



HAL
open science

Le déficit de force de l'articulation gléno-humérale : facteur de risque de blessure d'épaule chez les sportifs overhead

Darren Trivedi

► To cite this version:

Darren Trivedi. Le déficit de force de l'articulation gléno-humérale : facteur de risque de blessure d'épaule chez les sportifs overhead. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04782758

HAL Id: dumas-04782758

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04782758v1>

Submitted on 14 Nov 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ
ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION
FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE**

**LE DEFICIT DE FORCE DE
L'ARTICULATION GLENO-HUMERALE :
FACTEUR DE RISQUE DE BLESSURE
D'ÉPAULE CHEZ LES SPORTIFS
OVERHEAD**

TRIVEDI Darren

Directeur de mémoire : M. PAVONE Franck

REMERCIEMENTS

Ce mémoire représente la fin de mes années d'études universitaires et le début d'une nouvelle aventure dans le monde professionnel, pleine d'envie et de détermination.

Je tiens à remercier mon directeur de mémoire, Mr Pavone qui m'a permis de me guider et de me conseiller dans l'élaboration de ce mémoire.

Je remercie tous mes tuteurs de stage qui ont pu contribuer au développement de ma pratique professionnelle.

Je suis reconnaissant envers tous mes amis qui ont fait partie de mon parcours personnel et ont rendu cette expérience plus agréable, motivante et amusante, mention spéciale aux groupes Messenger et Snap : Y'a anguille sous roche et Le noyau central.

Je remercie également toute ma famille pour leur soutien permanent et les valeurs que l'on m'a transmises.

Enfin, je voudrais exprimer toute ma gratitude envers ma mère, qui a été impliqué grandement dans la construction de la personne que je suis aujourd'hui. Son dévouement inébranlable, son éducation et son soutien sans faille ont été les piliers sur lesquels j'ai pu m'appuyer jusqu'à maintenant. Je lui suis profondément reconnaissant et j'espère pouvoir la rendre fière en obtenant ce diplôme, qui est en quelque sorte aussi le sien.

Table des matières

1	INTRODUCTION.....	1
1.1	Anatomie de l'épaule.....	1
1.1.1	Ostéologie de l'épaule.....	1
1.1.1.1	L'humérus.....	1
1.1.1.2	Scapula.....	1
1.1.1.3	Clavicule.....	1
1.1.2	Arthrologie de l'épaule.....	2
1.1.2.1	L'articulation scapulo-humérale.....	2
1.1.2.2	L'articulation acromio-claviculaire.....	3
1.1.2.3	L'articulation sterno-costoclaviculaire.....	3
1.1.2.4	L'articulation scapulo-thoracique.....	4
1.1.2.5	L'articulation « sous-deltaïdienne ».....	4
1.1.3	Myologie de l'épaule.....	5
1.1.3.1	Les muscles profonds de l'épaule.....	5
1.1.3.2	Les muscles superficiels de l'épaule.....	5
1.2	Les sports overhead.....	6
1.3	Le geste overhead.....	7
1.3.1	Les différentes phases :.....	7
1.3.2	La chaîne cinétique.....	8
1.4	Adaptation biomécanique du geste overhead.....	9
1.4.1	Adaptation de la rotation externe maximale de l'épaule.....	9
1.4.1.1	Adaptation capsulaire.....	9
1.4.1.2	Adaptation osseuse.....	10
1.4.2	Gestion de l'amplitude totale du mouvement.....	10
1.5	Épidémiologie des blessures d'épaules.....	11
1.5.1	Épidémiologie dans la population générale.....	11
1.5.1.1	Facteurs de risque des TMS.....	11
1.5.2	Épidémiologie chez les sportifs « overhead ».....	12
1.6	Stratégie de prévention actuelle [10].....	13
1.6.1	Prévention primaire.....	13
1.6.2	Prévention secondaire.....	13
1.6.3	Les approches préventives.....	13
1.7	Les facteurs de risque.....	14
1.7.1	Facteur extrinsèque.....	14
1.7.1.1	La position de jeu.....	14
1.7.1.2	La charge d'entraînement.....	14
1.7.2	Facteur intrinsèque.....	14
1.7.2.1	La force de la coiffe des rotateurs.....	14
1.7.2.2	L'amplitude des rotations de l'épaule.....	15
1.7.2.3	La dyskinésie scapulaire.....	15
1.8	Hypothèse théorique.....	15
1.9	Objectif de la revue de littérature.....	15
2	MÉTHODE.....	16
2.1	Critère d'éligibilité des études pour cette revue.....	16
2.1.1	Type d'études sélectionnées.....	16
2.1.2	Modèle PICO.....	17
2.1.2.1	Population.....	17

2.1.2.2	Facteur de risque / Intervention.....	17
2.1.2.3	Comparateur	17
2.1.2.4	Outcome	17
2.2	Méthodologie de recherche des études.....	18
2.2.1	Sources documentaires investiguées	18
2.2.2	Équation de recherche	18
2.3	Méthode d'extraction et analyse des données.....	20
2.3.1	Méthode de sélections des études.....	20
2.3.2	Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées.....	21
2.3.3	Méthode d'extraction des données	21
2.3.4	Synthèse des résultats	21
3	RÉSULTAT.....	22
3.1	Descriptions des études	22
3.1.1	Diagramme de flux.....	22
3.2	Études exclues	23
3.3	Études incluses	24
3.4	Risque de biais des études incluses	30
3.4.1	Grille d'analyse	30
3.4.2	Synthèse des biais.....	31
3.5	Effet de l'intervention sur les critères de jugement.....	32
3.5.1	Achenbach 2020	32
3.5.1.1	Méthode d'évaluation :	32
3.5.1.2	Résultats :.....	32
3.5.2	Forthomme 2018	33
3.5.2.1	Méthode d'évaluation :	33
3.5.2.2	Résultats :.....	33
3.5.3	Hams 2019	34
3.5.3.1	Méthode d'évaluation :	34
3.5.3.2	Résultats :.....	34
3.5.4	Mclaine 2019	35
3.5.4.1	Méthode d'évaluation :	35
3.5.4.2	Résultats :.....	35
3.5.5	Lira 2023	36
3.5.5.1	Méthode d'évaluation :	36
3.5.5.2	Résultats :.....	36
4	DISCUSSION	37
4.1	Analyse des principaux résultats	37
4.1.1	Études validant l'hypothèse	37
4.1.2	Études ne validant pas l'hypothèse	44
4.2	Hétérogénéité des études	48
4.2.1	Les populations étudiées	48
4.2.2	L'évaluation du critère de jugement : la blessure ou douleur d'épaule	49
4.2.3	L'évaluation de la force de l'articulation gléno-humérale	49
4.3	Applicabilité des résultats en pratique clinique.....	50
4.4	Qualité des preuves	52
4.5	Biais potentiels de la revue	53
4.5.1	Grille AMSTAR 2.....	53
4.5.2	Conflit d'intérêt et sources de financements des études incluses.....	54

5	CONCLUSION	55
5.1	Implication pour la pratique clinique.....	55
5.2	Implication pour la recherche.....	55
6	BIBLIOGRAPHIE	56
7	ANNEXES	60

1 INTRODUCTION

1.1 Anatomie de l'épaule

L'épaule représente le lien entre le tronc et le membre supérieur proximal. Elle est qualifiée d'articulation dite suspendue, et reconnue comme articulation ayant la plus grande mobilité du corps humain. Cette épaule qui fait partie du membre supérieur a pour principale fonction « l'orientation de l'extrémité préhensile dans l'espace ». [1]

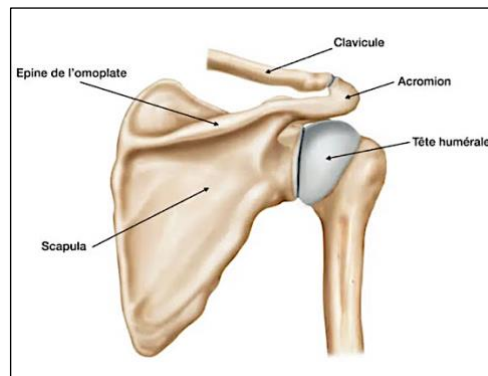


Figure 1 : Anatomie de l'épaule¹

1.1.1 Ostéologie de l'épaule

L'épaule comprend trois os différents : l'humérus, la scapula et la clavicle. Ces trois os vont s'articuler entre eux formant 5 articulations distinctes communément appelées le complexe articulaire de l'épaule [1].

1.1.1.1 L'humérus

Il s'agit d'un os long, bilatéral et asymétrique, il constitue la structure osseuse du bras. L'os est grossièrement divisé en deux : la moitié supérieure donne insertion aux éléments en rapport avec l'épaule, l'inférieure à ceux qui sont en rapport avec le coude. Ainsi établissant une articulation supérieure avec la scapula et une articulation inférieure avec l'ulna et le radius.

1.1.1.2 Scapula

La scapula est un os plat, bilatéral et non symétrique de forme triangulaire à sommet inférieur, formant la partie postérieure et la plus mobile de la ceinture scapulaire. Elle est articulée avec l'humérus, la clavicle et, par plans de glissement interposés, avec le thorax, ce qui forme un ensemble suspendu.

1.1.1.3 Clavicule

C'est un os long, pair et non symétrique, elle a un aspect contourné en S italique. Elle forme le relief antérieur de la ceinture scapulaire et représente, mécaniquement, le pilier antérieur de la mécanique scapulaire. La clavicle est articulée en dehors, avec l'extrémité de la scapula appelée acromion, et en dedans, avec le manubrium sternal.

¹ <https://eric-roulot.com/epaule/anatomie-epaule/> consultation en novembre 2023

1.1.2 Arthrologie de l'épaule

L'ensemble articulaire de l'épaule constitue l'un des systèmes articulaires le plus complexe du corps humain [2]. La grande mobilité de ce complexe est rendue possible grâce à l'interaction de 5 articulations entre elles, 3 vraies articulations et 2 plans de glissements. [3]

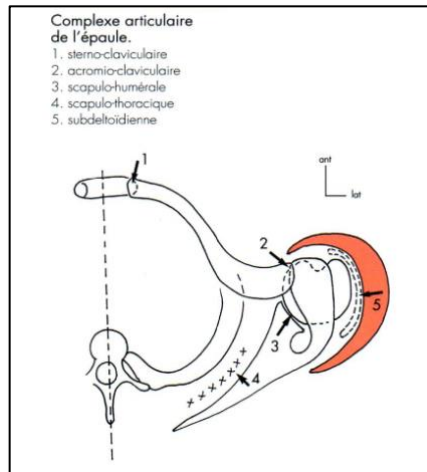


Figure 2 : Complexe articulaire de l'épaule [1]

1.1.2.1 L'articulation scapulo-humérale

Il s'agit d'une des plus grosses articulations du complexe articulaire de l'épaule par l'interaction entre la cavité glénoïde de la scapula et la tête de l'humérus. Il s'agit d'une articulation très peu congruente par la faible profondeur de la fosse glénoïde et la taille disproportionnée de la tête de l'humérus ce qui offre une plus grande liberté de mouvement [4].

L'articulation Scapulo-humérale	
Élément en présence	<p><u>Scapula</u> : il s'agit de la glène, située à l'angle supéro-latéral de la scapula. La glène, très légèrement concave en tous sens, répond à la tête humérale et forme avec elle une articulation à synoviale de type sphéroïde</p> <p><u>Humérus</u> : il s'agit de la tête de l'humérus, située à la partie supéro-médiale de l'épiphyse supérieure. Elle répond à la glène et à son labrum, formant une articulation non congruente et non concordante de type sphéroïde.</p> <p><u>Labrum</u> : c'est un fibrocartilage inséré en périphérie de la cavité glénoïdale formant ainsi un anneau qui va venir améliorer la stabilisation entre la tête de l'humérus et la cavité glénoïdale</p>
Moyen union	<p><u>Capsule</u> : elle est lâche et s'insère au pourtour des surfaces cartilagineuses</p> <p><u>Synoviale</u> : elle se présente dans la face profonde de la capsule</p> <p><u>Labrum</u> : décrit comme éléments en présence mais également comme moyen d'union</p> <p><u>Ligaments</u> : ils sont présentés à la manière d'un cordage sous forme de zigzag barricadant la porte (la porte étant la métaphore de la tête humérale), on retrouve le ligament coraco-huméral, gléno-huméral, coraco-glénoïdien, et à distance il y a le ligament coraco-acromial et transverse de l'humérus</p> <p><u>Éléments stabilisateurs actifs</u> : il s'agit des tendons en lien avec le labrum ou la tête humérale, on retrouve globalement tous les tendons de la coiffe des rotateurs et également l'insertion du tendon du long triceps.</p>

Tableau I : l'articulation scapulo-humérale

1.1.2.2 L'articulation acromio-claviculaire

Elle est de type arthrodié impliquée dans la mobilité scapulo-thoracique.

L'articulation acromio-claviculaire	
Élément en présence	<p><u>Clavicule</u> : impliqué dans l'articulation au niveau de son extrémité latérale qui est taillé en biseau. Il s'agit d'une surface plane composée de cartilage hyalin</p> <p><u>Acromion</u></p>
Moyen union	<p><u>Capsule</u> : Elle est relativement lâche ce qui va permettre les petits mouvements de glissement impliqué dans la mobilité scapulo-thoracique.</p> <p><u>Synoviale</u> : elle se présente dans la face profonde de la capsule</p> <p><u>Ligaments</u> : ils sont représentés par le puissant réseau des ligaments coraco-claviculaires avec le plus en dehors le ligament trapézoïde, le ligament conoïde et le plus en dedans le ligament coraco-claviculaire médial.</p> <p><u>Éléments stabilisateurs actifs</u> : il y a le trapèze supérieur en arrière et le deltoïde en avant.</p>

Tableau II : L'articulation acromio-claviculaire

1.1.2.3 L'articulation sterno-costoclaviculaire

Il s'agit du seul point de contact osseux de la ceinture scapulaire avec le thorax. Il est nécessaire de conserver la stabilité et la mobilité de cette articulation impliquée également dans les mouvements du moignon de l'épaule.

L'articulation sterno-costoclaviculaire	
Élément en présence	<p><u>Clavicule</u> : impliqué dans l'articulation au niveau de la face médiale de son extrémité médiale</p> <p><u>Sternum</u> : situé à la partie latérale du bord supérieur du manubrium cela correspond à l'incisure claviculaire qui est encroûtée de cartilage hyalin.</p> <p><u>1^{er} cartilage costal</u> : il relie la 1^{ère} côte au manubrium sternal, c'est sa face supérieure qui est intégrée à l'articulation sterno-costoclaviculaire.</p> <p><u>Disque articulaire</u> : L'interligne articulaire intègre un disque circulaire.</p>
Moyen union	<p><u>Capsule</u> : globalement lâche, elle va venir englober la clavicule, sternum et le 1^{er} cartilage costal formant ainsi la surface articulaire.</p> <p><u>Synoviale</u> : elle se présente dans la face profonde de la capsule</p> <p><u>Disque articulaire</u> : décrit comme éléments en présence mais également comme moyen d'union</p> <p><u>Ligaments</u> : les ligaments antérieur et postérieurs qui couvrent respectivement en avant et en arrière de la surface articulaire puis les ligaments supérieur et jugal qui couvre au-dessus épaississant la capsule. La partie inférieure où s'insère le ligament costo-claviculaire.</p> <p><u>Éléments stabilisateurs actifs</u> : il s'agit du muscle subclavier et les muscles dont leurs insertions franchissent l'interligne articulaire avec le muscle sterno-cléido-mastoidien, sterno-hyoïdien et l'insertion du grand pectoral.</p>

Tableau III: l'articulation sterno-costoclaviculaire

1.1.2.4 L'articulation scapulo-thoracique

« L'articulation scapulo-thoracique n'est pas au sens strict du terme une articulation ». ² Elle se différencie des 3 précédentes car elle ne présente pas de surface articulaire. Il s'agit d'un plan de glissement entre la scapula et le grill thoracique.

L'articulation scapulo-thoracique	
Élément en présence	<p><u>Scapula</u> : il s'agit de la face antérieure de la scapula avec l'insertion du muscle subscapulaire.</p> <p><u>Cage thoracique</u> : elle est représentée par les arcs postérieurs de la 1^{ère} jusqu'à la 7^{ème} côte avec les muscles intercostaux.</p> <p><u>Dentelé antérieur</u> : il va venir s'insérer entre la scapula et la cage thoracique ce qui va permettre le glissement entre les 2 espaces. De plus ces espaces sont recouverts d'un tissu graisseux qui facilite les déplacements en tous sens.</p>
Moyen union	<p><u>Muscle périscapulaire</u> : par la particularité de cette articulation, les moyens d'union sont uniquement musculaires. On retrouve le muscle dentelé antérieur, rhomboïde, élévateur de la scapula, trapèze, le petit pectoral et accessoirement le grand dorsal qui vont venir mobiliser et stabiliser la scapula sur le grill thoracique.</p>

Tableau IV : l'articulation scapulo-thoracique

1.1.2.5 L'articulation « sous-deltoïdienne »

Comme pour l'articulation scapulo-thoracique, il s'agit d'un plan de glissement également appelé la bourse subdeltoïdienne. Elle se situe entre l'acromion plus précisément la voûte acromio-coracoïdienne et l'extrémité supérieure de l'humérus.

² <https://www.epaule-toulouse.com/anatomie/scapulo-thoracique/> consulté en novembre 2023

1.1.3 Myologie de l'épaule

La stabilité de l'épaule repose non seulement sur son ensemble capsulo-ligamentaire, mais également sur son ensemble musculaire. En effet, pour que l'épaule conserve son statut d'articulation la plus mobile du corps humain [5], elle doit être soutenue par des stabilisateurs actifs lors de ses mouvements. Cet ensemble musculaire peut se séparer en 2 parties : les muscles profonds et les muscles superficiels.

Nous ne citerons pas tous les muscles responsables de la stabilité et de la mobilité d'épaule mais l'essentiel pour notre étude.

1.1.3.1 Les muscles profonds de l'épaule

Les muscles profonds qui correspondent à la coiffe des rotateurs, c'est un groupe de quatre muscles qui proviennent de la scapula et se fixent à différents endroits sur la tête de l'humérus, on retrouve : le supra-épineux ; l'infra-épineux ; le petit rond ; le sous-scapulaire. Ils possèdent un rôle commun dans le contrôle biomécanique de l'articulation de l'épaule.

Les tendons de la coiffe des rotateurs fusionnent pour former une structure qui enveloppe la tête de l'humérus et qui va permettre différentes fonctions [6] :

- Stabiliser l'épaule en maintenant la tête de l'humérus dans la cavité glénoïdale de la scapula permettant de développer un mouvement précis et fluide de l'épaule et indirectement du bras
- Contrôler chaque mouvement que ce soit de l'abduction/adduction ; flexion/extension ; rotation interne/externe et aussi les mouvements combinés (circumduction) les muscles de la coiffe des rotateurs travaillent ensemble.
- Contribue aux mouvements overhead en abaissant la tête humérale lors des lancers de balle, soulever un poids au-dessus de la tête.
- Prévenir les blessures en fournissant un soutien et une stabilité à l'articulation et ainsi diminuer le risque de blessure (luxation, instabilité, blessure sportive...)

1.1.3.2 Les muscles superficiels de l'épaule

Les muscles superficiels viennent recouvrir la coiffe des rotateurs et ont pour fonction principale de développer de la force pour soulever le membre supérieur [7], parmi eux on retrouve :

- Le muscle deltoïde qui forme le galbe de l'épaule, il est considéré comme « le plus puissant des abducteurs » du membre supérieur [1].
- Le muscle grand rond qui fait partie des « trois grands », il intervient principalement dans l'abaissement de la tête humérale et aussi dans la rotation médiale, adduction et extension d'épaule
- Le muscle grand dorsal faisant partie également des « trois grands », et possède les mêmes fonctions que le muscle grand rond.

1.2 Les sports overhead

Le terme "sport overhead" fait référence à des activités sportives dans lesquelles les mouvements au-dessus de la tête sont prédominants. Ces sports impliquent généralement des gestes très répétitifs à haute vitesse, mettant ainsi l'articulation de l'épaule à contribution importante. Ces mouvements overhead peuvent inclure des actions telles que lancer, frapper, tirer ou soulever des objets au-dessus de la tête [8].

La pratique de sports overhead nécessite une bonne coordination, une force musculaire équilibrée et une stabilité de l'articulation de l'épaule [9] pour éviter les blessures liées à ces mouvements répétitifs et souvent intensifs.

Par l'existence de nombreux sports, il existe de nombreuses variétés d'exigence sur l'épaule sportive. On peut classer les sports sollicitant l'épaule en 3 exigences, que ce soit 1 exigence spécifique à un sport en particulier ou bien 1 exigence qui se retrouve commun à plusieurs sports [10] :

- Sport sollicitant **au-dessus** des épaules avec/sans lancer
- Sport sollicitant **en-dessous** des épaules avec/sans lancer
- Sport à « **chaîne inversée** » les membres supérieurs se présentent comme un point de contact avec l'environnement ou la surface de jeu (l'aviron, l'escalade...)

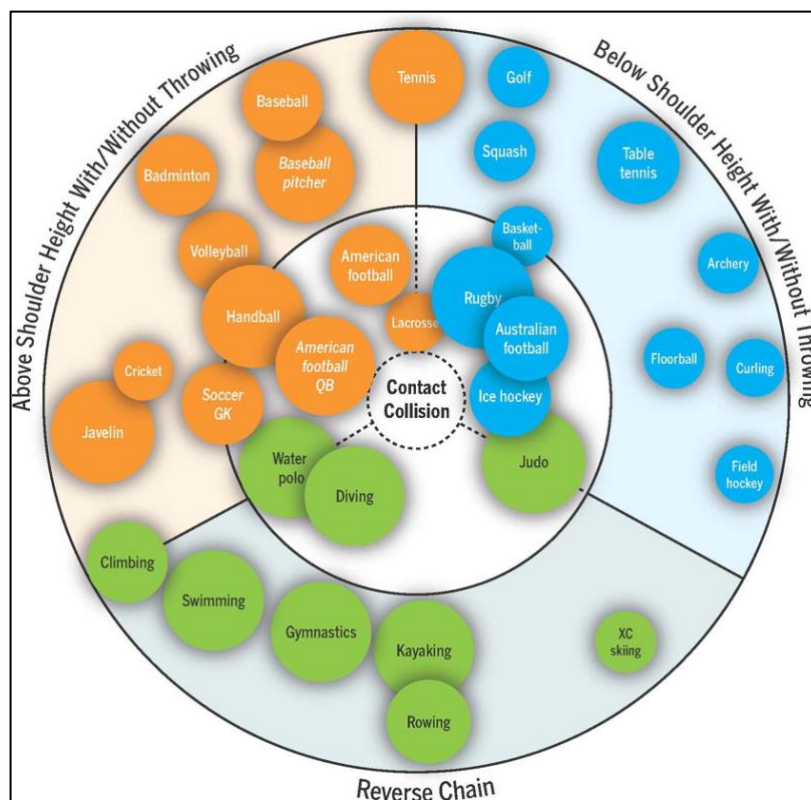


Figure 3 : Représentation des exigences dans les différents sports sollicitant l'épaule liste non exhaustive [10]

Dans notre revue nous nous intéressons particulièrement au sport sollicitant les mains au-dessus des épaules avec ou sans lancer, cependant il reste pertinent d'observer tous les sports impliquants l'articulation de l'épaule et leur comparaison avec les sports overhead de notre revue.

En effet sur le schéma ci-dessus (fig 3), les exigences présentées de tous les sports impliquant le complexe de l'épaule sont illustrées, mettant en évidence au centre l'implication des contacts et/ou collisions dans chaque discipline sportive, représentée sous forme de cercle. On remarque que plus le cercle est grand et plus le risque de blessure à l'épaule est élevé.

1.3 Le geste overhead

Le geste de lancer ou communément appelé geste overhead est cruciale pour les athlètes, leur permettant d'atteindre des performances optimales tout en minimisant les risques de blessures. Même si les spécificités du geste de lancer peuvent varier entre les différents sports, il existe des principes communs à tous les types de lancers. On retrouve dans la littérature scientifique un ensemble de 6 phases décrivant la gestuelle overhead (voir fig.4) [11].

1.3.1 Les différentes phases :

1. **La préparation (windup)**, Dans cette phase initiale, le mouvement débute avec la jambe d'appui avant et se conclut lorsqu'elle atteint sa hauteur maximale. Au cours de cette étape, les membres inférieurs assurent une stabilité en positionnant le centre de gravité au-dessus de la jambe arrière, établissant ainsi une base robuste. Cela permet d'effectuer un transfert d'énergie efficace du bas vers le haut, atteignant finalement le membre supérieur.
2. **Début d'armement (early cocking)**, cette phase débute lorsque la jambe avant atteint sa hauteur maximale et puis rentre en contact avec le sol. Ainsi en lien avec la base solide créé en phase de préparation, la stabilité du tronc est également importante. Durant la dernière partie de cette phase les muscles deltoïdes, supra-épineux et infra-épineux se contractent pour effectuer une abduction et une rotation externe d'épaule.
3. **Fin d'armement (late cocking)**, cette phase se situe entre le contact au sol de la jambe avant et l'amplitude de rotation **externe** maximale d'épaule. Durant cette phase, la scapula se rétracte, le coude se fléchit et l'épaule augmente son abduction suivie d'une rotation externe maximale.
4. **L'accélération**, cette phase est caractérisée par la période entre la rotation **externe** maximale et la libération de la balle. Cette fois-ci l'épaule va subir une adduction horizontale et une rotation **interne** grâce à la contraction maximale des muscles du tronc antérieur et rotateurs internes de gléno-humérale.
5. **La décélération**, elle survient entre la rotation **interne** maximale et le lâcher de balle et l'extension du coude.
6. **Le suivi (follow-through)**, il s'agit de la dernière phase où le corps continue d'avancer avec le bras jusqu'à que le mouvement soit terminé, et ainsi marquant la fin du geste de lancer.

On remarque qu'entre ces différentes phases, la décélération est souvent qualifiée de plus intense et risquée lors du mouvement de lancer, car elle engendre la plus grande sollicitation d'amplitude articulaire d'épaule durant le geste. De plus pendant la décélération des forces excessives de distraction et de cisaillement sont exercées sur l'articulation gléno-humérale. Ainsi toute l'énergie non transmise à travers la balle se disperse à travers l'épaule développant une charge excentrique significative sur les rotateurs externes des muscles de la coiffe des rotateurs. [12]

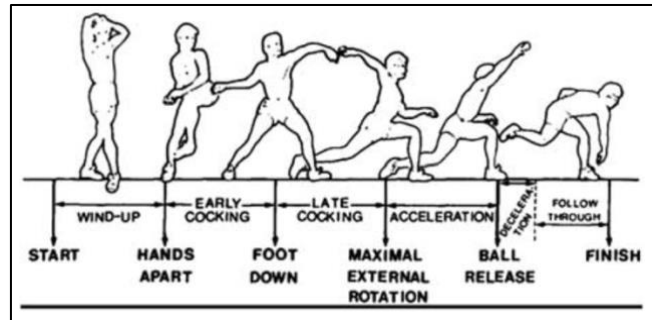


Figure 4 : Les différentes phases du geste overhead [12]

1.3.2 La chaîne cinétique

Le geste « overhead » du sportif n'est pas un mouvement qui se concentre uniquement sur l'épaule, il implique également toute une chaîne cinétique. La chaîne cinétique relie les segments du corps et transfère l'énergie d'un segment à l'autre au cours d'un mouvement tel que le geste de lancer. Plus de 50 % de l'énergie cinétique est transférée au membre supérieur par l'intermédiaire des jambes et du tronc chez les sportifs « overhead », ce qui montre que ce n'est pas à négliger dans la performance du sportif. [13] [14] [15].

En dehors des différentes phases « overhead », la séquence typique du geste de lancer se déroule de la manière suivante : la foulée, la rotation du bassin, la rotation du thorax, l'extension du coude, la rotation interne de l'épaule et la flexion du poignet [11]. Chaque élément de cette séquence est interdépendant, s'il y a un déficit d'un des éléments cela peut se répercuter sur le transfert d'énergie et donc d'altérer l'efficacité du geste de lancer. En effet, une bonne stabilité du tronc est essentielle pour transférer l'énergie des jambes aux extrémités distales [16], une bonne mobilité de l'articulation gléno-humérale et de la cinématique scapulaire participent également aux transferts d'énergie en réduisant les contraintes sur l'épaule durant la phase de début et fin d'armement.

Une compréhension approfondie de ces aspects de la chaîne cinétique est cruciale pour le développement de programmes d'entraînement visant à renforcer les éléments de la séquence spécifiquement faibles et à prévenir les blessures. Une étude menée auprès de sportifs professionnels a révélé qu'un manque significatif de rotation externe entre l'épaule utilisée pour le lancer et celle qui n'est pas sollicitée est associé à un risque quatre fois plus élevé de nécessiter une chirurgie de l'épaule [10].

1.4 Adaptation biomécanique du geste overhead

D'après l'anatomie complexe de l'épaule, on en déduit que cet ensemble articulaire et musculaire est primordial pour que le sportif overhead puisse exceller dans sa discipline sportive. À présent nous pouvons nous demander quelles sont les adaptations biomécaniques que ce geste overhead va susciter.

Dans la plupart des disciplines sportives étudiées (voir figure 3), le sportif nécessite une grande vitesse et précision. En effet d'après Douglas et al, le mouvement de lancer au-dessus de la tête est qualifié de geste sportif le plus rapide [17]. Prenons l'exemple chez le joueur de baseball professionnel, lors de son lancer, la vitesse de la balle dépasse environ les 144 km/heure et la vitesse angulaire de la rotation interne de l'humérus est à plus de 7000°/seconde [18].

Pour parvenir à réaliser ce geste à grande vitesse de nombreuses fois, le sportif « overhead » va nécessiter des changements adaptatifs, dont un principal que nous allons étudier : l'amplitude de rotation externe de l'articulation de l'épaule.

1.4.1 Adaptation de la rotation externe maximale de l'épaule

Durant la phase d'accélération du geste « overhead », la vitesse de lancer va dépendre de la vitesse angulaire maximale de rotation interne de l'humérus. Cette vitesse angulaire maximale dépend, à son tour, de la force des rotateurs et de l'amplitude du lancer [19]. Donc une plus grande amplitude du mouvement permet un temps d'accélération plus long et ainsi un pic de vitesse angulaire plus élevé. Cependant l'amplitude du mouvement est déterminée par le point de départ, à savoir le degré de rotation externe maximale présenté dans la phase de fin d'armement du geste « overhead ». Par conséquent, le facteur prédominant influençant la vitesse du lancer est l'amplitude de la rotation externe de l'épaule [20] qui va permettre de générer un maximum de force.

Ainsi, pour adapter l'épaule à des vitesses plus élevées, les athlètes « overhead » développent des modifications osseuses et des tissus mous qui permettent d'augmenter la rotation externe maximale.

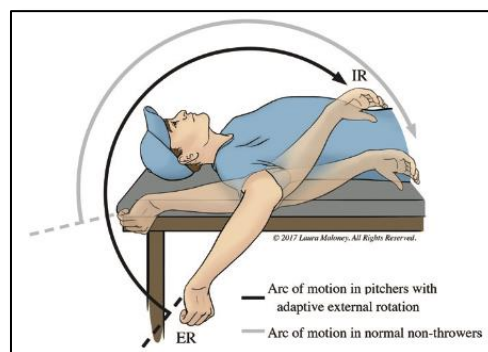


Figure 5 : Les amplitudes de rotation d'un non-lanceur (en gris) et pratiquant « overhead » (en noir) ³

1.4.1.1 Adaptation capsulaire

En effet les nombreux gestes « overhead » va développer des adaptations des tissus mous notamment de la capsule articulaire de l'épaule.

³ Illustration de Maloney Laura, 2017

La capsule articulaire est un tissu conjonctif entourant l'articulation de l'épaule composé de nombreux fibroblaste responsable de la production de collagène qui est impliqué dans la cicatrisation, tension et la stabilité de la capsule.

Pour répondre aux contraintes des mouvements répétés, on observe une asymétrie dans la tension de la capsule avec une capsule antérieure qui se retrouve lâche et une capsule postérieure raide [21].

Cette raideur est principalement dû à un dépôt accru de collagène permettant de soigner les microdéchirures chroniques emmagasiné par la capsule postérieure lors des gestes répétés [22]. Ainsi au fil du temps, la capsule postéro-inférieure se raccourcit et s'épaissit.

Ce remodelage structurel va venir renforcer la capsule articulaire pour lutter contre les forces excentriques produites pendant les phases de décélération et de suivi du geste « overhead ».

Ce remodelage capsulaire va également impliquer un déplacement de la position de la tête humérale plus vers l'arrière et le haut ce qui augmente l'espace entre la tubérosité majeure et le rebord glénoïdien augmentant l'amplitude de la rotation externe maximale [19].

1.4.1.2 Adaptation osseuse

Des adaptations osseuses de l'épaule du sportif contribuent par ailleurs à augmenter l'amplitude de rotation externe maximale. Parmi eux, on retrouve une augmentation de la rétroversion humérale et de la rétroversion glénoïdienne.

La **rétroversion humérale** est définie par une rotation externe de la surface articulaire distale de l'humérus plus élevés par rapport à la surface articulaire proximale de l'humérus [23]. De nombreux auteurs proposent que cette adaptation représente une adaptation saine au stress du mouvement de lancer, permettant une augmentation de la rotation externe d'épaule avec une réduction du stress sur les tissus mous [24]. Cependant d'autres études montrent qu'une rétroversion humérale excessive ou insuffisante augmente le risque de blessure à l'épaule et au coude [25] [26].

La **rétroversion glénoïdienne** se réfère à l'orientation postérieure de la cavité glénoïde de la scapula par rapport à une ligne verticale [27].

Lorsque la cavité glénoïde est rétrovertie, cela signifie qu'elle est inclinée vers l'arrière plutôt que d'être parfaitement orientée vers le bas. Certaines études suggèrent que la rétroversion glénoïdienne accentuée dans le bras dominant du sportif de lancer est une adaptation osseuse spécifique aux contraintes de compression sur la capsule postérieure durant la phase de fin d'armement [28]. Elle constitue un autre moyen d'augmenter l'espace entre la tubérosité majeure et la cavité glénoïde, favorisant ainsi un point de rotation externe maximal plus élevés. Cela toujours dans le but d'accroître la vitesse du lancer.

1.4.2 Gestion de l'amplitude totale du mouvement

L'amplitude totale de mouvement de rotation c'est-à-dire la somme de l'amplitude de la rotation interne et externe équivaut en moyenne à 180° mesuré à 90° d'abduction d'épaule [29]. À noter que l'amplitude totale est la même entre l'épaule utilisée pour le lancer et celle non utilisée. En raison du mouvement répété du lancer, nous avons vu précédemment une augmentation adaptative de la rotation externe de l'épaule utilisée pour le lancer.

Cette adaptation se fait au détriment de la rotation interne qui peut diminuer physiologiquement [30] (voir Fig.5). Cependant une perte de rotation interne dépassant certaine limite et en plus qui n'est pas compensée par un gain adaptatif de rotation externe est considéré comme pathologique.

Chez les sportifs « overhead », cette diminution pathologique de la rotation interne de l'épaule est attribuée à des changements acquis au niveau des tissus mous, tels que les muscles, les tendons et la capsule articulaire [31].

Cette association est sollicitée par une étude démontrant des variations significatives de l'amplitude de mouvement de la rotation interne d'une saison à l'autre, ainsi que des augmentations de la rotation interne passive en réponse à des programmes d'étirement de la capsule postérieure de l'épaule [32].

1.5 Épidémiologie des blessures d'épaules

1.5.1 Épidémiologie dans la population générale

Les blessures d'épaules représentent une préoccupation majeure en santé publique, affectant de manière significative la population en général. En raison de la polyvalence et de la mobilité de l'articulation de l'épaule, une diversité de facteurs contribue à la survenue de ces blessures.

Dans le monde professionnel, les troubles musculosquelettiques (TMS) représentent les maladies professionnelles les plus reconnues, selon L'institut national de recherche et de sécurité (INRS) « Depuis plus de 20 ans, les troubles musculosquelettiques constituent la première maladie professionnelle reconnue en France et dans d'autres pays européens. Ils représentent un coût financier important pour les entreprises et la société. »⁴

En France, l'assurance maladie a recensé les différentes parties du corps les plus touchées par les TMS⁵ :

- Mains, poignets, doigts : 38 %
- Épaules : 30 %
- Coudes : 22 %
- Bas de dos : 7 %
- Genoux : 2 %

On remarque que la grande majorité est représentée par les troubles du membre supérieur avec en 2^{ème} position l'épaule qui se situe à 30% marqué principalement par les pathologies de la coiffe des rotateurs. En effet, selon la haute autorité de santé (HAS) « La principale cause de douleur d'épaule est la pathologie de la coiffe des rotateurs, qui concerne environ 2 douleurs d'épaule sur 3. »⁶

1.5.1.1 Facteurs de risque des TMS

« Les TMS sont des maladies multifactorielles à composante professionnelle », les différents facteurs peuvent contribuer à l'apparition de TMS. Ils peuvent agir seuls ou en combinaison :

- Facteurs biomécaniques : posture inconfortable ou maintenue, geste non sécuritaire, effort excessif
- Facteurs psychosociaux : forte pression, manque d'autocontrôle sur le travail, manque de soutien social.
- Facteurs organisationnels : manques de pauses, enchaînement des tâches exigeantes.
- Facteurs individuels : âge, genre, état de santé, antécédents médicaux.

⁴ <https://www.inrs.fr/risques/tms-troubles-musculosquelettiques/statistiques.html> en novembre 2023

⁵ <https://www.ameli.fr/bouches-du-rhone/entreprise/sante-travail/risques/troubles-musculosquelettiques-tms/tms-definition-impact> en novembre 2023

⁶ https://www.has-sante.fr/jcms/p_3459565/fr/conduite-diagnostique-devant-une-epaule-douloureuse-non-traumatique-de-l-adulte-et-prise-en-charge-des-tendinopathies-de-la-coiffe-des-rotateurs en novembre 2023

- Facteurs spécifiques **des TMS de l'épaule** : travail de longue durée avec les bras au-dessus des épaules, port de charge lourde même peu fréquent, tâches répétitives exigeant d'élever le bras loin du corps.

1.5.2 Épidémiologie chez les sportifs « overhead »

Après avoir examiné l'épidémiologie des blessures à l'épaule au sein de la population française, en se concentrant sur les troubles musculosquelettiques, intéressons-nous désormais à la population spécifique de notre étude.

Les blessures de l'articulation de l'épaule sont les plus communes dans les sports de lancer. Dans les sports tels que le volley et le handball, l'incidence des blessures d'épaules varie de 0,2/1000 à 1,8/1000 heures de jeu avec une prévalence qui varie de 5 à 36% selon les sports [33].

En 2017, une étude américaine a résumé sur une liste non exhaustive divers sports « overhead », en examinant les pourcentages de blessures sportives se produisant spécifiquement à l'épaule [34]

Sport	Injuries Related to Shoulder (% of Total Injuries)
Baseball (pitchers and position players)	58%–69% (74,99,128,143)
Softball (pitchers and position players)	14%–25% (49,73)
Cricket (bowlers)	12.5%–41% (25,104,119)
Handball	7%–40% (4,82,114)
Volleyball	8%–60% (11,38,107,124), 33–53% due to overuse (106)
Football (quarterbacks)	15% (58), 2.1% due to overuse throwing (58)

Figure 6 : Synthèse des données concernant la fréquence des blessures sportives survenant à l'épaule [34]

Selon la synthèse de cette étude, le baseball est représenté comme le sport ayant le plus de blessures sportives à l'épaule, variant de 58% à 69%. On remarque que tous les types de niveau sont touchés, le niveau de risque varie, allant de deux blessures pour 100 joueurs annuellement dans la « Little League », jusqu'à atteindre 58 blessures pour 100 joueurs au niveau professionnel [35].

On a également une autre différence qui se retrouve dans les postes des joueurs, dans une étude centrée sur les athlètes de la Major League Baseball (MLB) [36], il a été constaté que les lanceurs (pitchers) ont affiché des taux de blessures significativement accrus, avec une augmentation de 34 % comparé aux joueurs de position. Par ailleurs, une autre étude rapporte un taux de retour à la performance de seulement 7 % pour certaines blessures, mettant ainsi en lumière la complexité du processus de récupération [33].

On peut donc en déduire que dans l'ensemble de ces disciplines sportives, les blessures d'épaule peuvent être graves, mettant potentiellement en péril la carrière des athlètes. Ainsi, cela souligne la nécessité de développer des stratégies préventives appropriées visant à préserver à la fois la santé des athlètes et leur développement de performance à long terme.

1.6 Stratégie de prévention actuelle [10]

Dans le domaine du sport, l'expression "Il vaut mieux prévenir que guérir." trouve une pertinence particulière, notamment en ce qui concerne la prévention des blessures à l'épaule. Dans la littérature scientifique, il n'existe pas encore de preuves de haute qualité concernant les choix liés à la réadaptation ni de critères précis de retour au sport après une blessure à l'épaule.

De plus, les « programmes » en matière de prévention des blessures varient considérablement en fonction du sport pratiqué et de la nature spécifique de chaque blessure. En effet, la prévention des blessures de surutilisation diffère de celle visant à prévenir les traumatismes aigus tels que la luxation de l'épaule.

Cependant, l'application des principes de prévention dans la pratique sportive peut guider les cliniciens et les entraîneurs vers les risques les plus critiques, adaptés à leur discipline respective.

Cela peut inclure la nécessité de traiter les facteurs de charge d'entraînement après une blessure due à la surutilisation, par opposition à la gestion prudente du retour progressif aux contacts après une luxation gléno-humérale dans un sport de contact.

Ainsi, dans cette partie nous parlerons majoritairement de stratégie préventive que de "programme" de prévention spécifique, en raison des exigences et contraintes propres à chaque discipline sportive.

Il est important de noter une distinction significative entre les principes de prévention primaire et secondaire.

1.6.1 Prévention primaire

La prévention primaire dans le cadre du sport se concentre sur la mise en place de mesures visant à éviter l'apparition de blessures avant qu'elles ne surviennent.

À la suite de l'épidémiologie des blessures d'épaule précédemment évoquée, elle devrait être au centre de toutes les stratégies préventives et devrait commencer dès le plus jeune âge pour assurer une fonction saine de l'épaule durant toute la vie du sportif.

1.6.2 Prévention secondaire

La prévention secondaire dans le contexte des blessures sportives se concentre sur la détection précoce et la gestion des blessures après leur survenue, afin de minimiser les complications, d'accélérer la guérison et de prévenir d'autres dommages. Contrairement à la prévention primaire, cette fois on intervient une fois que la blessure s'est produite.

1.6.3 Les approches préventives

Selon un consensus récent sur la réhabilitation de l'épaule [10], les stratégies de prévention qu'elles soient à visées primaires ou secondaires, sont peu susceptibles de causer des problèmes, facile à mettre en place et peuvent contribuer à éviter des blessures potentielles. Le groupe Delphi mis en place de ce consensus suggère que tous les athlètes devraient suivre des programmes d'exercices préventifs, qu'ils aient eu des blessures à l'épaule ou non. Il pourrait être judicieux de concentrer des efforts de prévention supplémentaires sur les athlètes à risque (présence de douleur en pré-saison, faiblesses musculaires, poste à risque...).

Des principes fondamentaux pour la conception d'exercices à viser préventive ont été décrits [10] :

- Les exercices doivent être effectués dans des positions spécifiques au sport
- Les exercices doivent couvrir plusieurs articulations (c'est-à-dire impliquer la chaîne cinétique)
- Les programmes devraient nécessiter un minimum d'équipement
- Les programmes devraient impliquer un élément compétitif, idéalement avec des partenaires où le sport est basé sur l'équipe.
- Les programmes doivent être mis en œuvre au moins 2 fois par semaine et peuvent faire partie de la routine d'échauffement avant l'entraînement ou le match.
- Les programmes ne devraient pas prendre plus de 10 à 15 minutes au total, dont 5 minutes peuvent se concentrer sur des activités spécifiques à l'épaule

1.7 Les facteurs de risque

Après avoir vu les stratégies de prévention, intéressons-nous aux facteurs de risque de notre population. La connaissance des facteurs de risque favorise la prise en charge des blessures à l'épaule. Malgré l'importance variable de la qualité des études, la littérature actuelle met en évidence des facteurs de risque extrinsèque et intrinsèque, nous citerons les plus fréquemment abordés.

1.7.1 Facteur extrinsèque

1.7.1.1 La position de jeu

Dans une étude chez les joueurs de handball élite montre une prévalence plus élevée de blessure à l'épaule chez le poste de demi-centre comparé à d'autres postes [37]. Une autre étude sur les joueurs de baseball indique que la plupart des blessures à l'épaule sont subies par des lanceurs [38] (retrouvé aussi dans la partie 1.5.2 épidémiologies chez le sportif overhead).

1.7.1.2 La charge d'entraînement

Les charges d'entraînement varient en fonction du nombre de lancers, de la position de jeu, du type d'entraînement et de l'intensité de l'entraînement [39]. En général une exposition élevée à la charge d'entraînement sollicitant l'épaule (augmentation de plus 60% de la charge d'entraînement par rapport aux 4 dernières semaines) est associée à une augmentation du taux de blessure [40] [41].

1.7.2 Facteur intrinsèque

1.7.2.1 La force de la coiffe des rotateurs

On rappelle qu'une importante force des muscles de l'épaule est un atout essentiel face à l'intensité de ces sports et aux contraintes des gestes répétés. Dans plusieurs articles [42] [43] [44] on évoque la force des rotateurs externes, internes et abducteurs de l'épaule plus ou moins associée aux blessures d'épaules, notamment la faiblesse des rotateurs externes [42] qui ont une fonction cruciale lors de phase de décélération du geste « overhead ».

1.7.2.2 L'amplitude des rotations de l'épaule

La perte d'amplitude des rotations de l'épaule peut également être présentée comme un facteur de risque. Nous avons vu précédemment (partie 1.4.2, gestion de l'amplitude du mouvement) que la rotation interne de l'épaule peut diminuer de manière excessive. Dans les études, cette perte d'amplitude est nommée GIRD (Glenohumeral Internal Rotation Deficit) et est définie comme une perte de rotation interne excédant le gain adaptatif en rotation externe dans l'épaule utilisée pour lancer [19].

1.7.2.3 La dyskinésie scapulaire

La dyskinésie scapulaire se manifeste par une altération du mouvement de la scapula sur la cage thoracique lors des mouvements de l'épaule [45]. Elle a été évoquée de nombreuses fois au cours de ces dernières années dû à sa prévalence élevée estimée à 61% chez les athlètes « overhead » en comparaison avec les athlètes non « overhead » à 33% [46]. Cependant, une méta-analyse énonce que la dyskinésie scapulaire n'est pas considérée comme un facteur de risque isolé chez notre population étudiée [47] de ce fait, cela reste controversé.

1.8 Hypothèse théorique

L'hypothèse de cette revue suggère que les sportifs présentant des faiblesses ou des déséquilibres de force musculaire de l'épaule sont plus susceptibles de développer des blessures à l'épaule lors de la pratique d'activités overhead.

Cette hypothèse repose sur la nature répétitive et intense des activités de lancer ou de frappe au-dessus de la tête qui sollicite considérablement les structures anatomiques et la biomécanique de l'épaule.

De plus, un déficit de force de la coiffe des rotateurs compromettrait la stabilité de l'articulation, tandis qu'un manque d'amplitude de mouvement pourrait entraîner des contraintes excessives sur les tissus mous environnants.

1.9 Objectif de la revue de littérature

L'initiative de mener cette étude sur les facteurs de risque des blessures à l'épaule chez les sportifs overhead découle du taux élevé d'incidence et de prévalence de blessures au sein de cette population spécifique. De plus, cette recherche est motivée par un besoin personnel d'approfondir les connaissances sur l'épaule dans le domaine du sport, souvent négligée en raison de sa complexité.

L'objectif de cette revue est d'élargir notre compréhension sur le manque de force musculaire associé aux blessures à l'épaule chez les sportifs overhead. Elle tente d'apporter des informations supplémentaires afin d'optimiser la conception de programmes de prévention spécifiques. Dans la littérature scientifique, la force musculaire de l'épaule, notamment dans le contexte des sports de lancer, émerge comme un élément clé. Ainsi, l'étude vise à éclairer ces aspects pour guider des réadaptations plus ciblées.

Notre problématique est la suivante : **est-ce que le déficit de force de l'articulation gléno-humérale est un facteur de risque de blessure d'épaule chez le sportif overhead ?**

2 MÉTHODE

Après avoir introduit le contexte de notre étude, nous allons à présent nous porter sur la méthodologie de recherche pour répondre à notre sujet. Notre étude se concentre sur l'influence du déficit de force de la coiffe des rotateurs sur les blessures d'épaules retrouvées chez les sportifs « overhead ».

L'intérêt est d'identifier ce facteur de risque et sa corrélation pour pouvoir apporter des moyens supplémentaires dans l'élaboration de stratégie de prévention que ce soit au niveau primaire en diminuant l'incidence, au niveau secondaire en réduisant la prévalence ou bien au niveau tertiaire en évitant la récurrence des blessures d'épaules.

Pour répondre à cette problématique, le type d'étude approprié est étiologique.

2.1 Critère d'éligibilité des études pour cette revue

2.1.1 Type d'études sélectionnées

L'objectif de cette revue de littérature est donc d'identifier un lien de causalité entre le facteur de risque sélectionné : la force de la coiffe des rotateurs de l'épaule avec la blessure de l'épaule chez le sportif overhead. Comme mentionné précédemment, le schéma d'étude de cette revue de littérature est de type étiologique.

En épidémiologie, il existe trois types d'études permettant de répondre à trois types de questions.

1. Les études descriptives qui cherchent à décrire l'état de santé de la population.
2. Les études analytiques qui cherchent à comprendre le lien entre un facteur de risque et la survenue de maladie.
3. Les études évaluatives qui cherchent à déterminer l'intervention ou le traitement le plus efficace parmi plusieurs stratégies.

On rassemble les études descriptives et analytiques sous le nom d'étude observationnelle, c'est celle-ci qui va nous intéresser car on n'intervient pas et ne modifie pas la prise en charge du patient.

Il existe diverses catégories d'études observationnelles qui peuvent répondre à notre question étiologique :

1. **Études de cohorte** : ces études suivent un groupe de personnes au fil du temps pour identifier les facteurs de risque et les associations entre les expositions et les résultats de santé.
2. **Études cas témoins** : Elles comparent des individus atteints d'une maladie ou d'un problème de santé (les cas) à un groupe témoin sans la maladie, afin d'identifier les facteurs de risque associés aux cas.
3. **Études transversales** : ces études collectent des données à un moment donné pour évaluer la prévalence des facteurs de risque parmi une population, mais elles ne permettent pas d'établir la chronologie des événements.

Les études de cohorte sera le type d'étude le plus adapté pour répondre à notre question étiologique, on distingue deux catégories (non exhaustive) d'étude de cohorte :

- Cohorte prospective : un groupe de personnes sans la maladie ou le problème de santé d'intérêt est identifié et suivi dans le temps pour déterminer s'ils développent la maladie ou le problème étudié. Les expositions sont enregistrées au départ, puis les participants sont suivis pour identifier les facteurs de risque.
- Cohorte rétrospective : les chercheurs identifient un groupe de personnes atteintes de la maladie ou du problème de santé d'intérêt, puis examinent rétrospectivement leurs expositions passées pour évaluer les facteurs de risque.

2.1.2 Modèle PICO

Nous allons utiliser la méthode PICO pour cadrer notre recherche.

2.1.2.1 Population

La population contenue dans les études sera des sportifs pratiquant de sport overhead. On ne se limitera pas à un sport en particulier, nous inclurons également des études avec tout type de sportif amateur ou professionnel, tout type d'âge et de sexe. Cependant nous chercherons à éviter les études auxquelles présentent des joueurs avec des douleurs d'épaule déjà présente avant les mesures et on exclura les études dans lesquelles la population ayant eu des interventions chirurgicales au niveau du complexe de l'épaule pour limiter le risque de biais.

2.1.2.2 Facteur de risque / Intervention

On sélectionnera des études qui identifient le facteur de risque comme : la perte ou le déséquilibre de force de la coiffe des rotateurs chez le sportif overhead. On tolèrera les études qui sélectionnent d'autres facteurs de risque tant qu'au moins notre facteurs de risque soit mentionné.

2.1.2.3 Comparateur

On sélectionnera des études sans comparateur ou bien avec une population contrôle sans le facteur de risques étudié.

2.1.2.4 Outcome

On étudiera l'apparition/présence de blessure ou de douleur à l'épaule durant un temps donné chez les sportifs « overhead », La récolte de ces données pourrait être effectuée en surveillant les joueurs, en procédant à la distribution de questionnaires, ou durant la réalisation des tests fonctionnels.

2.2 Méthodologie de recherche des études

2.2.1 Sources documentaires investiguées

Afin d'optimiser nos résultats de recherche, nous prévoyons de parcourir divers moteurs de recherche scientifiques. En accord avec notre stratégie, nous chercherons à maximiser le nombre de résultats alignés sur notre équation de recherche que nous détaillerons dans la partie suivante (cf. partie 2.2.2).

Les bases de données utilisées :

- PubMed : le principal moteur de recherche pour les données bibliographiques dans l'ensemble des domaines de spécialisation de la biologie et de la médecine. « PubMed® regroupe plus de 36 millions de citations pour la littérature biomédicale provenant de MEDLINE, de revues scientifiques en sciences de la vie et de livres en ligne. »⁷
- Pedro : the Physio Therapy Evidence Database « informe sur la pratique de la physiothérapie depuis plus de 24 ans. Il s'agit d'une base de données gratuite de plus de 60 000 essais, revues et lignes directrices évaluant les interventions de physiothérapie. »⁸
- Cochrane Library : « une bibliothèque qui comprend plusieurs bases de données, spécialisées en médecine et santé, produites par Cochrane. Parmi ses bases figure celle des revues systématiques Cochrane évaluant les effets des interventions en santé (en prévention, diagnostic, thérapeutique et rééducation) »⁹

2.2.2 Équation de recherche

Une équation de recherche est une formulation structurée et ciblée de termes et de concepts utilisée lors de la recherche dans les bases de données citées. C'est une manière systématique d'exprimer les éléments clés que l'on recherche, afin d'obtenir des résultats pertinents et spécifiques.

Notre équation de recherche sera en lien avec le modèle PICO de notre sujet. Elle va nécessiter d'inclure des mots-clés, des opérateurs booléens, des synonymes et des combinaisons de termes. Cela a pour but de délimiter le champ de la recherche.

Nous allons utiliser les sites HeTop et MeSHInserm pour avoir les mots-clés et synonymes équivalents en anglais. Les mots-clés spécifiques à notre sujet établis dans la méthode PICO sont exposés dans le tableau ci-dessous.

⁷ PubMed, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>, consulté en novembre 2023

⁸ Pedro, <https://pedro.org.au>, consulté en novembre 2023

⁹ Cochrane France, <https://france.cochrane.org/cochrane-library>, consulté en novembre 2023

	Mots clés en français	Mots clés en anglais
POPULATION	<ul style="list-style-type: none"> • Athlète overhead • Sport 	<ul style="list-style-type: none"> • Overhead athlete • Sport
INTERVENTION	<ul style="list-style-type: none"> • Facteur de risque • Déficit de rotation • Force de la coiffe des rotateurs • Force isométrique • Force des muscles de l'épaule 	<ul style="list-style-type: none"> • Risk factor • Rotation deficit • Rotator cuff strenght • Isometric strenght • Shoulder muscle strenght
OUTCOME	<ul style="list-style-type: none"> • Blessures d'épaule • Douleur à l'épaule 	<ul style="list-style-type: none"> • Shoulder injuries • Shoulder pain

Tableau V : mots-clés utilisés dans les bases de données

Après avoir exposé nos mots-clés qui vont être inclus dans notre équation de recherche, il faut à présent les mettre en relation avec des opérateurs booléens pour affiner notre recherche.

Les différents opérateurs booléens utilisés sur nos bases de données :

- **AND** : ce terme permet de rendre plus précis la recherche, cela permet d'associer des mots-clés entre eux se retrouvant dans l'étude recherchée.
- **OR** : ce terme permet de rendre plus large la recherche, l'utilisation de cet opérateur permet qu'au moins un des termes connectés par OR soit présent au sein de l'étude recherchée.
- **NOT** : ce terme permet d'exclure un mot-clé spécifique dans la recherche de l'étude.

Tous les éléments fournis ont permis d'élaborer cette équation de recherche :

ÉQUATION DE RECHERCHE	
PUBMED COCHRANE LIBRARY	(Shoulder injuries OR shoulder pain) AND (overhead athlete OR sport) AND (risk factor) AND (rotation deficit OR rotator cuff strength OR isometric strength OR shoulder muscle strength)
PEDRO	Shoulder injuries and overhead athlete

Tableau VI : équation de recherche

2.3 Méthode d'extraction et analyse des données

2.3.1 Méthode de sélections des études

SÉLECTION	CRITÈRE D'INCLUSION	CRITÈRE D'EXCLUSION
1^{ère} étape du tri : par date	<u>Exclusion</u> de tous les articles de moins de 10 ans, c'est-à-dire que nous sélectionnerons les articles publiés à partir de 2013 jusqu'à aujourd'hui.	
2^{ème} étape du tri : par titre	<ul style="list-style-type: none"> • Facteurs de risque • Blessures ou douleurs d'épaule • Sport (« overhead ») 	<ul style="list-style-type: none"> • D'autres articulations que l'épaule • D'autres blessures que l'épaule • Étude à visée thérapeutique • Intervention pré-post chirurgicale
3^{ème} étape du tri : par l'abstract	<ul style="list-style-type: none"> • Objectif de l'étude est d'analyser les facteurs de risque dont la force de la coiffe des rotateurs • Population étudiée : sportifs « overhead » • Articles publiés en anglais ou français 	<ul style="list-style-type: none"> • Type d'étude non étiologique/ autres types • Objectif ne traite pas les facteurs de risques étudiés : • Blessures d'autres articulations que l'épaule • Sports non « overhead » • Population n < 20 • Intervention chirurgicale présente dans la population.
4^{ème} étape du tri : par l'article	<ul style="list-style-type: none"> • Étude de cohorte, transversale, cas-témoin • Cohérence du contenu en rapport avec notre problématique • Cohérence avec les critères d'inclusion et d'exclusion de l'auteur • Vérification de la qualité méthodologique de l'étude avec l'échelle NOS : minimum moyenne 	<ul style="list-style-type: none"> • Revue systématique • Méta-analyse

Tableau VII : Sélection des études

2.3.2 Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

Nous utiliserons l'échelle Newcastle Ottawa Scale (NOS) pour évaluer la qualité méthodologique des études incluses. Il s'agit d'une échelle d'évaluation de la qualité méthodologique des études observationnelles, en particulier des études de cohorte et des études transversales.

Elle permet d'évaluer le risque de biais en attribuant un score présenté sous forme d'étoile, plus l'étude possède d'étoiles plus l'étude a une meilleure qualité méthodologique.

L'échelle évalue 3 critères : la qualité de la sélection des groupes d'études, la comparabilité entre les groupes et la qualité de l'exposition aux critères de jugement.

Un score entre **0 et 3 étoiles** signifie que l'étude est de **faible** qualité méthodologique.

Un score entre **4 et 7 étoiles** signifie que l'étude est de **moyenne** qualité méthodologique.

Un score supérieur à **7 étoiles** signifie que l'étude est de **haute** qualité méthodologique.

2.3.3 Méthode d'extraction des données

Pour chaque article inclut dans notre étude, après lecture intégrale nous allons extraire les données suivantes : la date de publication, le nom de l'auteur principale, l'objectif de l'étude, les potentielles hypothèses, les caractéristiques des participants (âge, sexe, nombre, profil sportif, années d'expérience), les critères d'inclusion/exclusion, tous les facteurs de risque étudiés en particulier la force de l'articulation gléno-humérale de l'épaule avec leur méthode d'évaluation, le critère de jugement, les outils statistiques utilisés et enfin les résultats de l'étude.

2.3.4 Synthèse des résultats

La sélection d'articles éligibles à cette revue sera présentée dans la partie résultat sous la forme d'un diagramme de flux, ce qui permettra de suivre la chronologie des différentes étapes pour arriver aux études incluses définitivement.

L'ensemble des données extraites pour chaque étude incluse (cf. partie 2.3.3) seront intégrées dans un tableau les classant de la manière suivante : objectif de l'étude, nombre de participants, les facteurs de risque mesurés, l'évaluation du critère de jugement et les résultats.

Nous citerons également les études exclues et la justification de leurs exclusions sous la forme d'un tableau. L'évaluation des risques de biais de chaque étude se fera à l'aide de l'échelle de Newcastle Ottawa Scale (NOS) et une synthèse de biais sera détaillée.

L'évaluation des résultats sera effectuée de manière qualitative en exposant la démarche suivie ainsi que les données statistiques de chaque étude. Enfin, si la forme des résultats et des critères de jugement le permet, une évaluation quantitative sera proposée.

3 RÉSULTAT

3.1 Descriptions des études

3.1.1 Diagramme de flux

Nous avons utilisé notre équation de recherche dans différentes bases de données : PubMed, Cochrane Library et science directe. On retrouve un total de **171** dont **156** de **PubMed**, **11** de **Cochrane Library** et **7** de **Pedro**. Afin de trier les études qui vont être incluses dans la revue, nous allons utiliser la méthode de sélection des études détaillée dans le tableau III en respectant les différents critères de sélection, d'inclusion et d'exclusion.

Le diagramme de flux présenté ci-dessous permet d'illustrer la méthode de sélection :

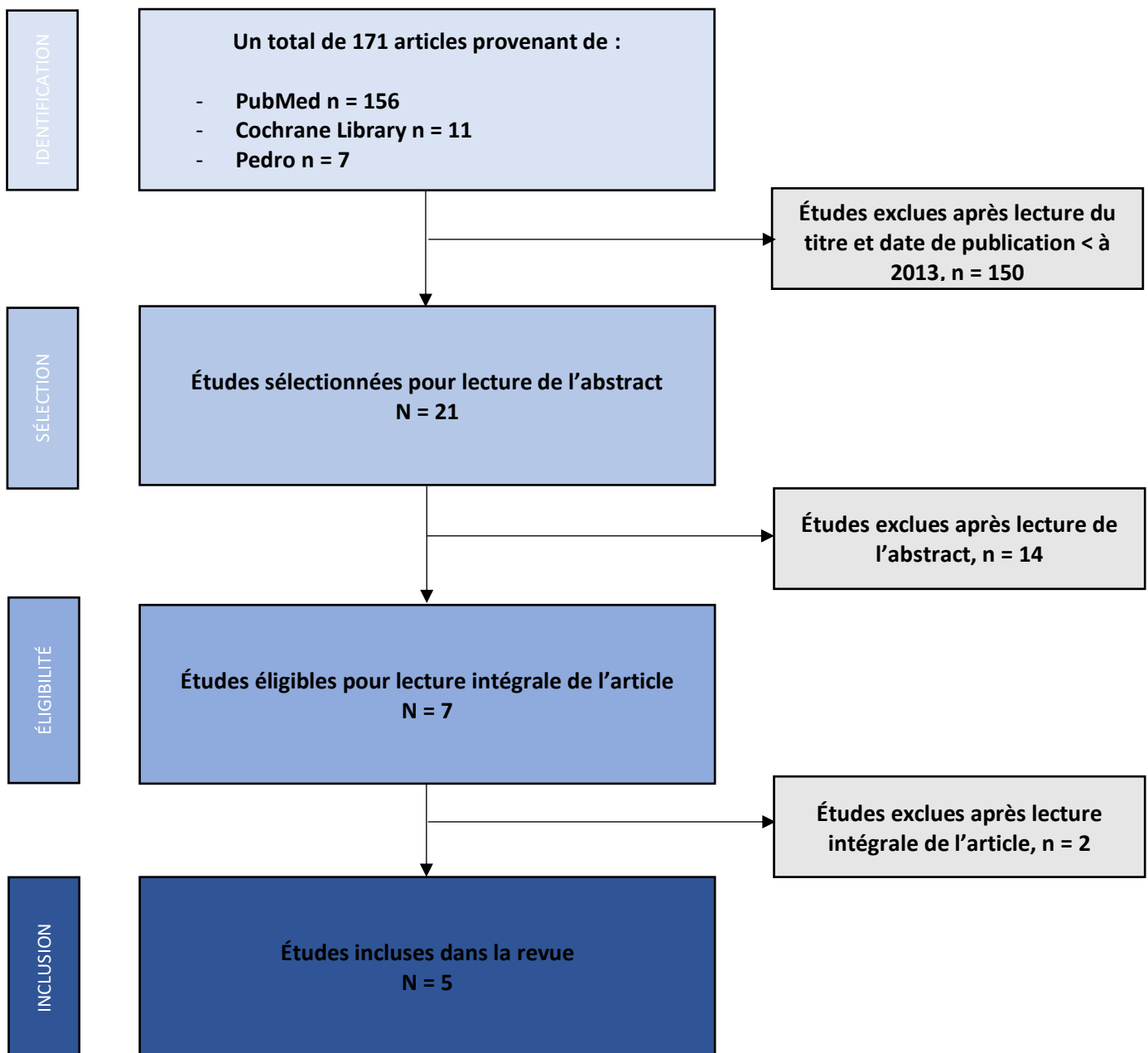


Figure 7 : Diagramme de flux

3.2 Études exclues

On peut observer sur le diagramme de flux ci-dessus que nous avons retenu 7 articles pour lecture intégrale, nous avons retenu 5 articles inclus dans la revue que nous détaillerons dans la partie 3.3.

On présente les 2 articles exclus et les motifs d'exclusions dans le tableau suivant :

ÉTUDES EXCLUES	MOTIFS D'EXCLUSIONS
GUERMONT 2023 [48]	Population trop faible < à 20 ; le critère de jugement principal sont des tests et des examens de la mobilité et de la force et non l'évaluation de la douleur précisée dans notre PICO.
HARPUT 2016 [49]	Le critère de jugement principal n'est pas l'évaluation de la douleur d'épaule sur un temps donné mais plutôt des examens et des tests de la mobilité et de la force comparés bilatéralement qui peuvent suspecter des douleurs.

Tableau VIII : Études exclues

3.3 Études incluses

On peut observer sur le diagramme de flux ci-dessus qu'après lecture intégrale nous avons retenu 5 articles dans notre revue. Tous les articles traitent notre facteur de risque étudié à savoir l'influence de la force de l'articulation gléno-humérale, cependant dans 3 études sur 5 d'autres facteurs de risques sont étudiés en parallèle comme l'amplitude de mouvement de l'articulation gléno-humérale, les courbures du rachis, les dyskinésies scapulaires et la vitesse de lancer.

On note également que tous les articles ne traitent pas toujours le même sport « overhead », il serait intéressant de pouvoir observer si l'influence de notre facteur de risque agit de différente manière entre ces sports traités. Nous avons 2 articles traitant le handball, 1 sur le water-polo 1 sur le volleyball et 1 sur la natation.

Voici un tableau présentant le nom de l'auteur, la date de publication, le titre de l'article et le sport abordé.

ÉTUDES INCLUSES	
<u>Achenbach 2020</u> Decreased external rotation strength is a risk factor for overuse shoulder injury in youth elite handball athletes [50]	Handball
<u>Forthomme 2018</u> Preseason Strength Assessment of the Rotator Muscles and Shoulder Injury in Handball Players [51]	Handball
<u>Hams 2019</u> Reduced shoulder strength and change in range of motion are risk factors for shoulder injury in water polo players [52]	Water-polo
<u>Mclaine 2019</u> Shoulder extension strength: a potential risk factor for shoulder pain in young swimmers? [53]	Natation
<u>Lira 2023</u> Shoulder Internal Rotator Strength as Risk Factor for Shoulder Pain in Volleyball Players [54]	Volleyball

Tableau IX : Études incluses

ACHENBACH 2020

Objectif de l'étude	Nombre de participants	Facteur de risques mesurés	Évaluation du critère de jugement	Résultats
<p>Le but est d'identifier les facteurs de risques de présaison associés aux blessures de surutilisation de l'épaule chez les joueurs d'handball élite</p>	<p>L'étude se déroule durant la saison de 2017-2018 avec 138 jeunes joueurs de handball d'élite dont (70 garçons et 68 filles) avec un âge moyen de 14.1 ± 0.8 ans, taille de 175.2 ± 8.2 cm et poids de 64.0 ± 9.6 kg.</p> <p>Le critère d'inclusion était d'être un jeune joueur de handball sélectionné pour l'équipe de l'État fédéral au moment de l'évaluation.</p> <p>Les critères d'exclusion étaient une chirurgie de l'épaule antérieure, une admission à l'hôpital antérieure en raison d'une blessure à l'épaule ou de douleurs pendant l'examen.</p>	<p>Évaluation de l'amplitude de l'épaule (ROM) :</p> <p>Ils ont évalué la rotation interne (RI) et la rotation externe (RE) à l'aide d'un goniomètre manuel. L'amplitude totale de mouvement (TROM) a été calculée en additionnant RI et RE pour chaque côté séparément.</p> <p>Évaluation de la force de l'épaule :</p> <p>La force isométrique de RI et RE ainsi que la force excentrique de RE ont été mesurées à l'aide d'un dynamomètre manuel.</p> <p>Évaluation dyskinésie scapulaire :</p> <p>Après démonstration du mouvement, les joueurs ont été instruits de lever leurs bras tout en tenant un haltère de 2 kg (1 kg pour les joueuses). La dyskinésie a été catégorisée en deux échelles (présence de dyskinésie : oui ou non et sévérité : absence ; modéré ; sévère de dyskinésie).</p> <p>Évaluation vitesse maximale de lancer :</p> <p>Les joueurs ont été invités à se tenir à 7 mètres devant le but et à lancer aussi fort que possible vers une cible au milieu du but (1 × 1 mètre). La vitesse de lancer a été mesurée à l'aide d'un radar stationnaire.</p>	<p>Un questionnaire standardisé a été envoyé par mail à cinq moments différents au cours de la saison : après les tests, avant le début de la saison, après la période de pré-saison, à mi-saison et à la fin de la saison. Les joueurs ont donc été surveillés cinq fois pendant la saison de 7 mois.</p> <p>Le questionnaire évaluait toute blessure par surutilisation et abordait la gravité des symptômes et dans quelle mesure les blessures affectaient la participation au handball.</p> <p>Une blessure était catégorisée comme une blessure par surutilisation si aucun événement traumatique ne pouvait être identifié et comme une récurrence si elle survenait au même site corporel dans les 2 mois suivant la première blessure.</p> <p>En plus du questionnaire, la version allemande de l'indice d'épaule de l'Ontario occidental (WOSI) a été utilisée pour évaluer les symptômes d'épaule par surutilisation.</p>	<p>Le taux de réponse total était de 63%. Des douleurs ou des symptômes de surutilisation à l'épaule dominante ont été ressentis par 36 joueurs (26%) (17 garçons et 19 filles) pendant la saison.</p> <p>Le déficit de force à l'épaule a été identifié comme un facteur de risque de blessure à l'épaule par surutilisation notamment la diminution de force isométrique en RE avec un OR = 10.7 (IC 95% : 1.2 à 95.6) avec p = 0.034</p> <p>Le facteur de risque de l'amplitude de mouvement notamment le déficit en rotation interne > à 7,5° différait entre les deux sexes. Plus important chez les femmes avec un OR = 12.50 (IC 95% : 1.4–114.6) avec p = 0,014 que chez les hommes OR = 0.61 (IC 95% : 0.5–0.8) avec p = 0.044.</p> <p>La dyskinésie scapulaire n'a pas été trouvée comme un facteur de risque de blessure à l'épaule par surutilisation (OR = 1,1 (IC 95 % : 0,75–1,60) p = non disponible).</p> <p>La vitesse de lancer ne différait pas entre les joueurs présentant et ne présentant pas de symptômes de surutilisation à l'épaule.</p>

Tableau X : Étude 1

FORTHOMME 2018

Objectif de l'étude	Nombre de participants	Facteur de risques mesurés	Évaluation du critère de jugement	Résultats
<p>Le but est d'identifier d'éventuels facteurs de risque intrinsèques de blessures à l'épaule en analysant les mesures de force musculaire maximale isocinétique des rotateurs.</p>	<p>Un total de 108 joueurs de handball masculins jouant au haut niveau en division senior (âge 24 ± 4 ans, taille 189 ± 6 cm, masse 87 ± 11 kg) ont été inclus dans cette étude. L'étude a été menée de 2010 à 2013 et chaque joueur a été suivi sur une période de 6 mois.</p> <p>À savoir que 83% (n = 90) des joueurs participaient à des séances régulières de renforcement musculaire en plus des entraînements de handball. Et 64 % (n = 69) suivaient régulièrement un programme spécifique dédié au renforcement des rotateurs externes de l'épaule.</p> <p>Les critères d'inclusion étaient que les individus pouvaient participer pleinement aux séances d'entraînement et aux activités compétitives et n'avaient aucune blessure au moment de l'étude.</p>	<p>Évaluation isocinétique des rotateurs internes et externes de l'épaule :</p> <p>Avant le début de saison la RI et RE des épaules dominantes et non dominante ont été évalués à l'aide d'un dynamomètre isocinétique. Les joueurs étaient en décubitus dorsal, avec le membre supérieur en abduction à 90° dans le plan frontal et le coude fléchi à 90°.</p> <p>La plage de mouvement a été standardisée de 50° de RI à 70° de RE.</p> <p>Les vitesses isocinétiques étaient de 60°/s (3 répétitions) et de 240°/s (5 répétitions) en mode concentrique et de 60°/s (4 répétitions) en mode excentrique.</p> <p>Les rapports agoniste-antagoniste (RE : RI) ont été déterminés en utilisant la même vitesse et le même mode de contraction. De plus, un rapport mixte (combinant la RE max en mode excentrique à 60°/s et la RI max en mode concentrique à 240°/s) a été calculé pour se rapprocher le plus précisément de la relation entre les muscles de l'épaule lors du lancer.</p>	<p>Tous les joueurs ont rempli un questionnaire de pré-saison abordant l'expérience de jeu antérieur, les blessures antérieures d'épaules avec les causes, les traitements et la récurrence.</p> <p>Durant la saison, tous les joueurs ont dû également remplir un autre questionnaire chaque mois durant la saison de 6 mois (un total de 6 questionnaires pour chaque participant) concernant toute blessure à l'épaule dominante.</p> <p>Ce questionnaire mensuel fournissait des informations sur le début et la cause de toute blessure à l'épaule ainsi que la localisation de la douleur.</p> <p>La gravité de la blessure a été définie sur la base du temps sportif manqué : mineure (absent du sport moins de 1 semaine), modérée (absent du sport de 1 à 3 semaines) ou grave (absent plus de 3 semaines).</p>	<p>Un total de 106 (98 %) joueurs ont rempli le questionnaire mensuel durant la saison. 23 (22%) des joueurs ont subi une blessure à l'épaule du côté dominant pendant la saison. Cela correspond à un taux d'incidence de 1,13 blessure à l'épaule pour 1000 heures de jeu.</p> <p>D'après les résultats isocinétiques chez les joueurs de handball, l'étude n'a pas identifié la force des RI et RE comme un facteur de risque significatif de blessure microtraumatique d'épaule.</p> <p>Cependant, l'Odd ratio calculé a montré que la force concentrique maximale développée par les RI à haute vitesse (240°/s) était un potentiel facteur protecteur (OR = 0,93 IC 95 % = 0,865-1,000 avec p = 0,049) contre les blessures traumatiques.</p>

Tableau XI : Étude 2

HAMS 2019

Objectif de l'étude	Nombre de participants	Facteur de risques mesurés	Évaluation du critère de jugement	Résultats
<p>Le but de l'étude est de déterminer si l'amplitude de mouvement et la force de l'épaule évalué en pré-saison peuvent être utilisées pour identifier les athlètes à risque de blessure à l'épaule future.</p>	<p>76 joueurs de water-polo de niveau « sub-élite » dont 28 hommes et 48 femmes avec des âges moyens de 19,8 ± 3,2 ans et 18,8 ± 4,4 ans respectivement. L'études a été menée sur 3 ans.</p> <p>Le critère d'inclusion :</p> <p>Les joueurs devaient être d'un niveau de jeu de water-polo « sub-élite » appartenant à un institut haute performance.</p> <p>Les critères d'exclusion :</p> <p>Une blessure à l'épaule actuelle, une blessure à l'épaule au cours des 12 derniers mois qui les empêchaient de participer à un entraînement complet, ou blessure grave comme luxation ou chirurgie d'épaule.</p>	<p>Évaluation de l'amplitude de l'épaule (ROM) :</p> <p>La Rom passive de la RI et RE bilatérale des épaules ont été évalués à l'aide d'un inclinomètre en décubitus dorsal et ventral avec l'épaule en abduction 90° dans le plan frontal, coude fléchi à 90° et avant-bras position neutre.</p> <p>Évaluation de la force de l'épaule :</p> <p>La force max en RI et RE a été testé à l'aide d'un dynamomètre manuel. En position assise, hanche et genoux à 90° pied au sol. L'épaule en abduction à 0° et coude fléchis à 90°. Les joueurs ont été invités à produire une contraction maximale dans un test de force de 5 secondes.</p>	<p>Durant 3 ans, chaque année les joueurs ont été évalués la Rom et la force de l'épaule en période de pré-saison par le kinésithérapeute de l'équipe sur une seule journée.</p> <p>Suivie des blessures :</p> <p>Tous les athlètes ayant consenti à participer ont également été surveillés pour les blessures par le physiothérapeute de l'équipe. Les blessures ont été enregistrées électroniquement à l'aide du système de gestion « the SmartaBase Athlete Data Management system (AMS) (Fusion Sport, 76 Neon Street, Sumner Park QLD Australia 4074). »</p> <p>Une blessure a été définie comme une affection musculosquelettique nécessitant que le joueur reçoive un traitement de physiothérapie pour cette affection.</p> <p>Toutes les fiches de traitement kinésithérapie disponibles (n = 133) de 2015 à 2017 ont été codées et analysées pour les blessures par zone corporelle.</p>	<p>14 blessures d'épaules ont été enregistrées entre la saison 2015, 2016 et 2017. 2 blessures ont été qualifiées de type aiguë lors d'un contact direct et les 12 autres qualifiées de blessure de surutilisation. Le temps moyen de retour à un entraînement complet et non modifié a été de 20,6 jours.</p> <p>Le déficit de force en RE et RI par rapport au poids corporel et la différence de Rom de l'épaule entre les joueurs blessés et non blessés a été identifié avec des différences significatives (p < 0,05) et présenté comme un facteur de risque.</p>

Tableau XII : Étude 3

MCLAINE 2019

Objectif de l'étude	Nombre de participants	Facteur de risques mesurés	Évaluation du critère de jugement	Résultats
<p>L'objectif de cette étude est de déterminer l'influence et la valeur prédictive de la force isométrique de l'épaule dans le développement des douleurs à l'épaule chez les jeunes nageurs.</p>	<p>85 jeunes nageurs âgés entre 14 à 20ans (48 femmes ; 37 hommes) sans douleur actuelle à l'épaule.</p>	<p>Évaluation de la force isométrique de l'épaule :</p> <p>La force isométrique de l'épaule pour la rotation interne (RI), la rotation externe (RE), la flexion (FL) et l'extension (EX) ont été testées bilatéralement à l'aide d'un dynamomètre tenu à la main.</p> <p>Les tests de force ont été réalisés en position allongée pour la flexion (FL) et l'extension (EX) de l'épaule (à 140° d'abduction) et pour la rotation interne (RI) et la rotation externe (RE) (à 90° d'abduction).</p> <p>Les ratios de force de l'épaule (RI:RE et FL:EX) ont été calculés à partir des valeurs relatives de force de l'épaule (exprimées en pourcentage de la masse corporelle [MC]).</p>	<p>Un questionnaire en ligne a été créé pour enquêter sur l'apparition des douleurs à l'épaule depuis le test de force isométrique.</p> <p>Le questionnaire visant à déterminer si une douleur à l'épaule s'était développée et si c'était le cas : quelle épaule était affectée ; une estimation du nombre de séances de natation modifiées ou manquées en raison de la douleur à l'épaule ; l'historique de l'entraînement ; et si le nageur avait arrêté de nager.</p> <p>Tous les nageurs ont reçu un e-mail contenant un lien vers le questionnaire entre 9 et 18 mois après la session de test de force. Puis le lien a été renvoyé environ 24 mois après le test aux non-répondants et aux nageurs qui avaient déclaré qu'ils n'avaient pas éprouvé de douleur à l'épaule après le test de force dans le questionnaire initial.</p> <p>Les participants ont reçu un maximum de deux rappels demandant de remplir chaque questionnaire.</p>	<p>37 nageurs (47 %) ont renvoyé des questionnaires complétés et 18 de ces nageurs ont signalé le développement de douleurs à l'épaule.</p> <p>Les résultats de cette étude démontrent que chez les nageurs masculins, la force en extension (EX) était plus faible dans le groupe avec douleurs (médiane 12,35 % de la MC de 7,06 à 28,06 ; p = 0,04) par rapport au groupe sans douleur (16,55 % MC de 9,51–21,30 ; p = 0,04) et sans différence dans la force de flexion (FL) entre ces deux groupes (p = 0,16).</p> <p>La valeur prédictive de la douleur à l'épaule, pour les hommes était de 13,5 % de la MC déterminée par l'indice de Youden le plus élevé (0,42).</p> <p>Les nageurs masculins de cette étude avec une force en extension inférieure à 13,5 % de la MC avaient une chance de développer des douleurs à l'épaule dans la période de suivi de 24 mois.</p>

Tableau XIII : Étude 4

LIRA 2023

Objectif de l'étude	Nombre de participants	Facteur de risques mesurés	Évaluation du critère de jugement	Résultats
<p>Le but de cette étude est d'identifier les facteurs de risque intrinsèque qui pourrait augmenter le risque de douleur à l'épaule chez les joueurs de volleyball adolescent.</p>	<p>28 jeunes joueurs masculins de volleyball âgés entre 14 et 18 ans faisant partie du centre olympique d'entraînement et de recherche (Sao Paulo, Brésil)</p> <p>Les critères d'inclusion :</p> <p>Des athlètes masculins âgés de 14 à 18 ans, sans blessures aux membres supérieurs et inférieurs au cours des six derniers mois, ne prenant pas de médicaments connus pour influencer la fonction neuromusculaire, et s'entraînant cinq jours par semaine pendant 120 minutes par jour pendant au moins un an.</p> <p>Les critères d'exclusion :</p> <p>Douleur signalée, présence de gonflement, blessure orthopédique ou participation à d'autres sports durant l'étude.</p>	<p>Évaluation isocinétique des rotateurs internes et externes de l'épaule :</p> <p>La force des rotateurs internes et externes a été testée sur un angle de 110° de mouvement (entre 20° de RI et 90° de RE) à l'aide dynamomètre isocinétique. En contraction concentrique à 60°/s et 240 °/s de vitesse angulaire puis en contraction excentrique à 240°/s.</p> <p>Les participants se sont positionnés en position assise hanches fléchies à environ 85 °, épaules en abduction à 90 °et coudes fléchis à 90 °.</p> <p>Évaluation de la vitesse du service :</p> <p>La vitesse de service de la balle a été mesurée à l'aide d'un radar. Les joueurs avaient pour instruction de servir (sans saut) aussi rapidement et aussi précisément que possible, toujours dans un emplacement similaire.</p> <p>Évaluation morphostatique :</p> <p>Antérieur et postérieur drawer test, test d'appréhension, groove sign et les dyskinésies scapulaires ont été évalués par un examinateur. Un score de 0 ou 1 a été respectivement attribué aux résultats négatifs ou positifs des tests articulaires.</p>	<p>À l'aide de l'échelle visuelle numérique sur une plage de 0 à 10, un score de douleur a été utilisé pour surveiller la présence de douleur à l'épaule du côté dominant chaque semaine sur une période de 16 semaines. Les joueurs ont été divisés en 2 groupes :</p> <p>Groupe 1, ayant obtenu un score sur EVN supérieur ou égale à 4 au moins 1 fois au cours des 16 semaines. Ce niveau de douleur aurait également rendu difficile l'entraînement de l'athlète.</p> <p>Groupe 2, ayant obtenu un score entre 0 et 3 au cours des 16 semaines. Ce groupe a été proposé en tenant compte du fait que les athlètes qui présentaient un score de douleur plus faible (<4) avaient moins de chances de subir des préjudices fonctionnels.</p>	<p>Pendant la phase de suivi des 16 semaines 28,5 % des athlètes ont ressenti une douleur à l'épaule dominante supérieure à 3 (EVN).</p> <p>Les chances de ressentir une douleur supérieure à 3 étaient significativement plus élevées chez les joueurs présentant des valeurs plus élevées pour la force maximale concentrique des RI évalués à 240°/s OR = 1,113 (IC 95 % : 1,006 à 1,232) avec p = 0,038.</p> <p>De plus, les valeurs de force maximal excentrique pour les muscles RI et RE ainsi que la vitesse de la balle n'étaient pas associées au risque de douleur à l'épaule.</p>

Tableau XIV : Étude 5

3.4 Risque de biais des études incluses

3.4.1 Grille d'analyse

Afin d'évaluer les risques de biais dans nos études, nous utiliserons l'échelle Newcastle-Ottawa Scale (NOS) [55], dont nous avons décrit les détails précédemment dans la section Méthode (partie 2.3.2) et qui est également disponible dans l'Annexe 1. Cette échelle est un outil utile pour évaluer la validité interne des études observationnelles non randomisées, telles que les études de cohorte ou les études transversales.

NEW CASTLE OTTAWA SCALE traduction française (études de cohorte)								
	SÉLECTION				COMPARABILITÉ	CRITÈRE DE JUGEMENT		
	Représentativité des sujets exposés	Sélection des sujets non exposés	Détermination de l'exposition	Démonstration que le critère de jugement d'intérêt était absent au début de l'étude	Comparabilité des sujets exposés et non exposés sur la base du schéma d'étude ou de l'analyse	Évaluation du critère de jugement	Le suivi a-t-il été suffisamment long pour que le critère de jugement se produise ?	Adéquation du suivi des sujets
Achenbach 2020		★		★	★ ★		★	
Forthomme 2018		★		★	★		★	★
Hams 2019		★		★	★ ★		★	★
Mclaine 2019		★		★	★		★	
Lira 2023		★		★	★ ★			★

Tableau XV : New Castle Ottawa Scale traduction française [55]

Ce tableau ci-dessus, nous a permis de noter la qualité méthodologique des études qui composent cette revue. On rappelle qu'un score est attribué en fonction du nombre d'étoile que possède l'étude, nos 5 études possèdent toutes un score entre 4 et 6 étoiles, ce qui signifie qu'elles sont toutes de qualité méthodologique **moyenne**.

De plus, lors de la lecture complète de nos études, nous avons observé que d'autres biais n'étaient pas inclus dans l'échelle de Newcastle-Ottawa. Dans la section 3.4.2, nous allons également présenter sous forme de tableau d'autres biais identifiés au cours de notre analyse.

3.4.2 Synthèse des biais

ÉTUDES	PRINCIPAUX BIAIS
Achenbach 2020	<p>Biais de sélection : sportifs de haut niveau, population d'âge mineure (moyenne 14ans) donc pas représentative de la population générale.</p> <p>Biais de critère de jugement : la douleur ou la blessure d'épaule est auto-proclamé par le sportif à travers des questionnaires, aucun n'autre examen approfondi n'a été signalé pour déterminer l'exposition.</p>
Forthomme 2018	<p>Biais de sélection : sportifs de haut niveau, uniquement des hommes, 83% des joueurs pratiquent du renforcement musculaire et 64% suivent un programme de prévention des rotateurs externes. Donc pas représentatifs de la population générale. Manque les critères d'exclusions.</p> <p>Biais de critère de jugement : la douleur ou la blessure d'épaule est auto-proclamé par le sportif à travers des questionnaires, aucun autres examen approfondis a été signalé pour déterminer l'exposition.</p> <p>Biais de résultats et mesure statistique : les données des résultats entre le groupe témoin et les 2 groupes de douleurs sont exposés sous forme de diagramme sans valeurs de moyenne, écart-type et sans p-value.</p>
Hams 2019	<p>Biais de sélection : sportifs de haut niveau qualifié d'élite, population jeune adulte donc pas représentatif de la population générale.</p> <p>Biais de mesure / critère de jugement : tous les sportifs ont été mesurés par le même physiothérapeute de l'équipe. La blessure a été définie si le joueur nécessitait une séance de physiothérapie pour cette dernière.</p>
Mclaine 2019	<p>Biais de sélection : population de jeunes nageurs âgé de 14 à 20ans, niveau sportif non renseigné, pas de critère d'inclusion et d'exclusion mentionné, pas représentatif de la population générale.</p> <p>Biais de critère de jugement : la douleur ou blessure d'épaule est auto-proclamé par le sportif à travers des questionnaires, aucun autres examen approfondis a été signalé pour déterminer l'exposition</p> <p>Biais de suivi : sur les 85 nageurs uniquement 37 nageurs ont rempli et renvoyé le questionnaire entièrement, perdu de vue > à 15% de l'échantillon.</p> <p>Biais de rappel : minimum 9 mois après le test de force, les questionnaires pour évaluer la blessure ont été envoyé, entre-temps les joueurs ont pu oublier leurs antécédents de blessures.</p>
Lira 2023	<p>Biais de sélection : sportifs de haut-niveau, jeunes joueurs âgés entre 14 à 18 ans, avec un échantillon < 30 joueurs, pas représentatif de la population générale.</p> <p>Biais de critère de jugement : la douleur d'épaule est auto-proclamé par le sportif à l'aide de L'EVN, aucun autre examen approfondi n'a été signalé pour déterminer l'exposition</p>

Tableau XVI : Synthèse des biais des études incluses

3.5 Effet de l'intervention sur les critères de jugement

Tous les articles sélectionnés présentent notre critère de jugement qui est l'apparition de la douleur ou blessure d'épaule chez les sportifs « overhead » durant une période définie (en général au cours de la saison). Cependant l'évaluation de la douleur ou blessure d'épaule n'apparaît pas de la même manière dans chaque article.

En ce qui concerne les facteurs de risque tous les articles évaluent notre facteur de risque étudié : La force de l'articulation gléno-humérale, de plus comme indiqué précédemment 3 articles sur 5 évaluent d'autres facteurs de risque supplémentaires dans cette partie 3.5 nous nous concentrerons que sur notre facteur de risque étudié. On retrouve également des disparités dans l'évaluation et la mesure des facteurs de risques.

Nous allons détailler respectivement pour chaque article la méthode d'évaluation et l'interprétation des résultats pour notre facteur de risque principal.

3.5.1 Achenbach 2020

3.5.1.1 Méthode d'évaluation :

La force isométrique de rotation interne (RI) et externe (RE) ainsi que la force excentrique de RE ont été mesurées à l'aide d'un **dynamomètre manuel**. La force de RI en isométrique, la force de RE en isométrique et excentrique ainsi que le ratio entre la force excentrique et isométrique de RE par rapport à la RI ont été enregistrés et calculés. On présente la valeur absolue (Newton, N) et la valeur normalisée (N/kg) par rapport au poids corporel du joueur calculé en pourcentage.

3.5.1.2 Résultats :

À l'aide des résultats de l'étude d'Achenbach sur l'évaluation de la force de l'épaule, on peut relever des résultats statistiquement significatifs indiqués par le p-value ($p < 0,05$) qui semble être en faveur de l'hypothèse : le groupe blessure de surutilisation possède un déficit de force de l'épaule comparé au groupe témoin.

Mesure de la force de l'épaule	Groupe avec blessure de surutilisation	Groupe témoin
Force isométrique des rotateurs externes (N)	119 ± 32	133 ± 30
Force isométrique des rotateurs externes (N/kg)	1,8 ± 0,4	2,1 ± 0,5
Force excentrique des rotateurs externes < 2,9 (N/kg) (%)	38%	14%
Rapport de force RE/RI (Isométrique)	0,70 ± 0,15	0,84 ± 0,19
Rapport de force RE (excentrique) /RI (isométrique)	1,32 ± 0,22	1,38 ± 0,22

Les données sont présentées sous forme de moyenne ± écart-type ou de fréquences absolues (%)

Tableau XVII : la force dans l'épaule dominante entre le groupe blessure surutilisation et groupe témoin

On peut également remarquer que le ratio RE/RI est toujours plus faible chez le groupe blessure de surutilisation ce qui pourrait expliquer peut-être un déséquilibre musculaire présent chez ce groupe avec une force de RI toujours plus grande que la RE.

3.5.2 Forthomme 2018

3.5.2.1 Méthode d'évaluation :

La force de la **RI** et **RE** des épaules dominantes et non dominantes ont été évaluées à l'aide d'un **dynamomètre isocinétique** (model Cybex HUMAC NORM ; Computer Sports Medicine, Inc, Stoughton, MA). Les joueurs étaient en décubitus dorsal, avec le membre supérieur en abduction à 90° dans le plan frontal et le coude fléchi à 90°. L'amplitude de mouvement a été standardisée de 50° de RI à 70° RE. Les vitesses isocinétiques étaient de 60°/s (3 répétitions) et de 240°/s (5 répétitions) en mode concentrique et de 60°/s (4 répétitions) en mode excentrique. Le test isocinétique nous a permis de mesurer le pic de force ou peak torque (PT) en Newton par mètre (N/m) et de calculer la masse corporelle par rapport au pic de force (PT/kg en Nm/kg).

3.5.2.2 Résultats :

Dans l'étude de Forthomme, les résultats sur les blessures d'épaule au cours de la saison ont été divisés en 3 groupes : un groupe témoin (**GT**), un groupe avec blessure traumatique (**GBT**) et un dernier groupe avec blessure micro-traumatique (**GBMT**). Aux vues des données, l'auteur a choisi de présenter les résultats sous forme de diagramme.

Résultats des pics de force de l'épaule dominante en **RI en N/m** :

Entre le **GT** et **GBMT** pas de différence marquante.

Entre le **GT** et le **GBT** on note une faiblesse des **RI** dans tous les modes de contraction évalués pour le **GBT** notamment plus accentué en concentrique à 240°/s.

Résultats des pics de force de l'épaule dominante en **RE en N/m** :

Entre le **GT** et le **GBMT**, on retrouve une légère augmentation en concentrique et excentrique à 60°/s chez le **GBMT**.

Entre le **GT** et le **GBT** on note une faiblesse des **RE** dans tous les modes de contraction évalués.

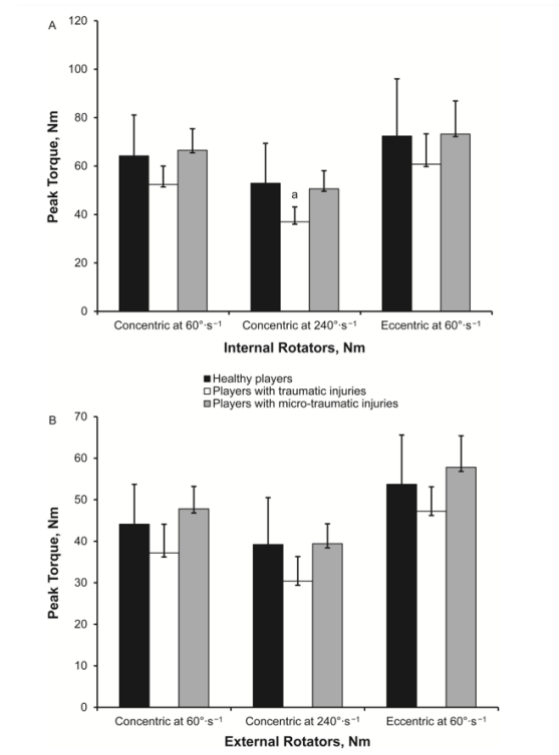


Figure 8 : Résultats isocinétique de l'étude Forthomme [51]

3.5.3 Hams 2019

3.5.3.1 Méthode d'évaluation :

La force isométrique en RI et RE de l'épaule à l'aide d'un **dynamomètre manuel** (JTech Medical, Powertrack II Commander hand-held dynamometer). Les mesures ont été enregistrées en kilogramme force (Kgf) « ancienne unité de force aujourd'hui remplacée par le newton. Un kilogramme-force équivaut à la force d'attraction de la Terre sur une masse d'un kilogramme et vaut environ 9,8 newtons.¹⁰ ». L'athlète était placé assis pied au sol avec les hanches et les genoux à 90°. Le membre supérieur est positionné de manière que l'épaule soit à 0° d'abduction, le coude fléchi à 90° et l'avant-bras en position neutre. Les joueurs devaient produire une contraction maximale pendant 5 secondes pendant que l'examineur luttait avec une force égale et opposée au mouvement demandé, 3 essais étaient réalisés, et la moyenne était calculée. La force absolue de la RI et de la RE en kgf ainsi que la force relative au poids du corps (PDC) ont été enregistrées.

3.5.3.2 Résultats :

	Joueurs blessés (n = 14)	Joueurs non blessés (n = 62)	Différence	p-value
Force RE relative au PDC	11.7% ± 2.4	14.5% ± 2.8	2.8	0,03
Force RI relative au PDC	16.5% ± 3.0	21.6% ± 4.9	5.1	0,01
Force absolue RE	9.82 ± 2.35	11.31 ± 2.71	1.49	0,17
Force absolue RI	14.60 ± 4.60	17.31 ± 4.57	2.71	0,09
Ratio RE/RI	0.70 ± 0.14	0.67 ± 0.11	0.03	0,63

Les données de la force absolue sont présentées sous forme de moyenne ± écart-type en Kgf, les forces relatives au PDC en %.

Tableau XVIII : Résultats de force des rotateurs de l'épaule dominante de l'étude Hams [56]

À noter que les résultats de la force des rotateurs des joueurs blessés et non blessés sont mélangés entre les résultats des femmes et des hommes. On relève de manière générale un déficit de force des rotateurs de l'épaule chez les joueurs blessés. Cependant il semblerait que les résultats en force absolue isométrique des rotateurs d'épaule exprimés en Kgf ne soit pas statistiquement significatif mais par ailleurs la force des rotateurs relatée au poids du corps exprimé en % pourrait marquer une différence significative ($p < 0,05$) entre les joueurs blessés et non blessé notamment la force de RI relative au PDC avec un $p < 0,01$ et une différence de 5,1% entre les deux groupes.

¹⁰ <https://www.cnrtl.fr/definition/academie9/kilogramme-force#:~:text=Ancienne%20unit%C3%A9%20de%20force%20aujourd,vaut%20environ%209%2C8%20newtons>, consulté en mars 2024

3.5.4 Mclaine 2019

3.5.4.1 Méthode d'évaluation :

La force isométrique de l'épaule pour la rotation interne (RI), la rotation externe (RE), la flexion (FL) et l'extension (EXT) ont été testées bilatéralement à l'aide d'un **dynamomètre manuel**. Les tests de force ont été réalisés en position allongée pour la FL et l'EXT de l'épaule (à 140° d'abduction) et pour la RI et la RE (à 90° d'abduction).

3.5.4.2 Résultats :

Mesure de la force isométrique chez les Femmes	Groupe avec douleur (n = 15)	Groupe sans douleur (n = 23)	P-value
Flexion (FL)	9.94 (7.80–14.32)	11.22 (5.99–13.90)	0.22
Extension (EXT)	10.10 (6.29–20.57)	12.31 (5.99–19.61)	0.10
Rotation interne (RI)	17.52 (14.03–26.21)	20.25 (11.58–29.80)	0.21
Rotation externe (RE)	17.86 (13.48–26.57)	18.80 (11.07–25.16)	0.31
Ratio FL/EXT	0.97 (0.50–1.64)	0.93 (0.63–1.17)	0.36
Ration RI/RE	1.06 (0.68–1.28)	1.07 (0.59–1.43)	0.48

Mesure de la force isométrique chez les Hommes	Groupe avec douleur (n = 12)	Groupe sans douleur (n = 24)	P-value
Flexion (FL)	12.66 (10.40–17.05)	13.48 (9.89–17.18)	0.16
Extension (EXT)	12.35 (7.06–28.06)	16.55 (9.51–21.30)	0.04
Rotation interne (RI)	25.43 (19.16–30.34)	26.12 (15.60–33.93)	0.40
Rotation externe (RE)	19.24 (16.92–27.39)	22.65 (15.60–26.53)	0.30
Ratio FL/EXT	1.00 (0.59–1.64)	0.85 (0.68–1.51)	0.04
Ration RI/RE	1.23 (0.97–1.47)	1.18 (0.93–1.46)	0.50

Les données sont présentées sous forme de médiane avec la plage de valeur par rapport au poids corporels (%) et les ratios FL/EXT et RI/RE ont été calculés.

Tableau XIX : Résultats de la force isométrique de l'étude de Mclaine [53]

Au vu des données, on peut remarquer que chez les femmes dans le groupe avec douleur, il semblerait qu'on retrouve un déficit de force isométrique de l'épaule dans chaque mouvement testé avec un ratio FL/EXT plus élevé dû potentiellement à un manque de force d'extension en isométrique plus prononcé qu'en flexion. On retrouve également ce phénomène chez les hommes avec ce déficit de force d'extension encore plus marqué dans le groupe avec douleur et qui semble être statistiquement significatif.

3.5.5 Lira 2023

3.5.5.1 Méthode d'évaluation :

Évaluation isocinétique des rotateurs internes et externes de l'épaule. La force des RI et RE ont été testées sur un angle de 110° de mouvement (entre 20° de RI et 90° de RE) à l'aide d'un **dynamomètre isocinétique** (Biodex Medical Systems Inc., Shirley, NY, USA). En contraction concentrique à 60°/s et 240°/s de vitesse angulaire puis en contraction excentrique à 240°/s. Les tests isocinétiques ont permis de mesurer les pics de forces (PT) en Newton par mètre (N/m) et la puissance moyenne (AVG) en Watt (W).

3.5.5.2 Résultats :

Variable	Douleur ≤ 3 (n = 20)	Douleur > 3 (n = 8)	OR (95% CI)	p-value
PT RI concentrique 240°/s (N/m)	41.5 ± 9.6	52.6 ± 11.7	1.113 (1.006; 1.232)	.038
AVG 240°/s IR (watts)	65.1 ± 24.6	84.3 ± 25.6	1.034 (0.995; 1.074)	.090
PT RE concentrique 240°/s (N/m)	29.4 ± 6.9	37.2 ± 12.0	1.104 (0.996; 1.223)	.060
AVG 240°/s RE (watts)	50.4 ± 18.3	61.8 ± 25.5	1.027 (0.986; 1.170)	.193
PT RI excentrique 240°/s	64.1 ± 25.1	72.9 ± 22.5	1.016 (0.978; 1.056)	.408
PT RE excentrique 240°/s	56.1 ± 16.8	67.3 ± 11.9	1.053 (0.985; 1.125)	.131

Les données sont présentées sous forme de moyenne ± écart-type.

Tableau XX : Résultats de l'évaluation isocinétique de l'étude de Lira [54]

Dans l'étude de Lira, on compare 2 groupes de douleurs à différente intensité un premier groupe avec une douleur exposée ≤ à 3/10 et un autre groupe avec une douleur exposée > à 3/10. D'après les résultats de l'évaluation isocinétique, il semblerait que le groupe douleur > à 3 possède des moyennes des pics de forces en RI et RE en contraction concentrique et excentrique à 240°/s plus élevée que le groupe douleur ≤ à 3/10. D'après ces résultats, l'hypothèse selon laquelle le déficit de force de l'épaule est un facteur de risque de blessure de l'épaule ne parait pas être validée. Au contraire, elle pourrait être nuancée car dans ce cas, c'est le groupe avec une douleur > 3 qui semble présenter des valeurs de moyenne plus élevées, notamment en ce qui concerne le pic de force en RI concentrique à 240°/s, qui est statistiquement significatif.

4 DISCUSSION

4.1 Analyse des principaux résultats

On rappelle que notre revue de littérature doit répondre à une question étiologique à travers l'hypothèse que **le déficit de force musculaire de l'articulation gléno-humérale est un facteur de risque de blessure d'épaule chez les sportifs « overhead »**. À présent, nous allons analyser et interpréter les résultats de nos 5 études sélectionnées qui abordent différents sports « overhead » (indiquée section 3.3) mais qui traitent tous le même facteur de risque de notre revue. D'autres facteurs de risques sont également mesurés dans nos études : le déficit d'amplitude articulaire, les dyskinésies scapulaires, la vitesse de lancer, les courbures du rachis nous les présenteront dans un second temps.

Étant donné la diversité des sports examinés dans chaque étude, comprenant des gestes sportifs variés tels que le lancer et la propulsion en natation, il est important de souligner que le geste du mouvement «overhead», comme exposé dans l'introduction, partagent de nombreuses similitudes. Ces mouvements requièrent en effet flexibilité, force, coordination et contrôle neuromusculaire. Ainsi, il serait pertinent, d'analyser les résultats divergents de nos différentes études, d'observer si le déficit de force de l'articulation gléno-humérale influence-t-il réellement sur la blessure de l'épaule dans les sports « overhead » abordés.

Dans un premier temps, nous allons analyser les résultats des études qui ont plutôt tendance à valider l'hypothèse : « **le déficit de force musculaire de l'articulation gléno-humérale est un facteur de risque de blessure d'épaule chez le sportif overhead** » puis dans un second temps, les études où les résultats ne valident pas l'hypothèse.

4.1.1 Études validant l'hypothèse

Dans l'étude d'Achenbach, : « La découverte la plus importante de cette étude était que les déficits de **force en RE** étaient associés à un risque accru de blessure à l'épaule par surutilisation chez les jeunes joueurs de handball d'élite ».

Table 5 Shoulder strength as a risk of overuse injury in the dominant shoulder

	Group with symptoms of overuse injury (n = 16)	Uninjured group (n = 122)	Odds ratio (95% confidence interval)	p
Absolute muscle strength				
Isometric ER (Newton, N)	119 ± 32	133 ± 30	10.70 (1.2–95.6) per 10 N	0.034
Eccentric ER (Newton, N)	219 ± 52	219 ± 46	1.00 (0.9–1.1)	n.s.
Normalised muscle strength				
Isometric ER (N/kg)	1.8 ± 0.4	2.1 ± 0.5	1.2 (1.0–1.4) per 0.1 N/kg	0.015
Eccentric ER (N/kg)	3.2 ± 0.7	3.4 ± 0.6	0.56 (0.2–1.6)	n.s.
Eccentric ER < 2.90 N/kg	6 (38%)	17 (14%)	Both sexes: 3.53 (1.1–11.8) Men: 5.89 (1.2–27.9) Women: 1.38 (0.1–13.3)	0.047 0.034 n.s.
Ratio of ER:IR muscle strength				
Isometric ER:isometric IR	0.70 ± 0.15	0.84 ± 0.19	1.20 (1.1–1.5) (per 0.1)	0.012
Isometric ER:isometric IR < 0.75	11 (69%)	45 (37%)	4.29 (1.3–14.5)	0.019
Eccentric ER:isometric IR	1.32 ± 0.22	1.38 ± 0.22	1.22 (0.8–1.9)	n.s.
Eccentric ER:isometric IR < 1.30	10 (63%)	44 (36%)	3.20 (1.0–10.1)	0.047

Data are presented as mean ± SD or absolute frequencies (%)

Figure 9 : Résultats de la force des rotateurs de l'épaule dominante d'après l'étude d'Achenbach [50]

D'après la figure 10, on relève des résultats significatifs qui pourraient souligner les propos de l'auteur :

- La moyenne de la force isométrique des RE en valeur absolue (N) possède un **OR de 10,7 (avec IC à 95% de 1,2 à 95,6) avec p = 0,034**
- La moyenne de la force isométrique des RE en valeur normalisée (N/Kg) possède un **OR de 1,2 (avec IC à 95% de 1,0 à 1,4) avec p = 0,015**
- La moyenne de la force excentrique des RE en valeur normalisée < 2,9 (N/Kg) possède pour les deux sexes un **OR de 3,53 (avec IC à 95% de 1,1 à 11,8) avec p = 0,047** pour les hommes un **OR de 5,89 (avec IC à 95% de 1,2 à 27,9) avec p = 0,034**
- Le ratio de force isométrique de RE/RI possède un **OR de 1,2 (avec IC à 95% de 1,1 à 1,5) avec p = 0,012**
- Le ratio de force isométrique de RE/RI < 0,75 possède un **OR de 4,29 (avec IC à 95% de 1,3 à 14,5) avec p = 0,019**
- Le ratio de force excentrique des RE/isométrique des RI < 1,3 possède un **OR de 3,2 (avec IC à 95% de 1,0 à 10,1) avec p = 0,047**

Interprétation des résultats :

Une diminution de la force isométrique des RE en valeur absolue pourrait être le facteur de risque de blessure d'épaule avec la plus forte association statistiquement significative avec OR de 10,7 cependant il faut se méfier de la fiabilité de ces résultats pour la plupart un intervalle de confiance aux valeurs très larges qui tend environ vers 1 jusqu'à 95,6 donc un possible OR proche de 1 avec une possible association quasi nulle.

On retrouve d'autres résultats avec un autre type de contraction (excentrique) qui pousse également à penser que la diminution de la force des RE se présente comme un potentiel facteur de risque, il s'agit de la diminution de la force excentrique des RE en valeur normalisée < 2,9 N/Kg notamment le plus marqué chez les hommes avec un OR de 5,89.

De plus, le facteur de risque : diminution de la force des RE est indirectement mis en valeur avec le résultat statistiquement significatif du ratio de force isométrique de RE/RI < 0,75 possédant un OR de 4,29 montrant une importante association avec la blessure d'épaule. Dans la pratique cela pourrait signifier un déséquilibre musculaire de la force des rotateurs avec diminution de la force de RE ou bien une augmentation de la RI, ainsi pour ces données, il est important de prendre en compte qu'elles sont exprimées en fréquence absolue (%) sur les 16 joueurs de l'étude ayant subi une blessure de surutilisation de l'épaule. Et en plus les valeurs de l'intervalle de confiance qui reste assez large mais avec tout de même un p significatif.

Exposition au critère de jugement :

Il est important de prendre en compte que la douleur ou la blessure d'épaule est objectivée et définie de différentes manières dans chaque étude. Ici dans l'étude d'Achenbach, on s'intéresse uniquement aux blessures de surutilisation « overuse » de l'épaule. Il l'a défini comme telle : « Une blessure a été

catégorisée comme une blessure par surutilisation si aucun événement traumatique ne pouvait être identifié et comme une récurrence si elle survenait au même site corporel dans les 2 mois suivant la première blessure ».

L'utilisation d'un logiciel en ligne a permis de mettre en place un questionnaire standardisé qui a été envoyé par mail à tous les participants de l'étude à différents moments au cours de la saison : après la phase de test, avant le début de la saison, après la pré-saison, à la mi-saison et à la fin de la saison. Les joueurs ont donc été suivis cinq fois au cours de la saison de 7 mois ce qui donne un suivi régulier de l'apparition des blessures. Sur les 5 questionnaires de la saison le taux de réponse total est de 63% et les données complètes des 5 questionnaires auprès de 44% des participants. On note au total d'un peu plus d'un quart (26%) des participants ont subi des blessures de surutilisation à l'épaule.

Dans l'étude de Mclaine : « Les résultats suggèrent qu'il existe une association significative entre la **force des extenseurs de l'épaule (EXT)** et, par conséquent, le ratio de force flexion (FLEX) /extension (EXT) et le développement de douleurs à l'épaule chez de jeunes nageurs masculins. »

Table 1

Median (range) isometric shoulder strength relative to body weight (%), flexion-to-extension strength ratio (FL:EX) and internal rotation-to-external rotation strength ratio (IR:ER) for male and female shoulders with and without pain subsequent to strength testing.

Strength variable	Female shoulders			Male shoulders		
	Pain reported n = 15	No pain reported n = 23	p	Pain reported n = 12	No pain reported n = 24	p
FL	9.94 (7.80–14.32)	11.22 (5.99–13.90)	0.22	12.66 (10.40–17.05)	13.48 (9.89–17.18)	0.16
EX	10.10 (6.29–20.57)	12.31 (5.99–19.61)	0.10	12.35 (7.06–28.06)	16.55 (9.51–21.30)	0.04
IR	17.52 (14.03–26.21)	20.25 (11.58–29.80)	0.21	25.43 (19.16–30.34)	26.12 (15.60–33.93)	0.40
ER	17.86 (13.48–26.57)	18.80 (11.07–25.16)	0.31	19.24 (16.92–27.39)	22.65 (15.60–26.53)	0.30
FL:EX	0.97 (0.50–1.64)	0.93 (0.63–1.17)	0.36	1.00 (0.59–1.64)	0.85 (0.68–1.51)	0.04
IR:ER	1.06 (0.68–1.28)	1.07 (0.59–1.43)	0.48	1.23 (0.97–1.47)	1.18 (0.93–1.46)	0.50

ER, external rotation; EX, extension; FL, flexion; IR, internal rotation.
Bold text indicates significance $p < 0.05$.

Figure 10 : Résultats de la force de l'épaule de l'étude de Mclaine [53]

D'après la figure 11, on observe que ce soit chez les femmes ou chez les hommes des valeurs de médiane en force isométrique sont toujours plus faibles chez les groupes avec douleur cependant on ne retrouve aucune données statistiquement significatives ($p < 0,05$) chez les femmes. On peut relever deux valeurs chez les hommes qui soutiennent les propos de l'auteur :

- La médiane de la force isométrique des EXT relative au poids corporel (%) chez le groupe avec douleur est de **12,35 (variant de 7,06 à 28,06)** contre le groupe sans douleur de **16,55 (variant de 9,51 à 21,30) avec $p = 0,04$**
- Le ratio de force FLEX/EXT chez le groupe avec douleur est de **1,00 (variant de 0,59 à 1,64)** contre le groupe sans douleur de **0,85 (variant de 0,68 à 1,51) avec $p = 0,04$**

De plus, des courbes « Receiver Operating Characteristic » (ROC) ont été générées pour étudier la capacité des valeurs de force musculaire à prédire la douleur à l'épaule. Pour cette étude, l'aire sous la courbe (AUC) a été calculée pour rapporter la précision de la prédiction, où une valeur de 1,0 est considérée comme parfaite ; 0,9 à 0,99 excellent ; 0,8 à 0,89 bon ; 0,7 à 0,79 juste ; 0,51 à 0,69 pauvre et 0,50 est considérée comme n'ayant aucune valeur prédictive.

Table 2

Area under the ROC curve (Area), standard error (SE), asymptotic significance (p) and 95% confidence interval (CI) for male and female shoulder pain predictor variables: relative shoulder strength, flexion-to-extension strength ratio (FL:EX) and internal rotation-to-external rotation strength ratio (IR:ER).

Strength variable	Males				Females			
	Area	SE	p	CI	Area	SE	p	CI
FL	0.65	0.11	0.15	0.44–0.86	0.62	0.10	0.22	0.43–0.82
EX	0.72^a	0.09	0.03	0.54–0.86	0.66	0.10	0.12	0.49–0.81
IR	0.59	0.10	0.38	0.39–0.79	0.62	0.09	0.20	0.44–0.81
ER	0.61	0.12	0.28	0.38–0.84	0.60	0.10	0.30	0.41–0.79
FL:EX	0.71^a	0.10	0.04	0.52–0.91	0.59	0.10	0.36	0.39–0.79
IR:ER	0.43	0.10	0.49	0.23–0.63	0.43	0.10	0.49	0.23–0.63

ER, external rotation; EX, extension; FL, flexion; IR, internal rotation.

Bold text indicates significance $p < 0.05$.

^a Fair predictive value.

Figure 11 : Aire sous la courbe des valeurs prédictive des douleurs d'épaule de l'étude de Mclaine [53]

Comme vu précédemment on retrouve les deux valeurs statistiquement significatives associées aux douleurs d'épaule à savoir la force en extension et le ratio FLEX/EXT.

D'après la figure 12, on a pu déterminer des valeurs prédictives (déterminé par l'AUC) de douleurs d'épaule :

- La force en extension a pour valeur prédictive de **0,72 (avec IC 95% de 0,54 à 0,86) avec p = 0,03**
- Le ratio FLEX/EXT a pour valeur prédictive de **0,71 (avec IC 95% de 0,52 à 0,91) avec p = 0,04**

De plus, l'indice de Youden a été utilisé pour déterminer une valeur seuil optimal pour les résultats statistiquement significatifs de cette étude à savoir la force en extension chez les hommes avec douleur d'épaule. De ce fait, La valeur seuil optimale pour la force en extension de l'épaule, en tant que prédicteur de la douleur à l'épaule, pour les hommes était de **13,5 % de la masse corporelle**, déterminée par le plus haut **indice de Youden de 0,42**.

Interprétation des résultats :

Les jeunes nageurs masculins qui ont développé des douleurs à l'épaule semblent être plus faibles en termes de force relative des extenseurs de l'épaule (12,35 % de la masse corporelle) que ceux qui n'ont pas développé de douleurs à l'épaule (16,55 % de la masse corporelle) avec un $p < 0,05$. Le ratio de force FLEX/EXT semble indiquer que la diminution de la force isométrique en extension développée dans le groupe de douleur influence ce ratio, tandis que l'augmentation de la force isométrique en flexion, bien que non statistiquement significative ($p > 0,05$), semble ne pas avoir d'impact sur ce ratio.

Les valeurs prédictives de la force en extension et du ratio FLEX/EXT semblent être qualifiées de précision juste (AUC entre 0,7 à 0,79) pour prédire les douleurs chez les nageurs masculins de cette étude. Cependant aucun autre test de force de l'épaule n'a démontré des valeurs prédictives statistiquement significatives.

Cependant, il convient de rester vigilant concernant l'interprétation des données de la force isométrique car elles sont exprimées en médiane de ce fait aucun écart-type et intervalle de confiance n'est présenté.

Le fait que les données soient exprimées en médiane ne semble pas être optimale pour représenter l'état de force isométrique chez les joueurs blessés dans une population plus générale, car les médianes ne sont pas affectées par les valeurs extrêmes de l'échantillon, contrairement aux moyennes arithmétiques.

Concernant la valeur prédictive de l'AUC qui peut suggérer que la force en extension de l'épaule est un prédicteur statistiquement qualifié de juste dans l'apparition des douleurs d'épaule chez les nageurs masculins. De plus l'indice de Youden calculé suggèrent une valeur seuil optimal de force en extension de l'épaule estimé à 13,5% de la MC.

Bien que la valeur prédictive de l'AUC soit statistiquement significative et qu'elle peut potentiellement renforcer l'association du déficit de force d'extension aux blessures d'épaules, L'indice de Youden, estimé à 0,46, indique que le seuil choisi pour la force d'extension (13,5% de la masse corporelle) a une capacité modérée à prédire les douleurs à l'épaule. Cela suggère qu'il puisse être cliniquement utile dans la détermination d'un seuil plus précis. Cela mérite d'être approfondi plus en détail dans d'autres études de cohorte.

Exposition au critère de jugement :

Dans le cadre de cette étude, la blessure d'épaule a été définie comme une blessure qui empêchait le nageur de participer à 2 entraînements ou plus et ne pas pouvoir faire de la compétition. Un questionnaire en ligne a été créé et testé avec un athlète et un kinésithérapeute afin d'évaluer la clarté des questions et de rechercher si des douleurs d'épaules avaient été ressenties depuis le test. Une période de suivi prospective de 24 mois a été choisie et la collecte des questionnaires s'est déroulée en 2 étapes. Tous les nageurs ont reçu par mail le lien vers le questionnaire entre 9 à 18 mois puis une deuxième relance a été effectuée au bout de 24 mois après l'évaluation de la force de l'épaule pour les non-répondant ou ceux qui n'avaient pas déclaré de douleurs d'épaules au premier questionnaire.

Sur les 85 nageurs qui ont été évalués, 78 nageurs ont reçu le questionnaire. Parmi ces derniers, 37 nageurs ont répondu entièrement au questionnaire donc sur les 85 nageurs initiaux un peu plus de la moitié (57%) ont été perdus de vue. 18 nageurs sur 37 ont signalé des douleurs d'épaules dont 9 nageurs ayant subi des douleurs bilatérales, on se retrouve donc avec 27 épaules blessées.

Le fait que seulement 43,5% des nageurs aient répondu aux questionnaires peut avoir plusieurs conséquences dans l'interprétation des résultats. Le taux faible de réponse aux questionnaires pourrait entraîner un biais de suivi et influencer la représentativité de l'échantillon. En effet avec un échantillon diminué, la puissance statistique de l'étude peut se retrouver réduite et donc la capacité à détecter des différences significatives entre les nageurs blessés et les nageurs non blessés pourrait être diminuées notamment avec la force des rotateurs de l'épaule qui se présente souvent dans d'autres études chez les sportifs « overhead » où une corrélation statistiquement significative est présente avec la douleur d'épaule, ici ce n'est pas le cas. De plus un échantillon plus petit pourrait augmenter le risque d'erreur de mesure et par conséquent affecter la validité de la conclusion de l'étude.

Il est important de prendre en compte ces limitations pour l'interprétation des résultats en considérant la nécessité d'avoir un échantillon plus grand et plus complet pour possiblement renforcer la corrélation entre la force d'extension de l'épaule ou bien d'autres variables de la force et les douleurs d'épaule.

Dans l'étude de Hams : Au sujet du déficit de la force de l'épaule « Les diminutions de la **force de la RI et RE de l'épaule relative au poids du corps (PDC)**, se sont révélées être des prédicteurs significatifs de blessures futures à l'épaule ».

D'après les résultats du tableau XII, on observe que les moyennes des forces des RI et RE relative à la masse corporelle des joueurs semblerait être statistiquement significatives avec respectivement un p-value de 0,03 pour la force RE au PDC et 0,01 pour la force RI au PDC.

Comme dans l'étude de Mclaine, pour les données statistiquement significatives des courbes ROC ont été déterminées avec le calcul des valeurs de seuil optimales à l'aide de l'indice de Youden, de plus le ratio de vraisemblance positif et négatif et l'odd ratio sont présentés avec leurs intervalles de confiance.

Table 5

Sensitivity (Sn), specificity (Sp), and Youden's index (YI) for total range of motion (TROM) difference and external rotation (ER) and internal rotation (IR) as a percentage of body weight (PBW).

	Degrees	Sn	Sp	YI	OR (95% CI)	LR+ (95% CI)	LR-(95% CI)
TROM difference	-7.50	0.67	0.65	0.31	3.60 (0.82–15.98)	1.88 (1.06–3.33)	0.52 (0.20–1.33)
ER as PBW	12.49	0.57	0.80	0.37	5.20 (0.96–27.91)	2.79 (1.14–6.79)	0.54 (0.23–1.29)
IR as PBW	16.84	0.71	0.85	0.56	13.75 (2.15–88.00)	4.64 (1.94–11.1)	0.34 (0.10–1.10)

Sn – sensitivity, sp – specificity, YI – Youden's index, OR - odds ratio, LR+ – positive likelihood ratio, LR-negative likelihood ratio.

Figure 12 : données statistiquement significatives de l'étude de Hams [56]

Au sujet de la force des rotateurs de l'épaule si on revient sur le tableau XII, deux variables étaient significativement différentes entre le groupe de joueurs qui ont développé une blessure à l'épaule et le groupe sans douleur :

- La moyenne de la force en **RE** de l'épaule dominante relative au **PDC** est de **11,7%** pour les blessés contre **14,5%** pour les non blessés avec **p = 0,03**
- La moyenne de la force en **RI** de l'épaule dominante relative au **PDC** est de **16,8%** pour les blessés contre **21,6%** pour les non blessés avec **p = 0,01**

L'aire sous la courbe ROC :

- Pour la force en **RE** relative au **PDC** est de **0,76** (IC à 95% de **0,59 à 0,93**) avec **p = 0,03**
- Pour la force en **RI** relative au **PDC** est de **0,82** (IC à 95% de **0,66 à 0,98**) avec **p = 0,008**

Interprétation des résultats :

En ce qui concerne notre facteur de risque, la force des rotateurs RE et RI par rapport au poids corporel est significativement plus faible chez les joueurs blessés, les nombreux outils statistiques calculés nous laissent penser que le déficit de la force des rotateurs semble avoir une part importante dans le risque d'apparition de blessure d'épaule.

L'aire sous courbe ROC présente de bonnes valeurs avec des p-value statistiquement significatifs ce qui indique que les variables (force RI et RE) présentent de bonne capacité de prédiction entre les joueurs blessés et non blessés avec une précision estimée de juste et bon respectivement pour la force RE et RI.

À l'aide de la figure 13, l'hypothèse est renforcée. Les valeurs seuil identifiées pour la force RI et RE relative au PDC fournissent des pistes cliniques pour identifier les joueurs présentant un risque plus élevé d'apparition de blessure dans cette étude. En effet les odds ratio associés à ces seuils possèdent des valeurs élevées notamment la force RI présentée à 16,84% au PDC qui semble montrer la plus forte association avec un **OR = 13,75 (IC à 95% de 2,15 à 88,0)** et un **ratio de vraisemblance positif = 4,64 (IC à 95% de 1,94 à 11,1)** avec également un **ratio de vraisemblance négatif** qui semble cohérent de **0,34 (IC à 95 de 0,10 à 1,1)** avec des intervalles de confiance plutôt bien bornés.

Cependant, il faut rester vigilant dans l'interprétation des résultats, particulièrement pour les valeurs seuil estimées car elles présentent un indice de Youden assez faible de 0,37 et 0,56 respectivement pour la force en RE et RI. De plus, on rappelle que la force des rotateurs en valeur brute n'a pas été considéré comme statistiquement significative, mais plutôt la force relative au PDC des joueurs de cette étude, à noter que l'échantillon des joueurs n'était pas égal entre les hommes (n = 28) et femmes (n = 48) avec des moyennes de masse corporelle difficilement comparable à la population générale. Malgré tout, ces résultats de valeur seuil restent encourageants et il convient de poursuivre les recherches avec un plus large échantillon afin d'avoir des données anthropométriques se rapprochant le plus possible de la population générale.

Exposition au critère de jugement :

Dans l'étude de Hams, la blessure d'épaule manque de précision en comparatif aux 2 autres études. Elle a été définie si le joueur a nécessité de recevoir un traitement de physiothérapie afin traiter cette dernière.

On retrouve également des disparités dans la récolte des blessures ou douleurs d'épaules, dans les précédentes études il s'agissait de mettre en place une auto-évaluation à l'aide de questionnaire. Alors que dans cette étude le suivi des blessures était surveillé par le physiothérapeute de l'équipe. Les blessures ont été enregistrées électroniquement à l'aide d'un système de gestion des données des joueurs (SmartaBase), toutes les séances de physiothérapie disponible de 2015 à 2017 ont été codées, analysées et classées par zone du corps.

Comparativement aux autres études, on remarque que moins de blessures ont été relevées sur les 3 saisons de suivi des joueurs de water-polo, 14 joueurs blessés sur un total de 76 joueurs (près de 18%). L'auteur a classé les blessures en 2 types : 2 de type aiguë résultant d'un contact direct et 12 autres de type surutilisation. Parmi ces 2 types de blessures, le temps moyen pour le retour à l'entraînement complet était estimé à 20,6 jours \pm 19,6. Le fait que la récolte des données est surveillée par le physiothérapeute est un moyen de limiter les perdus de vue, cependant s'il s'agit du physiothérapeute de l'équipe qui a déjà réalisé les tests de pré-saison il se pourrait qu'il s'agit d'un biais performance.

4.1.2 Études ne validant pas l'hypothèse

Dans l'étude de Forthomme, Parmi les résultats de l'évaluation isocinétique : « aucun facteur de risque de blessure n'a été identifié chez les joueurs de handball présentant des blessures microtraumatique ». Cependant « la **force maximale concentrique des RI** développé à grande vitesse constitue un facteur protecteur contre le risque de blessure ».

Premièrement à l'aide du questionnaire de pré-saison, l'étude compare la force des rotateurs entre 2 groupes de joueurs : groupe sans antécédents (ATCD) contre le groupe avec antécédent de blessures d'épaule.

Table 2. Isokinetic Results (Peak Torque in Nm/kg and Ratios) for the Dominant Shoulder Between Players With and Without a History of Injury (N = 108)

Variable	Injury History (n = 51)	No Injury History (n = 57)	P Value	Cohen d Effect Size
	Mean ± SD			
Internal rotators, Nm/kg				
Concentric mode at 60°/s	0.70 ± 0.15	0.71 ± 0.15	.77	0.06
Concentric mode at 240°/s	0.55 ± 0.13	0.54 ± 0.14	.56	0.12
Eccentric mode at 60°/s	0.79 ± 0.20	0.76 ± 0.20	.58	0.11
External rotators, Nm/kg				
Concentric mode at 60°/s	0.50 ± 0.10	0.51 ± 0.08	.58	0.11
Concentric mode at 240°/s	0.42 ± 0.09	0.41 ± 0.09	.75	0.06
Eccentric mode at 60°/s	0.63 ± 0.12	0.62 ± 0.10	.51	0.13
Ratio of external rotators : internal rotators				
Concentric mode at 60°/s	0.73 ± 0.12	0.74 ± 0.12	.67	0.09
Concentric mode at 240°/s	0.77 ± 0.13	0.79 ± 0.16	.33	0.19
Mixed ratio (external rotators in the eccentric mode at 60°/s to internal rotators in the concentric mode at 240°/s)	1.19 ± 0.28	1.21 ± 0.33	.72	0.07

Figure 13 : Résultat isocinétique entre le groupe avec et sans antécédents de blessures d'épaule [51]

D'après la figure 14, aucune des variables (RI, RE et les différents ratio RE/RI) ne présente de différences statistiquement significatives ($p > 0,05$). Dans cette étude, l'auteur utilise le d de Cohen ou taille d'effet de Cohen pour quantifier la taille d'effet observé avec les différentes moyennes des 2 groupes (avec ou sans antécédents de blessure). Les valeurs du d de Cohen sont interprétées de la manière suivante : $d < 0,2$ effet négligeable ; $0,2 < d < 0,5$ effet petit ; $0,5 \leq d < 0,8$ effet moyen ; $d > 0,8$ effet large. Aucune variable ne présente un d de Cohen $> 0,2$ ce qui signifie que l'effet est négligeable.

Interprétation des résultats pré-saison avec et sans ATCD de blessure :

L'évaluation isocinétique entre le groupe avec et sans antécédents de blessure semble ne pas présenter de différence significative, ainsi dans cette étude les antécédents de blessure à l'épaule ne semblent pas être un risque significatif d'apparition de nouvelle blessure.

À présent nous allons nous concentrer sur les résultats entre le groupe témoin et les 2 autres groupes avec blessures (microtraumatique et traumatique) durant la saison. On rappelle que l'auteur a présenté les résultats sous forme de diagramme.

D'après la figure 8 issue des résultats de l'étude de Forthomme, il en ressort une différence statistiquement significative entre le groupe témoin et le groupe blessure traumatique :

- Le pic de force en RI à 240°/s possède un **OR 0,93 (IC à 95% de 0,865 à 1,00) avec $p = 0,049$**

Interprétation des résultats entre groupe témoin et groupe blessure traumatique :

En considérant l'odd ratio < 1 avec un intervalle de confiance plutôt bien borné, la force concentrique des RI à haute vitesse semble représenter un facteur protecteur de blessure à l'épaule chez les joueurs de handball.

Cependant aucunes autres variables de la force n'ont pu démontrer une association statistiquement significative avec le groupe blessure microtraumatique, de ce fait aucun facteur de risque n'a pu être identifié pour les blessures microtraumatique.

Cependant, il est important de rappeler que c'est la seule étude composée de 83% des joueurs qui participaient à des séances régulières de renforcement musculaire en plus des entraînements de handball. Et 64 % suivaient régulièrement un programme spécifique dédié au renforcement des rotateurs externes de l'épaule en comparatif avec les études validant l'hypothèse qui n'ont pas effectué de renforcement dans leur population respective. De plus, l'étude mesure le pic de force des rotateurs à travers un dynamomètre isocinétique en position allongé différente de la position fonctionnelle du sportif et de nos autres études présentées dans la revue. Malheureusement, il est donc difficile de pouvoir mettre en contraste les résultats divergents de cette étude avec les études validant l'hypothèse.

Ainsi, on pourrait se poser la question en ouverture si ces changements ont permis de limiter l'identification du déficit de force comme un facteur de risque et si le renforcement musculaire régulier a potentiellement un effet sur notre hypothèse.

Exposition au critère de jugement :

Dans l'étude de Forthomme, la blessure est classée sous 3 niveaux en se basant sur le temps d'absence de l'activité sportive. Une blessure mineure (absence pendant au moins 1 semaine) ; blessure modérée (absence pendant 1 à 3 semaines) ; blessure sévère (absence pendant plus de 3 semaines). Tous les participants ont rempli un questionnaire mensuel sur la saison (un total de 6 questionnaires par joueur). Ce questionnaire abordait toutes les blessures à l'épaule dominantes apparues au cours de la saison en fournissant des informations sur le début, la cause et la localisation de la douleur.

Un total de 106 joueurs (98%) a rempli le questionnaire durant la saison. Presque un quart des joueurs (22%) ont subi une blessure à l'épaule. Parmi les blessés 74% des joueurs ont subi une blessure classée mineure en raison d'un arrêt de l'activité sportive de moins d'1 semaine, on retrouve 15 joueurs qui ont subi des blessures microtraumatiques et 8 joueurs qui ont subi des blessures traumatiques. Le taux d'incidence a été calculé à 1,13 blessure à l'épaule pour 1000 heures de jeu.

Dans l'étude de Lira : « des niveaux plus élevés de **pic de force des RI** peuvent avoir un impact négatif sur la douleur d'épaule chez les jeunes joueurs de volley-ball masculin ».

	Adjusted Model			
	Pain ≤ 3 (n = 20)	Pain > 3 (n = 8)	OR (CI 95%)	p
PT IR 240°/s (N · m)	41.5 (9.6)	52.6 (11.7)	1.113 (1.006; 1.232)	.038
AVG power 240°/s IR (watts)	65.1 (24.6)	84.3 (25.6)	1.034 (0.995; 1.074)	.090
PT ER 240°/s (N · m)	29.4 (6.9)	37.2 (12.0)	1.104 (0.996; 1.223)	.060
AVG power 240°/s ER (watts)	50.4 (18.3)	61.8 (25.5)	1.027 (0.986; 1.70)	.193
Ball speed (km · h ⁻¹)	63.3 (9.0)	70.2 (5.8)	1.130 (0.988; 1.293)	.075
PT IR Ecc 240°/s	64.1 (25.1)	72.9 (22.5)	1.016 (0.978; 1.056)	.408
PT ER Ecc 240°/s	56.1 (16.8)	67.3 (11.9)	1.053 (0.985; 1.125)	.131

Values are presented as mean (standard deviation); PT, peak torque; IR, internal rotation; ER, external rotation; AVG, average; Ecc, eccentric; Con, concentric

Figure 14 : Résultats de l'évaluation isocinétique de l'étude de Lira [54]

D'après la figure 15, on remarque que cette étude chez les volleyeurs présente des différents résultats de ce qui est potentiellement attendu dans les autres articles étudiés. En effet le groupe avec douleur > à 3 sur EVN présente dans toutes les variables de force testé des valeurs supérieures au groupe avec douleur ≤ à 3 sur EVN que ce soit le pic de force en RI et RE à haute vitesse en contraction isométrique et excentrique, la puissance moyenne et puis même la vitesse de lancer.

Parmi ces données issues d'une évaluation isocinétique, on retrouve uniquement une variable qui semble être statistiquement significative :

- Le pic de force en RI à 240°/s en concentrique possède un OR de 1,113 (IC à 95% de 1,006 à 1,233) avec p = 0,038

Interprétation des résultats :

Premièrement, d'après l'auteur, la mesure de la force avec un dynamomètre isocinétique est « une méthode valide et reproductible pour évaluer les performances des muscles rotateurs de l'épaule en pratique clinique » mais aucune valeur ICC n'est présenté. Les risques de ressentir une douleur > à 3 sur EVN semble être significativement plus élevées chez les joueurs possédant des valeurs « trop élevées » pour le pic de force en RI à haute vitesse en concentrique cependant l'odd ratio reste tout de même assez proche de la valeur 1 avec un intervalle de confiance présentant des valeurs restreintes donc certes il semblerait avoir une association significative avec p = 0,038 cependant la corrélation reste faible.

Une raison possible pour laquelle les joueurs présentant une force plus élevée en RI courent un risque accru de douleur d'épaule pourrait être que leur articulation, encore immature à l'âge moyen de cette étude de 15 ± 1,1 ans, n'est pas prête à supporter la charge de force supplémentaire exercée sur leurs tissus encore immatures car le développement neuromusculaire et osseux se poursuit jusqu'à l'âge d'environ 18 ans [57]. Cette raison peut être encourager par une autre étude sur les joueurs de volleyball réalisé par un de nos auteurs Forthomme [58], qui a trouvé que la force maximale des RI et RE représente un facteur protecteur contre la douleur d'épaule cependant la population chez ces volleyeurs sont âgés de 24 ± 5 ans possédant probablement des tissus articulaire et osseux mature capable de mieux supporter la charge élevée des RI.

Le fait que les pics de force en contraction concentrique et excentrique ont été évalués à haute vitesse (240°/s) permet de se rapprocher un peu plus des conditions réelles d'un lancer overhead.

Cependant il s'agit de la seule étude qui compare la force entre deux groupes de douleur d'après la définition de la douleur révisée par l'ISAP en 2020 « Expérience sensorielle et émotionnelle désagréable associée à, ou ressemblant à celle associée à, une lésion tissulaire réelle ou potentielle » [59] contrairement aux autres études qui comparent un groupe sans et avec blessure. L'exposition de la blessure dans le contexte du sport se caractérise plutôt comme une lésion tissulaire réelle rendant le critère de jugement moins subjectif que l'intensité de la douleur qui peut être biaisé par des causes multifactorielles notamment les sensations émotionnelles désagréables.

La taille d'effet n'a pas été présentée, il est possible que la taille de l'échantillon (n =28) ne soit pas suffisamment grande pour pouvoir identifier d'autres facteurs de risque significatifs, de plus il s'agit d'une étude de cohorte prospective qui possède une durée de suivi des joueurs la plus petite de toutes nos études (4mois) ce qui peut être insuffisant pour identifier des corrélations entre les douleurs et les variables de force mesurées.

Exposition au critère de jugement :

Dans cette étude on ne définit pas la blessure de manière précise mais plutôt on évalue l'intensité de la douleur. À l'aide de l'EVN les participants devaient indiquer sur un score de 0 à 10 le niveau de leur douleur chaque semaine sur les 16 semaines. Ainsi il en ressort 2 groupes : un groupe présentant une douleur \leq à 3 sur EVN et un groupe $>$ à 3 sur EVN.

Pendant la phase de suivi de la douleur (4 mois de la saison) sur les 28 joueurs de volley-ball, 71,5% des joueurs ont ressenti une douleur inférieure ou égale à 3 sur l'EVN et 28,5% ont ressenti une douleur supérieure à 3 sur EVN. Le fait de mesurer la douleur et l'intensité de cette dernière avec l'EVN reste tout de même une évaluation subjective et doit être prise en compte dans l'interprétation des résultats.

Réponse à l'hypothèse :

Après avoir examiné les résultats et l'impact de chaque étude sur notre critère de jugement, il est clair que, même si notre hypothèse peut être contestée dans certaines études. Elles indiquent toutes que la force, qu'elle soit déficitaire ou excédentaire, joue un rôle dans l'augmentation ou la diminution des blessures à l'épaule. Intéressons-nous maintenant à l'hétérogénéité de nos études qui pourrait expliquer le fait que notre hypothèse soit discutable.

4.2 Hétérogénéité des études

Le schéma d'étude de nos articles sont tous des études de cohortes prospectives, évaluant la force musculaire de l'épaule en pré ou début de saison puis jusqu'à la fin de saison on évalue le critère de jugement principal : la blessure ou douleur d'épaule. Il en découle 2 groupes : un groupe témoin et un groupe avec blessure ou douleur d'épaule, par ses groupes là on en déduit si possible des différences significatives ou pas entre le déficit ou l'excès de la force de l'articulation gléno-humérale mesurée en pré-saison et le groupe attribué aux joueurs. Malgré des schémas d'étude similaires, il se pourrait qu'il y ait des différences notables capables d'influencer les résultats des études.

4.2.1 Les populations étudiées

Dans notre revue on présente 4 sports « overhead », d'après la figure 3 en introduction on remarque que tous les sports sollicitant les épaules certes emploie le geste «overhead » mais n'ont pas forcément toutes les mêmes exigences sportives et la même pratique.

C'est également le cas dans nos différentes études sélectionnées :

- Achenbach 2020 et Forthomme 2018 traitent les **handballeurs**, un sport collectif unilatéral nécessitant la main au-dessus de l'épaule avec lancer de balle, présence de contact ou collision sur terrain plat.
- Hams 2019 traite les joueurs de **Water-polo**, sport aquatique collectif unilatéral nécessitant la main au-dessus de l'épaule avec lancer de balle et les membres supérieurs pour nager et se déplacer, présence de contact ou collision dans une piscine.
- Mclaine 2019 traite les **nageurs**, sport aquatique individuel bilatéral nécessitant la main au-dessus de l'épaule sans lancer de balle, pas de contact ni de collision dans une piscine.
- Lira 2023 traite les **volleyeurs**, un sport collectif unilatéral nécessitant la main au-dessus de l'épaule avec lancer de balle, présence de contact ou collision sur terrain plat.

L'âge de la population de nos études varie en moyenne de 14 à 24 ans, un écart de 10 ans qui a un impact non négligeable sur l'apparition des facteurs de risque, comme on l'a vu précédemment où les études validant notre hypothèse nous laisserait penser qu'il s'agit du déficit de force qui développerait les blessures alors que dans l'étude de Lira où l'excès de force en RI était retrouvé chez les jeunes joueurs âgés de 14 ans en moyenne ayant les plus fortes douleurs d'épaule.

Le sexe de la population peut également présenter des disparités, dans trois de nos cinq études les participants sont uniquement des hommes et dans les deux études restantes la répartition entre les sexes est inégale, au vu des différences non négligeables dans les données anthropométriques entre les deux sexes, il paraît plus difficile de pouvoir représenter une population générale.

Dans la plupart de nos études, on implique un nombre assez conséquent de sportif à l'exception dans l'étude de Lira avec seulement un échantillon n = 28 volleyeurs. Au total nos études ont pu recruter 495 participants pour pouvoir tenter d'avoir le plus de différence significative entre les groupes, cependant même avec un nombre conséquent de participants, il semble difficile de généraliser des conclusions sur les sportifs « overhead » à la population sportive générale, car la plupart de nos études se concentrent sur des athlètes de haut niveau qualifié « élite », à l'exception de l'étude de Mclaine qui ne précise pas le niveau des nageurs.

4.2.2 L'évaluation du critère de jugement : la blessure ou douleur d'épaule

La partie exposition au critère de jugement abordée dans la section 4.1 de la discussion, nous indique clairement que la blessure se définit de différente manière entre chaque étude de notre corpus indéniablement cela influence l'interprétation de nos résultats car les groupes ayant la blessure dans l'étude 1 ne sera pas forcément comparable si la blessure est définie d'une autre manière dans l'étude 2, prenons un exemple concret : dans l'étude d'Achenbach, on s'intéresse à un type de blessure, la blessure type surutilisation de l'épaule alors que dans l'étude de McClaine la blessure n'est pas définie en fonction du type de blessure, mais du temps d'absence à la pratique sportive.

Il est donc préférable d'interpréter les résultats de manière qualitative pour chaque article propre à sa définition de la blessure d'épaule. En effet au vu de nos articles sélectionnés, il paraît difficile d'avoir une définition commune de la blessure, cependant on retrouve une certaine singularité dans la récolte des données mise à part une seule étude.

4 études sur 5, ont utilisé des questionnaires d'auto-évaluation pour la récolte des blessures néanmoins le temps de suivi des joueurs n'est pas régulier cela peut s'expliquer par les durées de saison de jeu qui varient en fonction des sports, par la décision de l'investigateur de l'étude et bien d'autres raisons. Comme évoqué précédemment dans la partie exposition au critère de jugement, la durée de suivi de nos études s'étend de 4 mois à 3 ans. Il est également important de considérer la fréquence de suivi qui va agrandir ou limiter le risque de perdu de vue, c'est-à-dire la régularité des collectes de données tout au long de la saison, cela varie de 1 à 6 relances durant toute la saison, cas particulier pour l'étude de Lira qui mesure l'EVN de manière hebdomadaire sur 16 semaines. La seule étude qui n'a pas utilisé de questionnaire d'auto-évaluation est l'étude de Hams, la récolte des données a été effectué grâce aux séances de physiothérapie enregistrées.

4.2.3 L'évaluation de la force de l'articulation gléno-humérale

Dans notre revue il y a 2 méthodes de mesure de la force, dans les 3 études validant l'hypothèse la force est mesurée à l'aide d'un dynamomètre portatif pour la plupart, elle est testée en contraction isométrique à l'exception de l'étude d'Achenbach, la force est également testée en contraction excentrique aucune valeur d'ICC n'a été présenté et l'auteur déclare « la force musculaire n'a été évaluée que par un évaluateur, ce qui a augmenté la qualité de cette étude en raison d'une fiabilité intra-évaluateur élevée, mais pourrait diminuer la comparabilité avec d'autres études ».

Il est difficile de pouvoir confronter les résultats des 2 autres études ne validant pas l'hypothèse étant donné que la méthode de mesure n'est pas la même. Ici la force est mesurée à l'aide d'un dynamomètre isocinétique, les mesures sont calculées pour donner des pics de force (PT) exprimé en Newton par mètre (N/m). L'évaluation isocinétique permet de tester les contractions dynamiques (concentrique et excentrique) à différentes vitesses angulaires de 60°/s à 240°/s. Malgré tout, on retrouve des différences dans la méthode de mesure entre nos 2 études opposées à l'hypothèse, dans l'étude de Lira l'évaluation isocinétique s'est effectuée assise alors que dans l'étude de Forthomme, elle s'est effectuée en décubitus dorsal avec un ICC estimé $\geq 0,890$.

4.3 Applicabilité des résultats en pratique clinique

Toutes nos études attirent l'attention sur la forte prévalence des blessures à l'épaule au sein des sportifs « overhead ».

Relevons pour chaque étude les données qui soutiennent nos propos :

- Achenbach : « 26% des participants ont subi une blessure de surutilisation au cours de la saison »
- Mclaine : « 18 nageurs sur 37 ce qui équivaut à 48% des participants ont signalé des douleurs d'épaules »
- Hams : « Sur les 3 saisons de suivi des joueurs de water-polo, près de 18% des participants ont été blessés »
- Forthomme : « Un total de 106 joueurs ont rempli le questionnaire durant la saison, presque 22% des joueurs ont subi une blessure à l'épaule »
- Lira : « Sur les 28 joueurs de volley-ball, 71,5% des joueurs ont ressenti une douleur inférieure ou égale à 3 sur l'EVN et 28,5% ont ressenti une douleur supérieure à 3 sur EVN. »

Étant donné la forte prévalence des blessures à l'épaule, il est nécessaire d'agir malgré les divergences dans les résultats de nos différents articles. En effet l'hypothèse a été validée dans 3 sur 5 de nos études sélectionnées même si le déficit de force de la coiffe des rotateurs ne fait pas unanimité en tant que facteur de risque, la force musculaire de l'épaule est néanmoins une capacité physiologique essentielle dans la pratique de ces sports.

Nous pouvons nous demander comment nous pouvons agir dans notre pratique clinique pour lutter contre ses blessures. La littérature scientifique, nous laisse penser qu'il faut mettre en place des **stratégies de prévention** (énoncé en introduction) afin que dans un 1^{er} temps de limiter l'influence des facteurs de risque sur nos patients puis dans un 2^{ème} temps réduire la prévalence des blessures. Dans une étude publiée par Cools [60] il en ressort 3 facteurs de risques qui peuvent servir de base à des recommandations dans la mise en place de stratégie de prévention : le déficit de rotation interne (GIRD), les dyskinésies scapulaires et dont la force de la coiffe des rotateurs. La blessure dans le monde du sportif peut être de cause multifactorielle, c'est un ensemble de facteur de risque en s'associant va développer les pathologies d'épaule, parmi eux nous traitons la force de la coiffe des rotateurs qui est l'unique facteur de risque de notre revue.

En 2017 un essai contrôlé randomisé (ECR) a été effectué chez 660 joueurs de handball [61], l'objectif était d'évaluer l'effet d'un programme d'exercice sur la prévalence des blessures d'épaule, le programme visant à augmenter la rotation interne, la force de rotation externe et la force musculaire scapulaire, ainsi qu'à améliorer la chaîne cinétique et la mobilité thoracique. Il a été dispensé par les entraîneurs et les capitaines 3 fois par semaine dans le cadre de l'échauffement. Les exercices mis en place pour le groupe intervention ont permis de réduire de 28% le risque de blessure à l'épaule en comparatif avec le groupe contrôle. Dans l'une de nos études, celle de Forthomme, il a été noté que 64% des joueurs suivent régulièrement un programme de prévention pour renforcer les RE. Il est également envisageable que cette pratique ait contribué à réduire l'écart de force en RE entre les groupes ayant subi des blessures et le groupe contrôle, limitant ainsi comme pour l'ECR l'impact du facteur de risque.

Ainsi notre compréhension sur les blessures d'épaule qui reste encore discutable nous pousse à traiter les facteurs de risque en 1^{er} intention pour tenter de réduire la prévalence des blessures, mais on peut aussi se demander comment les identifier ou les mesurer dans notre pratique courante.

Dans le cas de la force de la coiffe des rotateurs, nous avons vu 2 méthodes d'évaluation : le dynamomètre manuel et l'appareil isocinétique.

L'évaluation isocinétique permet de mesurer différents types de contraction (isométrique, concentrique, excentrique) à différentes vitesses angulaires. Cependant ces procédures sont plutôt coûteuses et non applicables sur le terrain en période d'entraînement. En ce qui concerne la mesure de la force avec le dynamomètre manuel, cela a suscité de plus en plus d'intérêt en raison de ses avantages pratiques et beaucoup moins onéreux que l'évaluation isocinétique. En effet le dynamomètre manuel a montré une fiabilité inter et intra examinateurs plus élevée que les tests manuels de force musculaire. Un nouveau protocole de test a été publié indiquant que les mesures de force excentrique des RE réalisées avec un dynamomètre manuel présentent une très bonne fiabilité intra-évaluateur (ICC = 0,88) et une bonne fiabilité inter-évaluateur (ICC = 0,71) avec en plus une validité concurrente par rapport à l'évaluation isocinétique (corrélation de Pearson = 0,78) [62].

Dans notre pratique courante, en cabinet par exemple Il est important de prendre conscience que notre population de sportif sera majoritairement plus d'un niveau amateur que d'un niveau élite traité dans cette revue, cependant les blessures d'épaule concernent tous type de sportifs quelque que soit le niveau de jeu. Les blessures constituent une opportunité manquée pour les sportifs qui ne pourront plus s'entraîner et donc progresser, rendant également le retour à la compétition amateur ou pro difficile. Il convient donc de réaliser des bilans précis et soutenue de nos patients afin de dépister les facteurs de risque, dans le cas de la force de la coiffe des rotateurs, le dynamomètre reste une très bonne alternative pour identifier un déficit ou un déséquilibre musculaire qui permettra par la suite de mettre en place des programmes de prévention.

4.4 Qualité des preuves

La qualité des preuves de cette revue de littérature est dépendante du niveau de qualité des études incluses.

Selon la HAS, le **niveau de preuve d'une étude** se caractérise par la capacité de l'étude à répondre à la question posée. Ainsi, **cette capacité de l'étude à répondre à la question posée** se base sur des critères définis :

1. L'adéquation du schéma d'étude à la question posée
2. L'existence ou pas de biais importants dans la réalisation
3. L'adaptation de l'analyse statistique aux objectifs de l'étude
4. La puissance de l'étude avec notamment la taille de l'échantillon

Pour le critère 1 dans notre revue, il s'agit d'une question de causalité avec un phénomène non contrôlable fréquent. Le schéma d'étude correspondant est le suivi de cohorte (en comparant exposé/non exposé).

Un tableau de classification générale du niveau de preuve d'une étude, présenté en Annexe 2. La classification est partagée en 3 niveaux de preuve selon la description de l'étude : faible, intermédiaire et fort.

La HAS a également mis en place un système de gradation en fonction du niveau de preuve scientifique fourni par la littérature, présenté en Annexe 3.

Les recommandations proposées sont classées en grade A, B ou C :

- Une recommandation de grade A correspond à une preuve scientifique établie par des études avec un haut niveau de preuve
- Une recommandation de grade B correspond à une présomption scientifique établie par des études avec un niveau de preuve intermédiaire
- Une recommandation de grade C est établie par des études avec un niveau de preuve faible

Nous allons présenter sous forme d'un tableau le nom de l'auteur, le schéma d'étude, le score de l'échelle NOS, le grade et le niveau de preuve de chaque étude qui compose cette revue de littérature :

AUTEURS	SCHÉMA ÉTUDE	SCORE NOS	GRADE	NIVEAU DE PREUVE
Achenbach 2020	Cohorte prospective	5/9	B	Intermédiaire
Forthomme 2018	Cohorte prospective	5/9	B	Intermédiaire
Hams 2019	Cohorte prospective	6/9	B	Intermédiaire
Mclaine 2019	Cohorte prospective	4/9	B	Intermédiaire
Lira 2023	Cohorte prospective	5/9	B	Intermédiaire

Tableau XXI : Qualité des preuves de nos études

4.5 Biais potentiels de la revue

4.5.1 Grille AMSTAR 2

Cette revue est composée d'études observationnelles de type cohorte prospective. Nous allons à présent évaluer les biais potentiels de notre revue à l'aide de la grille AMSTAR 2 validée en français (annexe 4) [63] qui permet d'évaluer la qualité méthodologique des revues de littérature.

Item	Cotation	Oui/Non	Commentaires
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?	OUI	2.2.2 Équation de recherche
2	Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?	NON	La méthode a été établie avant de conduire la revue mais aucune déclaration au préalable n'a été effectué
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?	OUI	2.1.1 Méthode
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?	OUI	2.2.1 source documentaire investiguée
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?	NON	Un seul examinateur
6	Les auteurs ont-ils effectuée en double l'extraction des données ?	NON	Un seul examinateur
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?	OUI	3.2 Études exclues
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?	OUI	Tableau IX ; X ; XI ; XII ; XIII ; XIV
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?	OUI	3.4.1 grille d'analyse et 3.4.2 synthèses des biais

10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?	OUI	4.5.2 conflit d'intérêt et source de financements des études incluses
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?	NON	Aucune méta-analyse n'a été effectué
12	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?	NON	Aucune méta-analyse n'a été effectué
13	Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ?	OUI	4.1 Analyse des principaux résultats
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?	OUI	4.2 hétérogénéités des études
15	S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?	NON	
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?	OUI	L'auteur de ce mémoire ne déclare aucun conflit d'intérêt ni source de financement reçu

Tableau XXII : Grille AMSTAR 2 (traduction française) [63]

4.5.2 Conflit d'intérêt et sources de financements des études incluses

ÉTUDES INCLUSES	CONFLIT D'INTÉRÊT	SOURCES DE FINANCEMENTS
Achenbach 2020	Aucun conflit d'intérêt déclaré ✓	Aucune aide financière n'a été reçu
Forthomme 2018	Non renseigné	Non renseigné
Hams 2019	Aucun conflit d'intérêt déclaré ✓	Non renseigné
Mclaine 2019	Non renseigné	Aucune aide financière n'a été reçu
Lira 2023	Aucun conflit d'intérêt déclaré ✓	Non renseigné

5 CONCLUSION

5.1 Implication pour la pratique clinique

Notre revue de littérature avait pour objectif d'analyser la validité du déficit de force de l'articulation gléno-humérale comme facteur de risque de blessure d'épaule chez les sportifs « overhead ». Nous avons pu sélectionner 5 études traitant le déficit de force comme un potentiel facteur de risque dans différents sports : handball, volley, water-polo, natation. Les résultats des études concernant le déficit de force restent assez divergents, nous avons 3 études validant le fait que le déficit de force de l'épaule est un facteur de risque de blessure d'épaule et 2 études ne validant pas l'hypothèse. Cependant dans les études validant l'hypothèse, les résultats significatifs manquent de fiabilité entre eux avec quelques fois des intervalles de confiance aux bornes larges. Il est donc préférable d'apprécier les résultats de chaque étude indépendamment les uns des autres. Dans les études ne validant pas l'hypothèse, le déficit de la force n'a pas été déterminé comme un facteur de risque, cependant d'autres associations significatives entre la force et la blessure d'épaule ont été retrouvées.

Malgré ces divergences, toutes nos études se rejoignent sur un point : les sportifs overhead sont une population fortement associée au risque de blessure d'épaule. En effet la prévalence élevée des blessures d'épaule dès le jeune âge suggère de mettre en place des stratégies de préventions afin d'agir dès les premiers stades de développement du joueur. En tant que professionnel de santé il convient d'agir au plus vite pour limiter l'apparition et réduire la progression de la pathologie peu importe le profil et l'objectif du sportif, que ce soit de l'amateur à l'élite, que ce soit une pratique en loisir à la performance, dans tous les cas la blessure reste handicapante du fait de ses nombreuses conséquences sur la santé générale de nos patients.

5.2 Implication pour la recherche

Il est essentiel de souligner que la structure complexe de l'épaule et les nouvelles avancées dans la littérature scientifique continuent de fournir de nouvelles directives pour la gestion des blessures d'épaule. Les recommandations sur les blessures nous poussent à penser qu'elles sont d'origine multifactorielles c'est-à-dire que plusieurs facteurs de risque en s'associant vont contribuer à rendre l'épaule plus vulnérable aux blessures. Il reste tout de même intéressant de se concentrer sur l'étude d'un unique facteur de risque pour pouvoir être plus spécifique dans l'interprétation de la validité de ce dernier.

Il convient de continuer les recherches sur le déficit de force de l'articulation gléno-humérale avec des études ayant une meilleure qualité méthodologique, des échantillons plus larges avec des sportifs de tous niveaux (amateur à élite), une régularité dans le suivi du sportif d'une saison entière voire à plusieurs pour laisser le temps au facteur de risque de développer des corrélations significatives avec la blessure.

Pour finir, il serait également intéressant pour les futures études de s'ouvrir à une évaluation de la force plus complète de l'épaule et ne pas se limiter uniquement à l'articulation gléno-humérale en impliquant l'évaluation de la force des muscles interscapulaire et péri scapulaire qui se présente comme un point d'ancrage pour le bon fonctionnement de l'épaule.

6 BIBLIOGRAPHIE

- [1] Dufour M. *Anatomie de l'appareil locomoteur tome 2 membre supérieur*. Elsevier Madisson. 2007.
- [2] Bogunovic L, Jimenez ML, Law J. Shoulder Anatomy and Biomechanics. In: *The Female Athlete*. Elsevier, 2022, pp. 177–190.
- [3] Jansen T, Thorns C, Oestern HJ. [Anatomy of the shoulder joint]. *Zentralbl Chir* 2001; 126: 168–76.
- [4] Culham E, Peat M. Functional anatomy of the shoulder complex. *J Orthop Sports Phys Ther* 1993; 18: 342–50.
- [5] Halder AM, Kuhl SG, Zobitz ME, et al. Effects of the glenoid labrum and glenohumeral abduction on stability of the shoulder joint through concavity-compression : an in vitro study. *J Bone Joint Surg Am* 2001; 83: 1062–9.
- [6] Touati N, Fréchaud A. *Prévenir et guérir les blessures sportives*. Leduc Éditions. 2023.
- [7] Blache Y, Dal Maso F, Desmoulins L, et al. Superficial shoulder muscle co-activations during lifting tasks: Influence of lifting height, weight and phase. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 2015; 25: 355–362.
- [8] Touati N. *GRAND FORMAT N°1, L'épaule chez l'athlète overhead*.
- [9] Mach L. Raising the Bar for the Overhead Athlete. *ACSMs Health Fit J* 2023; 27: 8–12.
- [10] Schwank A, Blazey P, Asker M, et al. 2022 Bern Consensus Statement on Shoulder Injury Prevention, Rehabilitation, and Return to Sport for Athletes at All Participation Levels. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2022; 52: 11–28.
- [11] Fleisig GS, Barrentine SW, Escamilla RF, et al. Biomechanics of overhand throwing with implications for injuries. *Sports Med* 1996; 21: 421–437.
- [12] Bakshi N, Freehill MT. *The Overhead Athletes Shoulder*, www.sportsmedarthro.com (2018).
- [13] Chu SK, Jayabalan P, Kibler W Ben, et al. The Kinetic Chain Revisited: New Concepts on Throwing Mechanics and Injury. *PM R* 2016; 8: S69-77.
- [14] Kibler W Ben, Wilkes T, Sciascia A. Mechanics and pathomechanics in the overhead athlete. *Clin Sports Med* 2013; 32: 637–51.
- [15] Sciascia A, Thigpen C, Namdari S, et al. Kinetic chain abnormalities in the athletic shoulder. *Sports Med Arthrosc Rev* 2012; 20: 16–21.
- [16] Hill J, Leiszler M. Review and role of plyometrics and core rehabilitation in competitive sport. *Curr Sports Med Rep* 2011; 10: 345–51.
- [17] Dugas JR, Mathis TP. Partial Rotator Cuff Tears in Throwing Athletes. *Oper Tech Sports Med* 2016; 24: 196–202.
- [18] Dillman CJ, Fleisig GS, Andrews JR. Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics. *J Orthop Sports Phys Ther* 1993; 18: 402–8.
- [19] Burkhart SS, Morgan CD, Kibler W Ben. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy* 2003; 19: 404–20.
- [20] Stodden DF, Fleisig GS, McLean SP, et al. Relationship of biomechanical factors to baseball pitching velocity: within pitcher variation. *J Appl Biomech* 2005; 21: 44–56.
- [21] Harryman DT, Sidles JA, Clark JM, et al. Translation of the humeral head on the glenoid with passive glenohumeral motion. *J Bone Joint Surg Am* 1990; 72: 1334–43.
- [22] Thomas SJ, Swanik CB, Higginson JS, et al. Neuromuscular and stiffness adaptations in division I collegiate baseball players. *J Electromyogr Kinesiol* 2013; 23: 102–9.
- [23] Reagan KM, Meister K, Horodyski MB, et al. Humeral retroversion and its relationship to glenohumeral rotation in the shoulder of college baseball players. *Am J Sports Med* 2002; 30: 354–60.
- [24] Greenberg EM, Fernandez-Fernandez A, Lawrence JTR, et al. The Development of Humeral Retrotorsion and Its Relationship to Throwing Sports. *Sports Health* 2015; 7: 489–96.

- [25] Myers JB, Oyama S, Rucinski TJ, et al. Humeral retrotorsion in collegiate baseball pitchers with throwing-related upper extremity injury history. *Sports Health* 2011; 3: 383–9.
- [26] Polster JM, Bullen J, Obuchowski NA, et al. Relationship between humeral torsion and injury in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med* 2013; 41: 2015–21.
- [27] Hill JA, Tkach L, Hendrix RW. A study of glenohumeral orientation in patients with anterior recurrent shoulder dislocations using computerized axial tomography. *Orthop Rev* 1989; 18: 84–91.
- [28] Wyland DJ, Pill SG, Shanley E, et al. Bony adaptation of the proximal humerus and glenoid correlate within the throwing shoulder of professional baseball pitchers. *Am J Sports Med* 2012; 40: 1858–62.
- [29] Braun S, Kokmeyer D, Millett PJ. Shoulder injuries in the throwing athlete. *J Bone Joint Surg Am* 2009; 91: 966–78.
- [30] Lintner D, Mayol M, Uzodinma O, et al. Glenohumeral internal rotation deficits in professional pitchers enrolled in an internal rotation stretching program. *Am J Sports Med* 2007; 35: 617–21.
- [31] Burkhart SS, Morgan CD, Kibler W Ben. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy* 2003; 19: 641–61.
- [32] Shanley E, Thigpen CA, Clark JC, et al. Changes in passive range of motion and development of glenohumeral internal rotation deficit (GIRD) in the professional pitching shoulder between spring training in two consecutive years. *J Shoulder Elbow Surg* 2012; 21: 1605–12.
- [33] Hoppe MW, Brochhagen J, Tischer T, et al. Risk factors and prevention strategies for shoulder injuries in overhead sports: an updated systematic review. *J Exp Orthop*; 9. Epub ahead of print 1 December 2022. DOI: 10.1186/S40634-022-00493-9.
- [34] Zaremski JL, Wasser JG, Vincent HK. *Mechanisms and Treatments for Shoulder Injuries in Overhead Throwing Athletes*, www.acsm-csmr.org (2017).
- [35] Lesniak BP, Baraga MG, Jose J, et al. Glenohumeral findings on magnetic resonance imaging correlate with innings pitched in asymptomatic pitchers. *Am J Sports Med* 2013; 41: 2022–7.
- [36] Posner M, Cameron KL, Wolf JM, et al. Epidemiology of Major League Baseball injuries. *Am J Sports Med* 2011; 39: 1676–80.
- [37] Asker M, Holm LW, Källberg H, et al. Female adolescent elite handball players are more susceptible to shoulder problems than their male counterparts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018; 26: 1892–1900.
- [38] Saper MG, Pierpoint LA, Liu W, et al. Epidemiology of Shoulder and Elbow Injuries Among United States High School Baseball Players: School Years 2005–2006 Through 2014–2015. *Am J Sports Med* 2018; 46: 37–43.
- [39] Black GM, Gabbett TJ, Cole MH, et al. Monitoring Workload in Throwing-Dominant Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine* 2016; 46: 1503–1516.
- [40] Windt J, Gabbett TJ. How do training and competition workloads relate to injury? The workload—*injury aetiology model*. *Br J Sports Med* 2017; 51: 428–435.
- [41] Matsuura T, Iwame T, Suzue N, et al. Risk factors for shoulder and elbow pain in youth baseball players. *Phys Sportsmed* 2017; 1–5.
- [42] Clarsen B, Bahr R, Andersson SH, et al. 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* 2014; 48: 1327–33.
- [43] Andersson SH, Bahr R, Clarsen B, et al. Risk factors for overuse shoulder injuries in a mixed-sex cohort of 329 elite handball players: previous findings could not be confirmed. *Br J Sports Med* 2018; 52: 1191–1198.
- [44] Cejudo A. Risk Factors for, and Prediction of, Shoulder Pain in Young Badminton Players: A Prospective Cohort Study. *Int J Environ Res Public Health*; 19. Epub ahead of print 12 October 2022. DOI: 10.3390/ijerph192013095.

- [45] Panagiotopoulos AC, Crowther IM. Scapular Dyskinesia, the forgotten culprit of shoulder pain and how to rehabilitate. *SICOT J* 2019; 5: 29.
- [46] Tooth C, Gofflot A, Schwartz C, et al. Risk Factors of Overuse Shoulder Injuries in Overhead Athletes: A Systematic Review. *Sports Health* 2020; 12: 478–487.
- [47] Hogan C, Corbett J-A, Ashton S, et al. Scapular Dyskinesia Is Not an Isolated Risk Factor for Shoulder Injury in Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med* 2021; 49: 2843–2853.
- [48] Guermont H, Mittelheisser G, Reboursière E, et al. Shoulder muscle imbalance as a risk factor for shoulder injury in elite badminton players: A prospective study. *Phys Ther Sport* 2023; 61: 149–155.
- [49] Harput G, Guney H, Toprak U, et al. Shoulder-Rotator Strength, Range of Motion, and Acromiohumeral Distance in Asymptomatic Adolescent Volleyball Attackers. *J Athl Train* 2016; 51: 733–738.
- [50] Achenbach L, Laver L, Walter SS, et al. Decreased external rotation strength is a risk factor for overuse shoulder injury in youth elite handball athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2020; 28: 1202–1211.
- [51] Forthomme B, Croisier J-L, Delvaux F, et al. Preseason Strength Assessment of the Rotator Muscles and Shoulder Injury in Handball Players. *J Athl Train* 2018; 53: 174–180.
- [52] Hams A, Evans K, Adams R, et al. Reduced shoulder strength and change in range of motion are risk factors for shoulder injury in water polo players. *Phys Ther Sport* 2019; 40: 231–237.
- [53] McLaine SJ, Bird M-L, Ginn KA, et al. Shoulder extension strength: a potential risk factor for shoulder pain in young swimmers? *J Sci Med Sport* 2019; 22: 516–520.
- [54] de Lira CAB, Vargas VZ, Vancini RL, et al. Shoulder Internal Rotator Strength as Risk Factor for Shoulder Pain in Volleyball Players. *Int J Sports Med* 2023; 44: 133–137.
- [55] Pallot A, Rostagno S. Newcastle-Ottawa Scale: French translation of the methodological quality scale for cohort studies. *Kinesitherapie* 2021; 21: 3–4.
- [56] Hams A, Evans K, Adams R, et al. Reduced shoulder strength and change in range of motion are risk factors for shoulder injury in water polo players. *Phys Ther Sport* 2019; 40: 231–237.
- [57] Olds M, Donaldson K, Ellis R, et al. In children 18 years and under, what promotes recurrent shoulder instability after traumatic anterior shoulder dislocation? A systematic review and meta-analysis of risk factors. *Br J Sports Med* 2016; 50: 1135–41.
- [58] Forthomme B, Wiczorek V, Frisch A, et al. Shoulder pain among high-level volleyball players and preseason features. *Med Sci Sports Exerc* 2013; 45: 1852–60.
- [59] Vader K, Bostick GP, Carlesso LC, et al. La définition révisée de la douleur de l’IASP et les notes complémentaires : les considérations pour la profession de la physiothérapie. *Physiotherapy Canada* 2021; 73: 106.
- [60] Cools AM, Johansson FR, Borms D, et al. Prevention of shoulder injuries in overhead athletes: a science-based approach. *Braz J Phys Ther* 2015; 19: 331–339.
- [61] Andersson SH, Bahr R, Clarsen B, et al. Preventing overuse shoulder injuries among throwing athletes: a cluster-randomised controlled trial in 660 elite handball players. *Br J Sports Med* 2017; 51: 1073–1080.
- [62] Johansson FR, Skillgate E, Lapauw ML, et al. Measuring Eccentric Strength of the Shoulder External Rotators Using a Handheld Dynamometer: Reliability and Validity. *J Athl Train* 2015; 50: 719–25.
- [63] Pallot A, Rostagno S. AMSTAR-2: French translation of the methodological quality scale for systematic literature review. *Kinesitherapie* 2021; 21: 13–14.

7 ANNEXES

Annexe 1 : Échelle New Castle Ottawa traduit en français

Annexe 2 : Tableau de classification générale du niveau de preuve d'une étude par l'HAS

Annexe 3 : Système de gradation par l'HAS

Annexe 4 : Grille AMSTAR2 traduit en français

Annexe 1 : Échelle New Castle Ottawa (traduit en français)

Tableau I. Traduction française de la Newcastle-Ottawa Scale.

Catégories d'items	Items	Cotation
Sélection (maximum 4 étoiles)	Représentativité des sujets exposés (maximum 1 étoile)	(1 étoile) Vraiment représentatif de la population cible en moyenne dans la communauté
		(1 étoile) Un peu représentatif de la population cible en moyenne dans la communauté
	Sélection des sujets non exposés (maximum 1 étoile)	(0 étoile) Groupe d'utilisateurs sélectionné (infirmiers, volontaires, etc.)
		(0 étoile) Pas de description de la constitution de la cohorte
		(1 étoile) Issus de la même communauté que les sujets exposés
Détermination de l'exposition (maximum 1 étoile)	(0 étoile) Issus d'une source différente	
	(0 étoile) Pas de description de la constitution des groupes des sujets non exposés	
	(1 étoile) Dossier fiable (comme les dossiers chirurgicaux)	
Démonstration que le critère de jugement d'intérêt était absent au début de l'étude (maximum 1 étoile)	(1 étoile) Entretien structuré	
	(0 étoile) Auto-déclaration écrite	
Comparabilité (maximum 2 étoiles)	Comparabilité des sujets exposés et non exposés sur la base du schéma d'étude ou de l'analyse	(0 étoile) Pas de description
		(1 étoile) Oui
Critère de jugement (maximum 3 étoiles)	Évaluation du critère de jugement (maximum 1 étoile)	(1 étoile) Oui
		(0 étoile) Non
	Le suivi a-t-il été suffisamment long pour que le critère de jugement se produise ? (maximum 1 étoile)	(1 étoile) L'étude contrôle le facteur le plus important
		(1 étoile) L'étude contrôle tout facteur supplémentaire (ce critère pourrait être modifié pour indiquer un contrôle spécifique d'un deuxième facteur important)
		(0 étoile) Auto-évaluation/déclaration
Adéquation du suivi des sujets (maximum 1 étoile)	Le suivi a-t-il été suffisamment long pour que le critère de jugement se produise ? (maximum 1 étoile)	(0 étoile) Pas de description
		(1 étoile) Oui (choisir une période de suivi adéquate pour le critère d'intérêt)
	Adéquation du suivi des sujets (maximum 1 étoile)	(0 étoile) Non
		(1 étoile) Suivi complet – tous les sujets ont été suivis
Adéquation du suivi des sujets (maximum 1 étoile)	Adéquation du suivi des sujets (maximum 1 étoile)	(1 étoile) Perdus de vue peu susceptibles d'introduire un biais (peu de perdus de vue, pourcentage de suivi adéquat (et préciser le taux jugé adéquat) ou description des perdus de vue fournis)
		(0 étoile) Taux de perdus de vue supérieur au taux adéquat et absence de description des perdus de vue
	(0 étoile) Aucune information rapportée	

Annexe 2 : Tableau de classification générale du niveau de preuve d'une étude par l'HAS

Tableau 1. Classification générale du niveau de preuve d'une étude

Niveau de preuve	Description
Fort	<ul style="list-style-type: none">- le protocole est adapté pour répondre au mieux à la question posée ;- la réalisation est effectuée sans biais majeur ;- l'analyse statistique est adaptée aux objectifs ;- la puissance est suffisante.
Intermédiaire	<ul style="list-style-type: none">- le protocole est adapté pour répondre au mieux à la question posée ;- puissance nettement insuffisante (effectif insuffisant ou puissance <i>a posteriori</i> insuffisante) ;
Niveau de preuve	Description
	- et/ou des anomalies mineures.
Faible	Autres types d'études.

Annexe 3 : Système de gradation par l’HAS

Tableau 2. Grade des recommandations

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
<p>A</p> <p>Preuve scientifique établie</p>	<p>Niveau 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - méta-analyse d’essais comparatifs randomisés ; - analyse de décision fondée sur des études bien menées.
<p>B</p> <p>Présomption scientifique</p>	<p>Niveau 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - études comparatives non randomisées bien menées ; - études de cohortes.
<p>C</p> <p>Faible niveau de preuve scientifique</p>	<p>Niveau 3</p> <ul style="list-style-type: none"> - études cas-témoins. <p>Niveau 4</p> <ul style="list-style-type: none"> - études comparatives comportant des biais importants ; - études rétrospectives ; - séries de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).

Annexe 4 : Grille AMSTAR2 traduit en français

Tableau I. Traduction française de AMSTAR-2.

Items	Cotation
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?
2	Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?
6	Les auteurs ont-ils effectuée en double l'extraction des données ?
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?
10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?
12	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?
13	Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ?
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?
15	S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?

Titre : Le déficit de force de l'articulation gléno-humérale : facteur de risque de blessure d'épaule chez les sportifs overhead.

Title : The glenohumeral joint strength deficit : a risk factor for shoulder injuries in overhead athletes

Nombre de pages : 66

Directeur de mémoire : M. PAVONE Franck

INTRODUCTION : L'épaule est considérée comme l'articulation la plus complexe du corps humain, elle nécessite à la fois une stabilité et une mobilité accrues permettant de pouvoir exécuter de nombreux gestes fonctionnels et sportifs. Le terme "sport overhead" fait référence à des activités sportives dans lesquelles les mouvements au-dessus de la tête sont prédominants. Ces sports impliquent de mettre ainsi l'articulation et les muscles de l'épaule à contribution importante afin de réaliser les gestes nommés « overhead ».

OBJECTIF : Le but de cette revue de littérature est de déterminer si la faiblesse de la force musculaire de l'articulation de l'épaule peut augmenter le risque de blessure d'épaule chez les sportifs « overhead ».

MÉTHODE : Une recherche dans les bases de données médicales telles que PubMed, Pedro et Cochrane Library a été effectuée. Une équation de recherche, des critères d'inclusions et d'exclusions ont été préalablement définis afin d'inclure des études éligibles à notre revue de littérature.

RÉSULTATS : Nous avons pu inclure 5 études de cohorte prospective dans notre revue de littérature. Les différents sports abordés dans nos études sont : le handball, le volleyball, le water-polo et la natation. 3 sur le total de nos 5 études ont validé la faiblesse de la force de l'articulation gléno-humérale comme facteur de risque de blessure d'épaule particulièrement le déficit en rotation interne, externe et en extension de l'épaule.

CONCLUSION : En considérant les résultats divergents de nos études, il est difficile d'identifier le réel impact du déficit de force sur les blessures d'épaule. Il convient donc de réaliser d'autres études supplémentaires en isolant ce facteur de risque afin d'affiner la corrélation avec les blessures d'épaule.

Mot clés : Blessure à l'épaule ; Sport overhead ; facteur de risque ; déficit de force ; articulation gléno-humérale.

INTRODUCTION : The shoulder is considered the most complex joint in the human body, requiring both stability and increased mobility to perform many functional and sports-related movements. The term "overhead sports" refers to athletic activities in which movements above the head are predominant. These sports require significant involvement of the shoulder joint and muscles to execute overhead movements.

OBJECTIVE : The aim of this literature review is to determine whether weakness in shoulder joint muscle strength may increase the risk of shoulder injury among overhead athletes.

METHOD : A search was conducted in medical databases such as PubMed, Pedro, and Cochrane Library. A search equation, inclusion and exclusion criteria were predefined to include studies eligible for our literature review.

RESULTS : We included 5 prospective cohort studies in our literature review. The various sports addressed in our studies include handball, volleyball, water polo, and swimming. Out of the total of our 5 studies, 3 validated weakness in glenohumeral joint strength as a risk factor for shoulder injury, particularly deficits in internal and external rotation and shoulder extension.

CONCLUSION : Considering the divergent results of our studies, it is challenging to identify the actual impact of strength deficit on shoulder injuries. Therefore, additional studies should be conducted, isolating this risk factor to refine the correlation with shoulder injuries.

Keywords : Shoulder injury ; overhead sport ; risk factor ; weakness muscle strength ; glenohumeral joint.