IX : Détails des résultats

Tableau I : Résultats des examens de la douleur de l'épaule dominante

	Intensité à l'activité sportive (EN)		Localisation		Description		Type d'apparition		Date (il y a : ... mois)		Horaire		Mouvement déclencheur	
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F
Joueuse 1	0	0												
Joueuse 2	4	3	Antérieure	Antérieure	Ti.	Ti.	Pr.	Pr.	3	3	PS	PS	Acc.	Acc.
Joueuse 3	7	4	Postérieure et supérieure	Postérieure et supérieure	Ti.	Ti.	Pr.	Pr.	3	3	PS	PS	Acc.	Acc.
Joueuse 4	6	4	Antérieure et supérieure	Antérieure	Ti.	Ti.	Pr.	Pr.	1	1	PS	PS	Armer	Acc.
Joueuse 5	6	6	Antérieure	Antérieure	Ti.	Ti.	Pr.	Pr.	1	1	PS	PS	Acc.	Acc.
Joueuse 6	0	0												
Joueuse 7	0	0												
Joueuse 8	0	0												
Joueuse 9	5	0	Postéro-supérieure		Pi.		Pr.		3		PS		Armer	
Joueuse 10	7	6	Antérieure et supérieure	Antérieure et supérieure	Ti.	Ti.	Pr.	Pr.	12	12	PS	PS	Acc.	Acc.
Moyenne excluant les joueuses non douloureuses	5,83	3,83												
Ecart-type	1,17	2,23												
p =	0,057													

Légende

■ : absence de douleur	Ti : tiraillement
■ : amélioration clinique de la douleur	Pi. : piqûre d'aiguille
I : examen initial	Pr : progressive
F : examen final	Acc. : accélération
	PS : pratique sportive

ANNEXE IX : Détails des résultats (suite)

Tableau II : Résultats des examens de la morpho-statique (1^{ère} partie)

	Attitude en hypercyphose dorsale et en enroulement des épaules		Abaissement de l'épaule dominante		Abaissement de la scapula du côté dominant	
	I	F	I	F	I	F
Joueuse 1	Non	Non	Oui	Alignement	Oui	Alignement
Joueuse 2	Oui	Oui	Fortement	Oui, légèrement	Oui	Alignement
Joueuse 3	Non	Non	Alignement	Alignement	Alignement	Alignement
Joueuse 4	Non	Non	Oui	Alignement	Alignement	Alignement
Joueuse 5	Oui	Non	Oui	Oui, légèrement	Oui	Alignement
Joueuse 6	Non	Non	Alignement	Alignement	Alignement	Alignement
Joueuse 7	Oui	Non	Oui	Alignement	Alignement	Alignement
Joueuse 8	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
Joueuse 9	Oui	Non	Alignement	Alignement	Alignement	Alignement
Joueuse 10	Non	Non	Oui	Oui, légèrement	Oui	Alignement
Nombre total de déficits	4	3	7	4	5	1

Légende

- : absence de déficience
- : présence ou persistance d'une déficience
- : légère amélioration clinique de la déficience
- : amélioration clinique nette de la déficience
- I** : examen initial
- F** : examen final

ANNEXE IX : Détails des résultats (suite)

Tableau II : Résultats des examens de la morpho-statique (2^{ème} partie)

	Position exagérée des scapulas				Position des scapulas : distances (cm) - T1 / angle supéro-médial - T4 / bord médial - T6 / angle inférieur			
	ED		END		I		F	
	I	F	I	F	ED	END	ED	END
Joueuse 1	RI et bascule antérieure	Légères RI et bascule antérieure	RI et bascule antérieure		- 4 - 5,5 - 9	- 3 - 6,5 - 10	- 4,5 - 6 - 9	- 3,5 - 5,5 - 9
Joueuse 2	RI et bascule antérieure	Légère bascule antérieure	RI et bascule antérieure	Légère bascule antérieure	- 5 - 6,5 - 8,5	- 4 - 5,5 - 7,5	- 4 - 6 - 7	- 3,5 - 5 - 6,5
Joueuse 3	RI		RI		- 4 - 7,5 - 11,5	- 3,5 - 7,5 - 11	- 3 - 7 - 10,5	- 4 - 7,5 - 10
Joueuse 4	Bascule antérieure et sagittalisation	Légère bascule antérieure	Bascule antérieure		- 5 - 6,5 - 9	- 3 - 5,5 - 8	- 4,5 - 6 - 8	- 3,5 - 5 - 9
Joueuse 5	Bascule antérieure et sagittalisation	Légère bascule antérieure			- 5 - 7 - 10	- 3 - 6 - 8	- 4 - 6 - 8,5	- 4,5 - 6 - 9
Joueuse 6	Bascule antérieure	Légère bascule antérieure	Bascule antérieure		- 4,5 - 6 - 11	- 4,5 - 6,5 - 11	- 5 - 7,5 - 12	- 4 - 6,5 - 11,5
Joueuse 7	RI et bascule antérieure		RI et bascule antérieure		- 3,5 - 4,5 - 9	- 3 - 5,5 - 9	- 4 - 5 - 9,5	- 3,5 - 5 - 8,5
Joueuse 8					- 4 - 5,5 - 9	- 4 - 5 - 8,5	- 3,5 - 5,5 - 10	- 4 - 5,5 - 9,5
Joueuse 9	Bascule antérieure	Légère bascule antérieure	Bascule antérieure	Légère bascule antérieure	- 4 - 5,5 - 9,5	- 4 - 6,5 - 10	- 4,5 - 6 - 10,5	- 4 - 6,5 - 9,5
Joueuse 10	Bascule antérieure				- 4,5 - 6,5 - 9	- 4 - 6 - 8	- 4,5 - 5,5 - 8	- 4 - 6,5 - 8
Nombre total de déficiences	- 8 bascules antérieures - 4 RI - 2 scapulas sagittalisées	- 4 légères bascules antérieures - 1 légère RI - 1 scapula sagittalisée	- 6 bascules antérieures - 4 RI	- 2 légères bascules antérieures - 1 légère SE	2 sagittalisations		0 sagittalisation	

Légende

 : absence de déficience	I : examen initial	RI : rotation interne
 : présence ou persistance d'une déficience	F : examen final	SE : sonnette externe
 : légère amélioration clinique de la déficience	ED : épaule dominante	
 : amélioration clinique nette de la déficience	END : épaule non-dominante	

ANNEXE IX : Détails des résultats (suite)

Tableau III : Résultats des tests d'hypoextensibilité musculaire

	Petit pectoral				Grand pectoral			
	ED		END		ED		END	
	I	F	I	F	I	F	I	F
Joueuse 1	Légère	Légère	Non	Non	Non	Non	Oui	Non
Joueuse 2	Oui	Oui	Oui	Légère	Oui	Non	Oui	Non
Joueuse 3	Légère	Non	Légère	Non	Non	Non	Non	Non
Joueuse 4	Oui	Légère	Oui	Légère	Oui	Non	Non	Non
Joueuse 5	Oui	Légère	Oui	Légère	Oui	Oui	Non	Non
Joueuse 6	Légère	Légère	Légère	Légère	Non	Non	Non	Non
Joueuse 7	Oui	Non	Légère	Non	Oui	Non	Non	Non
Joueuse 8	Légère	Non	Légère	Non	Non	Non	Non	Non
Joueuse 9	Légère	Légère	Légère	Légère	Oui	Non	Oui	Non
Joueuse 10	Légère	Non	Légère	Non	Oui	Non	Non	Non
Nombre total de déficiences	- 4 hypo-extensibilités - 6 légères hypo-extensibilités	- 1 hypo-extensibilité - 5 légères hypo-extensibilités	- 3 hypo-extensibilités - 6 légères hypo-extensibilités	- 5 légères hypo-extensibilités	- 6 hypo-extensibilités	- 1 hypo-extensibilité	- 3 hypo-extensibilités	- 0 hypo-extensibilité

Légende

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> : absence de déficience : présence ou persistance d'une déficience : légère amélioration clinique de la déficience : amélioration clinique nette de la déficience | <ul style="list-style-type: none"> I : examen initial F : examen final ED : épaule dominante END : épaule non-dominante |
|--|---|

ANNEXE IX : Détails des résultats (suite)

Tableau IV : Résultats de l'examen articulaire de l'articulation scapulo- thoracique

	Dyskinésie scapulaire (type 1 : bascule antérieure excessive, type 2 : rotation médiale excessive, type 3 : translation supérieure excessive, type 4 : translation supérieure excessive)				Sonnette externe de la scapula (50°)						
	ED		END		ED			END			
	I	F	I	F	I	F	Différence (F - I)	I	F	Différence (F - I)	
Joueuse 1	2	2	2	4	50	50	0	55	50	-5	
Joueuse 2	1	1	1	1	35	45	10	45	50	5	
Joueuse 3	2	4	2	4	35	50	15	45	50	5	
Joueuse 4	1	4	4	4	30	40	10	50	45	-5	
Joueuse 5	1	1	4	4	40	35	-5	50	55	5	
Joueuse 6	4	4	4	4	55	50	-5	50	55	5	
Joueuse 7	1	4	1	4	50	55	5	55	50	-5	
Joueuse 8	4	4	4	4	40	50	10	50	55	5	
Joueuse 9	4	4	4	4	35	45	10	40	50	10	
Joueuse 10	3	4	4	4	35	40	5	45	45	0	
Moyenne					40,5	46	5,5	48,5	50,5	2	
Ecart-type					8,32	6,15	6,85	4,74	3,69	5,37	
p =					0,04			0,27			
Nombre total de déficiences	7	3	4	1	7	5		4	2		

Légende

- : absence de déficience
- : présence ou persistance d'une déficience
- : amélioration clinique nette de la déficience
- I** : examen initial
- F** : examen final
- ED** : épaule dominante
- END** : épaule non-dominante

ANNEXE IX : Détails des résultats (suite)

**Tableau V : Résultats de l'examen articulaire de l'articulation gléno-humérale :
les décentrages de la tête humérale**

	Décentrage antéro-supérieur : - Flexion (120°)						Décentrage en spin : - Abduction (100°)					
	ED			END			ED			END		
	I	F	Différence (F - I)	I	F	Différence (F - I)	I	F	Différence (F - I)	I	F	Différence (F - I)
Joueuse 1	125	130	5	130	135	5	120	125	5	125	130	5
Joueuse 2	105	120	15	120	130	10	95	105	10	115	120	5
Joueuse 3	95	110	15	115	125	10	85	105	20	90	110	20
Joueuse 4	105	120	15	125	120	-5	95	90	-5	110	115	5
Joueuse 5	90	100	10	105	115	10	80	90	10	95	110	15
Joueuse 6	125	130	5	130	140	10	90	115	25	95	120	25
Joueuse 7	120	125	5	135	135	0	100	110	10	120	120	0
Joueuse 8	110	105	-5	125	130	5	105	115	10	110	115	5
Joueuse 9	110	125	15	120	125	5	90	105	15	85	100	15
Joueuse 10	85	80	-5	95	105	10	80	90	10	100	105	5
Moyenne	107	114,5	7,5	120	126	6	94	105	11	104,5	114,5	10
Ecart-type	13,98	15,89	7,91	12,25	10,49	5,16	12,20	12,02	8,10	13,43	8,64	8,16
p =	0,02			0,01			0,008			0,007		
Nombre total de déficiences	7	4		3	2		7	3		4	0	

Légende

- : absence de déficience
- : présence ou persistance d'une déficience
- : amélioration clinique nette de la déficience
- I** : examen initial
- F** : examen final
- ED** : épaule dominante
- END** : épaule non-dominante

ANNEXE IX : Détails des résultats (suite)

**Tableau VI : Résultats de l'examen articulaire de l'articulation gléno-humérale :
les amplitudes de rotation**

	Rotation interne en R2 (°) :				Rotation externe en R2 (°) :				TROM (°) (Différence entre ED et END < 5)						GIRD (< 20°)		ERG	
	ED		END		ED		END		I			F			ED		ED	
	I	F	I	F	I	F	I	F	ED	END	Diff.	ED	END	Diff.	I	F	I	F
Joueuse 1	45	50	60	55	120	120	100	110	165	160	-5	170	165	-5	15	5	20	10
Joueuse 2	40	60	60	65	110	110	105	100	150	165	15	170	165	-5	20	5	5	10
Joueuse 3	40	50	60	60	115	110	90	105	155	150	-5	160	165	5	20	10	25	5
Joueuse 4	60	65	70	70	85	100	90	95	145	160	15	165	165	0	10	5	-5	5
Joueuse 5	25	40	50	45	100	105	95	100	125	145	20	145	145	0	25	5	5	5
Joueuse 6	50	55	60	60	95	90	90	90	145	150	5	145	150	5	10	5	5	0
Joueuse 7	50	45	50	55	100	100	100	95	150	150	0	145	150	5	0	10	0	5
Joueuse 8	50	60	60	65	110	105	105	105	160	165	5	165	170	5	10	5	5	0
Joueuse 9	45	55	65	70	90	100	80	80	135	145	10	155	150	-5	20	15	10	20
Joueuse 10	35	45	60	65	105	100	95	95	140	155	15	145	160	15	25	20	10	5
Moyenne	44	52,5	59,5	61	103	104	95	97,5			9,5			5	15,5	8,5		
Ecart-type	9,6	7,91	5,99	7,75	11,1	8,10	7,82	8,58			6,1			3,87	7,56	5,02		
p =	0,01											0,13			0,03			
Nombre total de déficiences											5			1	5	1		

Légende

<ul style="list-style-type: none"> : absence de facteur de risque : présence ou persistance d'un facteur de risque : disparition du facteur de risque I : examen initial F : examen final 	<ul style="list-style-type: none"> ED : épaule dominante END : épaule non-dominante Diff. : différence entre ED et END
---	--

ANNEXE IX : Détails des résultats (suite)

Tableau VII : Résultats des tests spécifiques : instabilité antérieure et conflits

	Instabilité antérieure				Conflit antéro-supérieur				Conflit antéro-interne				Conflit postéro-supérieur				
	ED		END		ED		END		ED		END		ED		END		
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	
Joueuse 1																	
Joueuse 2	Oui				Oui												
Joueuse 3					Oui								Oui	Oui			
Joueuse 4	Oui				Oui				Oui	Oui							
Joueuse 5	Oui				Oui	Oui			Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		Oui		
Joueuse 6									Oui		Oui						
Joueuse 7																	
Joueuse 8									Oui	Oui	Oui	Oui					
Joueuse 9	Oui				Oui				Oui				Oui		Oui		
Joueuse 10	Oui	Oui			Oui	Oui			Oui		Oui		Oui	Oui	Oui		
Nombre total de déficiences	5	1	0	0	6	2	0	0	6	3	4	2	4	2	3	0	

Tableau VIII : Résultats des tests spécifiques : évaluation des tendons

	Petit-rond				Infra-épineux				Sous-scapulaire				Supra-épineux				Tendinopathies du long biceps				
	ED		END		ED		END		ED		END		ED		END		ED		END		
	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	I	F	
Joueuse 1																					
Joueuse 2																	Oui	Oui			
Joueuse 3		Oui			Oui								Oui	Oui							
Joueuse 4									Oui	Oui			Oui								
Joueuse 5	Oui				Oui							Oui			Oui				Oui		
Joueuse 6																					
Joueuse 7																					
Joueuse 8																					
Joueuse 9																					
Joueuse 10	Oui	Oui			Oui				Oui				Oui			Oui	Oui				
Nombre total de déficiences	2	2	0	0	2	1	0	0	2	1	0	0	4	1	0	0	3	2	0	0	

Légende

 : absence de déficience	I : examen initial
 : présence ou persistance d'une déficience	F : examen final
 : amélioration clinique de la déficience	ED : épaule dominante
 : apparition d'une déficience	END : épaule non-dominante