



HAL
open science

L'intérêt du contrôle moteur scapulaire dans la prévalence des pathologies d'épaule chez l'athlète aérien

Margaux Delmas

► **To cite this version:**

Margaux Delmas. L'intérêt du contrôle moteur scapulaire dans la prévalence des pathologies d'épaule chez l'athlète aérien. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03957491

HAL Id: dumas-03957491

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03957491v1>

Submitted on 26 Jan 2023

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

**INTERET DU CONTROLE MOTEUR
SCAPULAIRE DANS LA REDUCTION DE LA
PREVALENCE DES PATHOLOGIES D'EPAULE
CHEZ L'ATHLETE AERIEN**

DELMAS Margaux

Directeur de mémoire : Mme Corinne BROCAIL

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier dans un premier temps mon professeur et directrice de mémoire, Madame Corinne BROCAIL, pour le temps qu'elle m'a accordé, et pour ses conseils avisés dans la réalisation de ce mémoire de fin d'études.

Je remercie tout le corps enseignant de l'IFMK de Marseille, pour ces quatre années d'apprentissage très enrichissantes.

Je souhaite remercier également l'ensemble des tuteurs qui m'ont suivie au cours de mes stages formatifs et qui ont participé à mon apprentissage et à mon développement personnel et professionnel, durant ces 4 années.

Mes plus profonds remerciements vont à ma famille ; à ma mère, à mon père et à mon frère qui m'ont été d'un soutien précieux tout au long de mes études. Encore merci pour tout votre amour, votre confiance et surtout votre patience.

Je souhaite remercier également mes amis proches, mes meilleurs amis de longue date qui ont toujours été présents pour moi.

Mais également mes meilleurs amis de promotion sans qui ces 4 années n'auraient pas été les mêmes.

Table des matières

I.	INTRODUCTION	1
1.	L'ÉPAULE.....	1
1.1	Anatomie de l'épaule	1
1.1.1	Ostéologie	1
1.1.1.1	La clavicule.....	1
1.1.1.2	La scapula.....	1
1.1.1.3	L'humérus.....	2
1.1.2	Arthrologie[1]	2
1.1.2.1	L'articulation scapulo-huméral.....	3
1.1.2.2	L'articulation sterno-costo-claviculaire.....	3
1.1.2.3	L'articulation acromio-claviculaire.....	3
1.1.2.4	L'articulation scapulo-thoracique.....	4
1.1.2.5	La bourse synoviale subdeltoïdienne.....	4
1.1.3	Myologie	5
1.1.3.1	Les muscles de la coiffe des rotateurs.....	5
1.1.3.2	Les muscles superficiels de l'épaule.....	5
1.1.4	Cinésiologie [1]	5
1.1.4.1	Le mouvement de flexion/extension.....	5
1.1.4.2	Le mouvement d'abduction/adduction.....	5
1.1.4.3	Le mouvement de rotation médiale/latérale.....	6
1.2	Description de la gestuelle « overhead »	6
1.3	L'étiologie des blessures d'épaule chez le sportif aérien.	7
2.	LA SCAPULA.....	9
2.1.	La cinétique scapulaire	9
2.1.1	Les mouvements propres à la scapula	9
2.1.1.1	Les mouvements de rotation.....	9
2.1.1.2	Les mouvements de glissements.....	10
2.1.2	Les muscles stabilisateurs de la scapula[16]	11
2.2	Les dyskinésies scapulaires	11
2.2.1	Définition	11
2.2.2	Examen de mise en évidence	12
2.2.2.1	L'observation visuelle : la classification de Kibler.....	12
2.2.2.2	Les manœuvres correctrices.....	13
2.2.2.3	Le score de Morgan.....	13
2.2.3	La rééducation des dyskinésies scapulaires	15
2.3	Le complexe scapulo-humérale dans la gestuelle « overhead »	16
3.	HYPOTHESES / QUESTIONNEMENT.....	16
II.	METHODOLOGIE	17
1.	CRITERES D'ELIGIBILITE.....	17
1.1	Schéma d'étude	17
1.2	Population	18
1.3	Intervention	18
1.4	Comparateur	18
1.5	Outcomes /Critères de jugement	18
2.	METHODOLOGIE DE RECHERCHE.....	19
2.1	Base de données	19
2.3	Équation de recherche	20
3.	EXTRACTIONS DES DONNEES.....	20
3.1.	Sélection des études	20
3.2.	Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées	21
3.3.	Extraction des données	22
3.4.	Synthèse des résultats	22

III.	RESULTATS.....	23
1.	DESCRIPTION DES ETUDES	23
1.1.	Le processus de sélection des études	23
1.2.	Diagramme de flux	23
1.3.	Études exclues	24
1.4.	Synthèse des études incluses.....	24
1.4.1.	Tableau récapitulatif des études incluses	24
1.4.2.	Protocole de prévention détaillé de chaque étude	27
1.4.2.1	Programme de prévention de l'OSTRC de l'étude de SH. Andersson de 2016.[27]	27
1.4.2.2	Programme FIFA 11+S de l'étude de Wesam Saleh A. Al Attar de 2021.[25]	27
1.4.2.3	Programme d'exercices de l'étude K. De Mey de 2012.[28]	28
2.	RISQUES DE BIAIS DES ETUDES INCLUSES.....	29
2.1.	L'échelle PEDro[29]	29
2.2.	JBI Critical Appraisal Checklist for Case Series.....	30
3.	EFFETS DE L'INTERVENTION SUR LES CRITERES DE JUGEMENTS DE NOTRE REVUE	31
3.1	Étude de S.H. Andersson de 2016[27]	32
3.2	Étude d'Andrea Pellegrini de 2016[26]	33
3.3	Étude de Wesam Saleh A. Al Attar de 2021[25]	35
3.4	Étude K. De Mey de 2012[28]	37
IV.	DISCUSSION	39
1.	ANALYSE DES PRINCIPAUX RESULTATS	40
1.1	Analyse des résultats des critères de jugements pour chaque étude.....	40
1.2.	Limites et biais potentiels ou risques de biais.....	43
2.	APPLICABILITE DES RESULTATS EN PRATIQUE	46
2.1	Choix d'un programme de prévention	46
2.2	Moyens mis en place pour l'application du programme.....	47
3.	QUALITE DES PREUVES.....	48
4.	BIAIS POTENTIELS DE LA REVUE.....	50
V.	CONCLUSION.....	51
1.	IMPLICATION POUR LA PRATIQUE CLINIQUE.....	51
2.	IMPLICATION POUR LA RECHERCHE.....	52
V	BIBLIOGRAPHIE	53
VI	ANNEXES	56

Table des Figures

FIGURE 1 : ANATOMIE DE L'ÉPAULE.....	1
FIGURE 2 : LES PHASES DU LANCER CHEZ LE JOUEUR DE BASEBALL[7]	7
FIGURE 3 : AXE DU MOUVEMENT DE SONNETTE EXTERNE ET INTERNE DE LA SCAPULA (UPWARD AND DOWNWARD ROTATION)	9
FIGURE 4 : AXE DU MOUVEMENT DE BASCULE ANTERIEURE ET POSTERIEURE DE LA SCAPULA (ANTERIOR TITLING AND POSTERIOR TITLING)	10
FIGURE 5 : AXE DU MOUVEMENT DE SAGITTALISATION ET DE FRONTALISATION (INTERNAL AND EXTERNAL ROTATION).....	10
FIGURE 6 : ÉCHELLE D'EVALUATION DE L'OMOPLATE SICK (STATIQUE) : MESURE DE 0 A 20.....	14
FIGURE 7 : EXEMPLE D'ALGORITHME POUR LA REEDUCATION D'UNE DYSKINESIE SCAPULAIRE.	15
FIGURE 8 : DIAGRAMME DE FLUX SYNTHETISANT LE PROCESSUS DE SELECTION DES ETUDES.....	23
FIGURE 9 : ANNEXE 2 DE L'ETUDE DE K. DE MEY DE 2012.....	38
FIGURE 10 : ANNEXE 3 DE L'ETUDE DE K. DE MEY DE 2012.....	39

Table des Tableaux

TABLEAU 1 : CLASSIFICATION DE KIBLER.....	13
TABLEAU 2 : MODELE PICO DE NOTRE REVUE DE LITTERATURE.	20
TABLEAU 3 : TABLEAU RECAPITULATIF DES ETUDES INCLUSES.....	26
TABLEAU 4 : CALCUL DES SCORES PEDRO POUR LES 3 ESSAIS CLINIQUES RANDOMISES DE NOTRE REVUE..	29
TABLEAU 5 : ANALYSE DES RISQUES DE BIAIS DE LA SERIE DE CAS DE K. DE MEY DE 2012 SELON L'ECHELLE JBI CRITICAL APPRAISAL TOOL.....	31
TABLEAU 6 : RESULTATS DU CRITERE DE JUGEMENT PRINCIPAL DE L'ETUDE DE S.H ANDERSSON DE 2016.....	32
TABLEAU 7 : RESULTATS DU CRITERE DE JUGEMENT SECONDAIRE DE L'ETUDE DE S.H ANDERSSON DE 2016.....	33
TABLEAU 8 : RESULTATS DES TESTS (JOBE ET O'BRIEN) ET ECHELLE (EVA) UTILISES DANS L'ETUDE D'ANDREA PELLEGRINI DE 2016..	34
TABLEAU 9 : RESULTATS DU CRITERE DE JUGEMENT PRINCIPAL DE L'ETUDE DE WESAM SALEH A.AL ATTAR DE 2021.....	35
TABLEAU 10 : RESULTATS DES SOUS CATEGORIES DE BLESSURES DE L'ETUDE DE WESAM SALEH A.AL ATTAR DE 2021.	36
TABLEAU 11 : RESULTATS DES SCORES SPADI PRE ET POST-TEST DE L'ETUDE DE K. DE MEY DE 2012.	37
TABLEAU 12 : RESULTATS DE L'ACTIVITE ELECTROMYOGRAPHIQUE MOYENNE PENDANT LA CONTRACTION ISOMETRIQUE VOLONTAIRE MAXIMALE DES MUSCLES STABILISATEURS DE LA SCAPULA PRE ET POST-TEST DE L'ETUDE DE K. DE MEY DE 2012.....	37
TABLEAU 13 : GRADE DE RECOMMANDATION DE LA HAS.	49
TABLEAU 14 : GRILLE D'EVALUATION AMSTAR 2 DE LA QUALITE METHODOLOGIQUE DE NOTRE REVUE DE LITTERATURE.	50

I. INTRODUCTION

1. L'épaule

1.1 Anatomie de l'épaule

L'épaule est la jonction morphologique reliant le tronc au membre supérieur. C'est une articulation dite **suspendue** et c'est l'articulation du corps la plus mobile.

Elle permet d'orienter le membre supérieur dans l'espace, la fonction première de ce dernier étant la préhension.

L'ouvrage *l'anatomie de l'appareil locomoteur*, rédigé par Michel Dufour, définit l'épaule comme un complexe, car elle se compose de 5 articulations.[1]

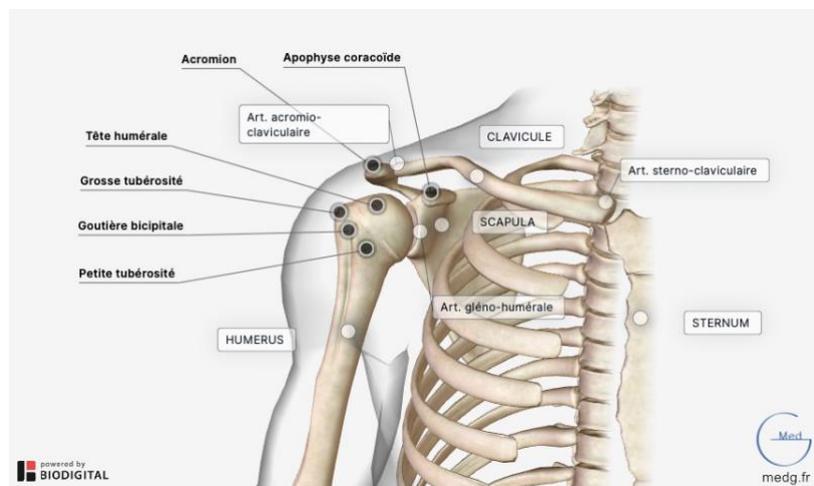


Figure 1 : Anatomie de l'épaule¹

1.1.1 Ostéologie

Les trois os composant le complexe articulaire de l'épaule sont : **la clavicule, la scapula et l'humérus**.

1.1.1.1 La clavicule

La clavicule est située à la partie antéro-supérieure du thorax, qu'elle sépare de la base du cou. Elle forme le relief antérieur de la ceinture scapulaire.

Il s'agit d'un os long, pair, non symétrique, et sous cutané, en forme de S italique ; ces deux courbures lui confèrent une grande solidité. C'est un os plat avec deux faces, une supérieure et inférieure.

La clavicule repose sur le sternum et sur la scapula. Elle surplombe la cage thoracique, et fait la liaison entre le cou, le thorax, et la racine du membre supérieur.

La clavicule s'articule en dehors avec l'acromion et en dedans avec le manubrium sternal.[1]

1.1.1.2 La scapula

La scapula, également appelée omoplate, est un os plat qui forme la partie postérieure. Il s'agit de la partie la plus mobile de la ceinture scapulaire (jonction entre le tronc et l'épaule).

¹ <https://www.medg.fr/anatomie-de-lepaule/>

C'est un os pair, non symétrique, et bitriangulaire. Les deux triangles sont séparés par une épine (excroissance osseuse horizontale, dans un plan à 90° par rapport à la scapula).

Elle n'est pas strictement orientée dans le plan frontal (angulation de 30° à 45°) et se situe en regard de la deuxième à la septième côte.

Elle est considérée comme une pièce sésamoïde au sein du complexe thoraco-scapulo-brachial, et forme le centre de l'entité articulaire de l'épaule, elle n'est maintenue que grâce au système musculaire.

La scapula se compose de trois parties :

- . La glène, surface articulaire de type sphéroïde ;
- . Le processus coracoïde, saillie osseuse implantée à la partie supérieure du col de la scapula ;
- . Et l'acromion, saillie osseuse à l'angle supéro-latéral de la scapula.

Elle s'articule avec l'humérus, la clavicule, et par des plans de glissement interposés, avec le thorax. Le tout formant un ensemble suspendu.[1]

On parle de rythme scapulo-huméral : lorsque l'humérus est mis en mouvement, la scapula se meut également. Ainsi si la scapula se trouve immobilisée, l'épaule perd en grande partie sa mobilité.

1.1.1.3 L'humérus

L'humérus est un os long, pair, et non symétrique, qui forme le squelette du bras.

Il se dessine en un corps et deux extrémités :

Le corps est triangulaire à la coupe avec 3 faces et 3 bords ; un bord antérieur et une face postérieure.

L'extrémité supérieure, se divise en 5 parties ;

- . La tête humérale, tiers de sphère, recouverte de cartilage répondant à la glène et à son labrum ;
- . Le col qui donne insertion à la capsule. Il forme un angle cervicodiaphysaire de 130° et un angle de rétroversion de 35-40° ;
- . Le trochiter (situé à la partie supéro-latérale de l'épiphyse) ou grosse tubérosité, où s'insèrent les tendons des muscles supra-épineux et infra-épineux ;
- . Et le trochin ou petite tubérosité (situé à la partie antérieure de l'épiphyse) triangulaire à base latérale, où s'insère le muscle subscapulaire.
- . Le sillon inter-tuberculaire, bordé par les deux tubercules, donnant passage au tendon du long biceps.

L'humérus s'articule en haut avec la scapula, et en bas avec le radius et l'ulna (cubitus) formant l'avant-bras.

L'extrémité inférieure forme la palette humérale ; elle est triangulaire à base inférieure et comporte deux surfaces articulaires ; la trochlée et le capitulum.[1]

1.1.2 Arthrologie[1]

L'épaule se compose de trois articulations vraies et de deux plans de glissements (« fausses articulations » ne comportant pas de cartilage) :

1.1.2.1 L'articulation scapulo-huméral

C'est une articulation synoviale très mobile. C'est une énarthrose unissant la cavité glénoïde de la scapula et la tête humérale.

On retrouve donc trois éléments en présence ;

La tête de l'humérus (recouverte de cartilage hyalin) regardant en dedans en haut et en arrière. Elle est non congruente et non concordante.

Elle vient s'insérer dans la partie concave de la scapula : **la glène** qui regarde en dehors et en avant.

Le labrum qui est le fibrocartilage situé à la périphérie de la glène ; il augmente la stabilité articulaire et réalise une jonction semi-rigide entre la scapula (partie dure) et la capsule (partie souple).

Les moyens d'unions sont aux nombres de 6 :

- . La capsule qui s'insère au pourtour des surfaces cartilagineuses.
- . La synoviale qui tapisse la face profonde de la capsule.
- . Le labrum
- . Les ligaments : le ligament coraco-huméral (deux faisceaux), le ligament gléno huméral (trois faisceaux formant un Z) et le ligament coraco-glénodien venant renforcer la capsule.
- . Les ligaments à distance : le ligament coraco-acromial et le ligament transverse de l'humérus.
- . Les éléments stabilisateurs qui sont les tendons qui environnent intimement la tête humérale ou le labrum : tendon de la coiffe des rotateurs et tendon du long triceps.

1.1.2.2 L'articulation sterno-costo-claviculaire

C'est le seul point de contact de la ceinture scapulaire avec le thorax : c'est une articulation de type toroïde (ou en selle).

On retrouve 4 éléments en présence :

L'extrémité médiale de **la clavicule** (face médiale et inférieure), l'incisure claviculaire du **sternum** située à la partie latérale du bord supérieur du manubrium, encroutée de cartilage hyalin. Elle regarde en dehors et en haut.

La face supérieure du **premier cartilage costal** qui relie la première cote au manubrium.

Les moyens d'union sont au nombre de 6 :

- . La capsule englobant les trois éléments qui forment la surface articulaire (clavicule, manubrium et 1^{er} cartilage costal). Globalement lâche, elle permet certains mouvements de glissement et de pivotement.
- . Le disque ou ménisque (fibrocartilage).
- . La synoviale, tapissant la face profonde de la capsule.
- . Les ligaments (ligaments antérieur et postérieur et deux ligaments situés au-dessus de l'articulation : le ligament supérieur (épaississant la capsule) et le ligament jugal.)
- . Les ligaments à distance ; le ligament costoclaviculaire.
- . Le muscle subclavier, qui double le ligament costoclaviculaire, les muscles sterno-cléido-mastoïdiens et grand pectoral en avant, et les muscles sterno-hyoïdiens en arrière franchissent l'interligne articulaire et servent donc d'éléments stabilisateurs.

1.1.2.3 L'articulation acromio-claviculaire

Elle est responsable de petits mouvements d'accompagnement des mobilités scapulo-thoraciques.

On retrouve deux éléments en présence :

L'acromion et la clavicule représentée par son extrémité latérale taillée en biseau à sa face inférieure, elle regarde en dehors et en bas ; c'est une surface plane, ovale encroûtée de cartilage hyalin.

C'est une arthroïdie.

Les moyens d'union sont au nombre de 5 :

- . La capsule, qui est relativement lâche et permet les mouvements de bâillements-glislements lors des mouvements scapulo-thoraciques.
- . La synoviale, tapissant la face profonde de la capsule.
- . Les ligaments, qui sont de petits épaissements capsulaires (antérieur, postérieur, supérieur et inférieur).
- . Les ligaments à distance (de dehors en dedans : le ligament trapézoïde, ligament conoïde et enfin le coracoclaviculaire médial).
- . Les muscles dont l'insertion franchit l'interligne à savoir le trapèze en arrière et le deltoïde en avant.

Les articulations acromio-claviculaire et sterno-costo-claviculaire sont des articulations permettant uniquement de petits mouvements ; elles servent à mieux orienter les surfaces articulaires.[2]

Les deux plans de glissements sont :

1.1.2.4 L'articulation scapulo-thoracique

Il s'agit d'une syssarcose, c'est une articulation formée par l'interposition d'un muscle entre les deux surfaces osseuses. Elle permet des mouvements de glissement de la scapula sur le thorax lors des mouvements amples de l'épaule.²

On retrouve trois éléments en présence :

- La scapula, dont la face antérieure est revêtue du muscle subscapulaire.
- La cage thoracique, composée de l'arc postérieur des 7 premières côtes, ainsi que des intercostaux.
- Le muscle dentelé antérieur, qui s'enroule autour de la cage thoracique en délimitant ainsi deux espaces recouverts d'un tissu graisseux.

Les moyens d'unions sont exclusivement musculaires ; on retrouve le dentelé antérieur, les rhomboïdes, l'élévateur de la scapula, le trapèze, le petit pectoral et accessoirement le grand dorsal.

1.1.2.5 La bourse synoviale subdeltoïdienne

Il s'agit de la fausse articulation de « sèze » également appelée articulation sous acromio-deltoïdienne. C'est un plan de glissement ; une bourse synoviale séreuse qui forme un matelas entre les tendons de la coiffe des rotateurs, le deltoïde et la tête humérale.

² <https://www.elsevier.com/fr-fr/connect/etudes-de-medecine/paces-ue-5-organisation-des-appareils-et-des-systemes>

1.1.3 Myologie

1.1.3.1 Les muscles de la coiffe des rotateurs

Les muscles de la coiffe **anatomique** des rotateurs sont aux nombres de 4. Ces muscles s'insèrent sur la tête humérale et permettent son centrage en face de la glène de la scapula. (Ils sont tous stabilisateurs et abaisseurs de la tête humérale.)[4]

Il s'agit du :

- Muscle subscapulaire : rotation médiale et adduction.
 - Muscle infra-épineux : rotation latérale.
 - Muscle supra-épineux : abduction. Il est synergique du deltoïde.
 - Muscle petit rond : adduction et rotation latéral
-
- Longue portion du biceps humérale : son rôle principal est la flexion de l'épaule. Contrairement aux muscles précédemment cités, son tendon ne s'insère pas sur la tête humérale. Son ajout nous permet d'obtenir la coiffe **fonctionnelle** des rotateurs.

1.1.3.2 Les muscles superficiels de l'épaule

On retrouve :

- Le deltoïde est le seul muscle latéral de l'humérus ; il forme le galbe du moignon de l'épaule. Il joue un rôle de suspension de l'humérus et a différentes fonctions mécaniques selon ses faisceaux (antérieur, moyen postérieur) ; c'est le plus puissant abducteur.
- Le grand rond appartenant aux « trois grands » ; il effectue la rotation médiale, l'adduction et l'extension de l'humérus.
- Le grand dorsal s'insère à la fois sur la ceinture scapulaire et sur la ceinture pelvienne. Il abaisse la tête humérale. Il effectue la rotation médiale, l'adduction et l'extension de l'humérus.

1.1.4 Cinésiologie [1]

Les différentes articulations et plans de glissements permettent des mouvements du complexe de l'épaule dans les trois plans de l'espace ;

1.1.4.1 Le mouvement de flexion/extension

Le mouvement est situé dans le plan sagittal. La flexion a une amplitude de 60° dans l'articulation scapulo-humérale pure mais la scapula permet de faire 60° de plus. Les muscles moteurs sont le deltoïde antérieur, le faisceau claviculaire du grand pectoral, le coraco-brachial et le court biceps. L'extension a une amplitude de 30°. Les muscles moteurs sont le deltoïde postérieur, le grand dorsal, le grand rond et la longue portion du triceps.

1.1.4.2 Le mouvement d'abduction/adduction

Le mouvement est situé dans le plan frontal. L'abduction a une amplitude de 90° et les muscles moteurs sont le deltoïde et le supra-épineux. L'adduction pure n'existe pas, il faut lui associer une flexion ou une extension. Les muscles moteurs sont le grand pectoral, le deltoïde antérieur, le coraco-brachial et le court biceps.

1.1.4.3 Le mouvement de rotation médiale/latérale

Le mouvement est situé dans l'axe du bras. L'amplitude de la rotation latérale est de 30° max dans l'articulation gléno-huméral et de 70° avec l'articulation scapulo-humérale. Les muscles moteurs sont le petit rond, l'infra épineux et le deltoïde postérieur.

La rotation médiale a une amplitude de 110°. Les muscles moteurs sont les trois grands, le subscapulaire et le biceps brachial.

1.2 Description de la gestuelle « overhead »

Les sports tels que le basketball, le volley, le handball, le tennis, le baseball mais aussi certains postes stratégiques comme celui de gardiens de but au football (relance) demandent à l'athlète de réaliser de nombreux mouvements avec des lancers ou des gestes au-dessus de la tête, c'est ce qu'on appelle la gestuelle « overhead ».

L'épaule est donc très sollicitée et subit de fortes contraintes par ces mouvements répétés.

Le mouvement répété entraîne des modifications structurelles adaptatives de l'articulation pas uniquement au niveau de l'articulation gléno-humérale mais aussi à d'autres niveaux de la chaîne cinétique.

La biomécanique du lancer se découpe en plusieurs phases :

Dans un premier temps, il se met en place **une phase de préparation** où la ceinture scapulaire et la ceinture pelvienne effectuent une rotation latérale de plus ou moins grande amplitude.

1/ **L'enroulement** (« remontée et foulée »), où le bras est élevé à une position de plus de 90° de flexion par rapport à la position anatomique et l'épaule est légèrement en abduction horizontale. Au cours de cette phase, les jambes et le tronc continuent d'agir pour maintenir une base stable pour le membre supérieur dominant.

2/ **L'armement**, au cours duquel l'abduction et la rotation externe (RE) atteignent leurs niveaux maximaux. En fonction des sports, du type de lancer ; l'avant-bras est quasiment perpendiculaire à l'axe du corps. Le moignon est en rétropulsion. Les athlètes aériens développent fréquemment une rotation externe excessive de l'épaule qui semble être une adaptation à cette rotation répétitive impliquée dans la phase d'armement tardive du mouvement de lancer.[5]
Elle est permise notamment par les abducteurs (supra-épineux et deltoïde) et les rotateurs externes de l'humérus (infra et supra-épineux, petit rond et deltoïde postérieur).
La phase d'armement dure environ une seconde/ une seconde et demi. [6]

3/ **L'accélération**, cette phase démarre lorsque la rotation externe maximale est atteinte ; l'épaule effectue une rotation interne rapide jusqu'à la libération de la balle.
Le sous-scapulaire, le grand pectoral et le grand dorsal (rotateurs internes) atteignent une activité maximale pendant l'accélération, faisant tourner l'humérus en interne. Le tronc se fléchit et effectue une rotation médiale afin d'accompagner le mouvement du membre supérieur.
Ce mouvement est très rapide et dure environ 300ms. [5]

Les plus grandes forces et vitesses angulaires sur l'épaule se produisent pendant la transition de l'armement tardif à l'accélération précoce, en raison de la transition soudaine de la rotation externe à la rotation interne.

4/ **La décélération et le suivi**, La phase de décélération débute juste après le lâcher de la balle et se termine avec l'épaule en rotation interne maximale.

Comme le précisent **Rami G. Alrabaa**, **Mario H. Lobao** et **William N. Levine** dans leur article intitulé « Rotator Cuff injuries in tennis players », pendant la décélération : « l'épaule de frappe continue de s'additionner et de tourner intérieurement, et son but est de réduire l'élan du bras et de dissiper son énergie cinétique restante qui n'a pas été transférée à la balle »[7]

Du côté non dominant, le tronc décélère en flexion et en rotation médiale.[8]

Dans des sports spécifiques tels que le tennis ou le volley ; le service est le mouvement le plus exigeant en énergie.

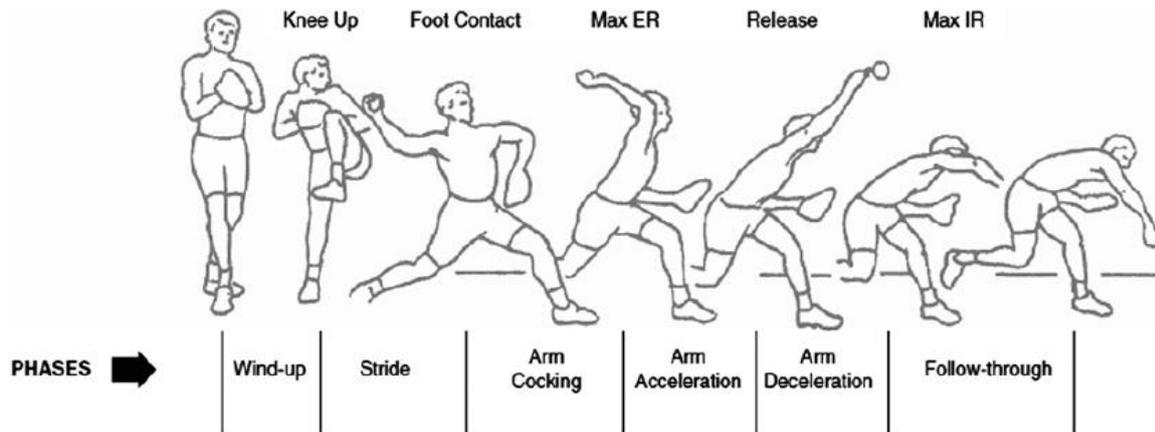


Figure 2 : Les phases du lancer chez le joueur de baseball [7]

Le rôle plus spécifique de la scapula dans cette gestuelle « overhead » est décrit dans une autre partie.

1.3 L'étiologie des blessures d'épaule chez le sportif aérien.

Un principe biomécanique clé du lancer consiste à obtenir une rotation externe du bras maximale, ce qui conduit initialement à des changements adaptatifs au niveau de l'articulation de l'épaule pouvant entraîner une cascade pathologique de blessures.[9]

En effet, l'épaule dominante est soumise à des surcharges de traction des tissus mous et des charges de compression élevées au cours des différentes phases du lancer comme vu précédemment.

Les blessures d'épaule les plus courantes retrouvées chez l'athlète aérien sont [8] :

- Le conflit interne ou postéro-supérieur ; c'est la cause la plus fréquente de douleur à l'épaule chez le lanceur. C'est une douleur d'apparition insidieuse.
- La lésion du labrum ou SLAP « Superior Labrum From Anterior to Posterior » entraînant une désinsertion du labrum sur l'os.
- Des déchirures de la coiffe des rotateurs, on retrouve les lésions du tendon sous scapulaire, du sus-épineux et sous épineux notamment.
- Des lésions de la capsule antérieure.
- Une fracture ou avulsion de la petite tubérosité (trochin), l'élan de la balle continue de faire tourner l'humérus en rotation externe, étirant l'épaule antérieure alors que le muscle

subscapulaire initie la rotation interne et l'accélération vers l'avant, mettant la petite tubérosité à risque d'avulsion lors du passage de l'armement tardif à l'accélération précoce.

- Une exostose glénoïdienne postérieure appelée « lésion de Benett », elle correspond à une ossification de la capsule postérieure.
- Des blessures musculaires postérieures : lésion musculaire ou myo-tendineuse du grand dorsal et du grand rond. Le joueur ressent une douleur postérieure ou axillaire.
- L'épiphysiolyse humérale proximale appelé également « épaule de la petite ligue » : C'est une blessure assez spécifique aux sports aériens, survenant chez les joueurs jeunes et dont le squelette est encore immature.

Les mécanismes à l'origine de ces lésions les plus fréquemment rencontrés sont ;

- Un déficit de rotation interne de la gléno-humérale ou GIRD (Glénohumeral Internal Rotation Deficit). C'est l'altération la plus commune chez l'athlète aérien. Le déficit de rotation interne est causé en amont par l'excès de rotation externe. On observe des « microtraumatismes répétés de la capsule postérieure pendant la phase de décélération du lancer entraînant la formation de cicatrices et une **contracture ultérieure de la capsule postérieure**.³ Ce manque de souplesse et ces contractures répétées des tissus postérieurs conduisent à un déficit d'amplitude du mouvement dans l'épaule dominante en adduction et en rotation interne.
- Une altération de la force musculaire de la coiffe des rotateurs. Des adaptations musculaires spécifiques à l'épaule dominante s'effectuent pour s'adapter à la gestuelle sportive. Il résulte de ces adaptations une diminution de la force des rotateurs externes. Or, les rotateurs externes sont notamment sollicités lors de la phase de décélération du bras. Ainsi, ces faiblesses musculaires peuvent être à l'origine de lésions.
- Un conflit interne. Au cours de la phase d'armement, la rotation externe maximale et l'abduction de l'épaule provoquent une butée entre la grosse tubérosité de l'humérus (trochiter) et le labrum glénoïdien postéro-supérieur. La répétition de ce contact anormal peut parfois engendrer des lésions du labrum et de la face profonde de la coiffe : c'est le conflit postéro-supérieur. De plus, la rétraction progressive de la capsule postérieure, décrite précédemment entraîne des glissements anormaux de la tête humérale. Ces mouvements anormaux peuvent diminuer l'espace sous-acromial et entraîner ou accentuer un conflit. Dans leur article « The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology part III » publié en 2003 dans la revue *Arthroscopy Journal*, **Bukhart** et le reste de l'équipe de chercheurs proposent une hypothèse selon laquelle la **contracture capsulaire postérieure** pourrait être la principale altération structurelle en ce qui concerne le développement d'un conflit interne.[8]
- Une dyskinésie scapulaire : Un déséquilibre ou une faiblesse des muscles péri scapulaires peut perturber la relation dynamique de la scapula dans la gestuelle aérienne. Ce déséquilibre est appelé « dyskinésie scapulaire ». En effet, le bon positionnement de la scapula permet une cinétique harmonieuse de l'articulation gléno-humérale lors de la gestuelle « overhead ». La perturbation du rythme scapulo-huméral peut entraîner des douleurs d'origines variées (conflit sous-acromial, lésion du labrum, etc.) Cependant, un certain degré d'asymétrie scapulaire peut être normal dans l'épaule dominante.[11]
- Et + rarement un conflit externe. [12]

³ <https://www.chirurgie-epaule-toulouse.com/epaulesport/lanceur>

- Aux des facteurs locaux, viennent s'ajouter de nombreux autres facteurs, tels qu'une biomécanique défectueuse, la stabilité pelvico-lombaire, une fatigue musculaire ou mentale.[13]

Le processus de blessure d'épaule chez l'athlète aérien peut trouver sa cause dans différents mécanismes. En effet, plusieurs mécanismes agissent dans une cascade d'événements au fil du temps entraînant des blessures à la coiffe des rotateurs, des conflits ou d'autres blessures chez les sportifs.

Nous pouvons alors observer une association de mécanismes pathologiques, des microtraumatismes répétés en rotation externe et des déficits musculaires causant une contracture de la capsule postérieure, cette contracture provoque à son tour des glissements anormaux, engendrant un conflit. (Exemple de cascade pathologique)

Ainsi, il est essentiel d'effectuer une bonne préparation physique afin de prévenir d'éventuelles blessures d'épaule engendrées par cette surutilisation.

L'épaule la plus à risque chez l'athlète aérien est la scapula SICK et la GIRD.

2. La scapula

2.1. La cinétique scapulaire

2.1.1 Les mouvements propres à la scapula

Pour rappel, la scapula ne s'articule pas avec le thorax mais glisse sur le muscle dentelé antérieur ainsi les mouvements de la scapula sont contraints par la forme curviligne du thorax. Ce sont des mouvements complexes qui associent rotations et glissements.[6]

2.1.1.1 Les mouvements de rotation

. La sonnette externe et interne : c'est un mouvement qui s'effectue dans un axe antéro-postérieur. L'angle inférieur de la scapula effectue une rotation vers le haut (sonnette latérale) ou vers le bas (sonnette médiale). La sonnette latérale a une amplitude de **50°**.

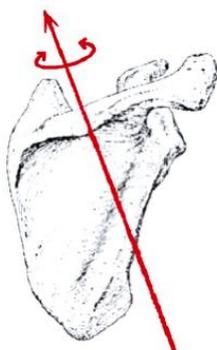


Figure 3 : axe du mouvement de sonnette externe et interne de la scapula (Upward and Downward rotation)
Extrait de McClure et Al.

. La bascule antérieure et bascule postérieure : le mouvement se fait autour de l'axe suivant l'épine de la scapula. Dans la bascule postérieure le bord supérieur est amené à reculer par rapport à la pointe. Il est considéré comme un mouvement secondaire et permet de dégager le bord antérieur de l'acromion lors de l'élévation antérieure de l'humérus. La bascule antérieure, elle, permet de majorer l'extension. La bascule postérieure à une amplitude **30°**.

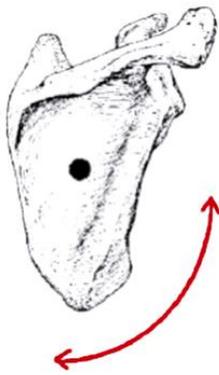


Figure 4 : Axe du mouvement de bascule antérieure et postérieure de la scapula (anterior tilting and posterior tilting)
Extrait de McClure et Al.

. La frontalisaiton et sagittalisation ou rotation médiale et rotation latérale : C'est la rotation autour d'un axe perpendiculaire à l'épine de la scapula, dans le plan de la scapula. La sagittalisation correspond à un mouvement combiné de rotation externe et d'abduction de la scapula. Elle accompagne le plus souvent l'élévation du bras.

A l'inverse la frontalisaiton combine l'adduction et la rotation médiale de la scapula. Elle accompagne la rétropulsion du moignon de l'épaule et la rotation latérale de l'humérus.

La sagittalisation a une amplitude de **24°**.

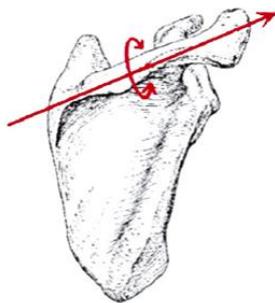


Figure 5 : Axe du mouvement de sagittalisation et de frontalisaiton (internal and external rotation)
Extrait de McClure et Al.

2.1.1.2 Les mouvements de glissements

- Élévation et abaissement : l'élévation est un mouvement de translation verticale de la scapula vers le haut. La translation s'effectue vers le bas pour l'abaissement. L'élévation s'accompagne d'une bascule antérieure (précédemment décrite) de faible amplitude afin de répondre à l'anatomie du plan de glissement avec le thorax.
- Abduction et adduction ou protraction et rétraction : l'abduction est le mouvement de translation horizontale de la scapula vers le dehors (ou vers le dedans, pour l'adduction), selon un trajet curviligne parallèle au thorax. L'abduction s'accompagne d'une sagittalisation de la scapula (jamais complète). Pendant les tâches fonctionnelles comme tendre le bras, l'abduction permet efficacement l'allongement du membre supérieur.[13]

Dans une étude incorporant des broches osseuses, **Ludewig** a démontré que « la position de repos de la scapula par rapport au thorax est en moyenne de 5,4° de rotation vers le haut (sonnette externe), 41,1° de rotation interne (frontalisaiton) et 13,5° d'inclinaison antérieure (bascule antérieur). Lorsque le bras se déplace à l'élévation maximale, l'omoplate se déplace dans les trois mouvements.

La scapula tourne vers le haut (sonnette externe), s'incline vers l'arrière (bascule postérieur) et passe d'abord en rotation interne puis externe, avec un changement net vers la rotation externe. (sagittalisation)»[14]

2.1.2 Les muscles stabilisateurs de la scapula[16]

Les mouvements scapulaires précédemment décrits sont permis par de nombreux muscles péri scapulaires :

- Le petit pectoral : rotation médiale, bascule antérieure et abduction de la scapula.
- Le dentelé antérieur : abduction et sonnette latérale de la scapula.
- L'élévateur de la scapula : élévation et sonnette médiale de la scapula.
- Le petit rhomboïde : adduction, élévation et sonnette médiale de la scapula.
- Le grand rhomboïde : adduction, élévation et sonnette médiale de la scapula.
- Le trapèze supérieur : sonnette latérale, élévation et adduction de la scapula
- Le trapèze moyen : adducteur de la scapula
- Le trapèze inférieur : abaissement et sonnette latérale de la scapula.

Les muscles communément appelés « inter-scapulaires » sont :

- Le grand rhomboïde
- Le petit rhomboïde
- Le trapèze moyen et inférieur
- L'élévateur de la scapula

Les muscles **trapèzes supérieur**, **trapèze inférieur** et le muscle **dentelé antérieur** sont les plus grands contributeurs à la stabilité et à cette mobilité scapulaire.⁴

Les muscles extrinsèques, principalement le grand dorsal (rotateur interne, adducteur et extenseur du bras) et le grand pectoral (rotateur interne, adducteur et fléchisseur du bras), affectent le mouvement scapulaire dans leur rôle moteur du bras.

Le mouvement huméral peut également créer un mouvement scapulaire en exerçant une tension sur la capsule glénohumérale et les muscles, en particulier en présence d'un déficit de rotation interne glénohumérale.

Une faiblesse de ces muscles péri-scapulaires peut engendrer des problèmes d'épaule, de cinétique scapulaire ainsi que de posture. En effet, ces derniers ont à la fois des insertions au niveau de l'humérus mais également des os du tronc.

2.2 Les dyskinésies scapulaires

2.2.1 Définition

Le terme « de dyskinésie scapulaire » désigne une altération de la position (au repos) ou du mouvement physiologique de la scapula lors d'un mouvement couplé des articulations scapulo-humérale et scapulo-thoracique.

Elle résulte de l'inhibition ou de la désorganisation motrice des muscles stabilisateurs de la scapula. Ce terme a été introduit par Warner en 1992.[17]

⁴ <https://clemedicine.com/6-muscles-de-la-ceinture-scapulaire-et-du-bras/>

Dans la littérature spécialisée, le terme de **scapula SICK** : « Scapular malposition, Inferior medial border prominence, Coracoid pain and malposition, and dysKinesis of scapular movement » est également utilisé pour définir un syndrome plus précis dont la caractéristique principale est la malposition asymétrique de l'omoplate. C'est une forme extrême de dyskinésie scapulaire.[18]

Plusieurs dysfonctions de la position ou de la cinétique de la scapula peuvent être observées. Elles sont majoritairement dues à une atteinte des tissus mous, à une fatigue musculaire, à une surcharge, à une surutilisation ou alors à une raideur musculaire (petit pectoral ou le court chef du biceps notamment), à un déficit de rotation interne de la gléno-huméral, à un déficit de l'activation et de la force du dentelé antérieur ou encore à une altération du couple de force des trapèzes supérieur et inférieur.

Par ailleurs, d'autres mécanismes peuvent être à l'origine de ces dysfonctions, tels que des atteintes neurologiques touchant notamment le nerf thoracique long pour le muscle dentelé antérieur ou le nerf spinal accessoire qui innerve le trapèze supérieur.

Ces dyskinésies scapulaires peuvent également être associées à une pathologie scapulo-humérale : un conflit sous-acromial, une instabilité acromio-claviculaire ou encore de l'arthrose.

Il existe également des causes osseuses à ces altérations : une cyphose thoracique ou lordose cervicale excessive, une pseudarthrose ou la formation d'un cal vicieux à la suite d'une fracture claviculaire.

Les dyskinésies scapulaires sont retrouvées en grand nombre chez l'athlète aérien.[16]

2.2.2 Examen de mise en évidence

L'examen clinique permet de mettre en évidence une malposition statique ou une cinétique scapulaire altérée, d'établir d'éventuels facteurs étiologiques et enfin de constater si des manœuvres correctrices de la dysfonction observée sont susceptibles de **modifier la symptomatologie douloureuse ou le fonctionnement de l'épaule**. [19]

Après réalisation de l'anamnèse auprès du patient, le bilan spécifique des dyskinésies scapulaires comprend une **évaluation visuelle** de la scapula dans sa position de repos et en dynamique (la cinétique scapulaire peut être enregistrée par vidéo, par exemple), **des mesures objectives** et des **manœuvres correctives**.

Ce bilan s'effectue de manière comparative avec l'épaule saine du patient.

2.2.2.1 L'observation visuelle : la classification de Kibler

Ces dyskinésies scapulaires sont décrites et classées par Kibler en 4 types. Cette classification est basée sur l'observation visuelle de la scapula en statique, comme en dynamique.

TYPE I	Au repos : Proéminence de l'angle inférieur de la scapula Au mouvement : Bascule antérieure de la scapula (trouble de la rotation autour de l'axe transverse)
TYPE II	Au repos : Proéminence du bord médial de la scapula Au mouvement : Décollement du bord médial (trouble de rotation autour de l'axe vertical)
TYPE III	Au repos : scapula en élévation avec rétraction (adduction) de la scapula et proéminence du bord supéro-médial.

	Au mouvement : élévation précoce de la scapula durant une élévation antérieure
TYPE IV	Au repos : Symétrie des scapulas Au mouvement : Symétrie des scapulas

Tableau 1 : Classification de Kibler.

Afin de classer le patient dans ce tableau ; on commence par observer l'**attitude spontanée** du sujet pour déceler éventuellement des déformations posturales : cyphose dorsale ou lordose cervicale par exemple. Ce bilan se fait de bas en haut, de dos, de profil et de face.

Lors de l'examen visuel spécifique de **la scapula au repos**, on retrouve souvent un bord médial inférieur proéminent, un bord médial supérieur et un acromion moins saillants. De face, l'épaule dominante peut apparaître plus basse que l'épaule controlatérale.

Lors de l'examen de **la cinétique scapulaire**, on demande au patient d'effectuer des mouvements de flexion et d'extension de l'épaule.

Selon les observations faites on peut classer les dyskinésies scapulaires de I à III dans la classification de Kibler.[19]

Il existe un autre classement basé sur l'observation visuelle, le classement « oui-non » : « oui » caractérise la présence d'une asymétrie scapulaire, « non » correspond à une scapula normalement positionnée au repos comme en dynamique.

Ce test est proposé par **Uhl** et se réalise dans les mêmes conditions que celui de **Kibler** mais la classification est simplifiée.

L'examineur observe la scapula au **repos**, lors de **la flexion d'épaule** dans le plan **sagittal** puis dans le plan **scapulaire** (30-45°). Elle est considérée comme un bon outil de dépistage.[20]

2.2.2.2. Les manœuvres correctrices

Ces tests visent à mettre en corrélation la dyskinésie scapulaire et les symptômes retrouvés chez un patient.

Le test nommé **SAT** (scapular assistant test) : Le thérapeute repositionne la scapula en bascule postérieure et en sonnette externe par une pression douce lors de l'élévation active du bras dans le plan de la scapula. Le test est positif si le patient détecte une diminution de sa douleur lors de l'élévation du bras.

Ce test est décrit par Rabin.[21]

Le test **SRC** (scapular retraction test) : Le thérapeute stabilise la scapula en la plaquant contre le grill thoracique en position rétractée : sonnette externe et de bascule postérieure (position similaire au SAT) par son avant-bras, le patient réalise le test de Jobe en position corrigée. Le test est positif si le patient détecte une diminution de sa douleur, une augmentation de force du sus épineux ou une augmentation de sa mobilité lorsqu'il réalise le test de Jobe.

Ce test est proposé par Kibler.[19]

2.2.2.3 Le score de Morgan

Il existe un score permettant de juger de la sévérité de la dyskinésie scapulaire appelé score de Morgan ou SICK scapula score.[9]

Ce score se calcule sur la base de données **subjectives** (localisation de la douleur d'après le patient), **objectives** (bilan palpatoire : rénitence ou autre) et sur des **mesures articulaires** et **angulaires** ;

Dans un premier temps, lors de l'examen clinique, les patients peuvent présenter des **douleurs** antérieures de l'épaule avec notamment une sensibilité au niveau de l'insertion du petit pectoral (processus coracoïde), mais également au niveau de l'articulation acromio-claviculaire, autour de la scapula, au niveau de la partie proximale latérale du bras. La douleur postéro-supérieur de la scapula peut également irradier au niveau cervical.

Dans un second temps, la **palpation** peut confirmer les douleurs décrites par le patient lors de l'entretien et mettre en évidence d'éventuelles hypo extensibilités, rénitences ou encore des rétractions musculaires ou capsulo-ligamentaires.

Enfin, **les mesures** vont être effectuées avec le sujet debout, les bras le long du corps :

. Le déplacement inférieur mesure la différence de hauteur entre les angles supéro-médiales des deux scapulas. La mesure est faite à l'aide d'un niveau à bulle.

. Le déplacement latéral scapulaire est la différence en centimètres de l'angle scapulaire supéro-médial à partir de la ligne médiane entre la scapula SICK et la scapula controlatérale.

. L'abduction scapulaire est la différence de degrés angulaires entre le bord médiale de la scapula et la verticale entre l'omoplate SICK et la scapula controlatérale. Cette mesure est réalisée à l'aide d'un goniomètre.

Borloz S, Graf V, Gard S et Ziltener J-L dans leur article "Dyskinésie de l'omoplate", publié dans la Revue *Médicale Suisse* en 2012 précisent que : « La plupart des lanceurs atteints du syndrome de la scapula SICK présentent une malposition statique de l'omoplate dans les 3 catégories, mais des combinaisons simples ou doubles de l'une des 3 ont été observées. »[19]



DATE _____ SPORT _____
 NAME _____ POSITION _____
 AGE _____ PRESENTING SX'S _____

SUBJECTIVE	PAIN		YES	NO	SCORE
Coracoid			1	0	
AC Joint			1	0	
Periscapular			1	0	
Prox. Lat. Arm			1	0	
Radicular			1	0	
OBJECTIVE					
Coracoid			1	0	
AC Joint			1	0	
Sup. Med. Scap. Angle			1	0	
Impingement Test			1	0	
Scapular Asst. Test			1	0	
Tos Paresthesias			1	0	
SCAP. MALPOSITION					
	0cm	1cm	2cm	3cm	SCORE
Infero	0	1	2	3	
Lateral Protraction	0	1	1	3	
Abduction	0°	5°	10°	15°	
	0	1	2	3	
TOTAL SCORE					

Figure 6 : Échelle d'évaluation de l'omoplate SICK (statique) : mesure de 0 à 20.

L'échelle d'évaluation du score de Morgan, présentée ci-dessus, permet de suivre objectivement l'évolution de la scapula SICK au cours du traitement. Elle est utilisée comme critère de reprise du sport.

2.2.3 La rééducation des dyskinésies scapulaires

Le traitement des dyskinésies scapulaires est un traitement fonctionnel et non chirurgical quel que soit la gravité.

Il dépend des observations faites lors du BDMK (Bilan diagnostique de Masso-Kinésithérapie) et il **n'existe pas de consensus** sur la marche précise à suivre.

La prise en charge a pour but de rétablir une stabilité scapulaire et une coordination motrice intégrée dans des mouvements complexes et spécifiques de l'épaule tel que le lancer aérien. Il s'agit pour le patient de ré-harmonier le rythme scapulo-huméral.

Dans un **premier temps**, la prise en charge peut débuter par des *levées de tension musculaire* ainsi que par la *correction des mauvaises postures* : hyper cyphose dorsale et enroulement des épaules notamment. On propose au patient des exercices d'auto-grandissement, d'ouverture thoracique, un travail d'étirement du petit pectoral.

Un manque de rotation interne scapulaire peut être le signe d'une rétraction musculaire du petit rond et du sous épineux. On propose là aussi des étirements spécifiques, tels que l'étirement du « dormeur ».[19]

La *réhabilitation des muscles péri-scapulaire* survient dans un **second temps** permettant à nouveau ; un contrôle moteur scapulaire efficient.

Pour ce faire il faut :

. Travailler le contrôle conscient de la position de la scapula : à l'aide d'un miroir ou d'une vidéo afin que le patient bénéficie d'un feed-back visuel. Un bon schéma corporel est requis, le patient doit prendre conscience des défauts positionnels de sa scapula.

. Effectuer une restauration du rythme scapulo-humérale : en renforçant le couple dentelé antérieur/ trapèze inférieur en chaine cinétique ouverte et fermé. Ils assurent le bon plaquage de la scapula sur le grill costal.[22]

Les exercices s'orientent vers la proprioception et le gainage notamment.

. Travailler en force et en endurance : effectuer un travail de plus en plus fonctionnel et se rapprocher du geste sportif.

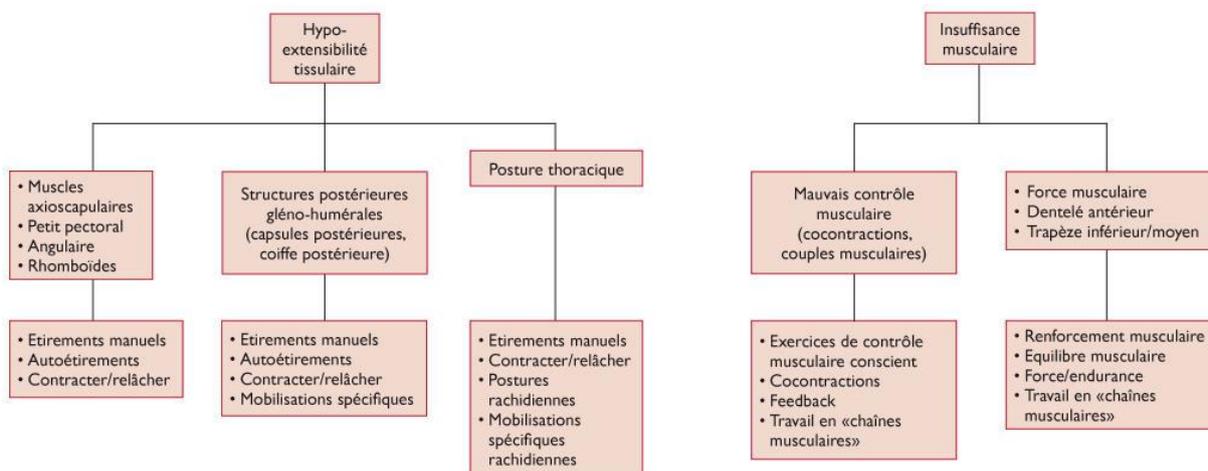


Figure 7 : Exemple d'algorithme pour la rééducation d'une dyskinésie scapulaire.

« En général, la plupart des lanceurs avec des scapulas SICK symptomatiques présentent des scores compris entre 10 et 14 au score de Morgan. Le lancer à intervalles commence généralement avec des scores compris entre 4 et 6, et l'athlète revient à son niveau de performance précédent lorsque le score chute entre 0 et 2. »[9]

D'après Burkhart, le repositionnement symétrique complet de la scapula prend environ **3 mois**. [9]

2.3 Le complexe scapulo-huméral dans la gestuelle « overhead »

Dans des phases de lancer ou de service de la gestuelle aérienne dont la cinétique a été décrite précédemment ; la tête humérale doit rester constamment centrée et stabilisée dans la glène malgré les vitesses et les amplitudes élevées des mouvements de l'épaule.

La synergie des articulations scapulo-huméral et scapulo-thoracique permet cet alignement stable. C'est le rythme scapulo-huméral : il convient que pour 15° de flexion de l'épaule; la gléno-humérale contribue à 10° et 5° sont effectués dans la scapulo-thoracique. [23]

Il diminue le stress mécanique exercé sur les tendons de la coiffe des rotateurs qui subissent des frottements répétés avec l'acromion.

La scapula joue donc un rôle primordial dans la fonction de l'épaule. Elle constitue une base stable pour l'accroche des muscles impliqués dans le lancer aérien.

Fleisig a analysé le rôle et le positionnement de la scapula lors de ces phases de lancer :

. Dans la phase d'**armement**, lorsque la glénohumérale a atteint son maximum de rotation externe ; la scapula se trouve en **rétraction** (adduction), **en sonnette externe** et en **bascule postérieure**, c'est à ce moment qu'elle permet le transfert d'énergie du membre inférieur et du tronc à l'épaule puis la main.

Elle joue donc un rôle de transmission, d'absorption et de génération de force lors du mouvement ou de la stabilisation du bras. Elle est la jonction entre le membre inférieur, le tronc et le membre supérieur.

C'est la rétraction scapulaire qui permet ce transfert d'énergie tandis que la sonnette externe et la bascule postérieure permettent de maintenir un espace sous acromial satisfaisant (diminuant le phénomène de conflit sous-acromial).

. Dans la phase d'**accélération du bras**, lorsque la rotation interne rapide se produit ; les muscles trapèzes, rhomboïdes, dentelé antérieur et élévateur de la scapula s'activent de manière concomitante avec les rotateurs internes de la coiffe afin d'assurer le centrage de la tête humérale dans la glène.

. Dans la phase de **décélération et de suivi**, lorsque la glénohumérale est en rotation interne maximale, la scapula doit dissiper l'énergie créée lors de la phase d'armement. Elle se trouve en **protraction** (abduction), **rotation interne** et **bascule antérieure**. La contraction concentrique du dentelé antérieur ainsi que la contraction excentrique des stabilisateurs scapulaires et de la coiffe postérieurs sont essentielles lors de cette phase. [24]

3. Hypothèses / Questionnement

Les articulations gléno-humérale et scapulo-humérale sont intimement liées par leur position anatomique et leurs fonctions motrices. Elles partagent des insertions ligamentaires, capsulaires et musculaires, telles que la coiffe des rotateurs.

Elles travaillent en synergie, comme vu précédemment afin d'assurer le rythme scapulo-huméral. Par leur intrication étroite, il semble qu'une lésion d'une des deux articulations puisse avoir un retentissement pathologique sur l'autre.

D'après la littérature, la prévalence des dyskinésies scapulaires semble être significativement supérieure dans les sports de lancer aérien comparativement aux sports « non-overhead ».[24] Cela s'explique par la surutilisation du membre supérieur avec des mouvements répétés dans des amplitudes extrêmes. Ces mouvements demandent un recrutement musculaire synchrone, une force et une endurance musculaire adaptés, notamment par les muscles stabilisateurs de la scapula.

D'autres études rétrospectives ont été réalisées, cette fois, dans le but de mettre en évidence une éventuelle corrélation entre les dyskinésies scapulaires et la survenue de lésion d'épaule. En effet, la stabilisation scapulaire est un moyen de lutter contre d'éventuelles sources de conflit d'épaule. Cependant, peu d'hypothèses sont validées avec certitude par la diversité des symptômes observés, un nombre de variable important et de faibles échantillons.

Les interprétations de ces pathologies sont diverses. Certaines hypothèses proposent qu'il pourrait s'agir d'un mécanisme d'adaptation à la gestuelle et d'autres qu'il s'agirait de lésions survenant à la suite des contraintes répétées ? Les dyskinésies scapulaires sont-elles donc la cause ou bien la conséquence des pathologies d'épaule ?

Dans cette revue, nous analyserons la corrélation entre la présence de dyskinésies scapulaires et la prévalence des lésions d'épaule chez l'athlète aérien. Nous essaierons de mettre en évidence l'importance du contrôle moteur scapulaire dans la diminution de l'apparition de ces pathologies d'épaule.

Ainsi notre question de recherche est : « Le contrôle moteur scapulaire aide-t-il à la prévention des blessures d'épaule chez l'athlète aérien ? »

En fonction des résultats obtenus et de leur éligibilité, l'intérêt de notre étude sera de mettre en lumière les exercices de stabilité scapulaire à associer à la rééducation et à la prévention des douleurs et des lésions d'épaule chez ce profil de sportifs.

II. METHODOLOGIE

1. Critères d'éligibilité

1.1 Schéma d'étude

Le schéma d'étude dépend du type de question de recherche initiale. Il peut s'agir d'une question pronostique (facteurs pronostics), diagnostique (outil de mesure), thérapeutique (intervention/traitement) ou étiologique (facteurs de risques).

Cette revue de littérature traite une question thérapeutique.

En effet, le but de la revue est d'étudier la prévention des blessures d'épaule chez l'athlète aérien par la stabilisation scapulaire. On cherche à évaluer l'efficacité d'un traitement préventif. L'étude porte donc sur une variable qualitative.

Les études répondant au mieux aux questions de recherches thérapeutiques sont les essais cliniques randomisés. (ECR) Dans ces études ; la répartition des patients dans les groupes se fait de manière aléatoire permettant ainsi de contrôler le biais de sélection.

On pourra par ailleurs inclure d'autres schémas d'études si leur niveau de preuve le permettent.

Il n'existe pas de protocoles standardisés dans le contrôle moteur scapulaire ainsi les articles sélectionnés utilisent des techniques et des programmes d'exercices différents. Cependant ces programmes ont tous pour but une **stabilisation scapulaire**.

1.2 Population

La population cible correspond à des hommes et des femmes âgés au minimum de 18 ans. Il s'agit de sportifs amateurs ou professionnels pratiquant des sports où l'on retrouve la gestuelle « overhead » ; sport de lancer majoritairement : Baseball, handball, volley, tennis, natation, canoë, badminton ou certains postes spécifiques comme gardien de but de football. Les sportifs inclus dans l'étude pratiquent de manière régulière leur sport avec plusieurs entraînements par semaine, minimum 2, et éventuellement un match par semaine.

A la base des études ; les participants présentent ou non des blessures d'épaules, des symptômes de conflit ou des douleurs n'empêchant pas l'activité. Tous les participants ont signé un consentement éclairé.

1.3 Intervention

L'intervention étudiée est le contrôle moteur scapulaire chez l'athlète aérien. Cette intervention est en fait l'association de plusieurs techniques de rééducation (renforcement, stabilisation, proprioception, correction des dyskinésies scapulaires.) Il n'existe pas de protocole standardisé, c'est pourquoi l'intervention dans chacune des études incluses n'est pas identique.

Les différentes techniques retrouvées sont essentiellement ;

- Exercices de renforcement et synchronisation de contraction des muscles scapulaires. (Activation musculaire précoce, correction d'une faiblesse musculaire, technique de « Core Stability »)
- Stabilisation scapulaire à l'aide d'une aide extérieure. (Type t-shirt qui suppléer les muscles)
- Exercices visant à améliorer l'amplitude de la gléno-huméral.
- Exercices visant à améliorer la chaîne cinétique et la mobilité thoracique.

1.4 Comparateur

Il s'agit des autres techniques utilisées dans la prévention des blessures d'épaules chez l'athlète aérien au cours d'une saison sportive.

A savoir ;

- Programme d'échauffement habituel
- Aucun traitement / placebo

1.5 Outcomes /Critères de jugement

L'objectif de cette revue étant de juger l'efficacité de la stabilisation scapulaire sur la diminution de la survenue des douleurs et des pathologies d'épaule chez l'athlète aérien ; le critère de jugement **principal** de cette revue est donc la prévalence des blessures d'épaule chez l'athlète aérien.

Dans le domaine médical, la prévalence correspond « au nombre de nouveau cas touché par une pathologie dans une population à un moment donné, englobant aussi bien les nouveaux cas que les cas anciens »⁵

Ce critère de jugement est mesuré à l'aide d'outils de mesure qui diffèrent en fonction des études. Les critères de jugement secondaires varient en fonction des études.

. Étude de **Wesam Saleh A. Al Attar** de 2021 « programme FIFA 11 + S » : Le critère de jugement principal correspond à l'incidence des blessures globales des membres supérieurs mesuré grâce au questionnaire : « Sports Injury Reporting Form » de "Sport medicine Australia" présent en annexe 7 de notre revue.

Les critères de jugement secondaire correspondent au mécanisme de la blessure, son type et sa gravité.[25]

. Étude d'**A. Pellegrini** de 2016 sur le « t-shirt stabilisateur » : Le critère de jugement principal est la prévalence des conflits et douleur d'épaule mesuré grâce aux tests de Jobe et O'Brien présentés en annexe 13 et 14 de notre revue. La douleur est cotée avec L'EVA (Échelle visuelle analogique) présente en annexe 4 de notre revue.[26]

. Étude de **SH. Andersson** de 2016 chez les joueurs de handball ; le principal critère de jugement est la prévalence des problèmes d'épaule dans le bras dominant mesurée 6 fois au cours de la saison. Le deuxième critère de jugement est le score de gravité des problèmes d'épaule noté de 0 à 100. Ces deux critères sont calculés à l'aide du questionnaire de l'OSTCR (Oslo Sports Trauma Research Centre) présent en annexe 8 de notre revue.[27]

. Étude de **K. De Mey** de 2012 chez 47 athlètes aériens ; Le principal critère de jugement est la douleur et l'invalidité de l'épaule coté à l'aide du score SPADI : « Shoulder Pain And Disability Index » qui a été obtenu individuellement chez chaque sportif avant et après l'intervention. Il est présenté en annexe 9 de notre revue.

Les critères de jugement secondaires correspondent aux valeurs maximales de contraction isométrique volontaire (MVIC) qui ont été déterminées par électromyographie de surface. Les niveaux moyens d'activation musculaire, les données sur le rapport musculaire et le moment de l'apparition de la contraction musculaire ont été évalués pour les muscles trapèzes supérieur (UT), moyen (MT) et inférieur (LT) et pour le muscle dentelé antérieur (SA), lors de l'élévation du bras, dans le plan scapulaire.[28]

2. Méthodologie de recherche

2.1 Base de données

Une fois le sujet de cette revue de littérature choisi, il a été question de trouver les articles scientifiques adaptés pour répondre à la problématique, par l'intermédiaire de différentes bases de données internet.

Le travail d'investigation a démarré sur **PubMed**. Cette base de données permet de créer une équation de recherche et de l'affiner en fonction des articles proposés grâce à l'option « recherche avancée ».

Nous avons ensuite exploré le moteur de recherche **Google Scholar**, **PEDro** et enfin **Cochrane**.

La mise en place d'une équation de recherche, aussi pertinente que possible, est essentielle dans la facilitation de la création de l'ouvrage.

⁵ <https://dictionnaire.lerobert.com/definition/prevalence>

2.3 Équation de recherche

Dans un premier temps, la question de recherche se constitue grâce au modèle PICO. [29]

<u>Population (P)</u>	Athlètes aérien (pratiquant la gestuelle « overhead ») amateurs ou professionnels avec ou sans blessure d'épaule initiale n'impliquant pas l'arrêt de la pratique sportive .
<u>Intervention (I)</u>	Traitement à visée préventive type renforcement musculaire, stabilisation et contrôle moteur scapulaire.
<u>Comparateur (C)</u>	Absence de traitement préventif ou poursuite de l'échauffement habituel.
<u>Outcome / critère de jugement (O)</u>	Diminution de la prévalence des blessures d'épaule.

Tableau 2 : Modèle PICO de notre revue de littérature.

Deuxièmement, il a été question de trouver les termes appropriés. Pour cela, le moteur de recherche « HETOP » a été utilisé et a permis de fournir les mots clés nécessaires à l'équation de recherche. [29] Ces mots clés sont qualifiés de « Mesh terms » (Medical Subject headings).

Le terme « sport overhead » et ses synonymes n'ont pas de « Mesh Terms », ils ont simplement été traduit en anglais.

Troisièmement, j'ai effectué la recherche avancée à l'aide des mots clés combinés aux opérateurs booléens : « AND, OR, NOT » sur les différentes sources documentaires.

. Sur **PubMed**, l'équation de recherche est: « (scapular stability) OR (scapular control)) AND (prevention) AND (shoulder injurie)) AND (sport overhead) ». Sans filtre il est ressorti 24 résultats.

. Sur **Google scholar**, « allintitle: risk OR factor OR prevention OR overhead OR sport "shoulder injury"»

Le filtre est le suivant : au moins un des mots séparés par l'opérateur booléen « OR » devait se trouver dans le titre, seuls les mots « shoulder injury » devaient obligatoirement apparaître dans le titre. Il est ressorti 19 résultats.

. Sur **PEDro**, les modalités d'écritures étant différentes, après différentes tentatives, l'équation de recherche retenue est : « shoulder injury* AND preventing* » rentrée dans la partie « abstract and title » (abstract et titre). Il est ressorti 2 résultats dont un doublon avec PubMed.

. Sur **Cochrane Library** la recherche avancée s'est effectuée en présélectionnant ABSTRACT. Ainsi, les termes susmentionnés devaient être présent dans l'abstract : « (scapular control) AND (prevention) AND (shoulder injurie) ». Il est ressorti 14 résultats dont un doublon avec PubMed et PEDro.

3. Extractions des données

3.1. Sélection des études

La méthode de sélection des articles s'est divisée en plusieurs étapes :

Tout d'abord, la lecture des titres a permis d'effectuer une sélection préliminaire et d'éliminer un certain nombre d'articles, parmi lesquels toutes les revues de littérature.

Une fois le croisement des données des bases de recherches effectué, la suppression des doublons a été réalisée.

La troisième étape a été la lecture des abstracts des articles restants. C'est à la lecture des abstracts que l'on peut appliquer les critères d'inclusion et d'exclusion, ce qui permet d'affiner à nouveau le nombre d'articles à traiter.

- Les critères d'inclusions :

- . Joueur âgé de 18 ans ou plus.
- . Joueur pratiquant un sport comprenant la gestuelle « overhead ».
- . Jouer amateur ou professionnel.
- . Joueur avec ou sans douleurs ou symptômes légers de conflit à l'épaule dominante n'impliquant **pas l'arrêt de la pratique sportive**.
- . Intervention sur la stabilisation, le renforcement, le contrôle moteur de la scapula et le traitement des dyskinésies scapulaires.
- . Schémas d'essais cliniques randomisés de préférence.
- . Étude datant de moins de 10 ans.

Si le nombre d'essais cliniques randomisés (ECR) est trop faible, les séries de cas et les essais cliniques non randomisés seront acceptés dans cette revue, en tenant compte de leurs schémas d'étude dits inférieurs. A noter que les séries de cas étudient un ensemble de patients présentant des caractéristiques communes, en vue de décrire un traitement, une exposition, une procédure diagnostique, etc..., sans groupe de comparaison.

- Les critères d'exclusions :

- . Jouer âge de moins de 18 ans
- . Joueur ayant subi une intervention chirurgicale de l'épaule concernée.
- . Protocole type étirement, tape.
- . Les études dont l'intégralité des données n'étaient pas accessibles.

Enfin la lecture complète des articles a clôturé la sélection des études.

3.2. Évaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

La grille d'évaluation scientifique est un outil indispensable pour l'évaluation de la qualité méthodologique d'une étude thérapeutique. Suivant le type d'étude à analyser, une grille d'évaluation spécifique est nécessaire.

L'échelle **PEDro** est l'échelle de référence dans les questions thérapeutiques pour évaluer les essais cliniques randomisés. L'échelle est présente en **annexe 1** de notre revue.

Par l'intermédiaire de 11 items et d'un score allant de 1 à 10, cet outil nous informe des potentiels risques de biais auxquels est soumis l'essai clinique testé.

- La validité externe de l'étude est traitée par l'item 1
- Les biais de sélection sont mis en évidence par les items 2,3 et 4
- Les biais d'évaluation concernent les items 5,6 et 7
- Les biais d'attribution se rapportent aux items 8 et 9
- Et les biais d'interprétation aux items 10 et 11

Plus la qualité de construction de l'étude est correcte, plus la note est élevée et les résultats obtenus pertinents.

Pour les études hors ECR, il existe d'autres échelles ou grilles d'évaluation spécifique à l'analyse de leur conception.

3.3. Extraction des données

A la fin de la sélection, une lecture critique de chaque article va être réalisée et un certain nombre de données seront extraites et récapitulées, sous forme de tableaux dans la [partie 1.4.1](#) des résultats.

Concernant la population :

- Nombre de participants
- Sport pratiqué
- Moyenne d'âge (si disponible)
- Ratio Homme / femme (si étude mixte)
- Blessures d'épaule ou non (au début de l'étude)
- Critères d'inclusion et d'exclusion
- Durée du suivi

Concernant les caractéristiques de l'étude :

- Auteur(s), date et lieu de publication
- Schéma d'étude (ECR ou série de cas)
- Objectif de l'étude
- Score de l'échelle PEDro et l'échelle JBI Critical Appraisal Tool (tableau [partie 2.1 et 2.2](#) de la partie résultat)
- Protocole ([partie 1.4.2](#) de la partie résultat)
- Traitement cible
- Traitement comparateur
- Critères de jugement
- Résultats

3.4. Synthèse des résultats

Dans le but d'analyser les résultats obtenus, chacune des études sera décrite de manière **qualitative** à la différence des méta-analyses où la méthode quantitative est plus souvent privilégiée.

En effet, lorsque l'hétérogénéité entre les études est très importante, la question de la pertinence d'une synthèse quantitative se pose. Il a semblé peu approprié de calculer un effet commun quand l'effet de l'intervention est extrêmement variable selon les interventions.

Dans ce cas, il est préférable de se contenter d'une synthèse semi-quantitative ou descriptive.[30]

Tout d'abord, les études incluses dans notre revue seront décrites en évoquant les spécificités de chacune. Ces spécificités seront récapitulées sous forme de tableau synthétique.

Par ailleurs, j'évoquerai les risques de biais potentiels de ces études grâce à l'utilisation de **l'échelle PEDro** pour les essais cliniques randomisés. Elle sera calculée pour chaque article. Elle est présente en [annexe 1](#) de notre revue.

Concernant l'analyse des biais de l'unique série de cas inclus dans notre revue, **l'échelle JBI Critical Appraisal Tool** est utilisée. Elle est présente en [Annexe 2](#) de notre revue.

Pour l'analyse statistique des études ; les intervalles de confiance à 95 % et la p-value seront eux aussi mentionnés lorsque l'auteur les cite sinon il faudra les calculer si cela est possible.

III. RESULTATS

1. Description des études

1.1. Le processus de sélection des études

Le processus de sélection des études s'est décomposé en plusieurs étapes ;

À la suite des recherches effectuées à l'aide des équations de recherches, sur les différents moteurs de recherche précédemment cités, un total de **59** articles a été recensé.

Après lecture du titre ; 6 articles PubMed, 6 articles Cochrane, 4 articles sur Google Scholar et 1 article sur PEDro ont été retenus (**17** études au total). 42 études ont été exclues après lecture du titre

Par la suite, nous avons supprimé les doublons que nous reconnaissons grâce au titre, à l'auteur et à la date de publication de l'article. Après cette nouvelle sélection, il reste **15** études.

Parmi ces 15 études restantes, 6 ont été exclues après lecture de l'abstract.

Et enfin, parmi les **9** études restantes, seulement **4** ont été retenues après lecture complète de l'article.

Le corpus final de notre revue de littérature se compose donc de 4 études.

1.2. Diagramme de flux

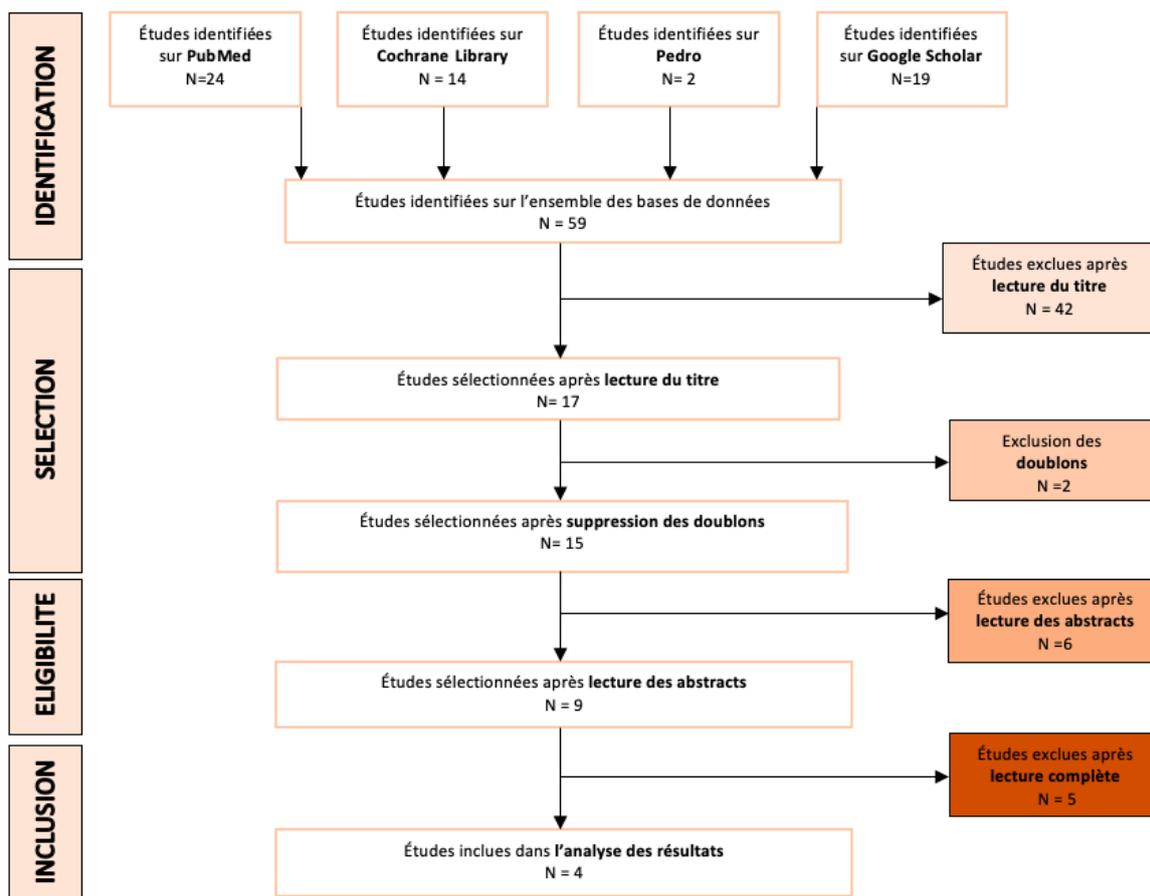


Figure 8 : Diagramme de flux synthétisant le processus de sélection des études.

Concernant les 4 articles retenus pour la synthèse de cette revue, tous respectent les critères d'inclusions et d'exclusions précédemment établis.

Ils ont tous été publiés en anglais et sur une période allant de l'année 2012 à l'année 2021.

1.3. Études exclues

Le tableau récapitulatif des motifs d'exclusions des articles après leur lecture complète est présent en [annexe 3](#) de notre revue.

1.4. Synthèse des études incluses

Dans un premier temps, **la description** des études sélectionnées dans notre revue de littérature est synthétisée sous forme de tableau.

Dans un second temps, **les protocoles de prévention** des blessures d'épaule chez l'athlète aérien présentés dans chaque étude, sont décrits de façon plus précise.

1.4.1. Tableau récapitulatif des études incluses

Le modèle PICO (vu précédemment pour la réalisation de l'équation de recherche) nous sert de référence pour la description des études et la synthèse de leurs résultats. Seuls les résultats des critères de jugement principaux sont résumés dans les tableaux. Les résultats des critères de jugement secondaires sont détaillés dans la partie 3.

Par ailleurs, chaque étude ayant sa **propre définition** pour qualifier une « blessure d'épaule », la description propre à chaque auteur sera détaillée dans la colonne « critère de jugement » de nos tableaux.

Dans les tableaux :

N = Nombre de participant

MA = Moyenne d'Age

OR = Odds ratio

RR = Risque relatif

IC = intervalle de confiance

Étude	Schéma d'étude	Participants	Caractéristiques des populations		Intervention	Traitement comparateur	Critères de jugement	Résultats
<p>SH. Andersson 2016</p> <p>Menée en Norvège[27]</p>	ECR en grappes à deux bras	<p>660 joueurs de <i>handball</i> professionnels (Niveau élite) avec 22 équipes féminines et 23 équipes masculines.</p> <p>Le niveau élite correspond aux deux premières divisions de Norvège.</p>	<p>Age (Années)</p> <p><u>Groupe d'intervention :</u> Femme N= 160 MA = 22,5</p> <p>Homme N=171 MA=21,9</p> <p><u>Groupe témoin :</u> Femme N=161 MA=21,6</p> <p>Homme N= 168 MA= 23,5</p>	<p>Antécédents de blessures ou d'inconfort d'épaule.</p> <p>Oui et non.</p> <p>Les blessures aiguës ont été exclues des analyses.</p> <p>Une blessure aiguë étant définie « comme une blessure causée par un seul événement identifiable. »</p>	<p>Groupe d'intervention : N=331 joueurs mixtes (22 équipes)</p> <p>Suivi d'un programme de prévention des blessures d'épaules composés de 5 exercices détaillés dans la partie suivante 1.4.2.</p> <p>Application du programme 3x/semaine dans le cadre de l'échauffement d'une durée de 10 minutes durant tout une saison (7 mois).</p> <p>Ce suivi s'est déroulé de septembre 2014 à Mars 2015.</p>	<p>Groupe témoin : N=329 joueurs mixtes (23 équipes)</p> <p>Poursuite de l'échauffement habituel.</p>	<p>. 1 : Prévalence des problèmes d'épaule de surutilisation et des problèmes importants d'épaule mesurés 6 fois au cours de la saison.</p> <p>. 2 : Score de gravité des blessures d'épaules calculé de 0 à 100.</p> <p>Ces deux critères sont mesurés grâce aux quatre questions du questionnaire de l'OSTRC[31] présent en annexe 8 de notre revue.</p> <p>Les problèmes d'épaule étant définis comme « une douleur, une raideur, une instabilité, un relâchement ou d'autres symptômes liés à l'épaule. » dans le questionnaire de l'OSTRC.</p>	<p>Le risque de signaler des problèmes d'épaule dû à la <u>surutilisation</u> de l'articulation pendant la saison de compétition était de 28 % inférieur dans le groupe d'intervention par rapport au groupe témoin. OR 0,72, IC à 95 % [0,52 ; 0,98], p = 0,038.</p> <p>Un <u>risque inférieur de 22 %</u> de signaler un problème d'épaule <u>important</u> a été observé dans le groupe d'intervention par rapport au groupe témoin. Mais cette valeur n'est pas significative. OR 0,78 IC à 95% [0,53 à 1,16], p= 0,23.</p>
<p>A. Pellegrini 2016</p> <p>Menée en Italie[26]</p>	ECR	32 joueurs de <i>baseball</i> semi-professionnels.	18 à 25 ans	<p>Oui</p> <p>En revanche, aucun participant n'avait d'antécédents de chirurgie de l'épaule.</p>	<p>Groupe d'intervention : N=16 joueurs</p> <p>Utilisation d'un t-shirt stabilisateur de la scapula « ACTIVE TENSE » pendant la pratique hebdomadaire du baseball à hauteur de 3 entraînements/semaine pendant 8 semaines.</p>	<p>Groupe témoin : N=16 joueurs</p> <p>Absence de traitement : Poursuite de la pratique sportive (3 entraînements/semaine) sans t-shirt stabilisateur pendant 8 semaines.</p>	<p>. 1 : Un examen clinique, qui comprenait des tests spécifiques d'épaule : Jobe et O'Brien. Les tests sont présentés en annexe 13 et 14 de notre revue.</p> <p>. 2 : Une échelle d'inconfort validée : l'EVA présentée en annexe 4 de notre revue.</p> <p>L'inconfort d'épaule peut être défini comme « une douleur non-spécifique située dans le quadrant supérieur lors du lancer associée à des tests cliniques positifs (Jobe et O'Brien) en l'absence de lésions musculosquelettiques observables. »</p>	<p>Le port du t-shirt stabilisateur diminue significativement le risque d'avoir un test de Jobe positif de 85,7% (OR : 0,143 IC à 95% (0,024 ; 0,844)) ainsi qu'un test d'O'Brien positif de 93 % (OR : 0,077 IC à 95% (0,014 ; 0,417))</p> <p>Cependant il n'existe pas de différence significative entre le groupe d'intervention et le groupe témoin concernant la diminution de la douleur sur l'EVA ; 1 point avec IC à 95% [-0,05 ; 2,05] et p = 0,068.</p>

<p>Wesam Saleh A. Al Attar 2021</p> <p>Menée en Arabie Saoudite[25]</p>	<p>ECR</p>	<p>726 <i>gardiens de but de football</i> masculins (ligues amateurs locales et régionales en Arabie saoudite)</p>	<p>18 à 35 ans</p> <p><u>Groupe d'intervention :</u></p> <p>N= 360 MA= 26,8</p> <p><u>Groupe témoin :</u></p> <p>N= 366 MA= 26,2</p>	<p>Oui et Non</p> <p>Mais exclusion des joueurs :</p> <p>. Présentant des antécédents médicaux de blessure aux membres supérieurs qui ont nécessité des soins médicaux au cours des 6 derniers mois . Ayant eu des fractures osseuses ou des chirurgies l'année précédant l'étude.</p>	<p><u>Groupe d'intervention :</u></p> <p>N=360</p> <p>Exécution du programme « FIFA 11+ Shoulder », détaillé dans la partie 1.4.2, avant toutes les séances d'entraînements pendant une durée de 6 mois (1 saison : aout 2018 à janvier 2019).[32]</p>	<p><u>Groupe témoin</u></p> <p>N=366</p> <p>Poursuite de l'échauffement habituel avant les séances d'entraînements et les matchs.</p>	<p>. 1 : L'incidence des blessures globales des membres supérieurs. Les blessures ont été identifiées à l'aide du formulaire « Sports Injury Reporting Form » présent en annexe 7 de notre revue.</p> <p>. 2 : Le mécanisme de la blessure, le type de blessure et la gravité de la blessure.[33][33]</p> <p>« Une blessure était enregistrée si elle empêchait le joueur de participer pleinement au match ou à l'entraînement suivant. » et « Les blessures ont été définies selon une déclaration de consensus sur les définitions des blessures et les procédures de collecte de données dans les études sur le football. »[34]</p>	<p>Le programme FIFA 11+S a réduit le nombre total de blessures aux membres supérieurs de 68 % par rapport à l'échauffement habituel : RR = 0,32 IC à 95 % [0,27-0,34]</p> <p>De manière plus ciblée, le programme a permis de réduire significativement l'incidence des blessures à l'épaule de 63% par rapport à l'échauffement classique : RR = 0,37 IC à 95 % [0,17-0,77] et p<0,05</p>
<p>K. De Mey 2012</p> <p>Menée en Belgique[28]</p>	<p>Étude longitudinale : série de cas</p>	<p>47 athlètes aériens :</p> <p>. 25 hommes . 22 femmes</p> <p>pratiquant soit du <i>volley</i> (17), <i>tennis</i> (10), <i>canoë</i> (2), <i>baseball</i> (2), <i>natation</i> (11) ou <i>badminton</i> (5).</p>	<p>N = 47 MA = 24,6</p>	<p>Oui : présence de symptômes de conflit à l'épaule depuis au moins 3 mois.</p>	<p>Suivi d'un programme de 4 exercices à domicile d'une durée de 6 semaines détaillé dans la partie suivante 1.4.2.</p> <p>L'athlète effectue 3 séries de 10 répétitions de chaque exercice du coté affecté avec une minute de repos entre chaque série.</p>	<p>Pas de groupe témoin.</p>	<p>. 1 : Le score de l'indice de douleur et d'invalidité à l'épaule (SPADI)[35] présent en annexe 9 de notre revue.</p> <p>. 2 : Les valeurs maximales de contraction isométrique volontaire (MVIC) déterminées par électromyographie de surface. Les niveaux moyens d'activation musculaire, les données sur le rapport musculaire et le moment de l'apparition de la contraction musculaire ont été évalués pour l'UT, le MT, le LT et le SA lors de l'élévation du bras dans le plan scapulaire.</p> <p>Une blessure d'épaule est définie dans cette étude comme « un syndrome de conflit à l'épaule depuis au moins 3 mois confirmé par un examen clinique : tests de Neer, Hawkins, Jobe, d'appréhension et de recentrage. » Les sujets ont été inclus s'ils répondaient à au moins 2 des 5 critères.</p>	<p>Pour le critère de jugement principal, on observe une <u>diminution significative</u> après le programme d'exercices du score SPADI ; 18,16 avec IC à 95% [14,49 ; 21,83] et p< 0,001.</p>

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des études incluses.

1.4.2. Protocole de prévention détaillé de chaque étude

1.4.2.1 Programme de prévention de l'OSTRC de l'étude de SH. Andersson de 2016.[27]

La réalisation du programme d'exercices de prévention s'est basée sur les facteurs de risques de problèmes d'épaule identifiés chez les joueurs de handball dans une étude pilote. Ce programme a ensuite été examiné par un groupe d'experts composé d'un préparateur physique employé par la fédération norvégienne de handball et de quatre physiothérapeutes travaillant cliniquement avec des joueurs de handball aux niveaux national et international.

Par ailleurs, une équipe féminine de handball d'une division inférieure, non incluse dans l'étude, a testé le programme d'exercices et a répondu à un questionnaire basé sur le cadre « Reach Effectiveness Adoption Implementation Maintenance »[36] pour fournir des informations concernant leurs croyances et leurs expériences concernant le contenu, la durée, la charge et l'applicabilité du programme d'exercices.

Les équipes ont reçu des affiches du programme d'exercices ainsi que le matériel nécessaire. Les affiches du programme sont présentes en [annexe 10](#) de notre revue.

Le programme se décompose en **5 exercices** à effectuer **trois fois par semaine** dans le cadre de l'échauffement avant les entraînements et les matchs.

Les cinq exercices changent toutes les 6 semaines.

Au début, le sujet doit suivre le nombre de répétitions et les charges qui lui sont recommandées.

Progressivement, le sportif va augmenter le nombre de répétition et augmenter ces charges (passant de l'élastique à un poids par exemple.)

La durée du programme est d'environ **10 minutes**.

L'exercice 1 vise à augmenter **la force des muscles scapulaires**.

L'exercice 2 cherche à améliorer la chaîne cinétique.

L'exercice 3 vise à améliorer la mobilité thoracique.

L'exercice 4 vise à améliorer l'amplitude de la rotation interne dans la gléno-humérale.

L'exercice 5 a pour objectif d'augmenter la force musculaire des rotateurs externes d'épaule.

1.4.2.2 Programme FIFA 11+S de l'étude de Wesam Saleh A. Al Attar de 2021.[25]

Le programme a été développé par un groupe international d'experts, comprenant des experts en orthopédie des lésions de l'épaule, des physiothérapeutes expérimentés dans les lésions du football et des spécialistes de la rééducation sportive.

Pour la bonne réalisation de chaque exercice, l'équipe de recherche requiert de l'entraîneur qu'il supervise et corrige les joueurs si nécessaire.

Tous les exercices se concentrent sur la stabilité du tronc, le contrôle neuromusculaire, la force des rotateurs excentriques et l'agilité.

Le programme remplace l'échauffement habituel avant l'entraînement (environ 3 fois par semaine) et se décompose en 3 parties, pour une durée totale d'environ 20-25 minutes.

Première partie : exercices d'échauffement général (environ 7 minutes).

Deuxième partie : exercices pour développer la force et l'équilibre des muscles de l'épaule, du coude, du poignet et des doigts (9 à 10 minutes). Les exercices sont à effectuer avec une faible résistance mais avec un nombre de répétitions élevées (entre 15 et 20 répétitions).

Troisième partie : exercices pour la stabilité du tronc et le contrôle musculaire (9 à 10 minutes). Les exercices doivent être effectués à grande vitesse, 5 ou 6 séries de 15 à 20 répétitions.

Les affiches des exercices sont présentes en [annexe 11](#) de notre revue.

L'accent est mis sur le renforcement de certains groupes musculaires comme la coiffe des rotateurs. Le rotateur interne est un élément important du mouvement de lancer ; d'autre part, l'antagoniste (rotateur externe) doit être suffisamment fort pour ralentir le mouvement de lancer et pour arrêter la balle lors de sa saisie.

Les autres muscles importants sur lesquels le programme se concentre sont le dentelé antérieur, le trapèze inférieur, moyen et supérieur pour prévenir la dyskinésie scapulaire. En effet, c'est la puissance de ces muscles qui veille au maintien d'un bon rythme scapulo-huméral.

Ce programme n'inclut pas de techniques d'étirement ou de massage.

1.4.2.3 Programme d'exercices de l'étude K. De Mey de 2012.[28]

Ann M. Cools et une équipe de scientifique, dans leur article « Rehabilitation of scapular muscle balance » [37], ont mis en évidence 4 exercices permettant la réhabilitation de l'équilibre des muscles scapulaires. L'auteur K. De Mey a intégré, ces 4 mêmes exercices, à son programme.

Avant de commencer le programme, les athlètes ont été complètement instruits dans les 4 exercices par un physiothérapeute, et des illustrations avec des instructions d'exercices spécifiques ont été fournies, ainsi qu'un journal de conformité. Les 4 exercices sont illustrés en [annexe 12](#) de notre revue.

L'étude se concentre sur une période d'entraînement de **6 semaines**, car l'amélioration la plus significative est attendue au cours de cette période.[38] En outre, il a été supposé qu'un programme d'exercices quotidiens à domicile composé de seulement **4 exercices** ne devrait pas être effectué sur une période plus longue, en raison de problèmes liés à la perte de motivation des sujets étudiés.

Tous les sujets ont effectué les exercices avec le côté affecté **quotidiennement**.

Trois séries de 10 répétitions pour chaque exercice ont été prescrites, avec une minute de repos entre les séries.

Les poids d'exercices initiaux ont été déterminés en fonction du sexe et du poids corporel, mais ont ensuite été individualisés par des tests de 10 répétitions maximum (RM).

Pendant les tests de 10 RM, a été tolérée une douleur allant jusqu'au niveau 5 de l'EVA, mais uniquement dans le cas où la douleur s'est calmée immédiatement après la fin de l'exercice.

Exercice 1 : Extension d'épaule à partir d'une position en DV (décubitus ventral) sur la table avec le bras pendant.

Exercice 2 : Flexion d'épaule jusqu'à 90° en DL (décubitus latéral).

Exercice 3 : Rotation externe d'épaule en DL ; le sujet est couché sur le côté avec l'épaule en position neutre et le coude fléchi à 90°. A partir de cette position, le sujet effectue 90° de rotation externe de l'épaule avec une serviette entre le coude et le tronc pour éviter les mouvements compensatoires.

Exercice 4 : Abduction horizontale ventrale avec rotation externe ; le sujet est en DV, les épaules reposant à 90° de flexion vers l'avant. Le sujet effectue une abduction horizontale bilatérale vers une position horizontale, avec une rotation externe supplémentaire de l'épaule à la fin du mouvement.

Les activités sportives ont été autorisées pendant tout le programme d'entraînement, mais aucun entraînement de force supplémentaire des membres supérieurs n'a été permis.

2. Risques de biais des études incluses

Au cours des différentes étapes de la conception d'une étude à visée scientifique ou bien menée, les chercheurs s'exposent à différents risques de biais. Ces biais influencent souvent l'issue des résultats.

Parmi les études incluses dans notre revue de littérature, on retrouve trois essais cliniques randomisés dont les biais ont été évalués à l'aide de l'échelle PEDro, et une étude longitudinale, une série de cas évaluée aux moyens de l'échelle JBI Critical Appraisal Tool.

2.1. L'échelle PEDro[29]

L'échelle PEDro est la grille d'analyse la plus adaptée pour évaluer la qualité d'un essai clinique randomisé et déceler d'éventuels biais.

Elle comporte 11 items, mais le premier item n'est pas pris en compte dans la notation et évalue la validité externe de l'étude. Les critères de 2 à 9 évaluent la validité interne.

Le score maximal que l'on puisse obtenir est donc de 10 sur 10.

À l'aide de l'échelle PEDro, nous pouvons détecter plusieurs types de biais :

- . Le biais de sélection (critères 2 à 4)
- . Le biais d'évaluation (critères 5 à 7)
- . Le biais de suivi (critère 8)
- . Le biais d'attrition (critère 9)

Plus le score est élevé, plus la qualité de construction de l'étude sera bonne et plus les résultats auront une valeur significative. Une croix signifie que le critère est validé, à l'inverse le rond signifie que l'étude ne remplit pas le critère.

Étude	Critères											Score /10	
	Validité externe	Validité interne									Pertinence clinique		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		11
SH. Andersson 2016[27]	x	x	x	x	x	0	0	0	x	x	x	7/10	
A. Pellegrini 2016[26]	0	x	0	x	0	0	0	x	x	0	0	4/10	
Wesam Saleh A. Al Attar 2021[25]	x	x	x	x	x	0	0	x	x	x	x	8/10	

Tableau 4 : Calcul des scores PEDro pour les 3 essais cliniques randomisés de notre revue..

. **Critère 1** (validité externe) : Ce critère est respecté si l'article décrit la source de recrutement des sujets et une liste de critères est utilisée afin de déterminer quels sont les sujets éligibles pour participer à l'étude.

Or, l'étude **d'A. Pellegrini de 2016** ne donne pas la source de recrutement des patients inclus dans l'étude.

Biais de sélection

. **Critère 2** : Répartition aléatoire : On considère qu'une étude a utilisé une répartition aléatoire, si l'article mentionne que la répartition entre les groupes a été faite au hasard.

. Critère 3 : La répartition a respecté une assignation secrète.

L'étude d'**A. Pellegrini de 2016** ne précise pas si l'assignation est secrète et ne précise pas non plus de quelle manière a été effectuée la répartition dans les groupes, ni quelle est la personne qui l'a effectuée.

. Critère 4 : Les groupes étaient similaires au début de l'étude, au regard des indicateurs pronostiques les plus importants.

Biais d'évaluation

. Critère 5 : tous les sujets sont en aveugle (patients).

Il n'est pas précisé dans l'étude d'**A. Pellegrini de 2016** si les patients sont en aveugle ou non.

. Critère 6 : tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient "en aveugle".

. Critère 7 : tous les examinateurs étaient "en aveugle" pour au moins un des critères de jugement essentiels.

Les critères 6 et 7 ne sont validés dans aucune des études.

Biais de suivi

. Critère 8 : Les mesures, pour au moins un des critères de jugement essentiels, ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes.

L'étude de **SH. Andersson** précise que seulement 80% (n=264) des joueurs du groupe d'intervention et 82 % (n=270) du groupe témoin répondaient aux critères *a priori* d'au moins trois réponses. Les auteurs précisent que « théoriquement il faut minimum trois réponses au questionnaire de L'OSTRC sur les blessures pour inclure le joueur dans l'analyse. »

Biais d'attrition

. Critère 9 : Tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôle conformément à leur répartition ou, quand cela n'a pas été le cas, les données d'au moins un des critères de jugement essentiels ont été analysées "en intention de traiter".

Pertinence clinique

. Critère 10 : Les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour au moins un des critères de jugement essentiels.

L'étude d'**Andrea Pellegrini** ne fournit que les résultats bruts des tests pour chaque joueur, positivité aux tests et score EVA. Elle n'effectue aucune analyse ou comparaison statistique.

. Critère 11 : Pour au moins un des critères de jugement essentiels, l'étude indique à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité.

L'étude d'**Andrea Pellegrini** ne fournit aucune donnée statistique, on ne retrouve ni taille d'effet, ni intervalle de confiance ou autre.

2.2. JBI Critical Appraisal Checklist for Case Series.

Afin d'évaluer la qualité méthodologique de la série de cas de **K. De Mey** de 2012 on utilise l'échelle **JBI Critical Appraisal Tool**. [39]

D'après une étude récente de **Munn et al** [40], cette échelle est conçue spécifiquement pour les séries de cas et est considérée comme une méthode approuvée pour évaluer la qualité méthodologique de ce type d'étude. Cependant, les auteurs déclarent que le score total ne reflète

pas les problèmes spécifiques de l'étude analysée et suggèrent de présenter les résultats sous forme de tableau pour chaque question.

Selon cette échelle, les items 1, 4 et 5 correspondent aux biais de sélection des participants, les items 2 et 3 aux biais de mesure des résultats, les items 6, 7 et 9 aux biais dans la sélection des résultats rapportés, et l'item 8 correspond aux biais dus à des données manquantes. Enfin, l'item 10 renseigne sur l'interprétabilité des résultats.

Si le critère est présent, il est marqué par un « + », s'il est absent, il est marqué par un « - ».

Études	Critères										Score /10
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
K. De Mey 2012[28]	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	9/10

Tableau 5 : Analyse des risques de biais de la série de cas de K. De Mey de 2012 selon l'échelle JBI Critical Appraisal Tool.

Dans la série de cas de K. De Mey, le critère 9 n'est pas validé. En effet, nous n'avons pas d'informations claires sur les **rapports démographiques** entre les différents participants à l'étude.

Ainsi, selon l'échelle JBI Critical Appraisal Tool, la série de cas incluse dans notre revue présente une haute qualité méthodologique et un faible risque de biais, puisqu'elle obtient un score de 9/10. Notons cependant, qu'elle est toutefois soumise à un risque de biais dans la sélection des résultats.

3. Effets de l'intervention sur les critères de jugements de notre revue

Dans notre revue de littérature le critère de jugement principal est **la prévalence des blessures d'épaule chez l'athlète aérien**.

L'efficacité d'un traitement est déterminée par la différence intergroupe post-traitement du critère de jugement choisi. La différence intragroupe présente un intérêt moindre pour évaluer l'efficacité d'un traitement ou d'une intervention.

La comparaison de deux moyennes issues des résultats d'une étude, peut nous faire observer une différence plus ou moins grande entre elles. Cette différence peut être en partie, ou en totalité due au hasard.

Il existe des tests statistiques qui évaluent la probabilité que la différence observée soit statistiquement **significative**, c'est-à-dire qu'elle ne soit pas uniquement due au hasard, mais qu'elle soit aussi due au traitement appliqué par exemple. Les articles étudiés utilisent différents tests statistiques, qui sont cités pour chaque étude.

Le seuil de tolérance de cette probabilité est fixé à 5%. Ce seuil implique que si dans une étude, la probabilité qu'un écart de moyenne ne soit pas seulement attribuable au hasard est inférieure à 5%, nous pouvons admettre que cette différence est significative. On note cette probabilité « p » ou « p-value », et on la voit souvent décrite comme « p<0,05 » ou « p>0,05 ».

Le symbole « * » souligne une valeur de p **statistiquement significative**.

Afin d'estimer si cette différence intergroupe est importante et donc significative statistiquement, nous avons besoins de calculer **la taille d'effet du traitement**. Pour estimer cet impact de l'intervention, l'intervalle de confiance (IC) à 95% est l'outil de référence.

Cet outil s'utilise à la fois pour une **variable continue** (différence de moyenne ou coefficient d de Cohen par exemple) ou une **variable binaire** (Odds ratio : OR ou risque relatif : RR par exemple). Ces variables représentent nos tailles d'effets.

Pour calculer l'IC, nous prenons les résultats statistiques de l'outil de mesure post-traitement du groupe contrôle d'une part, et du groupe d'intervention d'autre part ; ainsi que le nombre de sujets dans chacun des deux groupes.

Notons que si l'IC présente deux bornes entre lesquelles le zéro est compris, alors la différence intergroupe ne peut pas être statistiquement significative.

En revanche, lorsque la taille d'effet est représentée par un RR ou OR les deux bornes de l'IC ne doivent pas croiser la valeur 1 pour que la différence soit statistiquement significative et non plus le zéro. Plus l'IC est étroit, plus la puissance statistique est élevée.[41]

Dans les études sélectionnées, la prévalence des blessures d'épaule est mesurée avec des **échelles** et à **des temps différents**.

C'est pour cette raison que la présentation de l'effet de l'intervention est présentée article par article sous forme de tableau, de manière à être aussi lisible et aussi compréhensible possible.

3.1 Étude de S.H. Andersson de 2016[27]

. Le critère de jugement principal est la **prévalence des problèmes d'épaule liés à une surutilisation et la prévalence des problèmes importants de l'épaule**. Cette prévalence est mesurée 6 fois au cours de la saison grâce au questionnaire de l'OSTRC présent en **annexe 8** de notre revue.

Les auteurs ont calculé la prévalence des problèmes d'épaule dans les deux groupes en divisant le nombre de joueurs ayant signalé un **problème d'épaule** par le nombre de répondants au questionnaire. La prévalence est exprimée en pourcentage.

Pour filtrer les problèmes ayant moins de conséquences fonctionnelles, ils ont calculé la prévalence des problèmes d'épaule **importants** de la même manière, mais en n'incluant que les problèmes d'épaule entraînant des réductions **modérées** ou **sévères** du volume ou des performances d'entraînement, ou une **incapacité totale** à participer. Ces critères sont déterminés grâce au questionnaire.

Il n'y avait aucune différence significative entre les groupes dans la prévalence des blessures d'épaule signalées au début de l'étude.

80% (n=264) des joueurs du groupe d'intervention et 82 % (n=270) du groupe témoin répondaient aux critères, *a priori*, d'au moins trois réponses au questionnaire de l'OSTRC. Les auteurs ont défini un minimum de trois réponses au questionnaire de l'OSTRC pour inclure un joueur dans les analyses. Cependant les valeurs manquantes ont été estimées à l'aide d'imputations multiples.

	Groupe A (Intervention) N = 264	Groupe B (Témoin) N = 270	Odds ratio et intervalle de confiance	Valeur du p (p-value)
Prévalence moyenne des problèmes de surutilisation de l'épaule (P)	P = 17 % IC à 95 % [16 % à 19 %]	P = 23 % IC à 95 % [21 % à 26 %]	OR 0,72 IC à 95% [0,52 à 0,98]	p = 0,038*
Prévalence moyenne des problèmes d'épaule importants (P2)	P2 = 5 % IC à 95 % [4% à 6 %]	P2 = 8 % IC à 95 % [7% à 9 %]	OR 0,78 IC à 95% [0,53 à 1,16]	p = 0,23

Tableau 6 : résultats du critère de jugement principal de l'étude de S.H Andersson de 2016

L'Odds ratio (OR) est un type de taille d'effet et s'interprète de façon similaire au risque relatif (RR). C'est un rapport de cote entre la survenue d'un évènement X dans un groupe par rapport à la survenue du même évènement X dans un autre groupe.

Un Odds ratio de 1 correspond à l'absence d'effet. En cas d'effet bénéfique, l'Odds ratio est inférieur à 1 et il est supérieur à 1 en cas d'effet délétère.

Plus l'Odds ratio est éloigné de 1, plus l'effet est important.

Il n'existe **pas de différence statistiquement significative** dans le risque de développer des problèmes d'épaule importants au fil du temps entre les groupes d'intervention et de contrôle car $p = 0,23$ donc $p > 0,05$.

Cependant, il existe une **différence statistiquement significative** dans le risque de signaler des problèmes d'épaule de surutilisation car $p = 0,038$ donc $p < 0,05$. L'hypothèse selon laquelle la différence n'est pas due au hasard est validée.

On observe pour la prévalence moyenne des problèmes d'épaule de surutilisation ; un Odds ratio de **0,72** et un IC étant toujours inférieur à 1.

En revanche pour la prévalence moyenne des problèmes d'épaule importants on obtient un Odds ratio plus proche de 1, à savoir de **0,78** et un IC comprenant le 1. Ainsi on ne peut pas déterminer avec certitude si l'effet du programme est bénéfique, neutre ou délétère.

Ces analyses d'Odds ratio viennent confirmer nos affirmations effectuées précédemment grâce aux valeurs du p.

. Le critère de jugement secondaire était le **score de gravité des problèmes d'épaule** signalées au cours de la saison.

Le score de gravité varie de 0 à 100 et est calculé sur la base des quatre questions tirées du questionnaire de l'OSTRC[42], sur les blessures de surutilisation de l'articulation, pour chaque joueur ayant signalé un problème à l'épaule.

	Groupe A (Intervention) N = 264	Groupe B (Témoin) N = 270	Taille d'effet et intervalle de confiance	Valeur du p (p-value)
Score moyen de gravité des problèmes d'épaule.	29 IC à 95 % [28 ;31]	35 IC à 95 % [32 ; 37]	6 IC à 95% [2,84 ; 9,16]	$p < 0,05^*$

Tableau 7 : résultats du critère de jugement secondaire de l'étude de S.H Andersson de 2016.

Pour le score moyen de gravité des problèmes d'épaule, le test statistique utilisé a été le *test de Welch*⁶ qui est une adaptation du *test t de Student* pour comparer les moyennes de deux groupes indépendants, dans la situation où l'hypothèse d'homogénéité de la variance n'est pas satisfaite. Si p est inférieur ou égal au seuil de significativité 0,05 nous pouvons rejeter l'hypothèse nulle et accepter l'hypothèse alternative. En d'autres termes, nous pouvons conclure que les valeurs moyennes des groupes A et B sont significativement différentes.

On obtient à l'aide de la formule du *test de Welch* $t = 3,74$ ainsi d'après la *table de Student* : $p < 0,05$. Ainsi il existe une **diminution statistiquement significative** du score moyen de gravité des blessures d'épaule entre le groupe d'intervention et le groupe témoin.

3.2 Étude d'Andrea Pellegrini de 2016[26]

⁶ <http://www.sthda.com/french/wiki/test-t-de-welch>

Dans cette étude, les auteurs ont effectué des examens cliniques sur 32 lanceurs de baseball dans le but d'évaluer l'efficacité d'un **t-shirt stabilisateur de la scapula** sur la diminution des conflits et des douleurs d'épaule initialement présents chez les joueurs.

. Le critère de jugement principal est la **prévalence des problèmes d'épaule**. Cette dernière a été mesurée à l'aide d'un examen clinique composé de deux tests spécifiques de conflits d'épaule ; le test de Jobe et le test d'O'Brien, ainsi que l'EVA qui permet de côté la douleur de 0 à 10. Les tests et l'échelle de douleur sont, respectivement, présentés en **annexe 13,14 et 4** de notre revue.

Les mesures ont été effectuées par le même chirurgien orthopédiste au début de l'étude (T0), après 4 semaines (T1) et de nouveau après 8 semaines (T2).

Les mesures statistiques ont été calculées pour T2 pour chaque test et échelle afin de mettre en évidence la différence **intergroupe post** traitement :

	Groupe A (Intervention) N= 16 sujets	Groupe B (Témoin) N= 16 sujets	Taille d'effet et intervalle de confiance à 95% Inter groupe post traitement (T2)	Valeur du p (p-value)
	Moyenne et écart-type			
Moyenne à l'EVA	2,1875 (1,29)	3,1875 (1,59)	1 point IC à 95 % [-0,05 ; 2,05]	p = 0,068
Taux de positif au test de Jobe	0,125 (0,33)	0,5(0,5)	OR : 0,143 IC à 95% [0,024 ; 0,844]	p = 0.0227*
Taux de positif au test de O'brien	0,1875 (0,39)	0,75 (0,43)	OR : 0,077 IC à 95% [0,014 ;0,417]	p = 0.001*

Tableau 8 : Résultats des tests (Jobe et O'Brien) et échelle (EVA) utilisés dans l'étude d'Andrea Pellegrini de 2016.

. Concernant l'**EVA** ; en post traitement, le groupe témoin présente 1 point de plus en moyenne à la cotation de la douleur sur l'EVA que le groupe d'intervention.

On utilise le test statistique *t de Student* on obtient $p = 0,068$, ainsi $p > 0,05$: l'hypothèse selon laquelle la différence n'est pas due au hasard n'est pas validée. De plus l'IC à 95% comprends le 0. Statistiquement, Il n'existe **pas de différence significative** des moyennes à l'EVA entre le groupe d'intervention et le groupe témoin en post test.

. Pour le test de **Jobe** ; en post traitement, le groupe témoin présente plus de sujets positifs au test que le groupe d'intervention. On utilise le test statistique *t de Student* à nouveau, on obtient $p = 0,0227$, ainsi $p < 0,05$; l'hypothèse selon laquelle la différence n'est pas due au hasard est validée. Il existe une **différence significative**.

Le port du t-shirt stabilisateur diminue le risque d'avoir un test de Jobe positif de 85,7% OR : **0,143** IC à 95% [0,024 ; 0,844].

. Pour le test d'**O'brien** ; en post- traitement, le groupe témoin présente davantage de sujets positifs au test que le groupe d'intervention.

Après utilisation du test statistique *t de Student* on obtient $p\text{-value} = 0,001$, ainsi p est largement inférieur à 0,05 ; l'hypothèse selon laquelle la différence n'est pas due au hasard est validée.

Le port du t-shirt réduit de manière **statistiquement significative** le nombre de positif au test d'O'Brien entre le groupe d'intervention et le groupe témoin. Le port du t-shirt stabilisateur diminue le risque d'avoir un test d'O'brien positif de 93 % OR : **0,077** IC à 95% [0,014 ;0,417].

3.3 Etude de Wesam Saleh A. Al Attar de 2021[25]

. Le critère de jugement principal est l'**incidence des blessures globales des membres supérieurs** (Épaule, bras, coude, poignet). Elle a été déterminée par le taux de blessures pour 1000 h d'expositions aux matchs et aux entraînements.

Le taux de blessures pour **chaque partie** du membre supérieur a également été calculé.

Le rapport de risque de blessures ou risque relatif (RR) avec IC à 95%, est considéré comme une norme pour analyser l'efficacité des programmes de prévention des blessures, a été calculé grâce à la formule qui suit : $RR = (\text{nombre de blessures dans le groupe expérimental} / \text{heures d'exposition totale}) / (\text{Nombre de blessures dans le groupe témoin} / \text{heures d'exposition totale})$.

Le **risque relatif (RR)** d'un événement est donc le rapport entre la probabilité de l'évènement chez les exposés et la probabilité de l'évènement chez les non exposés. Il s'interprète de façon similaire à l'Odds ratio décrit précédemment ; un $RR < 1$ signale un **effet bénéfique** du traitement.

Ce sont les entraîneurs ou l'équipe médicale de chaque groupe qui se sont chargés de signaler toute blessure pendant les entraînements ou les matchs en remplissant des formulaires une fois / semaine et en soumettant les informations à l'aide du formulaire « Sports injury Reporting Form » présent en **annexe 7** de notre revue. 39 gardiens se sont retirés de l'étude pendant l'intervention (19 dans le groupe expérimental et 20 dans le groupe témoin), cependant leurs données ont été collectées grâce à des analyses en intention de traiter. (ITT)

	Groupe A (Intervention) N= 360	Groupe B (Témoin) N=366	Risque relatif et intervalle de confiance à 95%	Valeur de p (p- value)
	Nombre (n) et incidence des blessures (I)			
Blessure totale au membre supérieur	n = 50 I = 0,62	n = 122 I = 1,94	RR = 0,32 [IC à 95 %,0,27- 0,34]	p < 0,001*
Blessure à l'épaule	n = 9 I = 0,11	n = 25 I = 0,40	RR = 0,37 [IC à 95 %,0,17- 0,77]	p = 0,00 (- 3,14)*
Blessure au bras	n = 11 I = 0,14	n = 30 I = 0,48	RR = 0,37 [IC à 95 %,0,19- 0,73]	p = 0,00 (- 3,58)*
Blessure au coude	n = 18 I = 0,22	n = 31 I = 0,49	RR = 0,59 [IC à 95 %,0,34-1]	p = 0,06 (- 1,85)*
Blessure au poignet	n = 12 I = 0,15	n = 36 I = 0,57	RR = 0,34 [IC à 95 %,0,18- 0,64]	p = 0,00 (- 3,81)*

Tableau 9 : Résultats du critère de jugement principal de l'étude de Wesam Saleh A. Al Attar de 2021.

Le temps **d'exposition globale à la pratique sportive** du groupe expérimental (N =360) est de 80 555 heures et pour le groupe témoin (N= 366), il est de 62887 heures.

Le rapport de risque de blessures a alors été calculé ; on obtient : $RR = 0,32$ [IC à 95 %, 0,27-0,34]

Le test statistique utilisé dans cette étude est celui du *chi-deux* noté χ^2 .

Le nombre total de blessures survenues dans les groupes expérimental et témoin ont montré une **différence significative** : $\chi^2 = 40,14$; ainsi d'après la table de la loi du chi-deux ; $p < 0,001$ donc $p < 0,05$. L'hypothèse selon laquelle la différence n'est pas due au hasard est validée.

Le programme FIFA 11+S a réduit de manière significative le nombre total de blessures aux membres supérieurs de **68%** de plus que l'échauffement habituel.

Ce pourcentage correspond à la réduction du risque relatif (RRR) calculé grâce à la formule $RRR = (1 - RR) \times 100$.

Un test de Mann-Whitney U a été utilisé pour comparer l'incidence des blessures en fonction de leur localisation entre les 2 groupes.

Le programme FIFA 11+ S semble réduire de manière significative l'incidence de blessures à l'épaule, au bras et au poignet avec des p-values inférieures à 0,05 et des RR inférieur à 1 et dont l'IC à 95% n'inclut pas la valeur 1.

En revanche, la réduction de l'incidence des blessures au coude n'est pas significative ; on obtient une p-value supérieure à 0,05 et un RR dont l'IC à 95% comprends la valeur 1.

. Les critères de jugements secondaires étaient le **mécanisme**, le **type** et la **gravité de la blessure**.

Le mécanisme de la blessure a été classé en 3 catégories : contact, sans contact ou surutilisation. Une blessure par contact est une blessure directe causée par un coup ou une force externe (c.-à-d. une cause extrinsèque) ; une blessure sans contact est une blessure indirecte résultant de forces internes accumulées par les actions de l'athlète, telles que des blessures causées par un étirement excessif, une mauvaise technique, la fatigue et le manque de forme physique (par exemple, une tension musculaire ou une entorse ligamentaire) ; une blessure de surutilisation est une blessure survenant sur une période de temps, généralement due à une charge excessive et répétitive du tissu, avec des symptômes se manifestant progressivement.

Le type de blessure a été classé comme initial ou récurrent.

La gravité de la blessure a été définie en fonction du temps perdu en jours : mineure (1-7 jours perdus), modérée (8-21 jours perdus) ou sévère (+ 21 jours perdus).

		Groupe A N= 360	Groupe B N=366	Risque relatif et intervalle de confiance à 95%	Valeur de p (p- value)
		Nombre et incidence des blessures			
Mécanisme de la blessure	Blessures par contact	n = 36 I = 0,45	n = 95 I = 1,51	RR = 0,30 [IC à 95 %, 0,25- 0,31]	p = 0. 00 (- 6.08)
	Blessures sans contact	n = 14 I = 0,17	n = 27 I = 0,43	RR = 0,40 [IC à 95 %, 0,35- 0,43]	p = 0. 01 (- 2,54)
	Blessures de surutilisation	n = 14 I = 0,17	n = 27 I = 0,43	RR = 0,40 [IC à 95 %, 0,35 à 0,43]	p = 0, 01 (- 2,54)
Type de blessure	Blessures récurrentes	n = 5 I = 0,06	n = 16 I = 0,25	RR = 0,20 [IC à 95 %, 0,17- 0,21]	p = 0. 013 (- 2.67)
	Blessures initiales	n = 45 I = 0,56	n = 106 I = 1,69	RR = 0,34 [IC à 95 %, 0,29- 0,36])	p = 0, 00 (- 6.15)*
Gravité de la blessure	Blessures de gravité mineure	n = 39 I = 0,48	n = 96 I = 1,53	RR = 0,32 [IC à 95 %, 0,27- 0,34])	p = 0, 00 (- 6.06)*
	Blessures de gravité modérée	n = 9 I = 0,11	n = 21 I = 0,33	RR = 0,33 [IC à 95 %, 0,29 à 0,35]	p = 0. 02 (- 2,33)*
	Blessures de gravité sévère	n = 2 I = 0,02	n = 5 I = 0,08	RR = 0,41 [IC à 95 %, 0,08 à 2,08]	p = 0, 26 (-1.11)

Tableau 10 : Résultats des sous catégories de blessures de l'étude de Wesam Saleh A. Al Attar de 2021.

Le programme FIFA 11+ S a été efficace pour réduire l'incidence des blessures par contact, sans contact, de surutilisation, récurrentes, initiales, de gravité mineure et de gravité modérée. En effet, pour chaque critère, la p-value < 0,05. L'hypothèse selon laquelle la différence n'est pas due au hasard est validée. Il existe une **différence significative**.

En revanche, il n'existe **pas de différence significative** dans la réduction de l'incidence des blessures de gravité sévère avec RR = 0,41 [IC à 95 %, 0,08 à 2,08] et p = 0,26 donc p > 0,05 et l'IC à 95% comprends la valeur 1.

3.4 Étude K. De Mey de 2012[28]

. Le critère de jugement principal est la **prévalence des blessures d'épaule** mesurée à l'aide du score de la douleur et d'invalidité de l'épaule (SPADI) présent en [annexe 9](#) de notre revue.[35]

L'étude de K. De Mey étant une série de cas, les mesures statistiques évaluent la différence **intragroupe** post traitement. L'évaluation initiale a eu lieu le jour où les exercices ont été fournies ; ainsi 6 semaines séparent les mesures pré et post traitement.

Le pré-test et le post-test ont été effectués dans le même cadre, avec le même protocole d'examen standardisé, les mêmes méthodes d'évaluation et le même équipement de test.

	Mesure avant programme	Mesure après programme	Taille d'effet et IC à 95%	Valeur de p (p-value)
SPADI	29,86 ± 17.03	11.7 ± 13.78	18,16 IC à 95% [14,49 ; 21,83]	P <0,001*

Tableau 11 : Résultats des scores SPADI pré et post-test de l'étude de K. De Mey de 2012.

« Une réduction de 14 points était attendue au score SPADI pour être significative au seuil de 5% ». On observe une **différence significative** avec une taille d'effet de **18,16** avec IC à 95%[14,49 ;21,83] et p< 0,001.

. Le deuxième critère de jugement est l'**activité électromyographique moyenne** pendant la contraction isométrique volontaire maximale (MVIC) du muscle dentelé antérieur et des muscles trapèzes. On retrouve également **les moyennes normalisées de l'activité électromyographique** des muscles durant chaque phase ; concentrique, statique et excentrique lors de l'élévation du bras ainsi que des **rapports musculaires**. La description du placement des électrodes pour réaliser l'EMG est présente en [annexe 5](#) de notre revue.

	Moyenne avant programme (en millivolts)	Moyenne après programme (en millivolts)	Taille d'effet et intervalle de confiance à 95%	Valeur de p (p-value)
UT (trapèze supérieur)	512,64 (400,02)	741.22(440.63)	-228,58 [IC à 95% - 374,21 ; -82,95]	P = 0,003*
MT (trapèze moyen)	427,77 (273,23)	542,11 (356,97)	-114.34 [IC à 95% - 213,95 ; -14.72]	P = 0,026*
LT (trapèze inférieur)	482,58 (308,12)	639,59 (351,76)	-157.01 [IC à 95% - 257.77 ; -56.26]	P = 0,003*
SA (dentelé antérieur)	496,03 (357,65)	547,74 (430,89)	-51,71 [IC à 95% - 148,38 ; 44,95]	P = 0,285

Tableau 12 : Résultats de l'activité électromyographique moyenne pendant la contraction isométrique volontaire maximale des muscles stabilisateurs de la scapula pré et post-test de l'étude de K. De Mey de 2012

Les valeurs MVIC des 3 parties du muscle trapèze sont significativement augmentées, du point de vue statistique, après le programme ;

- Pour **le trapèze supérieur** on observe une taille d'effet de -228,58 avec IC à 95% [-374,21 ; -82,95] et p = 0,003 donc p< 0,05.

- Pour **le trapèze moyen**, on obtient une différence de moyenne de -114,34 avec IC à 95% [-213,95 ; -14.72] et p = 0,026 ainsi p< 0,05.

- Pour **le trapèze inférieur**, on obtient une différence de moyenne de -157,01 avec IC à 95% [-257.77 ; -56.26] et p = 0,003 donc p<0,05.

En revanche, les valeurs de l'activité électromyographique moyenne pendant la MVIC du dentelé antérieur ne sont **pas significativement augmentées** du point de vue **statistique** ; la taille d'effet n'est pas assez importante, l'IC comprend le 0 et on obtient p-value =0,285 ainsi p>0,05.

Les auteurs ont également fourni des informations supplémentaires sur les modalités de contractions des muscles scapulaires **lors de l'élévation du bras** :

L'annexe 2 de l'article correspond **aux moyennes normalisées de l'activité électromyographique** des muscles trapèze supérieur, moyen, inférieur et du muscle dentelé antérieur à la phase concentrique, statique et excentrique au cours de l'élévation du bras mesurée avant et après le programme d'exercices.

Appendix 2

Mean Normalized Electromyographic Activity^a During Each Phase of Scapular Plane Elevation before and after the 6-week Exercise Program

	Mean (±SD)			
	Concentric	Isometric	Eccentric	Total
UT (pre)	39.27 (±26.44)	44.77 (±34.34)	28.67 (±17.60)	37.57(±25.05)
UT (post)	25.37 (±8.34)	27.39 (±12.67)	19.06 (±6.64)	23.94(±8.09)
MD	13.90	17.39	9.62	13.64
(95% CI)	(6.18 to 21.63)	(6.29 to 28.48)	(3.96 to 15.28)	(5.84 to 21.43)
P value	.012*	.036*	.012*	.001*
MT (pre)	31.34 (±34.73)	30.98 (±27.34)	19.64 (±17.98)	27.28(±25.63)
MT (post)	17.48 (±20.63)	21.49 (±23.93)	12.23 (±9.93)	17.07(±17.65)
MD	13.75	9.48	7.41	10.22
(95% CI)	(1.53 to 25.97)	(-0.61 to 19.57)	(1.74 to 13.08)	(1.23 to 19.20)
P value	.348	.78	.144	.027*
LT (pre)	31.34 (±26.15)	53.62 (±50.97)	20.89 (±16.56)	35.28(±29.49)
LT (post)	16.49 (±10.51)	30.61 (±20.19)	13.41 (±7.70)	20.17(±11.46)
MD	14,85	23.01	7.48	15.11
(95% CI)	(6,80 to 22,89)	(7,19 to 38,83)	(2,03 to 12,93)	(5,94 to 24,28)
P value	.012*	.072	.108	.002*
SA (pre)	32.33 (±16.95)	53.35 (±30.21)	24.60 (±12.66)	36.76(±16.77)
SA (post)	32.82 (±21.52)	59.02 (±40.64)	26.68 (±14.69)	39.51(±24.43)
MD	-0.49	-5.67	-2.08	-2.75
(95% CI)	(-6.62 to 5.64)	(-16.69 to 5.35)	(-6.92 to 2.76)	(-8.96 to 3.46)
P value	.87	.303	.389	.376

^aMean is expressed as a percentage of maximum voluntary isometric contraction; SD, standard deviation; MD, Mean Difference; CI, Confidence Interval; UT, upper trapezius; MT, middle trapezius; LT, lower trapezius; SA, serratus anterior; *, statistical significance accepted at the <.05 level.

Figure 9 : Annexe 2 de l'étude de K. De Mey de 2012.

La mesure ANOVA (analyse de variance) a été utilisée pour déterminer s'il y avait des différences significatives avant et après le programme d'exercices pour l'activité EMG de chaque muscle.

Ce modèle a révélé **une diminution statistiquement significative** de l'activité des muscles trapèzes lors de l'élévation du bras : pour le trapèze supérieur on obtient p-total = 0,001, pour le trapèze moyen on obtient un p-total = 0,027 et enfin pour le trapèze inférieur on obtient une valeur du p-total = 0,002. Ainsi, les valeurs de p étant inférieure à 0,05 et les IC à 95% n'intégrant pas le 0, on conclut que les niveaux d'activation des muscles trapèzes, lors de l'élévation du bras, sont **significativement diminués** par le protocole d'exercice.

En revanche, les données recueillies pour la contraction du dentelé antérieur en post-traitement montrent des moyennes de contractions plus élevées après les 6 semaines de protocole et dans chaque phase musculaire. Les données statistiques viennent confirmer nos affirmations ; on obtient un p total = 0,376 donc p>0,05et un IC à 95% intégrant le 0.

Le trapèze supérieur est le seul à avoir présenté une diminution des niveaux d'activations au cours de **chaque phase** musculaire ; concentrique, statique et excentrique.

L'annexe 3 de l'étude fournit, elle, des données sur les **rappports musculaires** suivants ; UT/MT, UT/LT et UT/SA mesurés également avant et après le programme d'exercices.

De Mey et al

Scapular Muscle Rehabilitation Exercises

Appendix 3

Scapular Muscle Balance Ratios During Each Phase of Scapular Plane Elevation before and after the 6-week Exercise Program

	Mean (\pm SD)			
	Concentric	Isometric	Eccentric	Total
UT/MT (pre)	1.48 (\pm 1.21)	1.71 (\pm 1.26)	1.52 (\pm 1.04)	1.57(\pm 1.11)
UT/MT (post)	1.92 (\pm 1.36)	1.55 (\pm 0.95)	1.60 (\pm 0.94)	1.69(\pm 0.88)
MD	/	/	/	-0.12
95% CI	/	/	/	(-0.45 to 0.21)
P value	/	/	/	.468
UT/LT (pre)	1.22 (\pm 0.91)	0.97 (\pm 0.84)	1.38 (\pm 1.04)	1.19(\pm 0.77)
UT/LT (post)	1.73 (\pm 1.02)	1.38 (\pm 0.56)	1.96 (\pm 1.24)	1.69(\pm 0.88)
MD	/	/	/	-0.12
95% CI	/	/	/	(-0.45 to 0.21)
P value	/	/	/	.429
UT/SA (pre)	1.25 (\pm 0.70)	1.00 (\pm 1.20)	1.08 (\pm 1.01)	1.11(\pm 0.85)
UT/SA (post)	0.84 (\pm 0.40)	0.49 (\pm 0.25)	0.92 (\pm 0.33)	0.75(\pm 0.37)
MD	/	/	/	0.36
95% CI	/	/	/	(0.06 to 0.66)
P value	/	/	/	.020*

SD, standard deviation; MD, Mean Difference; CI, Confidence Interval; UT, upper trapezius; MT, middle trapezius; LT, lower trapezius; SA, serratus anterior; *, statistical significance accepted at the <.05 level.

Figure 10 : Annexe 3 de l'étude de K. De Mey de 2012.

Concernant les ratios des muscles scapulaires, UT/MT et UT/LT n'évoluent pas de manière significative. Les deux rapports ont une taille d'effet et un IC à 95% similaires : -0,12 IC à 95% [-0,45 ;0,21] ainsi l'IC comprends le 0. Les valeurs de p-value sont égales à 0,468 et 0,429 respectivement donc $p > 0,05$ ainsi l'hypothèse selon laquelle la différence n'est pas due au hasard n'est pas validée. En revanche, le rapport UT/SA diminue de manière statistiquement significative ; on obtient une p-value = 0,020 donc $p < 0,05$ et un IC à 95% qui ne comprends pas le 0.

Les auteurs se sont également penchés sur le moment de l'activation musculaire des muscles scapulaires par rapport au deltoïde postérieur présenté en figure 4 de l'article et présent en annexe 6 de notre revue. La contraction musculaire du dentelé antérieur et celle du trapèze inférieur surviennent avant la contraction du deltoïde, suivi de la contraction du trapèze moyen et supérieur.

IV. DISCUSSION

Afin d'évaluer l'intérêt du contrôle moteur scapulaire dans la réduction de la prévalence des blessures d'épaule chez l'athlète aérien, nous avons inclus dans cette revue, trois essais cliniques randomisés et une étude de série de cas, qui concernent un total de 1465 sportifs pratiquant la gestuelle « overhead ».

Le but principal de chaque intervention est de **réduire** ou de **prévenir** les dysfonctionnements de la cinétique scapulaire chez l'athlète aérien. Selon l'hypothèse proposée, la réhabilitation de la fonction motrice scapulaire entraînerait une diminution des conflits, des douleurs, des instabilités ou autres symptômes d'épaule, définis précédemment en introduction.

Afin de répondre à notre problématique, nous avons analysé les résultats des critères de jugement pour chaque étude en déterminant, à l'aide de la *p-value* et de la *taille d'effet*, si ces résultats étaient **statistiquement** significatifs.

Cependant, une différence statistiquement significative ne sera pas forcément **cliniquement** pertinente et inversement.

La notion de différence minimale cliniquement pertinente (MCID) est un outil pour l'interprétation d'une différence d'une mesure. Cet outil n'existe pas pour toutes les échelles et outils de mesure.

Pierre Chevalier, médecin généraliste, indique dans un article de 2015 que « [...] cette différence minimale cliniquement importante peut, par extension, être interprétée comme étant un seuil de pertinence clinique pour un résultat pour un critère donné dans une étude. Nous pouvons ainsi faire une distinction, essentielle pour un clinicien, entre un résultat **statistiquement significatif** et un résultat **cliniquement pertinent**. »[43]

En raison d'une grande hétérogénéité des données, la mise en commun des informations statistiques et cliniques des résultats n'est pas possible. L'analyse est réalisée étude par étude.

1. Analyse des principaux résultats

1.1 Analyse des résultats des critères de jugements pour chaque étude.

Dans l'étude de **SH Andersson de 2016**[27] chez les joueurs de handball, afin d'évaluer les différences dans la prévalence des problèmes d'épaule de « surutilisation » et « importants » entre les groupes d'intervention et de contrôle au fil du temps, les auteurs ont utilisé des modèles d'équation d'estimation généralisée (GEE).

Le modèle GEE correspond à un modèle statistique qui peut être utilisé, par exemple, lorsqu'ils existent des données manquantes comme des perdus de vue.⁷

La **prévalence des blessures** a été rapportée en pourcentage avec un intervalle de confiance à 95%, et l'**impact de l'intervention** a été défini par Odds ratio avec un intervalle de confiance à 95%.

Le programme de prévention des blessures d'épaule s'est montré efficace dans la réduction de la prévalence des **problèmes d'épaule de surutilisation**. L'analyse GEE a révélé un risque inférieur de 28% de signaler des problèmes de l'épaule au fil du temps dans le groupe d'intervention par rapport au groupe témoin ; **OR 0,72** IC à 95% [0,52 à 0,98] et $p = 0,038$.

Mais ce programme ne montre pas de diminution, **statistiquement significative**, de la prévalence **des problèmes d'épaule importants** ; **OR 0,78** IC à 95% [0,53 à 1,16] et $p = 0,23$. Il diminue toutefois le risque de 22% de signaler un problème d'épaule important par rapport au groupe témoin n'ayant pas réalisé le programme de prévention.

Les auteurs soulignent également que « les joueurs du groupe d'intervention qui ont signalé une observance moyenne d'au moins 1 séance par semaine ($n = 248$) avaient 69% moins de risque de signaler des problèmes d'épaule importants que les joueurs qui ont déclaré une observance nulle ($n = 16$) **OR 0,31** avec IC à 95 % [0,15 ; 0,67] et $p = 0,003$. »

⁷ https://fr.wikipedia.org/wiki/Modèle_mixte

Ce programme d'exercices conçu pour réduire les blessures de surutilisation de l'épaule chez l'athlète aérien s'est avéré efficace dans la réduction de l'impact relatif des problèmes d'épaule. L'impact relatif des problèmes d'épaule dans les deux groupes a été calculé en additionnant **les scores de gravité** des blessures des joueurs au cours de la saison et en le divisant par le nombre total de réponse.

Ainsi, le score **moyen** de gravité des problèmes d'épaule, calculé à partir du questionnaire de l'OSTRC, est significativement plus faible dans le groupe d'intervention à la fin de l'étude que dans le groupe témoin. Une réduction de **64% de l'impact relatif des problèmes d'épaule** a été mise en évidence dans le groupe d'intervention comparativement au groupe témoin.

Ces résultats suggèrent qu'un programme d'exercices ciblant l'amplitude de la rotation interne de la glénohumérale, la force de la rotation externe, la force des muscles scapulaires, la chaîne cinétique et la mobilité thoracique devrait être inclus dans le cadre de l'échauffement général du handball élite afin de prévenir les pathologies d'épaule chez le joueur.

Les auteurs ne peuvent pas confirmer si l'effet préventif observé dans cet essai peut être généralisé à d'autres sports de lancer. Cependant, les facteurs de risque associés aux problèmes d'épaule, quand ils sont comparés à ceux identifiés dans d'autres sports de lancer, sont similaires à ceux retrouvés dans le handball.

Parmi eux, on retrouve **les dyskinésies scapulaires**.

Dans l'étude d'**Andrea Pellegrini** de 2016[26], afin de contrer les dyskinésies scapulaires, susceptibles d'altérer la performance optimale des mouvements du complexe de l'épaule lors du lancer, un groupe de pichets (lanceur de balle au baseball) s'est doté d'un t-shirt stabilisateur d'omoplate pendant la pratique hebdomadaire du baseball.

Les données recueillies dans cette étude ont montré une différence **statistiquement** significative de **la positivité aux tests de conflits d'épaule**, à savoir Jobe et O'Brien, entre le groupe d'intervention et le groupe témoin. Le port du t-shirt stabilisateur diminue le risque d'avoir un **test de Jobe positif** de 85,7% **OR : 0,143** IC à 95% [0,024 ; 0,844] et $p = 0,0227$ ainsi qu'un **test d'O'Brien positif** de 93 % **OR : 0,077** IC à 95% [0,014 ; 0,417] et $p = 0,001$.

La différence de moyenne à l'EVA entre les deux groupes montre également une diminution de la douleur chez le groupe d'intervention comparativement au groupe témoin. Cependant, cette différence observée sur l'EVA n'est significative ni **statistiquement** ni **cliniquement**.

La taille d'effet est de 1 avec un IC dont les bornes intègrent la valeur nulle ; IC à 95% [-0,05 ; 2,05], et la p-value est égale à 0,068 donc $p > 0,05$ donc les données statistiques ne sont pas significatives. Par ailleurs, une différence minimale de 1,4 sur l'EVA est attendue pour être cliniquement significative.[44]

Les auteurs de l'étude pensent que ce t-shirt stabilisateur de l'omoplate agit en plaçant la scapula en rétroposition, de manière similaire aux manœuvres correctrices SAT et SRC vu précédemment dans l'introduction, contrant ainsi la dyskinésie scapulaire typique des lanceurs.

Cette correction apportée à la position de la scapula permet ainsi au lanceur de diminuer ses gênes fréquentes à l'épaule pendant la pratique sportive en diminuant le risque de conflit.

Les auteurs soulignent les avantages de ce support, facile, rapide à mettre en place et réutilisable. Cependant la différence majeure de cette étude, avec les autres études incluses dans notre revue, vient du fait qu'elle s'intéresse aux effets d'une aide extérieure. C'est une suppléance aux muscles scapulaires c'est donc un **contrôle passif**. Cet aspect important de notre étude est décrit dans la prochaine partie (IV.1.2 Limites et biais potentiels).

Dans l'étude de **Wesam Saleh A. Al Attar** de 2021[25], les objectifs du programme de prévention FIFA 11+S sont de maximiser les performances du gardien de football, en réduisant les blessures d'épaule.

Afin de réduire ce risque d'inconfort d'épaule, il est nécessaire de travailler la force, l'équilibre, la puissance, l'endurance musculaire, la coordination neuromusculaire et la flexibilité articulaire du complexe de l'épaule.

Ce protocole de prévention, mis en place pendant l'échauffement chez 360 joueurs, met l'accent sur le renforcement de certains groupes musculaires, tels que la coiffe des rotateurs et les muscles maintenant le bon rythme scapulo-huméral tel que le dentelé antérieur, et le trapèze inférieur, moyen et supérieur.

Les résultats de cet essai montrent que le programme de prévention FIFA 11+S est efficace pour réduire le risque de survenue de blessures aux membres supérieurs de 68% par rapport au groupe contrôle ; **RR = 0,32** avec IC à 95% [0,27 à 0,34] et $p < 0,001$.

De manière plus spécifique à notre revue, il permet de réduire significativement l'incidence des blessures d'épaule de 63% par rapport à l'échauffement classique ; **RR = 0,37** [IC à 95 %, 0,17-0,77] et $p < 0,05$.

De plus, ce protocole s'est avéré efficace pour réduire l'incidence des blessures par contact, des blessures initiales et des blessures récurrentes. En revanche, aucune différence statistiquement significative n'a été trouvée entre les groupes d'intervention et témoin pour la *gravité* des blessures.

Ainsi la mise en œuvre de ce programme peut réduire l'incidence des blessures aux membres supérieurs chez les gardiens de but dans une plus grande mesure que leur échauffement traditionnel. Ce bénéfice est le résultat de l'amélioration de la force des **muscles péri-scapulaires**, des **rotateurs d'épaules** et de la **stabilité du tronc**.

La conception et les résultats de l'étude de **Wesam Saleh A. Al Attar** sont similaires à ceux observés dans l'étude de **SH Andersson**.

Dans l'étude de **K. De Mey** de 2012[28], les auteurs ont examiné, pendant 6 semaines, l'effet d'un programme composé de 4 exercices ayant pour but d'améliorer l'activation et la coordination des muscles scapulaires lors du mouvement d'élévation de l'épaule.

Les 47 athlètes aériens inclus dans l'étude, présentaient initialement de légers conflits d'épaule afin de mettre en lien les changements observés dans les niveaux d'activation des muscles scapulaires et les améliorations éventuelles dans les douleurs et la fonction de l'épaule chez l'athlète.

Chez des sujets atteints de dyskinésies scapulaires, l'hyperactivité du trapèze supérieur a été mise en évidence. À l'inverse une activation musculaire réduite du trapèze moyen, du trapèze inférieur et du dentelé antérieur a été liée à une diminution de la rotation scapulaire vers le haut (sonnette externe), de la rotation externe ainsi que de l'inclinaison postérieure.

Les scores SPADI (Shoulder Pain and Disability Index) ont diminué de manière **statistiquement et cliniquement** significatives ; **18,16** IC à 95% [14,49 ; 21,83] et p -value $< 0,001$.

Dans la littérature, une diminution du score SPADI de 8 à 13,2 points est rapportée comme étant la différence **cliniquement** significative[45].

Dans l'étude, les données montrent une diminution moyenne de **18,16** au score SPADI en post mesure.

Chez 7 joueurs, une récupération complète a été obtenue avec un score SPADI égal à 0 en post-mesure. L'échelle est présente en **annexe 9** de notre revue.

Concernant les niveaux d'activation des muscles scapulaires, le trapèze supérieur, moyen et inférieur présentent des valeurs MVIC (contraction isométrique volontaire maximale) supérieures après le programme d'exercices, ce qui traduit un **gain de force musculaire**.

Le dentelé antérieur présente également une activité électromyographique moyenne plus importante en post test mais contrairement aux autres, cette augmentation n'est pas statistiquement significative.

En revanche, la taille de l'échantillon, pour cette étude, est basée sur une différence cliniquement pertinente minimale de 10 % dans les résultats de l'EMG. L'activité électromyographique moyenne pendant la MVIC a augmenté de minimum 10% pour **chaque** muscle y compris le dentelé antérieur : les augmentations à l'EMG après le programme, s'avèrent donc être **cliniquement** significatives, à la fois pour les muscles trapèzes et à la fois pour le muscle dentelé antérieur.

Des études antérieures telles que celle **d'Andersen et Al**[46] fournissent des preuves de l'activation réduite des MT, LT et SA chez les personnes souffrant de douleurs à l'épaule combinées à l'activation accrue de l'UT. Il s'agit d'une stratégie compensatoire pour élever le bras malgré une épaule douloureuse.

Dans l'étude de K de Mey, le trapèze supérieur présente en post-test une diminution des niveaux d'activations au cours de **chaque phase** musculaire : concentrique, statique et excentrique lors de l'élévation du bras.

La réduction du niveau de l'activation musculaire du trapèze supérieur est le résultat de l'entraînement ; plus le muscle est fort moins le geste nécessitera son activation maximale. Ainsi, être capable d'effectuer une élévation du bras avec des niveaux d'activations musculaires plus faibles pourrait limiter la cascade pathologique des blessures d'épaule.

Cependant, dans la littérature, il n'existe pas de consensus concernant un schéma normal en opposition à un schéma pathologique de l'activation musculaire pendant l'élévation du bras. Cette absence de consensus s'explique par la **diversité méthodologique**, des **tailles insuffisantes des échantillons** ainsi que la **faible puissance** des études.

Ainsi, sur la base des scores SPADI et des différentes analyses électromyographiques, le programme d'exercices mis en place semble capable d'induire des changements dans le **niveau** d'activation des muscles scapulaires associés à des améliorations de la douleur et de la fonction d'épaule chez l'athlète aérien. En revanche, ce programme ne semble pas pouvoir modifier le **moment** de l'activation musculaire lors de l'élévation du bras, dans le plan scapulaire.

1.2. Limites et biais potentiels ou risques de biais

. Tout d'abord, le nombre d'études incluses dans notre revue de littérature reste relativement peu élevé. En effet, le manque de données à mettre en comparaison limite nos capacités à répondre convenablement à notre problématique

. Ensuite, les études n'utilisent pas le même protocole de stabilisation scapulaire. En effet, en dépit d'exercices similaires et de méthodes communes, les protocoles diffèrent toujours entre eux par certaines techniques. Ces différences protocolaires constituent un biais et altèrent la pertinence de la comparaison des résultats.

De plus, les protocoles d'exercices de l'étude sur les joueurs de handball et de celle sur les gardiens de football sont très complets et n'intègrent pas uniquement des exercices ciblés sur les muscles scapulaires. On retrouve des exercices améliorant l'amplitude de la rotation dans la gléno-humérale, la force de rotation externe de l'épaule, la chaîne cinétique et la mobilité thoracique, voire même des

exercices ciblant les articulations du coude et des doigts comme c'est le cas dans l'étude de Wesam Saleh A. Al Attar.

Ainsi il est difficile de déterminer l'impact relatif de chaque exercice dans la diminution des différents facteurs de risques de blessures d'épaule chez l'athlète aérien.

A la différence, les études de K. De Mey et d'Andrea Pellegrini étudient essentiellement la réduction des blessures d'épaule chez le sportif au travers du contrôle de la cinétique scapulaire lors de la gestuelle « overhead ».

En outre, l'étude de K. De Mey est la seule à avoir ajouté comme critère de sélection des athlètes ; la présence obligatoire d'une dyskinésie scapulaire.

L'étude d'Andrea Pellegrini diffère des trois autres études à plus grande échelle, le port du t-shirt stabilisateur constitue une aide extérieure, sans protocole de renforcement scapulaire associé. Il s'agit d'une correction passive des dyskinésies scapulaires, ce qui présente un moins grand intérêt sur le long terme pour l'athlète.

. La durée des protocoles varie également en fonction des études, le suivi des patients a été réalisé sur des périodes relativement longues, c'est-à-dire sur toute une saison de compétition (6-7 mois) pour le programme de prévention chez les joueurs de handball et celui chez les gardiens de football. En revanche, l'étude d'Andrea Pellegrini étudie l'effet du port du t-shirt stabilisateur chez les joueurs de baseball sur une durée de 8 semaines seulement.

Le programme de l'étude de K. De Mey, lui, ne dure que 6 semaines.

Or, d'après **Burkhart**[9] : « chez un patient qui s'engage à faire les exercices de rééducation 3 fois par jour, 50% du repositionnement symétrique de l'omoplate peut être atteint en **2 à 3 semaines**. Le retour à un repositionnement scapulaire correct prend généralement **3 mois**. »

Les données de temps fournies par **Burkhart** ont été obtenues à la suite d'un programme de rééducation scapulaire spécifique et peuvent donc varier en fonction des études en raison du fait qu'il n'existe pas de consensus sur la rééducation des dyskinésies scapulaires.

Ainsi, les améliorations observées dans ces études peuvent être causées par une évolution naturelle à court terme des symptômes d'épaule chez les athlètes.

. Les outils de mesure utilisés pour quantifier la prévalence des blessures d'épaule chez les athlètes sélectionnés diffèrent en fonction des études, ce qui constitue un biais potentiel dans notre revue. Certains auteurs utilisent des questionnaires ou des formulaires pour mesurer le taux de blessure ; « **Sports Injury Reporting Form** » pour l'étude chez les gardiens de football, le questionnaire de l'**OSTRC** chez les joueurs de handball ou encore le score **SPADI** pour l'étude de K. De Mey.

En revanche Andrea Pellegrini utilise les tests de conflits **Jobe et O'Brien** ainsi que l'**EVA** comme outils de mesure pour quantifier la prévalence de sportifs présentant des épaules symptomatiques. De plus chaque étude donne sa propre définition aux « blessures d'épaule ».

. A propos du critère de jugement principal ; il s'agit de la prévalence des blessures d'épaule. Cependant l'étude de Wesam Saleh A. Al Attar étudie l'ensemble des blessures du membre supérieur dans leur globalité : les blessures de l'épaule, du bras, du coude et du poignet. De plus, il s'agit de la seule étude dont aucun des participants ne présentent de symptômes d'épaule au début de l'étude : c'est l'incidence des blessures qui est étudiée. A la différence de la prévalence, l'incidence rapporte uniquement le nombre de **nouveaux cas**, d'une pathologie observée pendant une période donnée.⁸

. Concernant le schéma d'étude, le choix d'introduire dans notre revue une série de cas, constitue également un risque de biais. L'utilisation d'un autre schéma d'étude tel qu'un ECR avec la mise en place d'un groupe témoin dans l'étude de **K. De Mey** aurait été pertinente.

⁸ <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1060>

Son absence empêche les auteurs de comparer les résultats du programme avec une éventuelle amélioration spontanée des douleurs d'épaule qui pourrait se produire de manière naturelle sur une période de 6 semaines chez un patient présentant des douleurs ou un conflit sous-acromial. Pour les groupes témoins des études sur les gardiens de football et les joueurs de handball ; les instructions ont été de poursuivre leur programme d'échauffement habituel. L'équipe de recherche n'a eu aucun contrôle sur les exercices réalisés par le groupe témoin, et n'a donc pu préciser le niveau de similitude avec le programme de prévention. Sans programme standardisé, les résultats peuvent apparaître très hétérogènes au sein du groupe témoin, ce qui constitue un biais supplémentaire.

. Concernant les tailles d'échantillons, nos études sont assez hétérogènes dans le nombre de participants aux différentes études.

Les études d'A. Pellegrini et de K. De Mey présentent des tailles d'échantillons trop faible pour avoir une valeur représentative de la population étudiée ; 32 et 47 athlètes aériens respectivement. En comparaison les études de S.H Andersson et de W. Saleh A. Al Attar étudient leur programme avec un nombre plus conséquent d'athlètes ; 660 et 726 participants respectivement. Toutefois le nombre de participants dans l'étude sur les joueurs de handball reste insuffisant pour établir correctement les effets du programme de prévention sur les problèmes d'épaule chez les handballeurs.

Les auteurs ont estimé la taille de l'échantillon sur la base de la prévalence moyenne des problèmes d'épaule rapportés dans une étude prospective menée par **Laudner KG, Stanek JM et Meister K** ; « *Les facteurs de risque des problèmes d'épaule chez les joueurs masculins de handball de haut niveau* ». [47]

Après « calcul du coefficient de corrélation intra classe et sur la base d'une analyse de la variance de la prévalence des pathologies d'épaule chez les athlètes », les auteurs ont supposé pouvoir inclure 15 joueurs de chacune des 48 équipes disponibles (n=720) or seulement 45 équipes élites de handball ont été randomisées (n=660). [27]

Concernant l'étude portant sur le programme FIFA 11+S, une analyse de puissance à partir du coefficient de corrélation de Pearson a été réalisée afin d'estimer la taille d'effet pour éviter le sous-échantillonnage. 680 participants étaient nécessaires à l'étude. En supposant un taux d'abandon de 10%, les auteurs ont visé à recruter 748 participants. Or, seulement 726 gardiens de but ont été inclus dans l'étude. [25]

. Concernant les caractéristiques des participants de chaque étude ; l'étude de Wesam Saleh A. Al Attar n'inclut que des gardiens de but de football **masculins amateurs**, ainsi les résultats ne peuvent pas être généralisés aux gardiens de but de football **professionnels** ou **féminins**. L'étude d'Andrea Pellegrini, elle, fournit très peu d'informations sur les caractéristiques des populations. On ne peut pas affirmer avec certitude s'il s'agit d'une population mixte ou uniquement masculine : « trente-deux lanceurs de baseball semi-professionnels, âgés de 18 à 25 ans ont été inscrits ». [26]

Les études de S.H. Andersson et K. De Mey présentent une proportion homogène d'hommes et de femmes.

Deuxièmement, les participants n'effectuent pas le même sport d'une étude à l'autre et parfois même dans la même étude comme c'est le cas pour l'étude de K. De Mey. Cela constitue un biais potentiel dans notre revue car il existe de légères variations de la gestuelle aérienne propre à chaque sport.

. L'assiduité des participants aux différents programmes de prévention des études constitue également une limite. Chez les joueurs de handball un système d'auto-évaluation a été mis en place. Dans le groupe d'intervention, le programme d'exercices, a été exécuté seulement 53% des trois fois par semaine recommandées. [27]

Pour l'étude de K. De Mey, un journal de bord a été distribué aux athlètes en début d'étude permettant de suivre leur assiduité au programme. Les registres de suivi se sont avérés complets chez 68% des participants.

Les études de W Saleh A. Al Attar et d'Andrea Pellegrini ne présentent pas de biais concernant l'assiduité des participants aux programmes. Les auteurs appliquant le programme FIFA 11+S ont calculé la conformité des participants du groupe d'intervention dans la réalisation du programme. Le résultat était de 80% avec une moyenne de 60 / 75 séances d'entraînement (les données ont été recueillies auprès de 360 gardiens de football.)

Dans le groupe témoin, la conformité pour la réalisation de l'échauffement habituel était de 73% soit une moyenne de 55/75 séances d'entraînements réalisées (les données ont été recueillies chez les 366 gardiens de football du groupe témoin.)

. Concernant les financements des différentes études ; seule l'étude de **SH. Andersson** fournit des informations complètes à savoir que le centre de recherche sur les traumatismes sportifs d'Oslo a été créé à l'école norvégienne des sciences du sport, grâce aux subventions du *Ministère norvégien de la culture, de l'autorité sanitaire régionale du sud-est de la Norvège, du comité international olympique Norvégien, de la confédération des sports* et de *Norsk Tipping As*. [27]

Les auteurs **K. De Mey** et **Wesam Saleh A. Al Attar** précisent toutefois que la publication de leur article ne présente aucun conflit d'intérêt vis-à-vis des sources potentielles de soutien. [28][25]

Pour la réalisation de ma revue, je n'ai bénéficié d'aucun financement ni soutien.

2. Applicabilité des résultats en pratique

L'efficacité des différents protocoles de prévention étudiés a été prouvée dans les parties résultats et discussion, il s'agit dans cette partie de définir ceux qui sont les plus adaptés à la résolution de la problématique de notre revue afin d'envisager pouvoir les mettre en pratique dans la vie courante.

2.1 Choix d'un programme de prévention

Afin d'appliquer les programmes de prévention **les plus efficaces**, nous devons prendre en compte à la fois les **résultats** de chaque étude ; les résultats *les plus significatifs*, mais il faut également intégrer dans notre choix de programme **la qualité méthodologique** de chaque article, *les meilleurs scores* aux échelles de validité assurent une étude bien construite et donc des résultats plus fiables.

La prévention des blessures d'épaule chez l'athlète aérien *via* la stabilisation scapulaire se compose essentiellement d'exercices de **renforcement musculaire**.

Les résultats observés chez les joueurs de baseball portant le t-shirt stabilisateur dans l'étude d'Andrea Pellegrini sont en faveur d'un repositionnement scapulaire en **rétroposition** lors du lancer ; c'est-à-dire en bascule postérieure et en sonnette externe (rotation vers le haut).

KG.Laudner a notamment mis en évidence l'importance du **trapèze inférieur** dans le mouvement de sonnette externe de la scapula. [48]

Une étude de **Ludewig PM et Cook TM** portant sur l'altération de la cinématique de l'épaule et de l'activité musculaire associée chez les personnes présentant des symptômes de conflit d'épaule met en cause une faiblesse du **dentelé antérieur** dans la diminution de la bascule postérieure de la scapula lors de l'élévation du bras. [14]

De manière plus général, ce sont les muscles **trapèzes** (supérieur, moyen et inférieur) et le **dentelé antérieur** qui sont la cible des programmes de rééducation des dyskinésies scapulaires.

L'étude de K. De Mey n'intègre que des exercices de renforcement visant le dentelé antérieur et les muscles trapèzes. Or, une contraction des muscles péri scapulaires efficace passe par une bonne stabilité du noyau.

En effet, **W Ben Kibler** démontre dans une étude l'importance de la fonction du noyau central du corps pour la stabilisation et la génération de force dans toutes les activités sportives.

Il définit la stabilité centrale comme « la capacité de contrôler la position et le mouvement du tronc sur le bassin pour permettre une production, un transfert et un contrôle optimal de la force et du mouvement vers le segment terminal dans la gestuelle sportive comme le lancer. »[62]

D'après **Burkhart** ; « La biomécanique scapulaire est d'une importance vitale pour l'athlète aérien et peut être affectée par des dérangements à n'importe quel point de la chaîne cinétique, y compris la fonction des membres inférieurs. »[11]

En effet, une étude sur des joueurs de volleyball[50] a montré que l'instabilité du tronc est plus présente chez les athlètes ayant des problèmes d'épaule. Ces résultats sont donc cohérents avec les affirmations de Burkhart et Kibler. Ils soulignent **l'importance de la chaîne cinétique** dans la génération de force des membres inférieurs jusqu'aux membres supérieurs.

Au vu de ces observations, nous pouvons proposer d'ajouter des exercices de renforcement et de coordination musculaire du tronc dans les programmes de **réhabilitation des dyskinésies scapulaires**.

Concernant le **moment d'application des différents protocoles**, le port du t-shirt de l'étude d'Andrea Pellegrini se fait pendant la pratique sportive, le protocole d'exercices de K. De Mey se fait de manière quotidienne, seuls les programmes de prévention de l'OSTRC et FIFA 11+S remplacent l'échauffement classique du sportif.

Pour rappel, l'échauffement constitue l'ensemble des exercices pré-effort. Une revue systématique a été menée par **AJ Fradkin**[51] ; les auteurs ont inclus des ECR étudiants les effets de l'échauffement sur les risques de blessures. Les résultats sont en faveur d'une diminution du risque de blessure, il nous semble donc plus pertinent d'appliquer les protocoles d'exercices en phase d'échauffement afin de mener une prévention primaire.

D'après ces observations ; les programmes qui semblent **les plus complets**, en vue de limiter les dyskinésies scapulaires chez l'athlète aérien, sont les protocoles de prévention **FIFA 11+S** et celui de **l'OSTRC**. Ils intègrent, en plus du renforcement de muscles scapulaires, des exercices de stabilisation du tronc et ils sont mis en place en phase d'échauffement.

De plus, ce sont les articles qui présentent la meilleure qualité méthodologique. Ce sont 2 ECR avec des scores PEDro relativement élevés et leurs résultats sont statistiquement significatifs.

A la différence du programme FIFA 11+S, le protocole de prévention de l'OSTRC cible uniquement la réduction des blessures **de l'épaule** chez l'athlète aérien ce qui en fait le programme le plus adéquat pour répondre à notre hypothèse.

2.2 Moyens mis en place pour l'application du programme

Les programmes d'exercices étudiés sont d'un point de vue **matériel** des programmes de prévention qui ne représentent pas un grand investissement. La majorité des exercices présentés aux patients sont des exercices effectués sans matériel, ou alors avec du matériel de base comme des poids, des balles ou des élastiques, peu coûteux.

De plus, on peut supposer que des sportifs professionnels disposent déjà de ce matériel, ce qui n'est pas forcément le cas chez un sportif amateur.

En revanche le **t-shirt stabilisateur** d'omoplate de l'étude d'Andrea Pellegrini représente un **coût** plus important et il semble moins pertinent de l'intégrer dans une routine sportive car il s'agit d'une aide extérieure qui se substitue aux muscles stabilisateurs de l'omoplate. Ce n'est donc pas un contrôle actif de la scapula lors du geste aérien.

Ces programmes sont de **courte durée** (entre 10 et 25 minutes) et remplacent l'échauffement classique du sportif qu'il réalise avant les entraînements et les matchs. Ils ne constituent donc pas une perte de temps, ils sont réalisés directement sur place ; sur le terrain ou dans le gymnase et ne nécessitent aucune installation technique supplémentaire.

Ils sont accessibles à **tous niveaux**, avec des exercices en progression (augmentation des charges par exemple) et peuvent s'adapter à chaque sportif.

En revanche ces programmes de prévention requièrent **un suivi** de la part d'un kinésithérapeute. Dans l'étude de W Saleh A. Al Attar il s'agit d'équipes de football évoluant au niveau *amateur*, elles possèdent toutefois un personnel médical : médecin et kinésithérapeute dont le nombre exact n'est pas précisé.

La procédure de l'essai a été décrite aux entraîneurs et au personnel médical ; ils avaient une part de responsabilité dans la bonne application du programme d'exercices et du suivi des gardiens de but.

Or les clubs amateurs ne possèdent pas tous une équipe médicale et ces programmes de prévention nécessitent l'intervention d'un kinésithérapeute, au moins dans les premières applications des exercices afin d'assurer, si nécessaire, des corrections dans leurs réalisations.

Des observations similaires sont faites dans l'étude de SH Andersson chez les joueurs de handball. Il s'agit ici d'équipes de niveau *professionnel*.

Les entraîneurs, les capitaines d'équipe et l'équipe médicale ont reçu une formation spécifique et des recommandations pour la mise en place du programme d'exercices.

Ainsi, la mise en œuvre et l'application des programmes de prévention nécessitent la présence d'un personnel soignant, comptant dans ses rangs au moins un kinésithérapeute.

Or, il peut être difficile pour des clubs amateurs avec des moyens limités d'organiser des interventions de kinésithérapeutes ou de rémunérer un staff médical. Il en est de même pour des sportifs pratiquant sans licence, dans ce cas il faut effectuer la rééducation en cabinet.

Pour le recensement des blessures d'épaule, il s'agirait de suivre le modèle des deux études, c'est-à-dire utiliser un questionnaire à remplir de manière régulière par le joueur afin de d'identifier les blessures et leurs modalités. Cette mise en place permettrait, éventuellement, d'apporter des corrections aux programmes ou encore mettre l'accent sur certains groupes musculaires.

De manière simplifiée, comme dans l'étude de Wesam Saleh A. Al Attar, une blessure pourrait être enregistrée si elle empêche le joueur de participer pleinement à un match ou à un entraînement.

3. Qualité des preuves

L'HAS (haute autorité de la santé) indique que le niveau de preuve d'une étude caractérise la capacité de l'étude à répondre à la question posée.⁹

La capacité d'une étude à répondre à la question posée est jugée sur la correspondance de l'étude au cadre du travail (question, population, critères de jugement) et sur les caractéristiques suivantes :

. L'adéquation du protocole d'étude à la question posée,

⁹ https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf

- . L'existence ou non de biais importants dans la réalisation,
- . L'adaptation de l'analyse statistique aux objectifs de l'étude,
- . La puissance de l'étude et en particulier la taille de l'échantillon.

Pour évaluer la qualité des preuves, le Système **GRADE** (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) peut être utilisé.

Il existe 3 grades de recommandations selon l'HAS :

- Grade **A** : Correspond à une preuve scientifique établie associée à une littérature à **fort** niveau de preuve.
- Grade **B** : Correspond à une présomption scientifique associée à des études à niveau de preuve **moyen**.
- Grade **C** : Correspond à un faible niveau de preuve associée à des études à **faible** niveau de preuve.

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 - essais comparatifs randomisés de forte puissance ; - méta-analyse d'essais comparatifs randomisés ; - analyse de décision fondée sur des études bien menées.
B Présomption scientifique	Niveau 2 - essais comparatifs randomisés de faible puissance ; - études comparatives non randomisées bien menées ; - études de cohortes.
C Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 3 - études cas-témoins.
	Niveau 4 - études comparatives comportant des biais importants ; - études rétrospectives ; - séries de cas ; - études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale).

Tableau 13 : Grade de recommandation de la HAS.

Parmi les études incluses dans notre revue de littérature, nous retrouvons ;

- . 2 ECR de forte puissance classé **niveau 1** ; les études de **Wesam Saleh A. Al Attar** et **SH Andersson** possèdent des scores PEDro élevés ; preuves d'une bonne validité interne avec une bonne construction de l'étude.
- . 1 ECR de faible puissance classé **niveau 2** ; l'étude **d'Andrea Pellegrini** possède un score de 4/10 sur l'échelle PEDro ; elle présente de nombreux biais de construction.
- . 1 série de cas classée **niveau 4** ; ce qui atténue la qualité des preuves et limite la fiabilité des résultats obtenus.

Les biais les plus importants sont ceux induits par l'absence de mise en aveugle des sujets, des thérapeutes et des évaluateurs et la faible inclusion de patients dans l'étude **d'Andrea Pellegrini**. Au-delà des autres biais retrouvés dans notre revue de littérature, l'inclusion d'une étude dont le design n'est pas celui d'un ECR ; la série de cas de **K. De Mey**, amoindri la qualité des preuves.

L'approche du GRADE suggère que « la qualité des données scientifiques de l'ensemble des résultats pour une question est celle du résultat décisif ayant les données scientifiques de la qualité la plus faible ». Ainsi, au regard des éléments décrits précédemment, nous pouvons considérer que la qualité scientifique de la présente revue est faible, **catégorie C**.

4. Biais potentiels de la revue

« Les revues de littérature sont des études **secondaires** : elles synthétisent des informations à partir d'études **primaires**. Lorsqu'elles présentent une méthode d'élaboration, elles sont qualifiées de **systématiques**. L'échelle de qualité méthodologique pour coter la validité interne de ce type d'étude est l'échelle **AMSTAR-2**. » [52]

AMSTAR-2 est une révision majeure de l'instrument AMSTAR original (A MeaSurement Tool to Assess system Reviews), qui a été conçu en 2007 pour évaluer les revues systématiques qui comprenaient des essais contrôlés randomisés.

La mise à jour d'AMSTAR et son adaptation ont permis une évaluation plus détaillée des revues systématiques incluant des essais clinique randomisés ET des études non randomisées.[53]

Cette échelle est composée de 16 items auxquels nous pouvons répondre par oui ou non.

Il est recommandé de ne pas combiner les notes individuelles des éléments pour créer une note globale. Il s'agirait plutôt de tenir compte de l'impact potentiel d'une note négative pour chaque élément.[53]

	CRITERES	OUI	NON
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?	x	
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 ?	x	
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?	x	
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?	x	
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?		x
6	Les auteurs ont-ils effectué en double l'extraction des données ?		x
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?	x	
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?	x	
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?	x	
10	Les auteurs ont-ils indiqués les sources de financement des études incluses dans la revue ?		x
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?		x
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 ?		x
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 ?	x	
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 ?	x	
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 ?	x	
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?	x	

Tableau 14 : Grille d'évaluation AMSTAR 2 de la qualité méthodologique de notre revue de littérature.

Les **principaux biais de notre revue systématique** mis en évidence par la grille d'évaluation AMSTAR 2 sont :

- . La réalisation en double de la sélection des études et de l'extraction des données ; la revue a été réalisée par un seul auteur dans son intégralité.
- . Les sources de financement des études incluses dans la revue n'ont pas été citées par toutes les études ; l'étude d'**Andrea Pellegrini** ne fournit aucune information sur de potentiels conflits d'intérêt dans la réalisation de l'essai.

V. CONCLUSION

La présente revue de littérature concernant l'intérêt du contrôle moteur et du renforcement scapulaire dans la diminution de la prévalence des blessures d'épaule chez l'athlète aérien, permet une mise en évidence **les possibilités thérapeutiques** qu'offre ce traitement préventif.

1. Implication pour la pratique clinique

Les résultats de notre revue sont à prendre avec précaution, au vu des biais mis en évidence dans la discussion, toutefois ils semblent encourageants.

Un protocole préventif ciblant certains exercices spécifiques semble diminuer la prévalence des lésions d'épaule chez l'athlète aérien.

La scapula fournit une **base stable** pour l'activation musculaire, elle doit conserver une bonne mobilité. Ces critères contribuent à optimiser le rythme scapulo-huméral. La scapula constitue également un lien entre le noyau, qui fournit la force, et le bras, qui la délivre.

Cette revue a permis de rappeler les différentes altérations de la mécanique scapulaire et de redéfinir les dyskinésies scapulaires, de souligner leur présence chez l'athlète aérien et leur lien causatif hypothétique avec les blessures d'épaule.

En effet, dans une revue systématique bien menée, **Burn** a constaté que la prévalence des dyskinésies scapulaires était plus importante chez les athlètes aériens (61%) que chez les athlètes non aériens. (33%)

De plus, les pathologies d'épaule chez ce profil de sportifs sont prédominantes du fait de la gestuelle répétitive.

La prise en charge des épaules symptomatiques doit donc inclure l'évaluation clinique de la scapula ; l'observation de sa position au repos et au mouvement, des mesures de la force et de la coordination des muscles péri-scapulaires.

Il est important, en tant que kinésithérapeute, de savoir diagnostiquer ces dyskinésies scapulaires. Des échelles ont été mises en place pour définir qualitativement et quantitativement ces altérations comme celle de **Morgan Kalman**, vue en introduction.

La résolution des symptômes est directement proportionnelle à la capacité du programme de réadaptation à repositionner correctement la scapula. Malgré le peu d'hypothèses vérifiées à ce sujet et malgré une importante diversité des techniques, un **protocole préventif spécifique** bien mené semble mieux prévenir des blessures d'épaule qu'un échauffement classique.

En matière de santé publique, la prévention est toujours plus économique qu'une prise en charge rééducative.

Nous avons vu que l'application des programmes en phase d'échauffement est peu contraignante, ces exercices de stabilisation scapulaire peuvent trouver leur place au sein de la pratique sportive des athlètes aérien, réduire les éventuels symptômes d'épaule lors de puissant lancer, service, arrêt ou smash et par conséquent améliorer leur performance sportive.

L'impact de cette approche ne peut être certifié dans cette revue, mais les résultats qu'elle présente n'en sont pas moins intéressants dans le domaine de la pratique clinique.

2. Implication pour la recherche

Les blessures de la coiffe des rotateurs, les lésions labrales, musculaires et osseuses ont tendance à se produire à des endroits spécifiques chez les athlètes aériens, qui diffèrent de ceux observés dans la population générale. [8]

L'intérêt à comprendre les mécanismes à l'origine de ces blessures fait donc partie du champ des nécessités.

La raideur postérieure d'épaule, le déficit de rotation interne, les déséquilibres musculaires de la coiffe des rotateurs ou encore la stabilité pelvico-lombaire ont été suggérés comme des facteurs causatifs ou perpétuant dans les conflits d'épaule et dans les pathologies labrales.

En revanche l'implication des dyskinésies scapulaires dans la survenue des blessures d'épaule chez l'athlète aérien est sujet à controverse.

En effet, **Uhl** et **Coll** ont rapporté que la prévalence de la dyskinésie scapulaire était presque identique chez les sportifs « overhead » avec et sans douleur d'épaule. Une autre étude affirme que « la dyskinésie scapulaire est présente chez 67 à 100% des athlètes aérien ayant des pathologies et des douleurs d'épaule »

Ainsi il s'agirait dans un premier temps de définir avec clarté l'implication des dyskinésies scapulaires dans les blessures d'épaule, afin d'établir un consensus sur le diagnostic de la pathologie et sur sa rééducation.

En effet, à ce jour aucun test fonctionnel fondé sur des preuves scientifiques n'a été entièrement validé pour déterminer les facteurs mettant à risque l'épaule lésée ou pour favoriser le « return to play ». [4]

Ce diagnostic, une fois établie permettrait d'être plus rigoureux et de mieux cibler les besoins de prévention chez le sportif.

Une fois ces critères définis, les recherches futures pourraient s'appliquer à mettre en place un protocole universel de prévention des blessures d'épaule, axé sur l'activation de la chaîne cinétique du tronc et de la scapula.

Pour se faire, notre revue ne traite que l'aspect déficitaire des muscles avec un protocole de renforcement. Associer à ce renforcement des étirements ciblés semble être une option intéressante, si leur efficacité dans la réhabilitation du contrôle moteur scapulaire est démontrée.

V BIBLIOGRAPHIE

- [1] Dufour M. Anatomie de l'appareil locomoteur: ostéologie, arthrologie, myologie, appareil fibreux, neurologie, angiologie, morpho-topographie. 3e éd. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2016.
- [2] Chevalier J. Anatomie.2 appareil locomoteur. vol. 2. Lavoisier. n.d.
- [3] Srour F, Evelinger S, Dufour X, Cerioli A. Point d'anatomie : focus sur la coiffe des rotateurs de l'épaule. *Kinésithérapie Rev* 2020;20:20–5. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2019.12.005>.
- [4] Nathan Touati AF. L'épaule chez l'athlète overhead. *NeuroXtrain* 2020:21.
- [5] Fleisig GS, Barrentine SW, Escamilla RF, Andrews JR. Biomechanics of Overhand Throwing with Implications for Injuries: *Sports Med* 1996;21:421–37. <https://doi.org/10.2165/00007256-199621060-00004>.
- [6] Alrabaa RG, Lobao MH, Levine WN. Rotator Cuff Injuries in Tennis Players. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2020;13:734–47. <https://doi.org/10.1007/s12178-020-09675-3>.
- [7] Eckenrode BJ, Kelley MJ, Kelly JD. Anatomic and Biomechanical Fundamentals of the Thrower Shoulder. *Sports Med Arthrosc Rev* 2012;20:2–10. <https://doi.org/10.1097/JSA.0b013e3182471f03>.
- [8] Lin DJ, Wong TT, Kazam JK. Shoulder Injuries in the Overhead-Throwing Athlete: Epidemiology, Mechanisms of Injury, and Imaging Findings. *Radiology* 2018;286:370–87. <https://doi.org/10.1148/radiol.2017170481>.
- [9] Burkhart SS, Morgan CD, Ben Kibler W. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology part III: the SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg* 2003;19:641–61. [https://doi.org/10.1016/S0749-8063\(03\)00389-X](https://doi.org/10.1016/S0749-8063(03)00389-X).
- [10] LAPIS N. Sport de lancer avec armé du bras n.d.
- [11] Challoumas D, Stavrou A, Dimitrakakis G. The volleyball athlete's shoulder: biomechanical adaptations and injury associations. *Sports Biomech* 2017;16:220–37. <https://doi.org/10.1080/14763141.2016.1222629>.
- [12] Vaillant J. Mouvements de l'articulation de l'épaule, mouvements de la scapula : questions de définitions. *KS* 2013;p.63-64.
- [13] Srour F, Nephtali J-L. Examen clinique et tests de la scapula. *Kinésithérapie Rev* 2012;12:40–9. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2012.05.018>.
- [14] Ludewig PM, Cook TM. Alterations in Shoulder Kinematics and Associated Muscle Activity in People With Symptoms of Shoulder Impingement. *Phys Ther* 2000;80:276–91. <https://doi.org/10.1093/ptj/80.3.276>.
- [15] Muscle de la ceinture scapulaire et du bras n.d. <https://clemedicine.com/6-muscles-de-la-ceinture-scapulaire-et-du-bras/>.
- [16] Marc T, Gaudin T, Teissier J, Bonnel F. Les dyskinésies de la scapula. *KS* 2011:7.
- [17] McClure PW, Michener LA, Sennett BJ, Karduna AR. Direct 3-dimensional measurement of scapular kinematics during dynamic movements in vivo. *J Shoulder Elbow Surg* 2001;10:269–77. <https://doi.org/10.1067/mse.2001.112954>.
- [18] Postacchini R, Carbone S. Scapular dyskinesis: Diagnosis and treatment. *OA Musculoskelet Med* 2013;1. <https://doi.org/10.13172/2052-9287-1-2-869>.
- [19] Borloz S, Graf V, Gard S, Ziltener J-L. Dyskinésie de l'omoplate 2012:7.
- [20] Nephtali J-L. Évaluation clinique des dyskinésies scapulaires. *Kinésithérapie Rev* 2011;11:11. [https://doi.org/10.1016/S1779-0123\(11\)75067-7](https://doi.org/10.1016/S1779-0123(11)75067-7).
- [21] Rabin A, Chechik O, Dolkart O, Goldstein Y, Maman E. A positive scapular assistance test is equally present in various shoulder disorders but more commonly found among patients with scapular dyskinesis. *Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med* 2018;34:129–35. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.09.008>.
- [22] Kibler WB, Sciascia AD, Uhl TL, Tambay N, Cunningham T. Electromyographic Analysis of Specific Exercises for Scapular Control in Early Phases of Shoulder Rehabilitation. *Am J Sports Med* 2008;36:1789–98. <https://doi.org/10.1177/0363546508316281>.
- [23] Inman VT, Saunders JB dec M, Abbott LC. Observations of the Function of the Shoulder Joint: *Clin Orthop* 1996;330:3–12. <https://doi.org/10.1097/00003086-199609000-00002>.
- [24] Forthomme B, Tooth C, Schwartz C, Kaux J-F, Delvaux F, Croisie J-L. Dyskinésie scapulaire chez le sportif : faut-il la contrer ? 2018:5.
- [25] Al Attar WSA, Faude O, Bizzini M, Alarifi S, Alzahrani H, Almalki RS, et al. The FIFA 11+ Shoulder Injury Prevention Program Was Effective in Reducing Upper Extremity Injuries Among Soccer Goalkeepers: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med* 2021;49:2293–300. <https://doi.org/10.1177/03635465211021828>.

- [26] Pellegrini A, Pogliacomini F, Costantino C, Desimoni S, Giovanelli M, Golz A, et al. Does scapula stabilizing t-shirt help over-head athletes in shoulder discomfort? A randomized control study n.d.:6.
- [27] Andersson SH, Bahr R, Clarsen B, Myklebust G. Preventing overuse shoulder injuries among throwing athletes: a cluster-randomised controlled trial in 660 elite handball players. *Br J Sports Med* 2017;51:1073–80. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096226>.
- [28] De Mey K, Danneels L, Cagnie B, Cools AM. Scapular Muscle Rehabilitation Exercises in Overhead Athletes With Impingement Symptoms: Effect of a 6-Week Training Program on Muscle Recruitment and Functional Outcome. *Am J Sports Med* 2012;40:1906–15. <https://doi.org/10.1177/0363546512453297>.
- [29] PALLOT A. Evidence based practice en rééducation. Elsevier Masson. 2019.
- [30] Zaugg V, Savoldelli V, Sabatier B, Durieux P. Améliorer les pratiques et l'organisation des soins : méthodologie des revues systématiques. *Santé Publique* 2014;26:655. <https://doi.org/10.3917/spub.145.0655>.
- [31] Clarsen B, Myklebust G, Bahr R. Development and validation of a new method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology: the Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) Overuse Injury Questionnaire. *Br J Sports Med* 2013;47:495–502. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091524>.
- [32] Ejnisman B, Andreoli CV, de Castro Pochini A, Cohen M, Bizzini M, Dvorak J, et al. Shoulder injuries in soccer goalkeepers: review and development of a FIFA 11+ shoulder injury prevention program. *Open Access J Sports Med* 2016;Volume 7:75–80. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S97917>.
- [33] Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Scand J Med Sci Sports* 2006;16:83–92. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00528.x>.
- [34] Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Br J Sports Med* 2006;40:193–201. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.025270>.
- [35] Breckenridge JD, McAuley JH. Shoulder Pain and Disability Index (SPADI). *J Physiother* 2011;57:197. [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(11\)70045-5](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(11)70045-5).
- [36] Glasgow, R.E., Dziewaltowski, D.A., Estabrooks, P.A., Gaglio, B.A., King, D. et Klesges, L. Évaluer l'impact des initiatives de promotion de la santé sur la santé publique : Le cadre d'évaluation RE-AIM n.d.
- [37] Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F, Notebaert D, Roets A, Soetens B, et al. Rehabilitation of Scapular Muscle Balance: Which Exercises to Prescribe? *Am J Sports Med* 2007;35:1744–51. <https://doi.org/10.1177/0363546507303560>.
- [38] Engebretsen K, Grotle M, Bautz-Holter E, Sandvik L, Juel NG, Ekeberg OM, et al. Radial extracorporeal shockwave treatment compared with supervised exercises in patients with subacromial pain syndrome: single blind randomised study. *BMJ* 2009;339:b3360–b3360. <https://doi.org/10.1136/bmj.b3360>.
- [39] Martin J. © Joanna Briggs Institute 2017 Critical Appraisal Checklist for Case Series 2017:7.
- [40] Munn Z, Barker TH, Moola S, Tufanaru C, Stern C, McArthur A, et al. Methodological quality of case series studies: an introduction to the JBI critical appraisal tool. *JBI Evid Synth* 2020;18:2127–33. <https://doi.org/10.11124/JBISIR-D-19-00099>.
- [41] Cucherat M. Puissance d un essai et nombre de sujets nécessaire. *La lettre du pharmacologue* 2000;14:p.152-154.
- [42] Clarsen B. OSTRC overuse injury questionnaire n.d.
- [43] Chevalier P. La différence minimale cliniquement pertinente. *Minerva* 2015;14:37.
- [44] Tashjian RZ, Deloach J, Porucznik CA, Powell AP. Minimal clinically important differences (MCID) and patient acceptable symptomatic state (PASS) for visual analog scales (VAS) measuring pain in patients treated for rotator cuff disease. *J Shoulder Elbow Surg* 2009;18:927–32. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2009.03.021>.
- [45] Roy J-S, MacDermid JC, Woodhouse LJ. Measuring shoulder function: a systematic review of four questionnaires. *Arthritis Rheum* 2009;61:623–32. <https://doi.org/10.1002/art.24396>.
- [46] Andersen LL, Andersen CH, Zebis MK, Nielsen PK, Sogaard K, Sjogaard G. Effect of physical training on function of chronically painful muscles: a randomized controlled trial. *J Appl Physiol* 2008;105:1796–801. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.91057.2008>.
- [47] Clarsen B, Bahr R, Andersson SH, Munk R, Myklebust G. Reduced glenohumeral rotation, external rotation weakness and scapular dyskinesis are risk factors for shoulder injuries among elite male handball players: a prospective cohort study. *Br J Sports Med* 2014;48:1327–33. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093702>.
- [48] Laudner KG, Stanek JM, Meister K. The Relationship of Periscapular Strength on Scapular Upward Rotation in Professional Baseball Pitchers. *J Sport Rehabil* 2008;17:95–105. <https://doi.org/10.1123/jsr.17.2.95>.
- [49] Kibler WB, Press J, Sciascia A. The role of core stability in athletic function. *Sports Med Auckl NZ*

2006;36:189–98. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636030-00001>.

[50] Reeser JC, Joy EA, Porucznik CA, Berg RL, Colliver EB, Willick SE. Risk factors for volleyball-related shoulder pain and dysfunction. *PM R* 2010;2:27–36. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2009.11.010>.

[51] Fradkin AJ, Gabbe BJ, Cameron PA. Does warming up prevent injury in sport? The evidence from randomised controlled trials? *J Sci Med Sport* 2006;9:214–20. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.03.026>.

[52] Pallot A, Rostagno S. AMSTAR-2 : traduction française de l'échelle de qualité méthodologique pour les revues de littérature systématiques. *Kinésithérapie Rev* 2021;21:13–4.

<https://doi.org/10.1016/j.kine.2019.12.050>.

[53] Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both n.d.:9.

[54] Tonin K, Stražar K, Burger H, Vidmar G. Adaptive changes in the dominant shoulders of female professional overhead athletes: mutual association and relation to shoulder injury. *Int J Rehabil Res* 2013;36:228–35. <https://doi.org/10.1097/MRR.0b013e32835d0b87>.

[55] Schwartz C, Croisier J-L, Bröls O, Denoël V, Forthomme B. Tight shoulders: A clinical, kinematic and strength comparison of symptomatic and asymptomatic male overhead athletes before and after stretching. *Eur J Sport Sci* 2021;21:781–91. <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1785015>.

[56] Tate AR, McClure P, Kareha S, Irwin D. Effect of the Scapula Reposition Test on Shoulder Impingement Symptoms and Elevation Strength in Overhead Athletes. *J Orthop Sports Phys Ther* 2008;38:4–11.

<https://doi.org/10.2519/jospt.2008.2616>.

[57] McClure P, Tate AR, Kareha S, Irwin D, Zlupko E. A Clinical Method for Identifying Scapular Dyskinesis, Part 1: Reliability. *J Athl Train* 2009;44:160–4. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.2.160>.

VI ANNEXES

Annexe 1 : Échelle PEDro¹⁰

Échelle PEDro

1. les critères d'éligibilité ont été précisés	non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>	où:
2. les sujets ont été répartis aléatoirement dans les groupes (pour un essai croisé, l'ordre des traitements reçus par les sujets a été attribué aléatoirement)	non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>	où:
3. la répartition a respecté une assignation secrète	non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>	où:
4. les groupes étaient similaires au début de l'étude au regard des indicateurs pronostiques les plus importants	non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>	où:
5. tous les sujets étaient "en aveugle"	non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>	où:
6. tous les thérapeutes ayant administré le traitement étaient "en aveugle"	non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>	où:
7. tous les examinateurs étaient "en aveugle" pour au moins un des critères de jugement essentiels	non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>	où:
8. les mesures, pour au moins un des critères de jugement essentiels, ont été obtenues pour plus de 85% des sujets initialement répartis dans les groupes	non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>	où:
9. tous les sujets pour lesquels les résultats étaient disponibles ont reçu le traitement ou ont suivi l'intervention contrôlée conformément à leur répartition ou, quand cela n'a pas été le cas, les données d'au moins un des critères de jugement essentiels ont été analysées "en intention de traiter"	non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>	où:
10. les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont indiqués pour au moins un des critères de jugement essentiels	non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>	où:
11. pour au moins un des critères de jugement essentiels, l'étude indique à la fois l'estimation des effets et l'estimation de leur variabilité	non <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/>	où:

L'échelle PEDro est basée sur la liste Delphi développée par Verhagen et ses collègues au département d'épidémiologie de l'Université de Maastricht (Verhagen AP et al (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology, 51(12):1235-41*). Cette liste est basée sur un "consensus d'experts" et non, pour la majeure partie, sur des données empiriques. Deux items supplémentaires à la liste Delphi (critères 8 et 10 de l'échelle PEDro) ont été inclus dans l'échelle PEDro. Si plus de données empiriques apparaissent, il deviendra éventuellement possible de pondérer certains critères de manière à ce que le score de PEDro reflète l'importance de chacun des items.

L'objectif de l'échelle PEDro est d'aider l'utilisateur de la base de données PEDro à rapidement identifier quels sont les essais cliniques réellement ou potentiellement randomisés indexés dans PEDro (c'est-à-dire les essais contrôlés randomisés et les essais cliniques contrôlés, sans précision) qui sont susceptibles d'avoir une bonne validité interne (critères 2 à 9), et peuvent avoir suffisamment d'informations statistiques pour rendre leurs résultats interprétables (critères 10 à 11). Un critère supplémentaire (critère 1) qui est relatif à la validité "externe" (c'est "la généralisabilité" de l'essai ou son "applicabilité") a été retenu dans l'échelle PEDro pour prendre en compte toute la liste Delphi, mais ce critère n'est pas comptabilisé pour calculer le score PEDro cité sur le site Internet de PEDro.

L'échelle PEDro ne doit pas être utilisée pour mesurer la "validité" des conclusions d'une étude. En particulier, nous mettons en garde les utilisateurs de l'échelle PEDro sur le fait que les études qui montrent des effets significatifs du traitement et qui ont un score élevé sur l'échelle PEDro, ne signifie pas nécessairement que le traitement est cliniquement utile. Il faut considérer aussi si la taille de l'effet du traitement est suffisamment grande pour que cela vaille la peine cliniquement d'appliquer le traitement. De même, il faut évaluer si le rapport entre les effets positifs du traitement et ses effets négatifs est favorable. Enfin, la dimension coût/efficacité du traitement est à prendre compte pour effectuer un choix. L'échelle ne devrait pas être utilisée pour comparer la "qualité" des essais réalisés dans différents domaines de la physiothérapie, essentiellement parce qu'il n'est pas possible de satisfaire à tous les items de cette échelle dans certains domaines de la pratique kinésithérapique.

Dernière modification le 21 juin 1999. Traduction française le 1 juillet 2010

¹⁰ <https://pedro.org.au/french/resources/pedro-scale/>

Annexe 2: JBI Critical Appraisal Checklist for Case Series

JBI Critical Appraisal Checklist for Case Series

Reviewer _____ Date _____

Author _____ Year _____ Record Number _____

	Yes	No	Unclear	Not applicable
1. Were there clear criteria for inclusion in the case series?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Was the condition measured in a standard, reliable way for all participants included in the case series?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Were valid methods used for identification of the condition for all participants included in the case series?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Did the case series have consecutive inclusion of participants?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Did the case series have complete inclusion of participants?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Was there clear reporting of the demographics of the participants in the study?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Was there clear reporting of clinical information of the participants?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Were the outcomes or follow up results of cases clearly reported?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Was there clear reporting of the presenting site(s)/clinic(s) demographic information?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Was statistical analysis appropriate?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

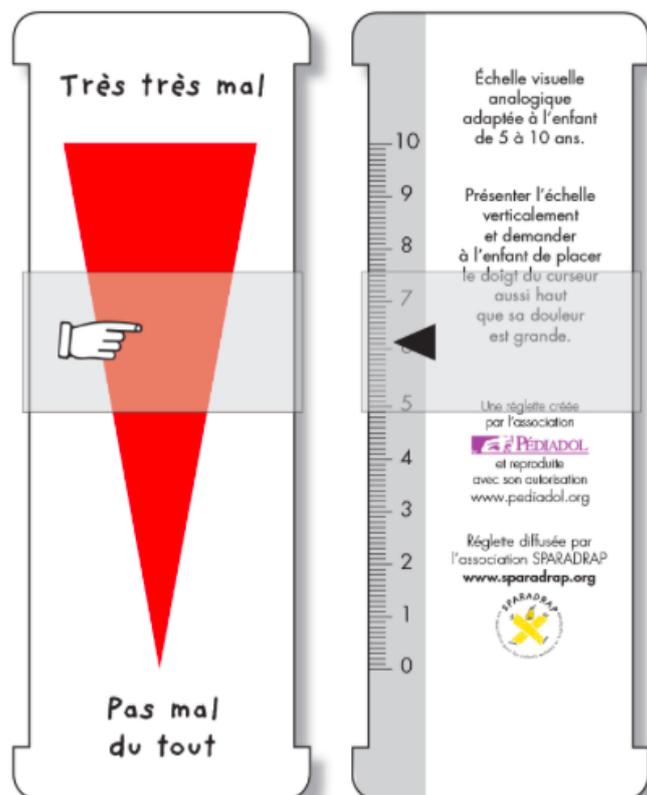
Overall appraisal: Include Exclude Seek further info

Comments (including reason for exclusion)

Annexe 3 : Tableau récapitulatif des études exclues après lecture complète des articles.

Études exclues	Critères d'exclusion
K.Tonin 2013[54]	L'article n'étudie pas l'effet d'une intervention type protocole de renforcement sur la stabilisation scapulaire, mais la corrélation entre les changements adaptatifs qui apparaissent dans les épaules dominantes et les blessures d'épaule.
C.Schwartz 2020[55]	L'article étudie l'effet d'un protocole d' étirement uniquement sur la réduction des douleurs d'épaule et son impact sur la mobilité gléno-huméral, la cinématique scapulaire et la force des muscles rotateurs d'épaule.
Angela.R 2008[56]	Étude datant de plus de 10 ans avec un faible niveau de preuve.
JC.Reeser 2010[50]	L'article n'étudie pas l'effet d'une intervention sur la stabilisation scapulaire par le biais d'un protocole de renforcement, mais les différents facteurs de risque de problèmes d'épaule chez le joueur de volley et l'étude date de plus de 10 ans.
Philip McClure 2009[57]	L'article n'étudie pas l'effet d'une intervention sur la stabilisation scapulaire par le biais d'un protocole de renforcement, mais les auteurs cherchent à déterminer la fiabilité inter évaluateur d'un nouveau test conçu pour détecter les dyskinésies scapulaires. De plus l'étude remonte à 13 ans. .

Annexe 4 : EVA : échelle visuelle analogique¹¹



Annexe 5 : Annexe 1 de l'étude de K. De Mey de 2012.[28]

De Mey et al *Scapular Muscle Rehabilitation Exercises*

Appendix 1.
Electrode Placement and MVIC testing for normalization of EMG*

Muscle	Electrode placement	MVIC testing
UT	Midway between the spinous process of the seventh cervical vertebra and the posterior tip of the acromion process along the line of the trapezius	Resistance applied to abduction of the arm from a seated position
MT	Midway on a line between the root of the spine of the scapula and the third thoracic spinous process	Resistance applied to horizontal abduction in external glenohumeral rotation in a prone position
LT	Obliquely upward and laterally along a line between the intersection of the spine of the scapula with the vertebral border of the scapula and the seventh thoracic spinous process	In a prone position, with the arm placed diagonally overhead in line with the lower fibers of the trapezius, resistance applied against further elevation
SA	Parallel to the muscle fibers, below the axilla, anterior to the latissimus dorsi and posterior to the pectoralis major	Resisting humeral elevation at an angle of 135° of forward flexion
PD	In the middle of the muscle belly on the midline between the deltoid tuberositas and the posterior part of the acromion	None

*MVIC, Maximum Voluntary Isometric Contraction; EMG, electromyography; UT, upper trapezius; MT, middle trapezius; LT, lower trapezius; SA, serratus anterior; PD, posterior deltoid

¹¹ <https://www.chu-montpellier.fr/fileadmin/medias/Pages/patients-visiteurs/Engagements-du-CHU/CLUD/Echelles/echelle-EVA.pdf>

Annexe 6 : Figure 4 de l'étude de K. De Mey de 2012.[28]

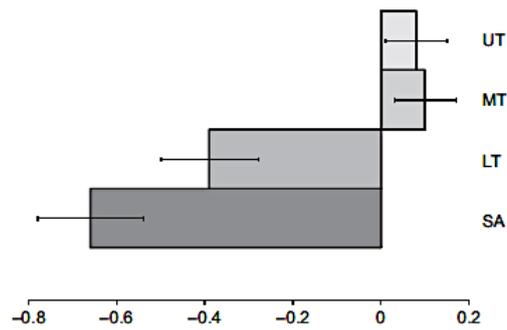


Figure 4. Schematic representation (means and standard deviations) of the timing of muscle activation of the upper (UT), middle (MT), and lower (LT) trapezius and serratus anterior (SA) relative to the timing of the posterior deltoid (PD). The vertical 0 line represents activation of the PD. Values lower than 0 reflect muscle activation prior to the PD. Values greater than 0 reflect muscle activation after the PD. Because there were no differences between the pre- and postmeasurements, the data were combined showing the LT was activated significantly earlier compared with the UT and MT ($P < .001$). The SA showed significant earlier activation compared with the UT ($P < .001$), MT ($P < .001$), and LT ($P = .046$).

Annexe 7 : Sports Injury Reporting Form de "Sport medicine Australia"¹²

Sports Injury Reporting Form



Name: _____ Address: _____
 Sport: _____ Event: _____ Venue: _____ Team: _____
 Today's date: ____/____/____ Time : _____ am/pm Gender: Male Female Date of Birth: ____/____/
 _____ Injured person (please circle): Player / Referee / Coach / Spectator

<p>TYPE OF ACTIVITY AT TIME OF INJURY</p> <input type="checkbox"/> training <input type="checkbox"/> warm-up <input type="checkbox"/> competition <input type="checkbox"/> cool-down <input type="checkbox"/> other _____	<p>CAUSE OF INJURY</p> <input type="checkbox"/> collision with fixed object <input type="checkbox"/> collision with another player <input type="checkbox"/> fall from height/awkward landing <input type="checkbox"/> jumping to shoot or defend <input type="checkbox"/> overexertion <input type="checkbox"/> overuse <input type="checkbox"/> slip/trip/fall/stumble <input type="checkbox"/> struck by ball/object <input type="checkbox"/> struck by another player <input type="checkbox"/> temperature related <input type="checkbox"/> other _____	<p>ADVICE GIVEN</p> <input type="checkbox"/> immediate return to activity <input type="checkbox"/> return to play with restriction _____ <input type="checkbox"/> unable to return at present <input type="checkbox"/> referred for further assessment before returning to activity
<p>REASON FOR PRESENTATION</p> <input type="checkbox"/> new injury <input type="checkbox"/> aggravated injury <input type="checkbox"/> recurrent injury <input type="checkbox"/> illness <input type="checkbox"/> other _____	<p>Explain how the incident occurred</p> _____ _____ _____ _____ _____	<p>NOTICE</p> <p>The injured person told that if injury/illness does NOT improve in the following 24 hours they MUST seek further advice from their own medical professional.</p> <p align="right"><input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No</p> <p>REFERRAL</p> <input type="checkbox"/> no referral <input type="checkbox"/> medical practitioner <input type="checkbox"/> physiotherapist <input type="checkbox"/> ambulance <input type="checkbox"/> hospital <input type="checkbox"/> other _____
<p>BODY PARTS INJURED</p> <p><i>circle and name</i></p> <div style="text-align: center;"> </div>	<p>Were there any contributing factors to the incident? <i>e.g. unsuitable footwear, playing surface, equipment, foul play</i></p> _____ _____ _____	<p>PROVISIONAL SEVERITY ASSESSMENT</p> <input type="checkbox"/> mild (1 - 7 days modified activity) <input type="checkbox"/> moderate (8-21 days modified activity) <input type="checkbox"/> severe (>21 days modified or lost)
<p>NATURE OF INJURY/ILLNESS</p> <input type="checkbox"/> bruise/contusion <input type="checkbox"/> cardiac problem <input type="checkbox"/> cold/flu <input type="checkbox"/> concussion <input type="checkbox"/> dislocation/subluxation <input type="checkbox"/> fracture (including suspected) <input type="checkbox"/> inflammation/swelling <input type="checkbox"/> loss of consciousness <input type="checkbox"/> overuse injury <input type="checkbox"/> respiratory problem <input type="checkbox"/> skin injury e.g. graze/cut/blisters <input type="checkbox"/> sprain e.g. ligament tear <input type="checkbox"/> strain e.g. muscle tear <input type="checkbox"/> unspecified medical condition <input type="checkbox"/> other _____	<p>Was protective equipment worn on the injured body part?</p> <p align="center"><input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No</p> <p>If yes, what? e.g. mouth guard, brace?</p> _____ _____	<p>TREATING PERSON</p> <input type="checkbox"/> Sports Trainer/Sports First Aider (ID _____) <input type="checkbox"/> medical practitioner <input type="checkbox"/> physiotherapist <input type="checkbox"/> other _____
	<p>ACTION TAKEN</p> <input type="checkbox"/> none given (not required) <input type="checkbox"/> CPR <input type="checkbox"/> dressing <input type="checkbox"/> immobilization <input type="checkbox"/> RICER <input type="checkbox"/> sling/splint <input type="checkbox"/> strapping/taping <input type="checkbox"/> stretch/exercises <input type="checkbox"/> transport from field/court <input type="checkbox"/> other _____	<p>Signature of injured person</p> _____ <p>Signature of treating person</p> _____ <p>Date: ____/____/____</p>

¹² http://sma.org.au/sma-site-content/uploads/2018/10/Injury-Reporting-Form_General.pdf



OSTRC Overuse Injury Questionnaire

Part 1: Knee Problems

Please answer all questions regardless of whether or not you have problems with your knees. Select the alternative that is most appropriate for you, and in the case that you are unsure, try to give an answer as best you can anyway.

The term "knee problems" refers to pain, ache, stiffness, swelling, instability/giving way, locking or other complaints related to one or both knees.

Question 1

Have you had any difficulties participating in normal training and competition due to knee problems during the past week?

- Full participation without knee problems
- Full participation, but with knee problems
- Reduced participation due to knee problems
- Cannot participate due to knee problems

Question 2

To what extent have you reduced your training volume due to knee problems during the past week?

- No reduction
- To a minor extent
- To a moderate extent
- To a major extent
- Cannot participate at all

Question 3

To what extent have knee problems affected your performance during the past week?

- No effect
- To a minor extent
- To a moderate extent
- To a major extent
- Cannot participate at all

Question 4

To what extent have you experienced knee pain related to your sport during the past week?

- No pain
- Mild pain
- Moderate pain
- Severe pain

¹³ https://b-fysio.be/onewebmedia/bjsports-2012-091524supp_Appendix.pdf

OSTRC Overuse Injury Questionnaire

Part 2: Lower Back Problems

Please answer all questions regardless of whether or not you have problems in your lower back. Select the alternative that is most appropriate for you, and in the case that you are unsure, try to give an answer as best you can anyway.

The term "lower back problems" refers to pain, aching, stiffness or other problems in your lower back.

Question 1

Have you had any difficulties participating in normal training and competition due to lower back problems during the past week?

- Full participation without lower back problems
- Full participation, but with lower back problems
- Reduced participation due to lower back problems
- Cannot participate due to lower back problems

Question 2

To what extent have you reduced your training volume due to lower back problems during the past week?

- No reduction
- To a minor extent
- To a moderate extent
- To a major extent
- Cannot participate at all

Question 3

To what extent have lower back problems affected your performance during the past week?

- No effect
- To a minor extent
- To a moderate extent
- To a major extent
- Cannot participate at all

Question 4

To what extent have you experienced lower back pain related to your sport during the past week?

- No pain
- Mild pain
- Moderate pain
- Severe pain

OSTRC Overuse Injury Questionnaire

Part 3: Shoulder Problems

Please answer all questions regardless of whether or not you have problems in your shoulders. Select the alternative that is most appropriate for you, and in the case that you are unsure, try to give an answer as best you can anyway.

The term "shoulder problems" refers to pain, aching, stiffness, looseness or other complaints in one or both of your shoulders.

Question 1

Have you had any difficulties participating in normal training and competition due to shoulder problems during the past week?

- Full participation without shoulder problems
- Full participation, but with shoulder problems
- Reduced participation due to shoulder problems
- Cannot participate due to shoulder problems

Question 2

To what extent have you reduced your training volume due to shoulder problems during the past week?

- No reduction
- To a minor extent
- To a moderate extent
- To a major extent
- Cannot participate at all

Question 3

To what extent have shoulder problems affected your performance during the past week?

- No effect
- To a minor extent
- To a moderate extent
- To a major extent
- Cannot participate at all

Question 4

To what extent have you experienced shoulder pain related to your sport during the past week?

- No pain
- Mild pain
- Moderate pain
- Severe pain

Shoulder Pain and Disability Index (SPADI)

Source: Roach KE, Budiman-Mak E, Songsiridej N, Lertratanakul Y. Development of a shoulder pain and disability index. *Arthritis Care Res.* 1991 Dec;4(4):143-9.

The Shoulder Pain and Disability Index (SPADI) is a self-administered questionnaire that consists of two dimensions, one for pain and the other for functional activities. The pain dimension consists of five questions regarding the severity of an individual's pain. Functional activities are assessed with eight questions designed to measure the degree of difficulty an individual has with various activities of daily living that require upper-extremity use. The SPADI takes 5 to 10 minutes for a patient to complete and is the only reliable and valid region-specific measure for the shoulder.

Scoring instructions

To answer the questions, patients place a mark on a 10cm visual analogue scale for each question. Verbal anchors for the pain dimension are 'no pain at all' and 'worst pain imaginable', and those for the functional activities are 'no difficulty' and 'so difficult it required help'. The scores from both dimensions are averaged to derive a total score.

Interpretation of scores

Total pain score: _____ / 50 x 100 = %

(Note: If a person does not answer all questions divide by the total possible score, eg. if 1 question missed divide by 40)

Total disability score: _____ / 80 x 100 = %

(Note: If a person does not answer all questions divide by the total possible score, eg. if 1 question missed divide by 70)

Total Spadi score: _____ / 130 x 100 = %

(Note: If a person does not answer all questions divide by the total possible score, eg. if 1 question missed divide by 120)

The means of the two subscales are averaged to produce a total score ranging from 0 (best) to 100 (worst).

Minimum Detectable Change (90% confidence) = 13 points

(Change less than this may be attributable to measurement error)

¹⁴ https://global-uploads.webflow.com/5efdebdeb7b3547cff001ad5/5fe1819ff37f45626ec24062_SPADI.pdf

Shoulder Pain and Disability Index (SPADI)

Please place a mark on the line that best represents your experience during the last week attributable to your shoulder problem.

Pain scale

How severe is your pain?

Circle the number that best describes your pain where: 0 = no pain and 10 = the worst pain imaginable.

At its worst?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
When lying on the involved side?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Reaching for something on a high shelf?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Touching the back of your neck?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pushing with the involved arm?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

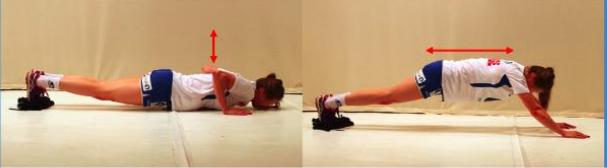
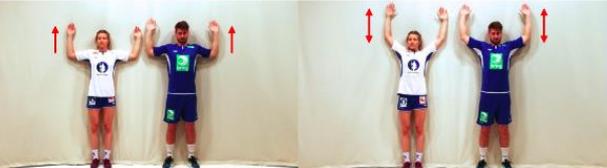
Disability scale

How much difficulty do you have?

Circle the number that best describes your experience where: 0 = no difficulty and 10 = so difficult it requires help.

Washing your hair?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Washing your back?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Putting on an undershirt or jumper?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Putting on a shirt that buttons down the front?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Putting on your pants?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Placing an object on a high shelf?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carrying a heavy object of 10 pounds (4.5 kilograms)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Removing something from your back pocket?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Annexe 10 : Affiche du programme d'exercice de prévention des blessures d'épaule chez les handballeurs professionnels de l'OSTRC.[27]

EXERCISE 1	Week 1-6		<p>Trunk rotation</p> <p>Push-up plus position* on elbows Alternating trunk rotation</p> <p>3 x 8-16 reps</p>
	Week 7-12		<p>Plank with passing</p> <p>Pair exercise Push-up plus position* Players roll ball to each other Alternating hands</p> <p>3 x 8-16 reps</p>
	Week 13-18		<p>Push-up plus with backward slide</p> <p>Push-up plus* Slide backwards Maintain neutral spine Return to start position</p> <p>3 x 8-16 reps</p>
<p>After week 18: choose between the different variations * The push-up plus position is achieved by pushing hands/elbows towards the floor by pushing your shoulder blades forward and out.</p>			
EXERCISE 2	Week 1-6		<p>Standing Y-flies*</p> <p>Pair exercise Lift chest, draw shoulders back/down Pull the elastic with straight arms towards the ceiling in a Y-position</p> <p>3 x 8-16 reps</p>
	Week 7-12		<p>Bow and arrow*</p> <p>Pair exercise Start by drawing shoulder back/down Follow through with arm and trunk rotation</p> <p>3 x 8-16 reps</p>
	Week 13-18		<p>Slow arm lowering*</p> <p>Pair exercise Tighten elastic with 2 hands to maximum throwing position Return slowly with one hand (3 seconds)</p> <p>3 x 8-16 reps</p>
<p>After week 18: choose between the different variations * Pre-position your shoulders before starting the exercise by lifting your chest and pulling your shoulder blades slightly back and down</p>			
EXERCISE 3	Week 1-6		<p>Trunk rotation</p> <p>Alternating trunk rotation Point hand towards ceiling</p> <p>3 x 8-16 reps</p>
	Week 7-12		<p>Dynamic latissimus dorsi stretch</p> <p>Stand with elbows against wall Slide arms upwards Keep forearms vertical Maintain neutral spine</p> <p>3 x 8-16 reps</p>
	Week 13-18		<p>Dynamic W-stretch</p> <p>Slide arms upwards Keep forearms, head and spine against wall</p> <p>3 x 8-16 reps</p>
<p>After week 18: choose between the different variations</p>			

Annexe 11 : Affiche du programme d'exercice de prévention des blessures du membre supérieur chez les gardiens de football « FIFA 11+S ».[25]

FIFA 11+S

Part I – Warm-up exercises*

<p>1 Run Relaxed walking or running. the speed can be progressively increased. 5 min</p> 	<p>2 Throw the ball in the chest line Ask for help from a partner. With both hands in front of the body, throw and catch the ball, first with your elbows flexed and then with your arms over your head. 1 min</p> 	<p>3 Spinning movements with the hands Interlace the fingers and make spinning movements with the hands. 1 min</p> 
---	---	---

Part II – strength and balance of the shoulder, elbow, wrist, and finger muscles**

<p>1A External rotation Initial position: Standing with the elbow flexed at 90° to the side. Exercise: Rotate the arm from neutral to external rotation.</p> 	<p>1B External rotation Initial position: standing with the elbow flexed at 90° and 45° abducted. Exercise: Rotate the arm from the neutral to external rotation.</p> 	<p>1C External rotation Initial position: standing with the elbow flexed at 90° and 90° abducted. Exercise: Rotate the arm from the neutral to external rotation.</p> 
<p>2A Internal rotation Initial position: standing with the elbow flexed at 90° to the side. Exercise: Rotate the arm from neutral to external rotation.</p> 	<p>2B Internal rotation Initial position: standing with the elbow flexed at 90° and 45° abducted. Exercise: Rotate the arm from neutral to internal rotation.</p> 	<p>2C Internal rotation Initial position: standing with the elbow flexed at 90° and 90° abducted. Exercise: Rotate the arm from neutral to internal rotation.</p> 
<p>3A Scaption Raise the arm with external rotation in the scapular plane (30° in the frontal plane) to shoulder height. Hold a weight.</p> 	<p>3B Scaption Raise the arm with external rotation in the scapular plane (30° in the frontal plane) to shoulder height. Hold heavier weight than the previous level.</p> 	<p>3C Scaption Raise the arm with external rotation in the scapular plane (30° in the frontal plane) to shoulder height. Hold heavier weight than the previous level.</p> 
<p>4A Push-up-plus In the prone position. The hands should be placed at a distance corresponding to the width of the shoulders. Exercise: Rise the body and then lower the body</p> 	<p>4B Push-up-plus In the same position. Place an ankle of 5 kg on your back. Exercise: Rise the body and then lower the body</p> 	<p>4C Push-up-plus In the same position but on one foot. Place an ankle of more than 5 kg on your back. Exercise: Rise the body and then lower the body</p> 
<p>5A Inferior and mid trapezius In the prone position, arms in 90° abduction. After changing the arms to 120° of abduction. Exercise: Hold a weight and bring the arm back slightly.</p> 	<p>5B Inferior and mid trapezius In the prone position, arms in 90° abduction. After changing the arms to 120° of abduction. Exercise: Hold heavier weight than the previous level and bring the arm back slightly.</p> 	<p>5C Inferior and mid trapezius In the prone position, arms in 90° abduction. After changing the arms to 120° of abduction. Exercise: Hold heavier weight than the previous level and bring the arm back slightly.</p> 
<p>6A Biceps Position: Arms at your sides, palms facing inwards. Hold a weight. Exercise: Bend your elbows, turning the palms upward.</p> 	<p>6B Biceps Position: Arms at your sides, palms facing inwards. Hold heavier weight than the previous level. Exercise: Bend your elbows, turning the palms upward.</p> 	<p>6C Biceps Position: Arms at your sides, palms facing inwards. Hold heavier weight than the previous level. Exercise: Bend your elbows, turning the palms upward.</p> 

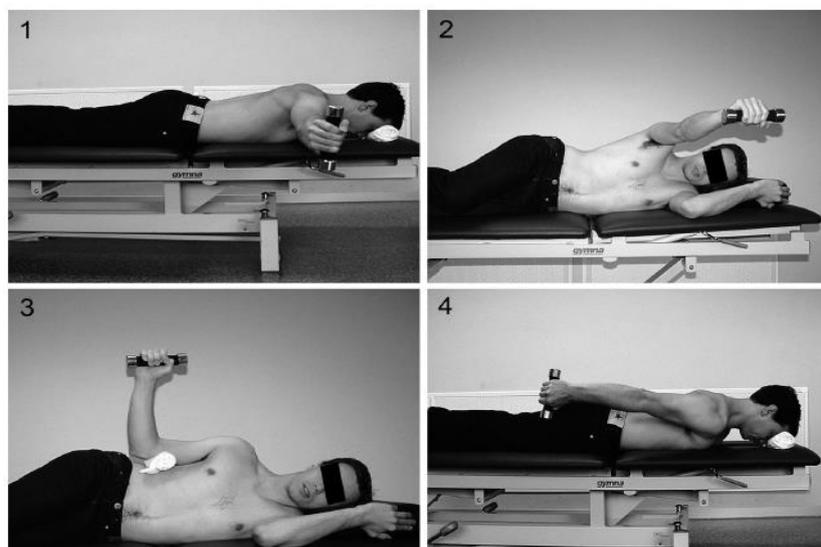
<p>7A Wrist flexors Position: Support the forearm, palm of the hand upward. Hold a weight. Exercise: Lower the weight as far as possible and then lift it up.</p> 	<p>7B Wrist flexors Position: Support the forearm, palm of the hand upward. Hold heavier weight than the previous level. Exercise: Lower the weight as far as possible and then lift it up.</p> 	<p>7C Wrist flexors Position: Support the forearm, palm of the hand upward. Hold heavier weight than the previous level. Exercise: Lower the weight as far as possible and then lift it up.</p> 
<p>8A Wrist extensors Position: Support the forearm, palm of the hand down. Hold a weight. Exercise: Lift up weight as far as possible and then lift it up.</p> 	<p>8B Wrist extensors Position: Support the forearm, palm of the hand down. Hold heavier weight than the previous level. Exercise: Lift up weight as far as possible and then lift it up.</p> 	<p>8C Wrist extensors Position: Support the forearm, palm of the hand down. Hold heavier weight than the previous level. Exercise: Lift up weight as far as possible and then lift it up.</p> 
<p>9A Finger flexors Position: Supported forearm and palm of the hand down on an elastic. Exercise: Close the hand, pulling the elastic.</p> 	<p>9B Finger flexors Position: Supported forearm and palm of the hand down on an elastic. Increase the resistance of the elastic. Exercise: Close the hand, pulling the elastic.</p> 	<p>9C Finger flexors Position: Supported forearm and palm of the hand down on an elastic. Increase the resistance of the elastic. Exercise: Close the hand, pulling the elastic.</p> 
<p>10A Finger extensors Position: Supported forearm and palm of the hand upward on an elastic. The other hand holds the elastic. Exercise: Open the hand, stretching the elastic.</p> 	<p>10B Finger extensors Position: Supported forearm and palm of the hand upward on an elastic. The other hand holds the elastic. Increase the resistance of the elastic. Exercise: Open the hand, stretching the elastic.</p> 	<p>10C Finger extensors Position: Supported forearm and palm of the hand upward on an elastic. The other hand holds the elastic. Increase the resistance of the elastic. Exercise: Open the hand, stretching the elastic.</p> 

Part III – Core stability and muscle control with advanced exercises***

<p>1 Jump and throw the ball over the head Ask for help from a partner. Jump and with the elbow extended and arm above the level of the head, throw and catch the ball.</p> 	<p>2 Throw the ball over the head with an arm Ask for help from a partner. With the elbow extended and arm above the level of the head, throw and catch the ball with an arm.</p> 	<p>3 Throw the ball to the sides With the elbow extended, throw and catch the ball one arm at a time. Make the movement with the arm by the body's side and lift it up over the head.</p> 
<p>4 Jump with your hands on the mini trampoline In prone position, firming yourself with the feet on the ground and the palms of the hands on the mini trampoline, "jump" with your hands, keeping the elbows straight.</p> 	<p>5 Walking on hands Ask for a partner to hold your legs and, in prone position, "walk" using your hands. Move forward, backward and to the sides.</p> 	

<p>5 Plyometric external rotation Flexed elbow in 90° and flexed and abducted arm in 90°. Hold the elastic and make movements from neutral to lateral rotation quickly.</p> 
--

Annexe 12 : Photo des 4 exercices du programme de prévention de l'étude de K. De Mey chez les athlètes aériens. [28]



Annexe 13 : manœuvre de Jobe extrait du site « la médecine du sport »¹⁵

- **La manœuvre de Jobe est positive ou douloureuse (Fig. 26) :**
 - patient debout, on se place derrière ou devant selon sa morphologie,
 - les 2 bras du patient sont en abduction à 90°, 30° d'antépulsion dans le plan de la scapula, en rotation médiale pouces vers le sol,
 - on demande au patient de résister à une pression exercée vers le sol,
 - il existe une impossibilité de résister du côté atteint en cas de rupture complète ou une douleur reconnue par le patient en cas de rupture incomplète ou de tendinite.



Figure 26 – Manœuvre de Jobe.

Annexe 14 : manœuvre d'O'Brien extrait du site « la médecine du sport »¹¹

- **Le test de O'Brien ou test de compression active est positif ou douloureux (Fig. 37 et 38) :**
 - patient assis ou debout, on se place face à lui,
 - on place le bras du patient en antépulsion à 90° associée à une adduction de 15°, pouce vers le bas (avant-bras en pronation et bras en rotation médiale),
 - on demande au patient de résister contre une pression vers le sol au niveau de son avant-bras,
 - on réalise ensuite la même manœuvre mais pouce vers le haut (avant-bras en supination et bras en rotation latérale),
 - la douleur diminue lors du deuxième temps de la manœuvre, pouce vers le haut,
 - en cas de douleur au niveau de l'articulation acromio-claviculaire, il faut orienter le diagnostic vers une pathologie de cette articulation.



Figure 37 – Test de O'Brien: 1^{er} temps de la manœuvre.



Figure 38 – Test de O'Brien : 2^e temps de la manœuvre, la douleur s'atténue ou disparaît en cas de lésion du long biceps.

¹⁵ <https://www.lamedecinedusport.com/categories-photos/epaule/?format=tous>

Résumé / Abstract

Introduction : La congruence de l'articulation de l'épaule est essentielle chez les athlètes aériens du fait des mouvements répétés du membre supérieur dans la gestuelle « overhead ».

Depuis quelques années, les études mettent en évidence les dyskinésies scapulaires comme facteurs de risques des lésions d'épaules chez ce profil de sportif. Les dyskinésies scapulaires correspondent à des dysfonctions de la position et/ou des mouvements de la scapula. Il est essentiel de distinguer le fonctionnement normal de la scapula et ses altérations, de mieux les étudier et de faire évoluer les protocoles de rééducation et de prévention.

Objectif : Cette revue a pour but d'étudier et d'analyser les effets d'un contrôle moteur scapulaire efficient sur la diminution de la prévalence des blessures d'épaule chez les athlètes aériens.

Méthodologie de recherche : Les recherches ont débuté en août 2021 sur des moteurs de recherche tel que PubMed, Cochrane, Google Scholar et PEDro. Elles ont permis de recueillir 4 études en accord avec le sujet, à savoir 3 ECR et une étude de série de cas. Le critère de jugement principal est la prévalence des blessures d'épaule chez les sportifs pratiquant la gestuelle aérienne. L'intervention cible la réhabilitation scapulaire ; une position corrigée et une bonne coordination des muscles péri-scapulaires par le biais de protocole d'exercices essentiellement. Un article diffère sur le type d'intervention puisque c'est le port d'une aide extérieure qui stabilise la scapula du joueur.

Résultats et analyse : Une fois l'analyse et les calculs statistiques des 4 études incluses effectués ; on a pu observer des effets positifs significatifs des interventions de stabilisation scapulaire sur la diminution des blessures d'épaule chez les athlètes aériens. Toutefois il faut rester vigilant à la comparaison entre ces 4 articles du fait de leurs variabilités méthodologiques.

Conclusion : Malgré des résultats encourageants de nouvelles études semblent nécessaire pour démontrer l'importance de la stabilisation scapulaire dans la réduction de la prévalence des lésions d'épaule lors du geste aérien. Les biais présents dans les études et dans la comparaison inter-article suggèrent de prendre du recul sur l'interprétabilité de ces observations.

Introduction: Congruence of the shoulder joint is essential in athletes' health because of the repeated movements of the upper limb in the overhead gesture. In recent years, studies have highlighted scapular dyskinesia in the risk factors for shoulder injuries in this athlete profile. Scapular dyskinesia corresponds to dysfunctions of the position and/or movements of the scapula. It is essential to distinguish the normal functioning of the scapula and its alterations in order to study them better and develops the protocols of rehabilitation and prevention.

Objective: The purpose of this review is to study and analyze the effects of efficient scapular motor control on reducing the prevalence of shoulder injuries in overhead athletes.

Research methodology: Research began in August 2021 on search engines such as PubMed, Cochrane, Google Scholar and PEDro. They have helped to collect 4 studies in agreement with the subject, namely 3 RCTs and a series of case studies. The main judging criterion is the prevalence of shoulder injuries among sportsmen who practice aerial gestures. The intervention targets scapular rehabilitation: a corrected position and good coordination of the periscapular muscles through essentially exercise protocol. One article differs on the type of intervention since it is the wearing of an external aid that stabilizes the scapula.

Results and analysis: Once the analysis and statistical calculations of the 4 included studies were completed, significant positive effects of scapular stabilization interventions on the reduction of shoulder injuries in overhead athletes were observed. However, we must remain vigilant to the comparison between these four articles because of their methodological variability.

Conclusion: Despite encouraging results, new studies seem necessary to demonstrate the importance of scapular stabilization in reducing the prevalence of shoulder injuries during overhead gesture. The biases present in the studies and in the inter-article comparison suggest taking a step back on the interpretability of these observations.

Keyword: shoulder injury, overhead athletes, scapula, dyskinesia, prevention.