

Table des matières

1. Introduction	1
1.1. La natation	1
1.1.1. Définition de la pratique sportive [1], [2]	1
1.1.2. Rapport à l'anatomie.....	2
1.1.3. Biomécanique de la nage [4].....	2
1.1.3.1. Le crawl	2
1.1.3.2. Le papillon	3
1.1.3.3. Le dos crawlé.....	4
1.1.3.4. La brasse.....	4
1.2. Anatomie des structures associées à ce syndrome [5], [6]	4
1.2.1. L'épaule	4
1.2.2. La capsule articulaire de la gléno-humérale	5
1.2.3. Ligament gléno-huméral	6
1.2.4. Coiffe des rotateurs.....	6
1.2.5. Longue portion du biceps brachial.....	7
1.2.6. Petit pectoral.....	7
1.2.7. Grand dentelé.....	7
1.2.8. Trapèze	8
1.3. Le syndrome de l'épaule du nageur	8
1.3.1. Définition pathologie [7]–[12].....	8
1.3.2. Eléments déclencheurs de la douleur [8].....	9
1.3.3. Le bilan kinésithérapique de l'épaule du nageur [7].....	10
1.3.3.1. L'anamnèse	10
1.3.3.2. Le bilan visuel.....	10
1.3.3.3. Le bilan palpatoire	13
1.3.3.4. Le bilan Articulaire	13
1.3.3.5. Le bilan musculaire	15
1.3.3.6. Le bilan sensitif et moteur	16
1.3.4. Le traitement de l'épaule du nageur [16][12].....	16
1.3.4.1. Techniques antalgiques	16
1.3.4.2. Techniques d'étirement et d'assouplissement.....	17
1.3.4.3. Techniques de mobilisations articulaires	18

1.3.4.4.	Le renforcement musculaire.....	18
1.3.4.5.	La proprioception.....	19
1.3.4.6.	Retour au sport	19
1.3.5.	Les facteurs de risques [7].....	19
1.4.	Hypothèses et objectifs	20
2.	Méthode.....	21
2.1.	Critères d'éligibilité d'une étude pour cette revue	21
2.1.1.	Type d'étude	21
2.1.2.	La population.....	22
2.1.3.	Intervention.....	22
2.1.4.	Objectifs et critères de jugement.....	22
2.2.	Méthodologie de recherche d'études	23
2.2.1.	Sources documentaires investiguées	23
2.2.2.	Equation de recherche	23
2.3.	Méthode d'extraction et d'analyse des données.....	24
2.3.1.	Méthode de sélection des études.....	24
2.3.2.	Evaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées	25
2.3.3.	Extraction des données	26
2.3.4.	Méthode de synthèse des résultats	26
3.	Résultats.....	27
3.1.	Sélection des études.....	27
3.2.	Risque de biais des études incluses.....	29
3.3.	Effets de l'intervention	30
3.3.1.	Walker 2012	30
3.3.2.	Feijen 2021	31
3.3.3.	McLaine 2018	32
3.3.4.	Tate 2012.....	33
4.	Discussion.....	34
4.1.	Analyse des principaux résultats	34
4.1.1.	Les déficits d'amplitudes articulaires	34
4.1.2.	Les déficits de force musculaire	35
4.1.3.	Pratique du sport.....	37
4.1.4.	Antécédents	37
4.2.	Applicabilité des résultats en pratique clinique	38
4.2.1.	Population	38

4.2.2. Intérêt pour le patient et pour le thérapeute.....	39
4.3. Qualité des preuves.....	40
4.3.1. Le niveau de preuve	41
4.3.2. Grade et recommandations	41
4.4. Biais potentiels de la revue.....	42
5. Conclusion.....	45
Bibliographie	1
Annexes	3

1. Introduction

1.1. La natation

1.1.1. Définition de la pratique sportive [1], [2]

L'époque de l'apprentissage de la nage chez l'humain n'est pas définie, faute de preuve archéologique. On suppose cependant qu'il lui était possible de nager dès la préhistoire. Les premiers documents dont nous disposons datent d'une époque approchant l'an -4500 avant JC.

La natation ou action de nager est notre capacité à se mouvoir dans l'eau. La nage est possible grâce à des forces propulsives générées par notre énergie corporelle, elles proviennent à 90%, du tronc premièrement puis sont générées par les épaules. C'est donc une activité non naturelle. La force nécessaire pour nager est aussi dépendante de la résistance de l'eau bien plus grande que celle de l'air.

La nage sportive, [3] qui va être l'objet de cette étude, est devenue un sport olympique en 1896. Il existe également un championnat du monde dont la première édition a eu lieu en 1973 qui a lieu tous les deux ans (années impaires) de nos jours. La prochaine édition de ce championnat aura lieu du 13 au 29 mai 2022 à Fukuoka au Japon, initialement prévue pendant l'été 2021 elle a été reportée à la suite du report des jeux olympiques de Tokyo 2020 en raison de la pandémie mondiale de COVID-19. Nous nous intéresserons essentiellement aux courses et non pas aux pratiques artistiques ou à d'autres sports associés à la natation tel que le waterpolo. Les performances des athlètes tout au long des compétitions pendant une saison sportive sont récoltées sur une grille de temps et leur permettent de se qualifier pour des compétitions de grande envergure.

Lors des courses on différencie 4 styles de nage :

- Libre ou crawl (le plus rapide)
- Papillon
- Dos crawlé
- Brasse (le plus lent)

Les courses se font sur différentes distances dans des bassins de 50m de long généralement :

- Nage libre 50 ;100 ;200 ;400 ;800 ou 1500m
- Papillon 50 ;100 ou 200m
- Dos crawlé 50 ;100 ou 200m
- Brasse 50 ;100 ou 200m
- 4 nages (papillon puis dos puis brasse et enfin crawl) 100 ;200 ou 400m

Il existe aussi des courses de relais.

Les 40 épreuves (20 pour les hommes et 20 pour les femmes) sont représentées lors des championnats du monde mais uniquement 32 le sont au cours des jeux olympiques.

1.1.2. Rapport à l'anatomie

Au niveau anatomique la natation requiert, en plus de la force nécessaire à la propulsion, une grande souplesse au niveau des épaules. Cette liberté articulaire permet des mouvements relativement rapides à des amplitudes extrêmes. Elle occasionne cependant une laxité accrue de la capsule articulaire et des ligaments stabilisateurs de l'épaule. Cette laxité est compensée chez le nageur grâce au développement important des muscles de la coiffe des rotateurs. L'activité musculaire de la coiffe permet de garder la tête humérale centrée sur la glène pendant l'activité et ainsi éviter une lésion du bourrelet glénoïdien.

Les muscles agonistes de la nage sont le grand dorsal et le grand pectoral principalement mais aussi les rotateurs internes d'épaule et les extenseurs de coude.

Le muscle supra-épineux et la longue portion du biceps sont les muscles antagonistes principalement lésés dans le syndrome de l'épaule du nageur.

Les rotateurs externes n'ont pas de rôle excentrique freinateur important car le mouvement est peu rapide en comparaison avec d'autres sports dits « overhead » dont les pathologies peuvent être similaires. L'exemple du mouvement d'armé-lancé (handball, volleyball ou baseball) est beaucoup plus rapide. En natation le mouvement est fait dans un milieu avec une plus grande résistance donc à vitesse moindre.

Ainsi la pratique de ce sport demande une technique précise, une musculature de la ceinture scapulaire importante, une certaine souplesse des épaules et un bon échauffement.

1.1.3. Biomécanique de la nage [4]

Ne seront détaillés que les cycles des membres supérieurs pour les besoins de notre étude.

1.1.3.1. Le crawl

Chez le nageur expert on identifie 5 phases dans le cycle des bras :

- L'entrée de la main et étirement du bras.

La main entre dans l'eau en avant de l'épaule qui est en flexion est en rotation médiale, le coude est légèrement fléchi et l'avant-bras en pronation : la paume de la main regarde en dehors. S'en suit une élévation maximale de l'épaule, une dérotation et une extension de coude : la paume de la main regarde en bas.

Son but est de réduire les résistances à l'avancement, c'est ce qu'on appelle l'effet bulbe : la création d'une vague en avant du corps va interférer négativement avec la vague d'étrave, elles auront tendance à s'annuler.

Elle se termine en même temps que la phase propulsive de l'autre membre.

- La traction.

Le membre supérieur (MS) effectue un retour de flexion coude tendu et rapproche la main du point le plus profond. En fin de mouvement le coude se fléchit légèrement et l'épaule fait une rotation médiale ainsi qu'une légère adduction : La paume de la main regarde en haut et en dedans.

- La poussée

L'épaule écarte le bras de l'axe du corps par une abduction associée à une rotation médiale maximale jusqu'à ce que la main arrive au niveau de la cuisse, la paume regardant en haut et en dehors.

C'est souvent lors de cette phase que les nageurs se plaignent de douleurs.

- Sortie de la main.

Le deltoïde postérieur va permettre l'extension d'épaule qui sortira la main de l'eau.

- Retour aérien.

Il est axé avec le corps l'épaule passe de la rotation interne à externe : paume de la main regarde vers l'intérieur.

Les mouvements des bras doivent être coordonnés et le chevauchement du cycle d'un membre par rapport à l'autre dépendra de la distance à parcourir. On parle de cycles « semi-rattrapé », « d'opposition » et de « superposition ».

1.1.3.2. Le papillon

Le mouvement des MS est bilatéral et symétrique.

- Entrée dans l'eau et étirement.

Dans l'axe des épaules qui sont en rotation médiale, les coudes légèrement fléchis et les avant-bras en pronation : paumes de main tournées vers l'extérieur. S'en suit une extension des coudes et un mouvement ondulatoire partant des mains et traversant tout le corps.

- Traction.

Se traduit par des mouvements semi-circulaires de retour de flexion d'épaules associé à une adduction. Les mains doivent atteindre le point le plus profond et donc le nageur doit garder les coudes en extension, autant que possible.

- Poussée.

Correspond à la fin de retour de flexion des épaules associée à une rotation interne un retour d'adduction et une extension complète des coudes : les paumes des mains sont orientées en arrière et en dehors. La phase de poussée prend fin lorsque les membres sont le long du corps coudes tendus avec une rotation d'épaules neutre.

- Sortie et retour aérien.

Les coudes sortent de l'eau en premier suivis des mains puis des pouces qui sont orientés vers le bas.

Le mouvement de retour passe de l'extension des épaules à l'abduction puis à la flexion en associant une rotation externe : mouvement semi-circulaire. Les coudes restent fléchis et les tendons des longs biceps sont très étirés pendant cette phase.

1.1.3.3. Le dos crawlé

- Entrée dans l'eau.

L'épaule est en flexion maximale associée à une importante rotation médiale. Le coude est déjà en extension. C'est le 5^{ème} doigt qui entre dans l'eau en premier.

La longueur de bras maximum est recherchée pour créer un bras de levier qui permettra la meilleure propulsion et stabilisera le corps de l'athlète pendant le retour de l'autre membre.

- Traction et poussée.

Mouvement semi-circulaire de l'épaule qui passe de la flexion à l'abduction puis à l'extension. La rotation est médiale en fin de mouvement, le membre est le long du corps, la paume de la main regardant en bas. Une flexion de coude plus ou moins importante est associée au mouvement.

Ces phases demandent une grande souplesse d'épaules et peuvent être la cause d'une hyperlaxité.

- Sortie de l'eau et retour aérien.

Une flexion d'épaule coude tendu va placer le membre pour un nouveau cycle de bras. A noter que la rotation médiale d'épaule préparant la main à l'entrée commence lorsque le membre est à la verticale.

1.1.3.4. La brasse

Mouvement bilatéral et symétrique. On ne détaillera pas la biomécanique d'un cycle de bras de la brasse, car les pathologies associées sont plus fréquentes au niveau des genoux que des épaules.

1.2. Anatomie des structures associées à ce syndrome [5], [6]

1.2.1. L'épaule

C'est un complexe articulaire composé de 5 articulations :

- Gléno-humérale ou scapulo-humérale

C'est la plus mobile.

Les éléments en présence sont l'angle supéro-latéral de la scapula qui s'articule avec la tête humérale grâce à la glène. Le labrum qui est un anneau de fibrocartilage entoure la glène.

Parmi les moyens d'union nous détailleront l'anatomie de la capsule articulaire ainsi que les ligaments antérieurs empêchant la subluxation de la tête humérale (ligament gléno-huméral). Mais il y a aussi une synoviale, un labrum et d'autres ligaments.

Certains tendons musculaires ont un rôle d'élément stabilisateur : les muscles de la coiffe des rotateurs, le long biceps et le long triceps.

- Scapulo-thoracique

Elle ne présente pas de surface articulaire. C'est un plan de glissement de la scapula sur le grill costal : syssarcose.

De la profondeur à la surface on retrouve la cage thoracique (côtes 1 à 7), le muscle grand dentelé et la scapula.

Les moyens d'union sont exclusivement musculaires.

- Sterno-claviculaire

C'est le seul point de contact entre la ceinture scapulaire et le tronc. Il doit être à la fois assez mobile pour permettre les mouvements du moignon de l'épaule tout en conservant une bonne stabilité.

La partie médiale de la clavicule et le premier cartilage costal s'articulent avec le manubrium sternal. Un ménisque sépare en deux le compartiment articulaire.

Les moyens d'union sont une capsule articulaire, un ménisque, une synoviale, des ligaments et des muscles stabilisateurs.

- Acromio-claviculaire

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

La face inférieure de l'extrémité latérale de la clavicule s'articule avec la face supérieure de l'acromion.

On note la présence d'une capsule articulaire, une synoviale, des ligaments et des muscles stabilisateurs.

- Sous acromiale ou sous deltoïdienne

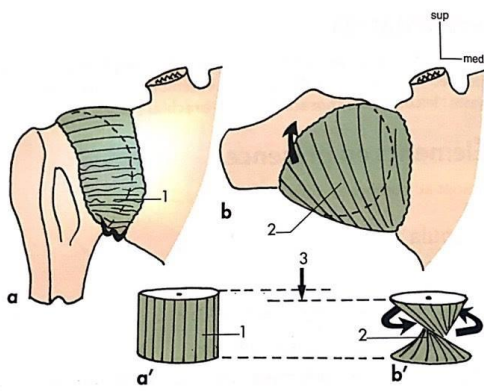
Correspond à la bourse sous acromio-deltoïdienne. Elle favorise les glissements du muscle supra-épineux et du tubercule majeur sous le muscle deltoïde et de la voute acromio-coracoïdienne lors de l'abduction du membre supérieur.

Le complexe de l'épaule permet des mouvements de flexion/antépulsion et extension/rétropulsion dans le plan sagittal ; des mouvements d'abduction et d'adduction dans le plan frontal et des mouvements de rotation médiale et latérale dans le plan horizontal. Lors de l'usage quotidien de notre membre supérieur ces différents mouvements sont associés pour permettre son importante mobilité.

1.2.2. La capsule articulaire de la gléno-humérale

Elle fait partie des moyens d'union de l'articulation la plus mobile du complexe de l'épaule. Elle s'insère sur tout le pourtour des surfaces cartilagineuses.

Sur la scapula elle englobe le tubercule supra-glénoïdien.



► 2-4
Capsule en position de référence (a, a') et en rotation latérale – abduction (b, b').

1. Fibres détendues (et freins inférieurs)
2. Torsion et tension des fibres
3. Effet de serrage articulaire (stabilité)

Au niveau de l'humérus elle s'insère sur le col anatomique, au contact de la tête, sauf en bas et en dedans où elle s'éloigne du cartilage et descend 1.5cm plus bas, jusqu'au col chirurgical.

Elle s'insère sur l'ensemble de la face périphérique du labrum.

Elle est relativement lâche permettant des décoaptations articulaires jusqu'à 2cm et autorisant donc les mouvements

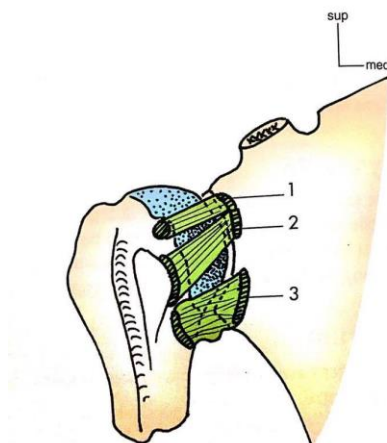
complexes en mobilisant ses fibres dans plusieurs plans simultanément.

Les fibres sont parallèles, scapulo-humérales, lors de mouvements tridimensionnels elles se tendent progressivement jusqu'à atteindre leur tension maximale qui stabilise l'articulation.

Lors de mouvements au-dessus de la tête, en particulier l'armé, l'instabilité osseuse est compensée par le serrage capsulo-ligamentaire.

Elle présente deux points faibles : l'un supérieur qui laisse parfois le passage de la synoviale et l'autre inférieur qui peut être distendu par le passage de la tête humérale lors des luxations scapulo-humérales antéro-médiales.

1.2.3. Ligament gléno-huméral



► 2-10
Les 3 faisceaux du ligament gléno-huméral.

1. Faisceau supérieur
2. Faisceau moyen
3. Faisceau inférieur

Les 3 faisceaux ont pour origine le bord antérieur de la glène scapulaire et du labrum. Ils sont disposés en Z.

Le faisceau supérieur est presque horizontal en dehors et se termine sur la partie antérieure du col anatomique de l'humérus, dans la fosse supra-tuberculaire.

Le faisceau moyen est dirigé en dehors et en bas, il est élargi en éventail. Il se termine sur le bord médial du tubercule mineur.

Le faisceau inférieur est large, dirigé horizontalement en dehors. Il se termine sur la partie antéro-inférieure du col chirurgical.

1.2.4. Coiffe des rotateurs

Les muscles de la coiffe des rotateurs sont le subscapulaire (rotateur médial), l'infra-épineux et le petit rond (rotateurs latéraux) et le supra-épineux. Son rôle principal est la stabilisation de l'articulation gléno-humérale.

Nous ne détaillerons que l'anatomie du supra-épineux qui est les plus souvent lésé au cours de ce syndrome.

Il s'insère dans les 2/3 médiaux de la fosse supra épineuse de la scapula. Il se dirige en dehors et en avant, passe sous la voûte acromiale et surplombe la tête humérale pour se terminer sur le tubercule majeur.

Il permet le centrage et la suspension de la tête humérale. Il est abducteur. Il n'a pas d'action rotatoire. Il est innervé par le nerf suprascapulaire (C5-C6).

1.2.5. Longue portion du biceps brachial

Elle peut être lésée par son étirement, retour balistique de la nage papillon.

Elle s'insère sur le tubercule supra-glénoïdien, tendon intra-capsulaire. Elle est verticale dans la loge antérieure du bras et se termine sur la partie postérieure de la tubérosité radiale.

Elle stabilise la tête humérale en avant, en l'abaissant, son tendon est associé à un ligament actif.

Elle permet la flexion de la scapulo-humérale, la flexion de coude et la supination de l'avant-bras.

Elle est innervée par le nerf musculo-cutanée (C5-C6)

1.2.6. Petit pectoral

Il est souvent rétracté.

Son insertion proximale est sur le processus coracoïde de la scapula. Il forme un éventail dirigé en bas et en dedans. Il recouvre le plexus brachial en profondeur du grand pectoral. Il se termine sur la face antérieure des 3 ;4 et 5èmes côtes (près du cartilage costal).

Il fait partie des muscles inspireurs accessoires. Il permet une antépulsion du moignon de l'épaule et une bascule antérieure de la scapula.

Il est innervé par le nerf pectoral médial (C8-T1).

1.2.7. Grand dentelé

Aussi appelé dentelé antérieur ou serratus anterior peut perdre en force.

On distingue trois faisceaux :

- Le supérieur part du bord latéral de la première et deuxième côte, se dirige en arrière pour se terminer sur la face antérieure de la scapula près de l'angle supéro-médial.
- Le moyen part de la face latérale des 2 ;3 et 4èmes côtes, ses insertions forment des digitations. Il est dirigé en arrière et se termine sur la face antérieure de la scapula en bande évasée à ses extrémités longeant tout son bord médial.
- L'inférieur part de la face latérale des côtes 5 à 10, se dirige en arrière et en haut et se termine sur la face antérieure de la scapula près de son angle inférieur.

Il constitue un plan de glissement de la scapula sur le grill costal.

Il synergise avec les muscles rhomboïdes pour stabiliser la scapula.

Il est inspireur accessoire. Il propulse l'épaule en avant. Il participe à l'abduction du bras en plaçant la scapula en sonnette latérale. Il est abaisseur de scapula.

Il est innervé par le nerf thoracique long (C5-C6 +/-C7).

1.2.8. Trapèze

Le faisceau supérieur est souvent contracturé.

Son insertion proximale se fait du 1/3 médial de la ligne nuchale supérieure à la protubérance occipitale latérale. Il est dirigé en bas et en dehors pour se finir sur le bord postérieur et la face supérieure de la clavicule.

Les actions spécifiques du faisceau supérieur du trapèze sont l'élévation du moignon de l'épaule et la sonnette latérale de la scapula. Il permet l'extension, la rotation contralatérale et l'inclinaison homolatérale du rachis cervical.

Le faisceau moyen ne sera pas détaillé.

Le faisceau inférieur perd souvent en force.

Il s'insère sur les processus épineux de T4 à T11, se dirige en haut et en dehors pour se finir sur le bord postérieur de l'épine scapulaire, tubercule du trapèze.

Les actions spécifiques du faisceau inférieur du trapèze sont l'abaissement du moignon de l'épaule et la sonnette latérale de scapula participant au mouvement d'adduction du bras.

Il a un rôle de sustentation (soutien, équilibre) du rachis inférieur.

Globalement le trapèze plaque les muscles sous-jacents, il est stabilisateur cervico-thoraco-scapulaire.

Il est innervé par le nerf accessoire (XI) et le nerf du trapèze (C3 +/- C4) pour la proprioception.

1.3. Le syndrome de l'épaule du nageur

1.3.1. Définition pathologie [7]–[12]

Le principal symptôme de ce syndrome est une douleur localisée à l'épaule, souvent profonde et à la face postérieure de l'articulation, moins souvent à la face antérieure pouvant traduire une atteinte du long biceps.

Selon les écrits cette pathologie toucherait 40 à 91% des nageurs selon les auteurs. Mais nous retiendrons que plus d'un tiers des nageurs souffrent un jour d'une épaule les empêchant de pratiquer leur sport.

Les nageurs présentant ce syndrome sont des athlètes de haut niveau avec un volume d'entraînement très important. Ils parcourent en moyenne 8 à 12 kilomètres par jour lors de leurs deux entraînements quotidiens. Cette charge de travail leur demande de réaliser près de 9900 mouvements d'épaule pour chaque membre par jour pour les hommes et jusqu'à 16500 pour les femmes, selon Arnaud Tixier : kinésithérapeute de l'équipe de France de natation.

Il est possible de retrouver plusieurs types de lésions :

- La lésion du crawler ou lésion du tendon du muscle supra-épineux.

Cette lésion peut être causée par un conflit sous acromial.

Elle peut aussi être la conséquence d'un défaut de vascularisation (lésion d'origine ischémique) La zone avasculaire du supra-épineux se trouve à 1cm de son insertion sur le tubercule majeur.

- La lésion du papillonneur ou lésion de la portion longue du biceps.

La phase aquatique de la nage papillon est similaire à celle du crawl à l'exception faite que le mouvement est bilatéral.

En revanche la phase aérienne se fait coude tendu, contre coude fléchi en crawl, c'est ce qui est nommé « retour balistique ». La longue portion du biceps souffre de la répétition de ce mouvement car il est très étiré en fin de propulsion et tout au long de la phase aérienne.

- La lésion du dossiste

Le dos crawlé se fait par des mouvements aux amplitudes extrêmes entraînant une laxité multidirectionnelle. On observe en particulier une distension de la capsule articulaire antérieure ainsi que des ligaments gléno-huméraux.

- La lésion du brasseur

L'association de la flexion et de l'adduction de gléno-humérale peut avoir une atteinte sur l'articulation acromio-claviculaire.

Cependant la principale lésion du brasseur est au niveau du compartiment médial du genou et ne nous intéressera donc pas dans le cadre de notre étude.

En résumé ce syndrome regroupe des tendinopathies mais aussi des déséquilibres musculaires ou capsulo-ligamentaires responsables de douleurs.

1.3.2. Eléments déclencheurs de la douleur [8]

L'hypersollicitation musculaire en raison de de nombre important d'entraînements quotidiens, pouvant aller jusqu'à un syndrome loges qu'il soit aigu ou chronique (syndrome d'ischémie musculaire d'effort).

Le conflit sous acromial, ce sont des frottements anormaux entre l'acromion et les tendons des muscles de la coiffe des rotateurs recouvrant la tête humérale. Ils créent une inflammation des tissus mous occasionnant une douleur. Une rupture des tendons est à craindre sans prise en charge.

Une laxité de l'épaule entraîne une instabilité de l'articulation gléno-humérale, presque toujours antérieure.

La dyskinésie scapulo-thoracique est une altération de la position scapulaire au repos ou lors des mouvements.

Dans le syndrome de l'épaule du nageur elle souvent causée par une fatigabilité des muscles grand dentelé et trapèze inférieur.

Elle peut aussi associer un raccourcissement des muscles petit pectoral et la courte portion du biceps qui s'insèrent sur le processus coracoïde ainsi que du trapèze supérieur. Lorsque l'on observe une dyskinésie scapulo-thoracique il est nécessaire de vérifier que le patient n'ait pas de déficit de rotation interne de gléno-humérale (GIRD) afin d'objectiver une rétraction capsulo-ligamentaire postérieure.

Un déséquilibre musculaire peut provoquer une instabilité fonctionnelle, les muscles plus forts peuvent causer une malposition de l'articulation entraînant une rétraction de certaines structures anatomiques.

Une faiblesse des muscles antagonistes occasionne une insuffisance de leurs capacités frénatrices peut être la cause d'une rupture du tendon de ces derniers.

La notion d'anoxie ou d'hypoxie tissulaire qui est une diminution du dioxygène mobilisable par les cellules musculaires causant une souffrance des tissus.

Un mauvais geste technique ou une erreur d'entraînement qui devront être décelées et corrigées aussi par le coach de l'athlète.

1.3.3. Le bilan kinésithérapique de l'épaule du nageur [7]

1.3.3.1. L'anamnèse

L'interrogatoire du patient est primordial, on lui pose des questions sur d'éventuels changements pouvant être à l'origine de ces douleurs : augmentation de la charge d'entraînement en vue d'une compétition, à quel moment s'est-il rendu compte de qu'il avait mal, généralement pendant l'entraînement ou juste après, les athlètes continuent de nager malgré la douleur, où est-ce que la douleur est localisée ainsi que le type de douleur, souvent comparables aux douleurs d'une tendinopathie de la coiffe des rotateurs.

1.3.3.2. Le bilan visuel

Comme tous les bilans qui suivront il est toujours bilatéral et comparatif, on détermine un côté sain et un côté pathologique.

On commence par observer le nageur lorsqu'il est immobile, on recherche un excès de cyphose thoracique et/ou lordose cervicale qui diminuera la mobilité scapulaire, on regarde la symétrie scapulaire mais aussi la trophicité musculaire.

Sont souvent remarqués une antériorisation de la tête humérale et une bascule antérieure de la scapula.

Lorsque la scapula est mal positionnée on parle de dyskinésie. [13], [14]

Pour évaluer une dyskinésie on dispose de plusieurs outils comme la classification de Kibler en quatre types :

- Type I correspond à une proéminence de l'angle inférieur de la scapula.
- Type II correspond à une proéminence de tout le bord médial de la scapula.
- Type III correspond à une proéminence du bord supéro-médial de la scapula ainsi que de son élévation précoce lors de mouvements de l'articulation gléno-humérale.
- Type IV correspond à une scapula normale.



	Douleur	Oui	Non	Score	
Subjectif	Coracoïde	1	0		
	Articulation acromio-claviculaire (AC)	1	0		
	Périscapulaire	1	0		
	Bras proximo-latéral	1	0		
	Radiculaire	1	0		
Objectif	Coracoïde	1	0		
	Articulation acromio-claviculaire (AC)	1	0		
	Angle scapulaire	1	0		
	Test de conflit	1	0		
	Test d'assistance scapulaire	1	0		
	Syndrome du défilé thoracique	1	0		
Malposition scapulaire	0 cm	1 cm	2 cm	3 cm	Score
Infer	0	1	2	3	
Protraction latérale	0	1	2	3	
Abduction	0	5	10	15	
	0	1	2	3	
	Score total				

Il existe également un score qui permet d'apprécier la sévérité de l'atteinte, c'est le score Morgan ou SICK scapula score (Scapular malposition, Inferior medial border prominence, Coracoid pain and malposition, and dysKinesis of scapular movement).

Ce score prend en compte la douleur subjective du patient, la constatation objective de cette douleur à l'examen ainsi que l'importance en centimètres de la malposition statique de la scapula.

Ce score permet le suivi de l'évolution de la dyskinésie et peut être utilisé comme critère de reprise du sport.

Cette dyskinésie est souvent la preuve d'un allongement des muscles fixateurs postérieurs (trapèze inférieur) et d'une hypo-extensibilité des muscles antérieurs (petit pectoral, dentelé antérieur).

On poursuit ce bilan visuel par l'observation dynamique de la scapula. Le patient va réaliser plusieurs mouvements de flexion-extension dans le plans sagittal strict mais aussi dans le plan de la scapula (30 à 45° en avant du plan frontal) ainsi que des mouvements d'abduction-adduction.

L'examineur placé derrière le sujet devra observer le rythme scapulo-huméral pouvant indiquer un décentrage dynamique de la tête humérale.

On retrouve une certaine fatigue musculaire et le plus souvent dans la phase de retour.

L'exercice peut être compliqué à l'aide d'un poids léger porté à bout de bras.

A noter que la fatigue, les douleurs, les bloquages articulaires, et l'hypertonie musculaire ne sont pas nécessairement pathologiques chez le sportif de haut niveau mais peuvent tout de même perturber le rythme scapulo-huméral.

L'examen visuel des dyskinésies a une bonne validité pour un praticien expérimenté, en revanche la classification de celles-ci est moins précise d'un examinateur à l'autre.

Le pourcentage d'agréments interexamineurs est de 61% pour la classification de Kibler alors qu'elle est de 79% pour celle du « oui-non ». [13]

Deux manœuvres correctrices permettent de vérifier l'observation d'une dyskinésie scapulo-thoracique, elles doivent faire disparaître ses répercussions : douleurs, diminution des amplitudes articulaires et/ou le fonctionnement musculaire de la coiffe des rotateurs.

Le test d'assistance scapulaire ou SAT aide à évaluer la responsabilité de la dyskinésie sur la symptomatologie douloureuse associée au conflit sous-acromial.

L'examineur stabilise l'angle supérieur de la scapula et pousse l'angle inférieur en bascule post et sonnette latérale pour stimuler le couple de force synergique des muscles grand dentelé et trapèze inférieur.

Le patient fait ensuite une élévation du membre supérieur.

Le test est positif lorsque l'arc précédemment douloureux est réduit et que la mobilité du patient est accrue.

Le test de rétraction scapulaire ou SRT (scapular retraction test) aide à évaluer la responsabilité de la dyskinésie sur la mobilité et la force de l'épaule.

L'examineur plaque la scapula du patient sur le grill costal en position neutre grâce à son avant-bras ce positionnement permet à l'épaule d'être bien plus stable lors de ses mouvements.

Le patient fait une élévation du membre supérieur dans le plan de la scapula, il se retrouve dans la même position que lors du test de Jobe.

Le test est positif si la force du muscle supra-épineux est augmentée ou si la mobilité du bras est accrue.

1.3.3.3. Le bilan palpatoire

Cet examen a pour but de rechercher les points douloureux au niveau :

- Du tubercule majeur, insertion du supra-épineux.
- De la pointe de l'acromion, insertion du deltoïde et un prolongement de l'insertion du trapèze supérieur.
- Du processus coracoïde, insertion du petit pectoral, de la portion courte du biceps brachial.
- De certains points gâchettes en particulier au niveau du trapèze supérieur.
- Du ligament acromio coracoïdien.
- De l'articulation acromio-claviculaire.

1.3.3.4. Le bilan Articulaire

On testera premièrement la ceinture scapulaire dans sa globalité :

- La flexion doit être $> 180^\circ$ (gléno-humérale et scapulo-thoracique).
- Flexion de gléno-humérale = 90° (scapula fixée par l'examineur).
- Rotation latérale = 90° (mesurée avec l'épaule à 90° d'abduction). Rotation médiale $> 90^\circ$ (mesurée avec l'épaule à 90° d'abduction). Une rétraction des structures capsulo-ligamentaires de l'articulation gléno-humérale peut être à l'origine d'un GIRD.
- La rotation médiale maximale, la main dans le dos remonte jusqu'aux vertèbres thoraciques T4-T6. On considère cependant que 66% de la rotation médiale est obtenue lorsque la main est au niveau du sacrum et qu'après c'est la flexion de coude qui est plus sollicitée.

Les rotations médiale et latérale des nageurs sont augmentées par rapport à la moyenne, la souplesse d'épaule étant indispensable pour réaliser les mouvements de natation.

Dans un deuxième temps on effectuera des tests plus spécifiques de la ceinture scapulaire :

- Articulation sterno-claviculaire, faible mobilité, on appréciera les mouvements de glissement vers l'arrière et en bas de la clavicule par rapport au sternum. Si elle est enraidie cela gênera les mouvements huméraux.
- Articulation acromio-claviculaire, faible mobilité, on appréciera les mouvements antéro-postérieurs de la clavicule par rapport à l'acromion. Cette recherche peut être faite en passif par l'examineur ou en posant ses doigts sur l'articulation et en demandant au patient une série d'antépulsion et de rétropulsion du moignon de l'épaule.

Troisièmement il est important d'évaluer la mobilité rachidienne :

- Thoracique, des raideurs entraînent des compensations nocives au niveau de l'épaule du nageur. On peut remarquer une attitude en cyphose de l'athlète diminuant la mobilité scapulaire et par conséquent ayant un impact sur l'articulation gléno-humérale.
- Cervicale, l'épaule y est comme suspendue et sa dysfonction peut engendrer des douleurs scapulaires.

Il est indispensable de tester les conflits potentiels de l'articulation. 36% des nageurs répondraient positivement à un test de conflit

On en citera 3 : [15]

- Signe et test d'impingement de Neer et Welsh, le patient se place en flexion d'épaule et rotation médiale maximum pendant que l'examineur empêche la sonnette de la scapula. Le tubercule majeur coince les tendons des muscles de la coiffe des rotateurs sous le bord antérieur de l'acromion ce qui réveille la douleur : signe positif
- Signe de Hawkins, le patient se place en flexion d'épaule à 90° et coude fléchi. Lorsque le signe est positif la douleur est réveillée par une mise en rotation médiale passive. La coiffe est comprimée sous le ligament acromio-coracoïdien et au bord antéro-supérieur de la glène. Il indique un conflit antéro-supérieur ou antéro-interne.
- Test de Yocum, le patient place sa main sur l'épaule contro-latérale et doit soulever son coude fléchi contre résistance. Le conflit se fait entre le tubercule majeur et le ligament acromio-coracoïdien, puis avec l'articulation acromio-claviculaire.

On vérifiera la stabilité de l'épaule par un test d'appréhension : on place le membre du patient à 90° d'abduction, rotation latérale maximale avec le coude à 90° de flexion. On applique une force sur la face postérieure de l'épaule du patient pouvant créer de l'inconfort mais rarement de sensation de peur ou d'instabilité chez le nageur.

La pratique de la natation augmente modérément la laxité de l'épaule dans toutes les directions. Elle est symptomatique lorsque que le patient observe une subluxation ou une malposition de l'articulation.

- Le test de la laxité inférieur met en évidence ou non la présence du signe du sillon, dépression entre le bord latéral de l'acromion et la tête humérale lorsque que l'on tracte le MS, positionné le long du corps, vers le bas. Il indique une subluxation de la tête humérale vers le bas.
 - ⇒ Niveau 1 moins d'une largeur de doigt (< 1cm)
 - ⇒ Niveau 2 une largeur de doigt (1-2cm)
 - ⇒ Niveau 3 plus d'une largeur de doigt (> 2cm)
- Le test des tiroirs antérieur et postérieur de l'humérus. Le patient est assis le bras en abduction à 90° et l'avant-bras en supination. L'examineur bloque l'acromion entre son pouce et son index et avec son autre main il mobilise la tête humérale en cherchant un jeu dans l'articulation gléno-humérale.

Les tests de laxité générale montrent une composition différente du collagène de la personne. Elle est plus fréquente chez les femmes.

La laxité, à dominance antéro-postérieur, est présente chez près de 70% des nageurs. [7]

1.3.3.5. Le bilan musculaire

Il a pour but d'évaluer quels muscles sont rétractés, lesquels sont allongés, affaiblis voir amyotrophiés à cause d'un déficit de recrutement, et lesquels ont perdu en force à cause des douleurs.

Il y a souvent une rétraction du muscle petit pectoral (ou du court biceps) qui peut être objectivée en centimètres. Le patient est en décubitus dorsal, on mesure la distance entre l'angle postérieur de l'acromion et la table.

Le trapèze supérieur peut aussi être raccourci. Il peut être intéressant de mesurer la distance entre le tragus de l'oreille et le bord latéral de l'acromion.

Les muscles pouvant être affaiblis sont principalement le trapèze inférieur et le grand dentelé :

- Le trapèze inférieur est testé en décubitus ventral, le membre supérieur en élévation maximale et coude tendu (superman). Le patient doit décoller son membre du plan de la table. La résistance de l'examineur est placée au niveau de la partie inférieure du bras.
- Le dentelé antérieur est testé en décubitus dorsal (ou assis), le bras est vertical et le coude est fléchi, main à l'épaule. On demande au patient de projeter son membre supérieur vers le haut. On place une résistance au niveau du coude fléchi. Si le mouvement s'accompagne d'une adduction, le patient compense sa faiblesse musculaire avec son grand pectoral.

On utilisera le testing des muscles de la coiffe [15]. Les tests sont très sensibles (90%) mais peu spécifique (50%) [7]. On cherche une perte de force liée à la douleur due à une lésion du tendon au cours d'une contraction isométrique traduisant une inflammation. On peut parfois observer une perte de force synonyme d'amyotrophie ou de rupture du tendon. Ne seront détaillés que les tests du supra-épineux et de la longue portion du biceps, qui sont les principaux muscles lésés dans ce syndrome.

La force du supra-épineux est évaluée grâce au « full can test » qui est plus spécifique que le test de Jobe.

Le patient fait une élévation dans le plan de la scapula, coude tendu et pouce vers le haut. L'examineur exerce une force vers le bas au niveau du poignet à laquelle le patient doit résister.

Si la tête humérale se subluxé en haut et en avant le test est positif et on peut suspecter une rupture associée du supra-épineux et du subscapulaire.

Le test est cependant ininterprétable si la douleur empêche le patient de résister contre le praticien. Il faut donc le prévenir que cela va être douloureux et lui demander de tenir la contraction au maximum.

Pour évaluer la force de la longue portion du biceps on pourra utiliser 2 tests :

- Le « palm-up test », le patient doit réaliser une élévation coude tendu et paume de la main vers le ciel. Il doit résister à une pression dirigée vers le sol et placée au niveau des poignets. Le test est positif si le patient ne résiste pas et qu'il ressent une douleur connue. Le test est très intéressant lorsqu'il est négatif car il permet d'éliminer une implication du long biceps avec un faible risque d'erreur.
- Le test de Yergason, le patient est coude au corps fléchi à 90° et l'avant-bras en pronation. Il doit réaliser une supination contre résistance. Le test est positif lorsqu'il décrit une douleur. Ce test a initialement été créé afin de tester les ligaments antérieurs de la gléno-humérale. Le tendon du long biceps a une action de centrage de la tête humérale et peut être associé à un ligament actif. C'est pourquoi ce test l'évalue très bien.

Si on ne trouve rien il est intéressant de réaliser les autres tests des muscles de la coiffe des rotateurs : « test de la patte » pour l'infra-épineux et le petit rond, test de Geber pour le sub-scapulaire...

Les tests provoquent dans un premier temps de simples douleurs mais peuvent aussi indiquer une faiblesse musculaire, souvent du supra-épineux, dans les cas les plus pathologiques.

1.3.3.6. Le bilan sensitif et moteur

Les tests de kinesthésie et de stathésésie sont rarement contributifs chez les athlètes de haut niveau car ils ont une perception fine de leur schéma corporel.

On pourra tester la vigilance neuro-musculaire de l'athlète et intégrer sa reprogrammation à la rééducation si nécessaire.

1.3.4. Le traitement de l'épaule du nageur [16][12]

1.3.4.1. Techniques antalgiques

L'apaisement des douleurs est le but premier du traitement kinésithérapique. Pour cela le nageur doit prendre du repos, par une diminution conséquente voir un arrêt de total de son entraînement pendant 3 à 4 semaines. Cette modification de l'activité du patient a visée la limitation de l'aggravation de l'atteinte de la coiffe des rotateurs.

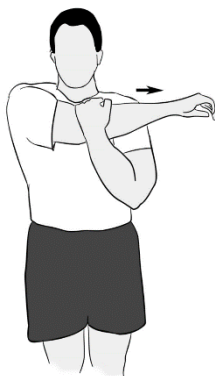
Le traitement commence par un apaisement des douleurs : massage et cryothérapie. Il est intéressant d'y associer des séances de TENS antalgique et un traitement anti-inflammatoire non stéroïdien.

1.3.4.2. Techniques d'étirement et d'assouplissement

Elles participent au rétablissement de la balance agonistes/antagonistes. Le nageur a généralement une attitude en fermeture antérieure causée par une hypoextensibilité musculaire et fasciale.

Le petit pectoral entraîne une attitude en bascule antérieure de la scapula et le grand dentelé est responsable d'un enroulement des épaules ou sagittalisation. Ces deux mouvements favorisent l'antépulsion par le grand pectoral. Il sera nécessaire d'étirer certains muscles notamment avec des exercices que le nageur pourra réaliser seul :

- Le grand pectoral, patient debout, épaule à 90° de flexion et d'abduction, coude fléchi à 90°. Il place son bras et son MS au contact d'un mur et effectue une rotation du rachis controlatérale, son regard accompagne la rotation, il peut avancer son tronc en fléchissant ses membres inférieurs. A chaque expiration il majorera l'étirement. Rappeler au patient de garder l'épaule basse et de rapprocher la scapula du rachis (adduction).
- Le petit pectoral, patient debout, avec les mains dans le dos il croise les doigts. Il emmène ses épaules vers l'arrière (rétropulsion de la tête humérale) et tient la position une quinzaine de secondes, répété de 3 à 5 fois. Rappeler au patient de garder la tête droite, le menton rentré et de respirer profondément.
- Le trapèze supérieur, patient debout ou assis, l'épaule doit être abaissée soit activement soit à l'aide d'une bande élastique calée sous les pieds et tenue dans la main homolatérale. Le patient fera ensuite une inclinaison controlatérale et une rotation homolatérale de son rachis cervical, pouvant être majorées par la main controlatérale. Respiration profonde pendant l'étirement d'une quinzaine de secondes répété 3 à 5 fois.
- Le trapèze en globalité, patient debout, doigts joints en avant, les paumes de main dirigées vers l'avant, MS à l'horizontale, menton rentré contre le thorax. Il faut souffler pendant l'étirement, maintenir la position une quinzaine de secondes et le répéter 3 à 5 fois.
- Le grand dorsal, patient debout, bras au ciel, il incline son tronc du côté controlatéral. L'étirement est majoré en tractant le poignet au zénith avec la main controlatérale.



-Cross arm stretch, pour détendre les structures postérieures, on place la main homolatérale sur l'épaule controlatérale, la main controlatérale soutient le coude homolatéral pour maintenir une flexion d'épaule de 90° puis tire le bras en adduction pendant une quinzaine de secondes répété 3 à 5 fois.

- Slipper stretch, en décubitus latéral, tête pausée sur l'épaule en légère flexion et abduction, le coude fléchi à 90°. Le patient emmène le bras en rotation médiale passivement grâce au membre controlatéral jusqu'à une sensation d'étirement. Il maintient la position une quinzaine de secondes et respire profondément. L'exercice sera répété 3 à 5 fois.

On associera à ces étirements des techniques de levée de tension musculaire ou des techniques des Jones [17] localisées en fonction des douleurs et de l'origine de l'hypo extensibilité.

Au-delà de l'épaule, une attitude en cyphose thoracique est souvent retrouvée chez le nageur, due en partie à une surutilisation des muscles antérieurs. Cette attitude se répercute par un enroulement des épaules associée ou non avec une bascule antérieure de la scapula. Dans ce cas il est aussi important de traiter les déformations au niveau du rachis. Dans le cas contraire les corrections apportées à la ceinture scapulaire seraient éphémères.

1.3.4.3. Techniques de mobilisations articulaires

C'est rare mais les bilans peuvent montrer un déficit articulaire, en particulier au niveau du rachis thoracique.

Pour lutter contre l'attitude cyphotique du patient il est intéressant d'utiliser la méthode MDT (diagnostique et thérapie mécanique) [18]. Elle permet une auto-rééducation pour un entretien plus préventif.

Pour un gain significatif et rapide en mobilité on utilisera des mobilisations spécifiques du rachis.

Une bonne mobilité du rachis libère les mouvements de la scapula qui réduiront les contraintes sur la coiffe des rotateurs.

Lors des bilans on peut notifier un décentrage de la tête humérale, son traitement permet de la replacer en congruence, de stabiliser l'articulation scapulo-humérale et de normaliser le jeu articulaire. Cela aura pour effet de limiter les messages nerveux nociceptifs et de permettre aux muscles de se relâcher.

1.3.4.4. Le renforcement musculaire

Il a pour objectif de rétablir l'équilibre agonistes/antagonistes et d'améliorer le travail de la coiffe des rotateurs principalement en endurance.

Les muscles à travailler en priorité sont les rotateurs latéraux (infra-épineux, petit rond) en coordination avec les fixateurs de la scapula (rhomboïdes, trapèzes, élévateur de scapula), le supra-épineux et le dentelé antérieur.

On commencera par des exercices statiques avant le travail dynamique.

Ces muscles travailleront contre de faibles résistances mais longtemps avec des bandes élastiques ou de nombreuses répétitions avec des poids. C'est un travail dit aérobie.

La position RE1 est celle qui génère le moins de contrainte sous-acromiales.

On évitera le renforcement des trois grands : grand pectoral, grand dorsal et grand rond qui favorise l'attitude cyphotique et les contraintes sur la gléno-humérale. De plus il ne va pas dans le sens d'un rééquilibrage musculaire.

1.3.4.5. La proprioception

Sa rééducation doit à terme donner au nageur une excellente conscience de son placement articulaire et de l'amener à une situation de protection musculo-articulaire automatisée lors du geste sportif.

Le travail passe par le recentrage actif et conscient de la tête humérale qu'elle que soit la position de l'épaule ou la contrainte appliquée.

On passera des chaines fermées puis à chaines semi-fermées et enfin à chaines ouvertes.

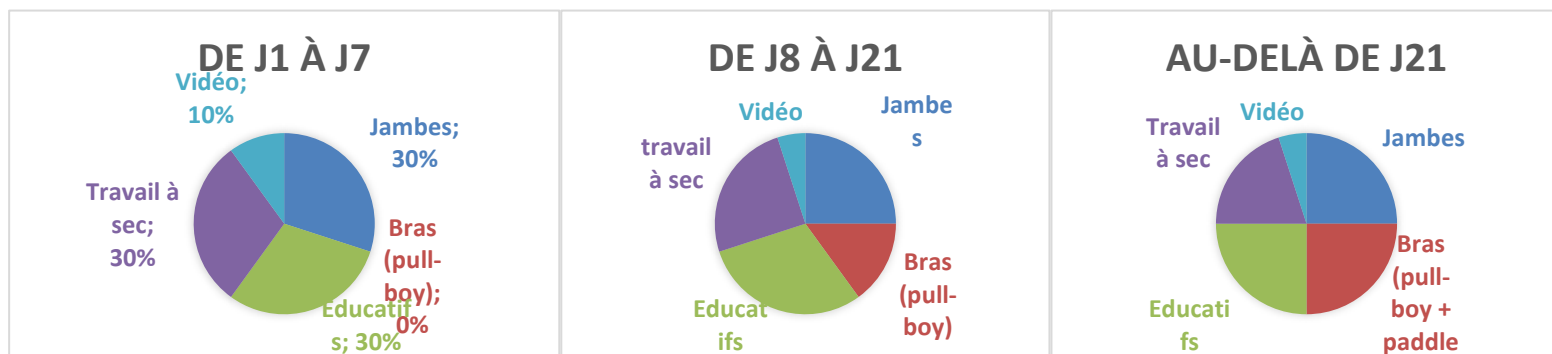
1.3.4.6. Retour au sport

Il se fera de façon progressive et uniquement lorsque l'épaule est indolore, que les amplitudes articulaires sont récupérées en totalité et que la force et l'endurance la coiffe des rotateurs sont égales à celles du côté opposé. Il est encadré par un masso-kinésithérapeute ou l'entraîneur.

Il sera nécessaire de retravailler la gestuelle de la nage pour restaurer une cinétique non lésant et souvent plus efficace avec l'aide de vidéos pour la prise de conscience.

Le renforcement musculaire à sec sera poursuivi. Lors de la première phase l'entraînement sera limité à une fois par jour maximum et le travail des bras sera remplacé, la rééducation quotidienne est poursuivie.

Le travail des bras en nageant sera progressivement réintroduit en phase 2 (pull-boy) et 3 (paddle). [16]



1.3.5. Les facteurs de risques [7]

Facteurs de risque intrinsèques	Facteurs de risque extrinsèques
-L'âge : période de croissance, plus de 40 ans	-Caractère répétitif de la nage
-Troubles morphologiques articulaires, type d'acromion...	-Type de nage
-Myotype et déséquilibres musculaires, agonistes/antagonistes, dyskinésie, attitude cyphotique...	-Respiration unilatérale
-Hyperlaxité constitutionnelle	-Erreurs de préparation physique, excès d'entraînement
-Facteurs métaboliques	-Matériel utilisé (pull-boy, palmes...)

Prévention associée aux facteurs de risque :

- Programme structuré d'athlétisation de la coiffe des rotateurs, du dentelé antérieur, des rhomboïdes et du trapèze visant un équilibre musculaire.
- Programme proprioceptif et d'étirement pendant la saison morte.
- Utilisation du principe de progressivité, en début de saison comme lors de l'augmentation de la charge d'entraînement.
- Correction de la gestuelle de la nage.
- Auto-rééducation pour les nageurs cyphosés par l'étirement ou méthode MDT.

1.4. Hypothèses et objectifs

La kinésithérapie du sport a un important rôle de prévention que ce soit pour éviter une première blessure ou une récurrence.

Le kinésithérapeute propose un encadrement du sportif occasionnel au professionnel. Il lui montre les bonnes conditions dans lesquelles pratiquer et s'entraîner. Il le conseille sur ce qu'il doit améliorer ou modifier.

Lorsqu'un athlète est blessé il ne peut plus s'entraîner et prend du retard sur les autres compétiteurs.

Une approche préventive du syndrome de l'épaule du nageur semble donc plus cohérente qu'une approche thérapeutique.

L'étude des facteurs de risque permet au kinésithérapeute d'anticiper une possible blessure et d'adapter son programme en fonction.

L'anticipation peut se faire pour un facteur déjà présent comme l'hyperlaxité constitutionnelle. Elle peut également se faire en réponse à un facteur pouvant être acquis : renforcer les fixateurs de scapula pour éviter une dyskinésie.

2. Méthode

2.1. Critères d'éligibilité d'une étude pour cette revue

2.1.1. Type d'étude

L'objectif de cette revue de littérature est d'identifier les différents facteurs de risque du syndrome de l'épaule du nageur. C'est une question étiologique.

Nous chercherons dans la littérature des études relatant de la présence d'un facteur de risque de développer une douleur à l'épaule chez le nageur.

Il existe 3 types d'études épidémiologiques :

- Les études descriptives, qui font un point sur l'état de santé d'une population. Ce sont des cas cliniques, des études transversales et des études de cohorte longitudinales.
- Les études analytiques, qui cherchent un lien entre un facteur de risque et la survenue d'une maladie. Ce sont des études transversales, des études de cohorte exposé/non exposé et des études cas-témoin.
- Les études évaluatives, cherche à déterminer l'intervention ou le traitement le plus efficace parmi plusieurs stratégies thérapeutiques. Ce sont des séries de cas ou des essais cliniques +/- randomisés.

Les études descriptives et analytiques sont observationnelles elles n'impliquent pas de changement dans la prise en charge du patient, on ne contrôle pas le facteur d'exposition étudié.

Les études évaluatives sont dites interventionnelles ou expérimentales, l'expérimentateur contrôle les traitements reçus et les interventions subies par les patients.

Le schéma d'étude le plus adapté pour répondre à une question étiologique est l'étude de cohorte prospective.

Nous avons inclus dans cette revue :

- Des études de cohorte (cohorte study)

Elles consistent à identifier le lien entre un facteur de risque et la survenue d'une pathologie dans une population donnée. Pour cela on compare l'incidence de la pathologie chez les exposés et les non exposés au facteur dans cette population au cours d'une période de suivi définie à l'avance : études longitudinales.

Une cohorte correspond à une population dont les sujets répondent à un ensemble de critères et qui vont être exposés au(x) même(s) facteur(s).

On différencie les études de cohorte dites « prospectives » durant lesquelles les données sont récoltées à partir de la date de mise en place de l'étude, elles ont une durée définie à l'avance.

Et les études de cohortes « rétrospectives » ou « historiques » où le temps d'exposition au(x) facteur(s) est déjà passé et l'étude se termine à la date du recueil des données.

- Des études transversales (cross sectional study)

On recueille toutes les données simultanément, à un instant T, que ce soit l'éventuelle exposition au(x) facteur(s) et la survenue de la pathologie.

Il n'y a pas de suivi dans le temps du patient ou du facteur d'exposition, ce qui peut être la source de d'avantages de biais.

2.1.2. La population

Les études incluses dans cette revue sont menées auprès d'athlètes de la natation. En effet c'est une pathologie qui leur est propre.

La natation est parfois associée à d'autres sports tels que le handball le volleyball ou encore le baseball pour les pathologies de l'épaule. En effet ce sont des sports qualifiés de « overhead ». On pourra donc inclure des études faites sur les « overhead athletes » si elles incluent des nageurs dans leur population et si les résultats sont détaillés en fonction du sport pratiqué.

Nous n'excluons aucun niveau de compétition dès lors que la natation est pratiquée en club à un rythme régulier et soutenu.

L'âge étant l'un des facteurs de risque étudiés on intégrera des études aussi bien chez les très jeunes que chez les plus âgés.

Certains facteurs sont plus présents chez les femmes et d'autres chez les hommes, nous étudierons une population mixte.

2.1.3. Intervention

L'intervention est l'étude d'un ou plusieurs facteurs de risque.

Dans cette revue, nous essaierons d'identifier tous les facteurs de risque d'apparition de douleurs à l'épaule chez le nageur.

Les facteurs de risque devront être identifiés, mesurés et objectivés avec des échelles, classifications ou méthodes validées.

2.1.4. Objectifs et critères de jugement

L'objectif des études que nous intégrerons sera d'évaluer l'augmentation de l'incidence du syndrome de l'épaule lorsque l'athlète est exposé à un facteur de risque.

Le critère de jugement principal sera la survenue de douleurs à l'épaule chez le nageur au cours de sa préparation.

Nous aurons donc deux populations au cours de cette étude, le groupe « douleurs » et le groupe « non-douleurs ».

Nous étudierons l'importance de chaque facteur de risque sur nos deux groupes.

Les critères de jugement secondaires se rapporteront à des questions d'impact de la pathologie sur l'entraînement et les performances du nageur en compétition.

Est-ce qu'un facteur de risque peut avoir une gravité plus importante qu'un autre et donc handicaper l'athlète pendant une plus longue période.

2.2. Méthodologie de recherche d'études

2.2.1. Sources documentaires investiguées

Pour inclure un maximum d'études et donc une plus grande quantité de résultats nous utiliserons différents méta-moteurs de recherche.

Cette plus grande quantité de résultats nous permettra de sélectionner les études répondant le mieux à nos critères d'inclusion et d'exclusion.

Les bases de données utilisées sont :

PubMed : base de données biomédicales provenant de MEDLINE.

PEDro : base de données de physiothérapie fondées sur les preuves.

Kinedoc : base de données de la masso-kinésithérapie et de la physiothérapie francophone, comprend beaucoup de mémoires de fin d'étude.

Cochrane library : bibliothèque d'études en santé provenant de plusieurs bases de données.

Google scholar : outil de recherche de littérature scolaire non spécialisé dans le domaine de la santé.

Des informations complémentaires pourront être cherchées dans les travaux accessibles à la bibliothèque universitaire.

2.2.2. Equation de recherche

L'utilisation de l'acronyme PICO semble une évidence afin d'améliorer la précision de notre recherche dans les différentes bases de données sélectionnées.

P : population

I : intervention

C : comparateur

O : « outcomes » ou critères de jugement

La précision de ces termes permet une recherche plus ciblée et la création d'une équation de recherche à l'aide des opérateurs booléens « OR » et « AND ».

Les différents groupes pourront être associés par le terme « OR » qui signifie « où » ou bien dissociés par le terme « AND » qui signifie « et ».

Les différents termes de l'équation de recherche et leurs synonymes sont présentés sous forme de tableau :

	En français	En Anglais
P	Nageurs	Swimmer Overhead sports athletes Overhead athletes
I	Facteurs de risque intrinsèques	Risk factor Intrinsic factor
C	Absence de facteur de risque	Less risk factor
O	Syndrome de l'épaule du nageur	Swimmer's shoulder syndrome Swimmer's shoulder Shoulder pain

Nous obtenons l'équation de recherche suivante :

Pour Pubmed et Cochrane

(Swimmer's shoulder syndrome **OR** swimmer's shoulder **OR** shoulder pain) **AND** (risk factor **OR** intrinsic factor) **AND** (Swimmer)

Pour Pedro même avec une version simplifiée (shoulder pain) **AND** (swimmer) nous ne trouvons qu'un seul article portant sur une pathologie du genou qui ne sera donc pas intéressant pour notre étude.

2.3. Méthode d'extraction et d'analyse des données

2.3.1. Méthode de sélection des études

Notre équation de recherche a été utilisée dans les bases de données PubMed et Cochrane Library.

Même l'utilisation d'une équation simplifiée n'a pas été suffisante pour obtenir de résultats probants sur PEDro.

Base de données	Equation de recherche
PubMed Cochrane library	(Swimmer's shoulder syndrome OR swimmer's shoulder OR shoulder pain) AND (risk factor OR intrinsic factor) AND (Swimmer)
PEDro	(shoulder pain) AND (swimmer)

Avec cette équation de recherche nous a permis de faire ressortir les articles en lien avec notre sujet (n=74)

Les critères d'inclusion et d'exclusion que nous définirons par la suite nous permettront d'affiner cette sélection et de ne garder que les articles les plus pertinents et les mieux réalisés pour répondre à notre questionnement.

La sélection des articles se fera à 3 niveaux :

Sélection	Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
1 ^{er} niveau par la lecture du titre des articles	Douleurs d'épaule Notion de facteur de risque	Articles à visée de traitement ou de diagnostic Pathologie différente de celle ciblée
2 ^{ème} niveau par la lecture du résumé et de l'abstract des articles	Objectif de l'article : étude d'un ou plusieurs facteurs de risque Notion d'importance du facteur de risque sur la pathologie Population suffisante (n>10) Population de nageurs Articles publiés en anglais, en français ou en italien	Etudes n'ayant pas un objectif étiologique Elimination des articles doublons Autres langues
3 ^{ème} niveau par la lecture complète des articles	Etudes de cohorte ou études transversales Bonne qualité méthodologique (échelle NOS)	Revue systématique Niveau de preuve insuffisant

2.3.2. Evaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées

Nous utiliserons l'échelle **Newcastle Ottawa Scale (NOS)** [19][20] pour évaluer la qualité méthodologique des études présélectionnées, limitant ainsi le risque de biais et proposant des résultats fiables et interprétables.

L'échelle NOS a été créée dans les universités d'Ottawa et de Newcastle, elle permet à son utilisateur d'évaluer les risques de biais pour des études observationnelles non randomisées. Le score est donné sous forme d'étoiles, 9 au maximum dont :

- 4 étoiles pour la qualité de sélection des groupes d'étude
- 2 étoiles pour la comparabilité des groupes
- 3 étoiles pour la pertinence des résultats (dans les études de cohorte)

Le score NOS de tous les articles sélectionnés sera défini par nos soins.

Nous étudierons :

Les **biais issus de la sélection des participants**. L'échantillon représente-t-il bien la population sélectionnée ?

Les **biais issus du suivi des participants**, pour les études longitudinales. Est-ce que les données disponibles à la fin de l'étude sont représentatives de l'échantillon de départ ?

Les **biais issus de la mesure du critère de jugement**. Est-ce que la méthode de mesure est clairement définie, fiable et identique pour chaque patient ?

Les **biais issus de la variable de confusion**. Est-ce que les critères de confusion ont été clairement définis et pris en compte dans l'analyse des résultats.

Les **biais issus des analyses statistiques ou du rapport des résultats**. Est-ce que les analyses statistiques sont correctes et est-ce que tous les critères de jugement présentés sont rapportés dans les résultats ?

2.3.3. Extraction des données

Dans chaque étude incluse nous extrairons les informations suivantes :

- La date de parution
- Le pays dans lequel elle a été réalisée
- Les auteurs
- Les objectifs et hypothèses
- Le nombre de participants
- Les critères d'inclusion et d'exclusion
- Le(s) facteur(s) de risque étudié(s)
- Les méthodes d'évaluation
- Les résultats

2.3.4. Méthode de synthèse des résultats

Les résultats seront recueillis pour chaque facteur de risque.

La méthodologie et les résultats des études traitant des mêmes facteurs seront comparés.

Nous présenterons des tableaux :

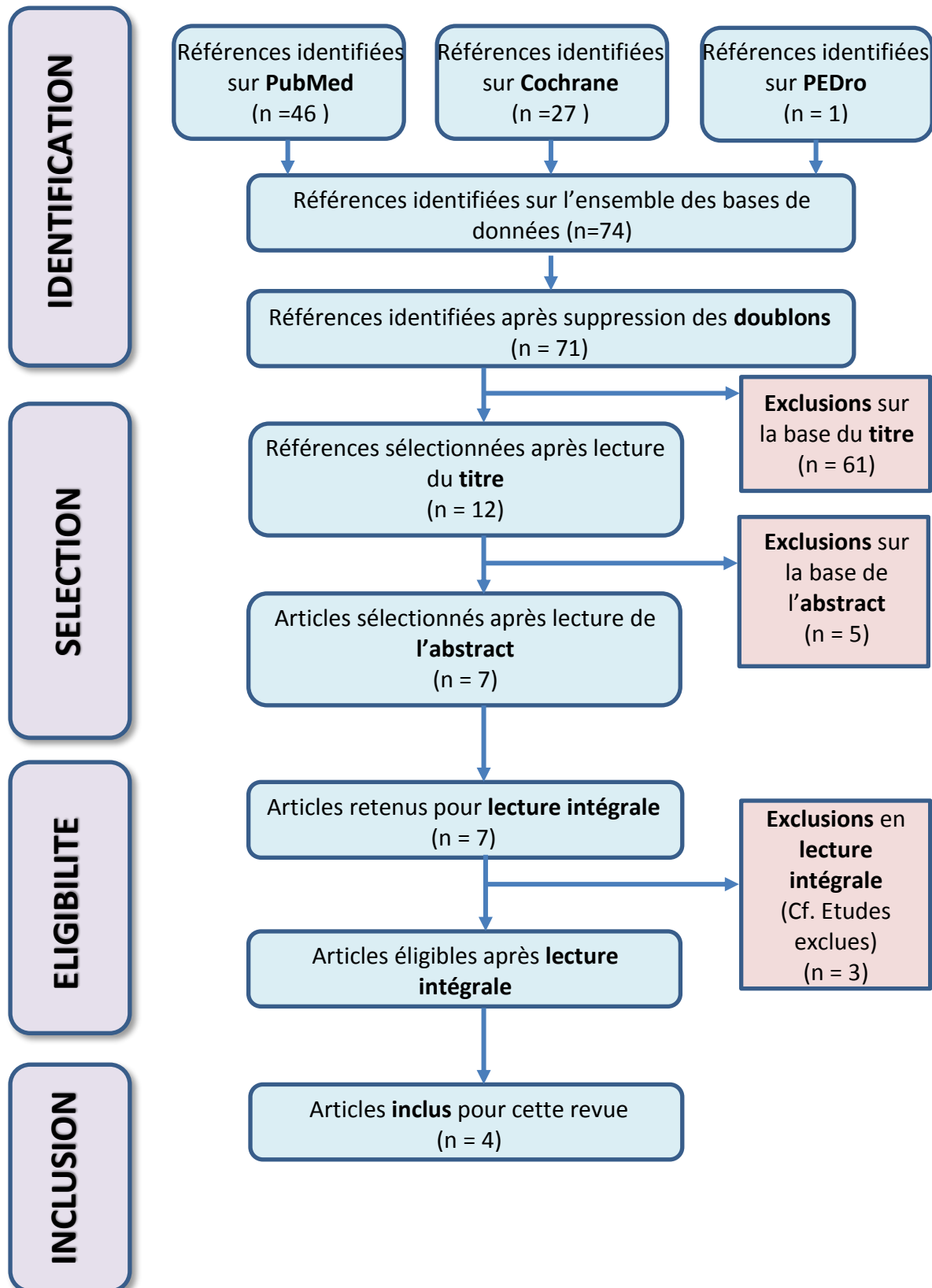
- Synthétisant les caractéristiques des études incluses
- Synthétisant les risques de biais

Et des graphiques pour la représentation des résultats si possibles.

On produira une analyse quantitative des résultats, plus représentative de l'impact de chaque facteur de risque.

3. Résultats

3.1. Sélection des études



Notre équation de recherche a été utilisée sur deux bases de données : Pubmed et Cochrane Library. Une équation de recherche simplifiée a été appliquée sur PEDro.

Un total de 74 articles en sont ressortis.

Une grande majorité de ces résultats, 61, ont pu être écartés par simple lecture de leur titre, le sujet principal de ces résultats ne correspondaient pas à nos attentes.

Pour les 12 articles restant, 5 ont été exclus, 3 d'entre eux n'avaient pas pour objectif d'étudier l'influence de facteurs de risque, les 2 autres n'étaient ni des études de cohorte ni des études transversales et ne pouvaient donc pas être intégrés à cette revue. Ces informations ont été récupérées grâce à la lecture des abstracts.

Une lecture complète des 7 articles restant a permis d'exclure encore 3 articles :

- Un des articles exclus ne portait que sur 18 femmes pratiquant la natation, la population n'était pas représentative de celle recherchée [21].
- Un autre ne comprenait que 24 participants et a été exclu [22].
- Le dernier résultat n'était au final qu'un journal de bord d'une étude non terminée qui présentait des résultats anticipés [23].

Le résultat de notre sélection nous permet l'inclusion de 4 articles : 3 études de cohorte prospectives [24]–[26] et une étude transversale [27].

	<i>Pays</i>	<i>Taille échantillon</i>	<i>Population ciblée</i>	<i>Age au recrutement</i>	<i>Facteur(s) de risque étudié</i>	<i>Design de l'étude</i>
<i>H.Walker et al 2012 [24]</i>	Australie	N=74	Nageurs compétitifs	15 +/- 3	Amplitudes articulaires	Cohorte prospective
<i>S.Feijen et al 2021 [25]</i>	Belgique	N=200	Nageurs compétitifs	13.9 +/-2.2	Amplitudes Force Endurance	Cohorte prospective
<i>S.J.McClaine et al 2018 [26]</i>	Australie	N=86	Nageurs compétitifs	14 à 20 ans	Force en extension de GH Endurance	Cohorte prospective
<i>A.Tate et al 2012 [27]</i>	Etats-Unis	N=236	Nageurs compétitifs et récréatifs	8 à 77 ans	Amplitudes Force Dyskinésies Endurance Longueur petit pectoral	Etude transversale

3.2. Risque de biais des études incluses

Le risque de chaque étude a été évalué avec l'échelle NOS (Newcastle Ottawa assesement Scale). Elle s'applique différemment en fonction du type d'étude.

On séparera donc les études de cohorte de notre étude transversale :

	Selection	Comparability	Outcome	Total scores
H.Walker et al 2012 [24]	★ ★ ★ ★	★ ★	★ ★	8
S.Feijen et al 2021 [25]	★ ★ ★ ★	★ ★	★	7
S.J.McLaine et al 2018 [26]	★ ★ ★ ★	★ ★	★	7

	Selection	Comparability	Exposure	Total score
A.Tate 2012 et al [27]	★ ★ ★	★ ★	★ ★	7

Pour chaque étude nous détaillerons le risque de biais.

Dans l'étude menée par H.Walker publiée en 2012 les patients devaient tenir un carnet de bord de manière hebdomadaire afin de rendre compte de leurs douleurs ou de l'absence de douleur d'épaule. Cette méthode comporte un risque de biais d'évaluation pouvant avoir une influence sur les résultats.

Dans l'étude menée par S.Feijen publiée en 2021, 36% (n=72) de la population initiale a abandonné l'étude avant sa fin. Cette perte conséquente peut être responsable de la présence d'un biais de suivi malgré la population initiale importante.

Les patients évaluaient et signalaient eux-mêmes leurs douleurs.

Dans l'étude menée par S.J.McLaine publiée en 2018, Les patients devaient effectuer une auto-évaluation de leur douleur à l'aide d'un questionnaire en ligne, cette méthode peut produire un biais de d'évaluation. Sur les 85 nageurs qui participaient initialement à l'étude 78 ont reçu le questionnaire par mail mais seulement 37 (47%) d'entre eux l'ont renvoyé complet : risque de biais de suivi.

Les patients évaluaient et signalaient eux-mêmes leurs douleurs.

Dans l'étude menée par A. Tate publiée en 2012, d'abord un biais de sélection est possiblement présent car la population ne comprend que des femmes pratiquant la natation, de plus ce ne sont pas toutes des nageuses pratiquant la compétition. De plus la douleur était auto-évaluée par les patientes et il n'est pas précisé si les examinateurs effectuaient les examens en aveugle ou non : risque de biais d'évaluation. Enfin l'étude se faisant sur la base du volontariat on ne note pas de taux de non-réponse qu'importe le groupe exposés ou non exposés, 100% des résultats ont été récupérés et il n'y a donc aucun risque de biais.

3.3. Effets de l'intervention

3.3.1. Walker 2012

C'est une étude de cohorte prospective de 12 mois.

Elle a pour objectif d'étudier l'incidence de certains facteurs de risque sur les douleurs à l'épaule des athlètes en natation de Melbourne.

Les facteurs de risque étudiés sont :

- Les amplitudes articulaires de rotation interne à 90° d'abduction,
- Les amplitudes articulaires de rotation externe à 90° d'abduction,
- La laxité postéro-antérieure de l'articulation gléno-humérale,
- L'historique des blessures,
- Niveau de compétition,
- Charge d'entraînement.

La population ciblée est composée de nageurs compétitifs hommes et femmes venant de clubs de natation de Melbourne.

Pour participer à l'étude ils devaient s'entraîner au minimum 5 fois par semaine.

Les patients ayant déjà vécu des épisodes de chirurgie ou de luxation d'épaule, souffrant de douleurs le jour des examens ou d'autres blessures ne permettant pas leur réalisation, étaient exclus.

Pour obtenir ces informations les athlètes ont rempli un questionnaire.

Les bilans articulaires ainsi que les tests de laxité ont été effectués par le même masso-kinésithérapeute (MK).

Pour le suivi de leur évolution les patients devaient remplir un journal de bord hebdomadaire. Lorsqu'ils ne le faisaient pas ils étaient relancés par message, appel téléphonique ou email.

Ils auto-évaluaient leur douleur ou blessure potentielle en indiquant la durée de l'épisode douloureux ainsi que le nombre de séances d'entraînement manquées.

Les auteurs ont retenu les données avec des « p values » <0.15 pour un IC=95% (intervalle de confiance).

Sur les 74 participants initiaux (37 hommes et 37 femmes), 9 d'entre eux ont arrêté la natation, ce sont les perdus de vue.

Seulement 12 nageurs ont complètement rempli leur journal au cours des 12 mois mais les relances ont permis d'obtenir plus de résultats, le taux de surveillance a atteint 87%.

Au cours de l'année 28 athlètes (38%) ont reporté une douleur significative à l'épaule et 17 ont été blessés (23%).

Des résultats significatifs ont été obtenus pour certains facteurs :

- Déficit de rotation externe $p=0.02$ pour une blessure et $p=0.009$ pour une douleur,
- Historique du patient $p=0.001$ pour une blessure,
- La charge d'entraînement $p=0.02$ pour une douleur.

Les résultats pour les autres facteurs étudiés n'étaient pas significatifs et il existait un risque trop important qu'ils soient dus au hasard.

(cf annexes tableau 1)

3.3.2. Feijen 2021

C'est une étude de cohorte prospective sur 2 ans.

Elle a pour but de prédire d'éventuelles douleurs à l'épaule chez le nageur compétitif en étudiant des facteurs de risque tels que :

- La charge d'entraînement.
- Les amplitudes articulaires en flexion.
- L'endurance des muscles postérieurs de l'épaule.
- Les erreurs de position lors de l'entrée de la main dans l'eau.
- Le niveau de compétition.

La population ciblée est composée de nageurs compétitifs adhérent à un club.

Les athlètes devaient pratiquer leur sport 4 heures par semaine à minima en dehors des compétitions.

Ils devaient également participer à cette étude pour une durée minimale de 12 mois.

Les critères d'exclusion étaient :

- Une douleur d'épaule datant de moins d'un mois avant le début de l'étude,
- Une opération chirurgicale ou un traumatisme majeur à l'épaule datant de moins de 12 mois avant le début de l'étude,
- Une maladie neurologique,
- Une maladie systémique,
- Une maladie métabolique,
- Une maladie rhumatologique,
- Une maladie cardio-vasculaire.

Les participants étaient testés au début de l'étude puis à 6, 12, 18 et 24 mois.

Ils répondaient d'abord à un questionnaire pour rendre compte de leur niveau de compétition ainsi que du statut fonctionnel de leur épaule dans les activités de la vie quotidienne et lors de la pratique de la natation.

Etaient ensuite examinées :

- Les amplitudes articulaires de l'épaule,
- Les dyskinésies scapulo-humérales,
- Les rotations thoraciques,
- La longueur du petit pectoral,
- La force musculaire en rotation interne et externe,
- L'endurance des muscles postérieurs de l'épaule,
- Le seuil de douleur.

Ces examens étaient pratiqués par le détenteur d'un master en sciences de la rééducation et physiothérapie formé par un MK.

Pour finir le schéma de nage était filmé.

Les auteurs ont retenu les données avec des « p values » < 0.15 pour un IC=95%.

201 nageurs compétitifs ont été retenus : 96 hommes et 105 femmes. Le temps médian de participation était de 1.1 ans.

A la fin de l'étude on compte un total de 72 perdus de vue : 53 ont arrêté la natation, 15 ont arrêté la compétition et 4 se sont blessés ailleurs qu'à l'épaule.

Une douleur à l'épaule a été observée chez 42 participants correspondant à une incidence approximative de 30% après élimination des perdus de vue.

Des résultats significatifs ont pu être observés pour différentes données :

- La charge d'entraînement $p=0.049$
- L'endurance des muscles postérieurs de l'épaule $p=0.041$
- L'erreur de positionnement du membre à l'entrée dans l'eau $p=0.008$

Les résultats pour les autres facteurs étudiés n'étaient pas significatifs et il existait un risque trop important qu'ils soient dus au hasard.

(cf annexes tableau 2 et graphique 1)

3.3.3. McLaine 2018

C'est une étude de cohorte prospective qui s'est déroulée sur 24 mois.

Son objectif est d'évaluer si la force musculaire d'une épaule peut prédire une future douleur chez le jeune nageur compétitif.

Pour l'étude, 85 athlètes ont été recrutés (48 femmes et 37 hommes).

Au début ils devaient passer un examen calculant leur force musculaire en flexion, extension, rotation interne et rotation externe d'épaule.

Des ratios entre flexion et extension ainsi qu'entre rotation interne et externe étaient également calculés.

De plus certaines données à leur sujet étaient collectées comme la charge d'entraînement, des données anthropométriques et l'historique des douleurs à l'épaule.

Les résultats étaient récoltés à l'aide d'un questionnaire en ligne transmis par email. Il était envoyé une première fois entre 9 et 18 mois après le testing musculaire puis était renvoyé une nouvelle fois aux participants n'ayant pas répondu ou n'ayant pas rapporté de douleur la première fois 24 mois après l'examen initial.

Les questionnaires n'ont pu être envoyés qu'à 78 participants sur les 85 initiaux et seulement 37 d'entre eux l'ont renvoyé correctement complété. Nous disposons donc de résultats pour 74 épaules.

18 nageurs ont rapporté qu'ils avaient subi des épisodes douloureux, 9 d'entre eux ont souffert de façon bilatérale.

Au total 27 épaules ont été douloureuses sur les 24 mois.

Les auteurs ont identifié les résultats comme significatifs si leur « p values » <0.05 pour un IC=0.95%.

Les seuls résultats probants sont donc les résultats concernant une perte de force en extension $p=0.03$.

Et par conséquent pour les résultats de rapports de force entre la flexion et l'extension $p=0.04$.

Ces résultats n'ont pu être observés que chez les hommes ayant participé à l'étude, pas chez les femmes.

Les résultats concernant les rotations interne et externe de l'épaule ne peuvent ni chez les hommes ni chez les femmes être dissociés du risque qu'ils soient dus au hasard.

(cf annexes tableau 3)

3.3.4. Tate 2012

C'est une étude transversale.

Son objectif est de mettre en évidence une possible association entre les douleurs à l'épaule chez le nageur et différents paramètres :

- Les amplitudes articulaires passives,
- La force musculaire,
- Les dyskinésies scapulo-humérales,
- L'endurance musculaire,
- La longueur du muscle petit pectoral.

Pour l'étude ont été recrutées 236 femmes de tout âge pratiquant la natation à différents niveaux dans l'état de Pennsylvanie.

Tout d'abord les participantes devaient remplir un questionnaire rassemblant différentes informations :

- Le temps hebdomadaire consacré à la pratique de la natation,
- Le nombre d'années d'expérience en compétition,
- Une quantification de la douleur à l'épaule dans les activités de la vie quotidienne,
- Une quantification de la douleur lors de la pratique du sport,
- Une quantification de la gêne occasionnée par les douleurs.

Ensuite une équipe constituée d'un MK en chef et de 4 élèves MK dont 2 coachs sportifs diplômés pratiquaient les examens permettant d'obtenir les données concernant les facteurs de risque étudiés.

Les nageuses ont été séparées en plusieurs groupes d'âge pour l'analyse des résultats :

- 42 avaient de 8 à 11 ans dont 9 avec des douleurs (21.4%)
- 43 avaient de 12 à 14 ans dont 8 avaient des douleurs (18.6%)
- 84 avaient de 15 à 19 ans dont 19 avaient des douleurs (22.6%)
- 67 avaient de 23 à 77 ans dont 13 avaient des douleurs (19.4%)

Des valeurs significatives ne pouvant donc pas être attribuées au hasard ont été trouvées mais seulement dans certaines tranches d'âge :

- Un déficit de flexion chez les 8-11 ans $p=0.02$
- Un déficit de rotation interne chez les 8-11 ans $p=0.05$
- Une perte de force du trapèze moyen chez les 8-11 ans $p=0.05$
- Un déficit de rotation interne chez les 12-14 ans $p=0.05$

En plus des résultats intra-groupes qui ne sont pas nombreux à être pertinents, beaucoup de résultats inter-groupes sont incohérents.

D'autres informations extraites du questionnaire ont permis d'identifier des facteurs de risque :

- L'historique des blessures chez les plus âgées 15-19 ans $p=0.04$ et chez les seniors $p=0.04$
- Le sentiment d'instabilité chez les 12-14 ans $p=0.03$ et chez les 15-19 ans $p=0.02$.

(cf annexes tableau 4)

4. Discussion

4.1. Analyse des principaux résultats

Les auteurs ont étudié différents facteurs de risque potentiels à l'apparition de douleurs à l'épaule chez le nageur compétitif ou amateur assidu. Nous parlerons des **déficits d'amplitude articulaire** [24], [25], [27], des **déficits de force musculaire** [25]–[27], de **l'historique du patient** et de l'intensité de **pratique du sport** [24], [25].

4.1.1. Les déficits d'amplitudes articulaires

Ces déficits ont dans plusieurs études pu être identifiés comme des facteurs de risque d'une douleur à l'épaule chez le nageur.

Cependant les amplitudes avec des résultats significatifs diffèrent drastiquement d'une étude à l'autre.

Tout d'abord, au sein d'une même étude certains résultats paraissent incohérents, en particulier dans Tate 2012. En effet leurs résultats étaient très différents d'une tranche d'âge à une autre.

On pourrait expliquer ce résultat par des effectifs trop petits : même si plus de 200 nageuses ont participé à l'étude, une fois qu'elles étaient séparées dans les 4 groupes le nombre de syndromes identifiés était trop bas pour y associer un réel risque. Nous avons au maximum une vingtaine de cas dans le groupe le plus important.

De plus, les déficits d'amplitude en flexion et en rotation interne semblent pourtant cohérents avec un enraidissement de l'épaule pouvant entraîner des douleurs. Cette information n'apparaissant que dans le groupe le plus jeune peut s'expliquer par le fait qu'avec l'âge les nageuses s'accommoderont de cette douleur, gêne ou instabilité et auront tendance à minimiser la gravité de leur état. Les plus jeunes en revanche pour qui cette douleur est récente et nouvelle, la quantifieront de manière plus objective.

Ensuite, la méthode d'évaluation de la douleur choisie peut être critiquée : additionner les scores de douleur au sport, dans le quotidien et la gêne occasionnée ne donne pas un résultat très précis. En effet c'est la progression d'une pathologie qui aura un impact sur le quotidien, peut-être que la quantification de la douleur lors de la pratique de la natation était suffisante pour obtenir les mêmes voire de meilleurs résultats.

Enfin, la forme de l'étude transversale est moins intéressante que l'étude de cohorte pour ce genre de recherches car une notion importante de temporalité est absente. Une question légitime nous vient immédiatement à l'esprit : « est-ce que ces déficits d'amplitudes articulaires sont des facteurs de risque ou des conséquences de ce syndrome ? »

Les autres articles inclus dans cette revue sont des cohortes prospectives et nous apporte d'autres résultats.

Dans walker 2012 et Feijen 2021 les participants rendaient plusieurs fois compte de leur état de santé sur la durée de l'étude. Le suivi était donc intéressant, il l'était d'autant plus dans la plus ancienne qui demandait une observation hebdomadaire des douleurs. Cependant peu de nageurs ont rempli avec assiduité leur journal de bord car sûrement trop contraignant. Dans la seconde les tests étaient effectués 4 fois sur une période de 12 mois. Néanmoins la durée de participation moyenne d'un patient n'était que de 12.1 mois. Cette participation réduite a pu avoir un effet sur les résultats.

Les résultats obtenus dans chaque étude ne peuvent être comparés car l'une étudiait les rotations et l'autre la flexion maximale d'épaule.

Les tests pour la rotation externe ont permis d'obtenir des résultats significatifs permettant d'associer le déficit de rotation externe à un facteur de risque de douleur sur l'épaule du nageur.

Le pourcentage de résultats obtenus par rapport à l'échantillon initial est très satisfaisant 87%.

Dans l'étude menée par Feijen publiée en 2021 aucune association entre l'amplitude en flexion de l'épaule et l'apparition de douleurs n'a pu être mise en évidence. On note un grand nombre de perdus de vue pour cet article, plus d'un tiers des participants initiaux. Cette perte de résultats a pu biaiser l'étude.

Une perte d'amplitude articulaire peut être due à différents problèmes, par exemple : une rétraction musculaire. Certaines études en ont donc étudié et notamment la rétraction du petit pectoral. L'hypothèse paraissait intéressante car cette rétraction est caractéristique chez le sportif souffrant de l'épaule. Cependant aucune preuve n'a pu être apportée pour son hypothétique rôle de facteur de risque.

On notera que la mesure de longueur de ce muscle profond est difficile à catégoriser car il n'existe pas de valeur de référence. Les estimations choisies par les responsables peuvent donc être faussées et engendrer des résultats trop différents d'une étude à l'autre.

4.1.2. Les déficits de force musculaire

Les 3 études étudiant ces paramètres s'accordent à dire qu'une perte de force peut être un facteur de risque de douleur à l'épaule chez le nageur bien que cette perte ne soit pas étudiée de la même manière dans les différents protocoles.

Les auteurs Mclaine et Feijen ont tous deux identifié une association entre la perte de force des muscles postérieurs de l'épaule et les douleurs.

En effet l'un a testé les rapports de force entre flexion et extension ainsi qu'entre rotations interne et externe l'autre a examiné l'ensemble des muscles postérieurs.

Cette concordance trouvée dans deux études de cohorte prospective est donc très significative.

Dans l'étude menée par Mclaine seuls les résultats obtenus sur les hommes étaient significatifs alors qu'ils représentaient la population la moins importante, de plus l'étude contient un grand nombre de perdus de vue. Cette perte d'information a pu fausser les résultats. En effet moins de la moitié des participants initiaux ont renvoyé leurs résultats complets.

Malgré cette perte d'information la méthode d'analyse de la force est très intéressante, les ratios permettent de se rendre compte objectivement d'un potentiel déséquilibre musculaire antéro-postérieur ou interne-externe. Le déséquilibre entraînant logiquement différents problèmes.

Les valeurs étant mesurées à l'aide d'un dynamomètre et pondérées par rapport au poids du sportif, aucun biais de mesure ne peut être identifié.

Dans le déroulement de l'étude aucun contrôle intermédiaire n'était réalisé, par conséquent certaines déclarations finales des participants peuvent être faussées par le temps. En effet certains nageurs ont attendu 18 mois entre l'examen initial et la réception du questionnaire final. Les souvenirs d'épisodes douloureux peuvent être faux : on peut avoir oublié qu'on a eu mal ou minimiser une douleur disparue et donc ne pas la signaler.

Dans l'étude menée par Feijen publiée en 2021, les résultats obtenus sont donc cohérents, les méthodes de mesure sont comparables mais la quantité de résultats est supérieure.

Les muscles testés ne sont pas exactement les mêmes mais parmi les groupes musculaires testés certains sont communs.

Cependant les muscles postérieurs de l'épaule n'étaient pas testés en force maximale produite mais en endurance.

Le nombre de répétitions maximal d'abductions horizontales en tenant un poids dépendant de la masse corporelle était recherché.

Malgré les différences de méthode entre les deux études, les résultats concordent et peuvent donc être considérés comme très significatifs.

Certains résultats de l'étude transversale menée par Tate en 2012 vont dans le même sens que ceux des études de cohorte.

Dans le groupe des très jeunes nageuses une perte de force de muscle trapèze moyen semble pouvoir être associée à un risque de douleur à l'épaule.

Cependant ce résultat n'étant pas retrouvé dans les autres groupes ou commun pour d'autres muscles testés tels que les fléchisseurs ou les rotateurs interne et externe, nous ne pouvons tenir compte de cette concordance.

La forme des études n'étant pas non plus la même il est sans intérêt d'essayer de comparer leurs résultats.

La perte de force ou de contrôle musculaire peut entraîner un phénomène lui aussi identifié comme facteur de risque testé dans 2 de nos études : la dyskinésie scapulo-thoracique.

Malheureusement dans aucune d'entre elles la dyskinésie a pu être identifiée comme facteur de risque de la douleur d'épaule. Les résultats n'étaient pas significatifs et ne pouvaient être dissociés du hasard.

4.1.3. Pratique du sport

Ce sont les facteurs de risque qu'il paraît évident de tester et d'identifier. Une pratique compétitive de la natation aura forcément plus d'impact et de conséquences sur une épaule qu'une pratique occasionnelle et récréative.

Evidemment les athlètes qui s'entraînent tous les jours voir plusieurs fois par jour pendant des heures et qui se déplacent en plus en compétition, créeront beaucoup plus de contraintes sur leurs épaules.

La mise en évidence de ce phénomène est faite dans plusieurs de nos études.

Les auteurs Feijen et Walker font une corrélation directe entre la charge d'entraînement des nageurs et leurs potentielles douleurs.

Pour rendre compte de leur activité les participants remplissaient un questionnaire en début d'étude et leurs résultats en compétition étaient vérifiés.

Les critères d'inclusion précisait la charge minimale d'entraînement qu'ils devaient pratiquer.

Pour les deux études, les sportifs stoppant la pratique du sport ou la diminuant drastiquement étaient exclus de l'étude.

Dans ces deux études de cohorte prospective un résultat similaire a pu être obtenu. Il est cohérent et commun donc fiable.

Les méthodes d'identification étant similaire, la comparaison de leurs résultats est pertinente.

Dans l'étude transversale de Tate, toutes les nageuses ne pratiquaient pas leur sport à un niveau compétitif, il aurait donc été intéressant de comparer le taux d'incidence de douleurs chez les compétitrices et chez les amatrices.

Malgré cette différence elles pratiquaient toutes la natation en club et avaient certainement un bon niveau, mais aucune comparaison n'a été faite entre les différents groupes de niveau, les résultats ont été séparé en fonction de l'âge des nageuses.

Comme les informations relatives au temps d'entraînement et à la participation aux compétitions étaient récoltées dans le questionnaire initial, un deuxième tableau de résultats aurait pu être proposé en séparant les nageuses par groupe de niveau.

4.1.4. Antécédents

Le facteur de risque étudié dans la quasi-totalité des articles et donnant à chaque fois des résultats similaires est l'historique du patient.

Effectivement si le patient a déjà vécu des épisodes douloureux, il sera très probablement sujet à des récurrences.

Les résultats sont très logiques dans Tate 2012 car cette association ne se retrouve que chez les participantes les plus âgées. Les plus jeunes n'ayant sûrement pas encore assez pratiqué la natation pour avoir vécu plusieurs épisodes douloureux.

4.2. Applicabilité des résultats en pratique clinique

L'objectif principal de notre revue est l'identification des facteurs de risque du syndrome de l'épaule du nageur.

L'applicabilité de nos résultats permet d'évaluer la fiabilité la cohérence et la pertinence des résultats apportés dans nos articles scientifiques.

Une taille d'effets importante contribuera à l'augmenter.

Par l'analyse des résultats des études incluses dans notre revue de littérature plusieurs facteurs de risque ont pu être identifiés comme une perte d'amplitudes articulaire, une perte de force musculaire, l'intensité de la pratique de la natation ou un antécédent de blessure.

4.2.1. Population

Les 4 articles inclus dans notre revue de littérature n'ont pas tous établi des critères de sélection comparables.

Le nombre de participants total des 4 articles est de 597. Cet échantillon comprend des hommes et des femmes pratiquant la natation de manière compétitive ou récréative.

Les auteurs ont bien précisé les critères de non-inclusion pour qu'aucune autre pathologie ne puisse altérer les résultats.

On dissociera principalement Tate 2012 des autres, car elle n'a inclus que des femmes pratiquant la natation à divers niveaux et avec une grande tranche d'âge (de 8 à 77 ans). Les trois études de cohorte étudiaient une population de nageurs compétitifs. Leur âge variait de 10 à 40 ans.

La plupart des auteurs ont choisi d'étudier une population mixte, ce choix est judicieux car tous les nageurs sont sujets à des douleurs d'épaule.

Le choix d'étudier une population uniquement féminine n'est pas justifiée dans l'étude transversale.

La natation est l'un des sports dont les pratiquants souffrent le plus de leurs épaules. Les autres sports entraînant d'importants problèmes pathologiques au niveau des épaules sont les sports dits « overhead » : un mouvement courant et répétitif se fait avec la main au-dessus de la tête. On peut citer le volley-ball, le baseball...

Nous avons fait le choix de séparer la natation de ces autres sports car sa pratique diffère beaucoup en raison du milieu aquatique.

Le temps de pratique du sport étant un facteur de risque important, il est essentiel de différencier la pratique compétitive qui est plus intense, régulière et assidue que la pratique récréative et ce même si elle se fait en club.

Dans l'étude de Tate 2012 le niveau auquel évoluent les participantes est trop hétérogène.

Finalement la population étudiée dans cette revue de littérature ne représente qu'une infime partie de l'ensemble des nageurs du monde.

La fédération internationale de natation (FINA) compte plus de 200 états membres à travers le monde.

Le nombre de participants aux épreuves de natation des Jeux olympiques et le plus important avec l'athlétisme.

On estime que 12,7 millions de français pratiquent ce sport comme loisir.

Face à ces chiffres on ne peut que se rendre compte à quel point la taille de notre échantillon est négligeable par rapport à la population totale visée.

4.2.2. Intérêt pour le patient et pour le thérapeute

L'étude des facteurs de risque a pour principal objectif la prévention. En effet s'il nous est possible le prédire un futur état pathologique chez le sportif, nous pourrions traiter l'origine du problème de manière préventive et permettre à l'athlète de ne pas se blesser.

La blessure fait perdre un temps précieux de pratique au sportif. Lorsqu'il est blessé, il ne s'entraîne pas et ne participe à aucune compétition. Pire encore, ce manque de pratique fait régresser son niveau. Il lui faudra du temps pour revenir à l'état de forme précédant sa blessure. Cette « perte » de temps est un retard qu'il prend par rapport à ses adversaires qui continuent leur progression en parallèle.

Si les MK travaillant pour un club de natation disposaient des informations nécessaires à la prédiction du syndrome de l'épaule du nageur il pourrait traiter de manière préventive.

Effectivement si on note un déficit d'amplitude articulaire on proposera un travail d'assouplissement par des mobilisations régulières en passif comme en actif.

Un programme d'étirements sera fait pour que les structures anatomiques rétractées par l'attitude soient assouplies.

Le renforcement musculaire corrigera les déséquilibres engendrés par le manque ou la perte de force d'un groupe de muscles.

L'intérêt d'un bon équilibre musculaire au niveau de l'épaule est principalement de maintenir la tête humérale en bonne position (centrage).

Evidemment les athlètes ayant déjà vécu des épisodes douloureux ou des blessures seront à surveiller davantage.

Enfin, il faut conseiller les sportifs quant à leur charge de travail, s'ils commencent à se plaindre de gêne ou de douleurs lors de la nage, il est plus judicieux de diminuer le temps d'entraînement le temps d'établir un diagnostic et de traiter. La perte d'entraînement qui en découlera sera dérisoire par rapport à celle engendrée par une blessure.

L'épaule est une structure anatomique complexe. Les données scientifiques évoluent beaucoup encore aujourd'hui et de nouvelles études sont régulièrement publiées apportant sans cesse des informations ou des recommandations.

Un point important qui ressort souvent est qu'une douleur d'épaule n'est jamais due qu'à un seul problème. C'est l'association de plusieurs attitudes qui devient pathologique, seules elles n'entraînent généralement pas de douleur.

On citera les dyskinésies, les déséquilibres musculaires, l'inflammation...

Les données apportées par notre étude doivent donc être cohérentes avec les recommandations de traitement de l'épaule en dehors du monde du sport.

4.3. Qualité des preuves

La qualité des études que nous avons inclus dans notre revue de littérature sera déterminante pour le niveau de preuve que nous apporterons.

La HAS (haute autorité de santé) a défini l'évaluation de la qualité des preuves en 2013. [28]

Cette qualité de preuve est donnée principalement par :

- Le niveau de preuve et gradation des recommandations
- Le système GRADE

Notre revue de littérature comporte 3 études de cohorte prospectives et une étude transversale. A noter que les études de cohorte possèdent un meilleur niveau de preuve que les études transversales.

Les études de cohorte étudient l'influence d'un facteur sur l'incidence de la pathologie au cours de la période d'observation. Ces facteurs peuvent favoriser l'apparition du syndrome : ce sont des facteurs de risque ou bien prévenir son apparition : facteur de protection.

Une cohorte correspond à une population cible composée de sujets répondant à une définition donnée et qui sont suivis pendant une période déterminée.

Les études de cohorte dites « prospectives » sont des études longitudinales et commencent lors de la récolte des premières informations. Elles diffèrent grandement des études de cohorte dites « historiques » qui sont définies dans le passé, leur période de suivi se termine à la date de recueil des données, elles s'intéressent le plus souvent à la mortalité.

Ce sont les études les plus appropriées afin de répondre à une question étiologique.

Les études transversales, contrairement aux études de cohorte, n'observent pas les sujets sur une période de temps mais à un instant précis.

Elles sont souvent réalisées lorsque le temps entre l'exposition à un facteur et l'apparition de la pathologie est trop important.

En effet, le coût de l'étude sera trop important sans parler des difficultés pour trouver des patients motivés à participer plusieurs années à de la recherche scientifique.

Le principal problème est qu'il sera impossible de connaître avec précision la chronologie entre l'exposition au facteur de risque et l'apparition de la pathologie.

Elles sont moins appropriées que les études de cohorte pour répondre à une question étiologique mais du fait de leur moindre coût et de leur facilité de réalisation elles sont plus nombreuses.

Les biais recensés dans les études incluses peuvent altérer leur qualité méthodologique.

Le nombre de participants dans chaque étude est très variable mais même dans celles comportant le plus grand nombre de participants l'échantillon reste faible par rapport à la population ciblée.

Le taux d'incidence de douleurs ou de blessures à l'épaule chez le nageur aurait pu être très différent si les observations avaient été faites sur une plus grande période. Le risque est présent tout au long de la vie sportive.

Des biais de mesure potentiels sont à craindre, les évaluations ne sont réalisées qu'une seule fois soit par une personne soit par un groupe. Lorsque plusieurs examinateurs sont chargés de récolter les informations les auteurs n'évaluent pas la fiabilité inter-évaluateurs. D'autres études sont tout de même citées attestant de la sensibilité et de la spécificité de certains tests.

Des biais de sélection relatifs à une population trop diverse sont envisageables. En effet notre population totale est composée de nageurs compétitifs, de nageurs pour le loisir avec une tranche d'âge allant de 8 à 77 ans.

4.3.1. Le niveau de preuve

Il correspond à la capacité d'une étude à répondre à une question donnée.

Cette capacité est estimée par :

- La correspondance de l'étude au cadre de travail,
- Adéquation du protocole avec la question donnée,
- La présence de biais importants,
- L'adaptation de l'analyse statistique aux objectifs,
- La puissance de l'étude caractérisée principalement par la taille de son échantillon.

D'après la HAS le niveau de preuve peut être fort, intermédiaire ou faible.

4.3.2. Grade et recommandations

Le système GRADE regroupe les différentes recommandations de la HAS.

Les études sont classées en grade A, B ou C en fonction de la forme de l'étude et les biais potentiels pouvant altérer la qualité de preuve et donc diminuant le grade de recommandation :

- **GRADE A : preuve scientifique établie par des études de fort niveau de preuve (Niveau 1)**
- **GRADE B : Présomption scientifique fournie par des études de niveau intermédiaire de preuve (Niveau 2)**
- **GRADE C : faible niveau de preuve scientifique (Niveau 3 et 4)**

(cf annexes)

Les études que nous avons inclus dans notre revue de littérature ne présentent aucun biais majeur permettant de questionner les résultats obtenus. Selon le grade de recommandations on classe nos études dans le GRADE B et le niveau 2 de preuve scientifique, c'est le niveau de preuve intermédiaire.

	Type d'étude	NOS	GRADE	Niveau de preuve
Walker 2012 [24]	Cohorte prospective	8/9	B (2)	Fort
Feijen 2021 [25]	Cohorte prospective	7/9	B (2)	Intermédiaire
McLaine 2018 [26]	Cohorte prospective	7/9	B (2)	Intermédiaire
Tate 2012 [27]	Etude transversale	7/9	B (2)	Intermédiaire

4.4. Biais potentiels de la revue

Nous utiliserons la grille AMSTAR 2 pour évaluer les biais potentiels de notre revue de littérature.

AMSTAR

Est une mise à jour de la grille AMSTAR créée en 2007.

Elle a pour objectif l'évaluation de la qualité méthodologique des revues systématiques.

Elle contient 16 items pour lesquels il y a 4 réponses possibles :

- Oui
- Partiellement oui
- Non
- Sans objet

C'est à l'aide de cette grille que nous avons réalisé l'analyse critique de notre revue [29]–[31] :

Items	Cotation	Oui/Oui partiellement/Non/Sans objet	Justification
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?	Oui	Les données sont disponibles dans la méthodologie sous forme de tableau.
2	Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?	Non	Aucune déclaration explicite n'a été faite à ce sujet. Néanmoins la méthode a bien entendu été réalisée avant la conduite de la revue.

3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?	Oui	Le schéma d'étude le plus adapté pour répondre à une question étiologique est l'étude de cohorte prospective. L'étude transversale a été incluse pour des données non traitées dans des cohortes.
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?	Oui	Nos recherches ont été réalisées à l'aide de sources variées : Pubmed, PEDRo, Cochrane. Ces informations ont été complétées par de la littérature grise.
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?	Non	Un seul examinateur.
6	Les auteurs ont-ils effectuée en double l'extraction des données ?	Non	Un seul examinateur
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?	Oui	Liste des études exclues présentées dans le diagramme de flux.
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?	Oui	Présentation des populations, des critères de jugement et des méthodes de recherche.
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?	Oui	L'échelle Newcastle Ottawa Scale (NOS) a été utilisée afin d'évaluer les risques de biais de chaque étude incluse.
10	Les auteurs ont-ils indiqué les sources de financement des études incluses dans la revue ?	Non	Pas de donnée indiquée.
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?	Sans objet	Aucune méta-analyse effectuée par les auteurs.
12	Si une méta-analyse a été effectué, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ?	Sans objet	Aucune méta-analyse n'a été effectuée par les auteurs.

13	Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation/de la discussion des résultats de la revue ?	Oui	Dans la partie discussion de chaque étude les auteurs s'expriment sur les limites et les risque de biais de leur travail.
14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue et une discussion sur celle-ci ?	Oui partiellement	Certains auteurs proposent une explication quant aux différences de résultats entre les hommes et les femmes ainsi qu'entre 2 tranches d'âge par exemple.
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 ?	Sans objet	Les risques de biais des études incluses n'ont pas été évaluées à l'aide d'outils graphiques ou statistiques.
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêt, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?	Oui	Dans cette revue systématique, aucun conflit d'intérêt ni aucune source de financement ne sont à déclarer.

Le syndrome de l'épaule du nageur est une pathologie touchant une structure anatomique complexe. Les consensus scientifiques concernant l'épaule sont jeunes et de nouvelles données sont disponibles régulièrement.

Cependant les douleurs voire les blessures à l'épaule dans le domaine du sport sont très nombreuses et beaucoup d'athlètes seront assujettis à ces problèmes, en particulier chez les professionnels.

La définition du syndrome n'est pas encore normalisée et différents auteurs cherchent en découvrir les tenants et les aboutissants. On peut noter une certaine discordance d'un auteur à l'autre.

Pour un syndrome avec un historique récent l'identification de ses facteurs de risque est encore difficilement réalisable.

L'objectif principal de cette revue systématique était d'identifier les facteurs de risque des douleurs d'épaule chez le nageur expérimenté.

Cette revue de littérature comporte des limites et il est important d'en discuter pour rendre compte de la qualité de preuve apportée.

Tout d'abord, une population aussi importante que les nageurs, ne peut être représentée par le faible échantillon dont nous disposons.

De plus, les études ne portent que sur une courte période, 1 ou 2 ans, par rapport à la vie en compétition totale du sportif. Les douleurs d'épaule peuvent mettre des années à apparaître et ce même après l'arrêt de la pratique.

Enfin, beaucoup de résultats sont obtenus par une auto-évaluation des participants. Ils répondent à des questionnaires parfois des mois après l'examen initial et doivent faire appel à leurs souvenirs pour rendre compte de leur état.

Dans notre revue de littérature seulement 4 études ont été incluses et analysées. Ce nombre peut paraître faible mais les articles sont encore trop peu nombreux.

Les facteurs de risque qui ont pu être identifiés, l'ont été avec un niveau de preuve moyennement satisfaisant et ne sont très certainement pas les seuls.

Il nous a ensuite été impossible de comparer les résultats obtenus pour un même facteur de risque étudié dans plusieurs articles car les méthodes de mesure, de collecte d'information voire le type d'étude choisi par les auteurs n'étaient pas compatibles.

Par conséquent les résultats obtenus dans notre travail ne peuvent pas être qualifiés d'autres choses que d'hypothèse et suppositions.

5. Conclusion

L'objectif principal que nous nous sommes fixés au début de l'étude est l'identification des facteurs de risque de développer des douleurs à l'épaule chez le nageur expérimenté pratiquant la natation à un niveau compétitif.

L'athlète prenant part à des compétitions sera obligatoirement plus sujet à se blesser qu'un amateur.

Les facteurs de risque intrinsèques resteront les mêmes chez tous les nageurs mais le taux d'incidence sera plus élevé chez les professionnels.

En effet la répétition des mouvements, de 9900 à 16500 mouvements d'épaule pour chaque membre et chaque jour, entraîne d'importantes contraintes. Les membres supérieurs sont utilisés comme moyen de locomotion.

On estime que plus d'un tiers des nageurs souffrent un jour d'une épaule. Ce chiffre nous alerte sur l'importance du problème dans ce milieu.

Dans cette revue de littérature, nous avons inclus 4 articles scientifiques avec un niveau de preuve allant d'intermédiaire à fort.

Les auteurs sont des docteurs ou des masseurs kinésithérapeutes avec tous une formation dans le domaine du sport, certains travaillant spécifiquement sur l'épaule.

Notre travail nous a permis d'analyser des données de recherche concernant plusieurs facteurs de risque :

- Amplitudes articulaires,
- Force musculaire,
- Rétraction de structures anatomiques,
- Dyskinésies,
- Age,
- Intensité de la pratique,
- Les antécédents.

Les résultats obtenus dans chaque étude sont intéressants lorsqu'on les analyse indépendamment les uns des autres mais sont très difficiles à regrouper car non comparables.

Cependant chaque étude a apporté des résultats significatifs devant être pris en considération et apportant de précieuses informations pour les futures recherches.

Certains déficits de mobilité articulaires ou des déficits musculaires ont pu être associés à un risque de développer une douleur à l'épaule dans différentes études.

Malgré quelques résultats semblables d'une étude à l'autre, ce qui est encourageant pour la suite, certains résultats varient trop d'un auteur à l'autre. Ces différences s'expliquent en partie par les méthodes de recherche ou de mesure qui diffèrent.

Ce syndrome est donc très répandu dans le monde de la natation et sa prise en charge précoce voire son anticipation seraient un avantage certains pour nos thérapeutes suivant une équipe de sportifs.

En effet, éviter les blessures est primordial pour un athlète, les blessures les éloignant des entraînements et des compétitions leur faisant perdre un temps précieux.

Le monde de la compétition sportive est très difficile, la concurrence y est constante et chaque entraînement manqué est un retard pris par rapport aux adversaires.

Le meilleur moyen d'intervenir sur des sportifs est donc de faire de la prévention primaire en premier lieu puis secondaire si nécessaire.

L'objectif commun des entraîneurs, médecins, kinésithérapeutes et préparateurs physique est de pouvoir identifier au plus vite la pathologie afin de la prendre en charge dans les plus brefs délais et ainsi limiter l'apparition et l'aggravation des symptômes.

La communication entre les athlètes et son équipe mais également entre les membres de l'équipe médicale est donc primordiale pour une prise en charge rapide et efficace.

L'identification des facteurs de risque permettra à terme de prévenir plus efficacement ce syndrome de l'épaule du nageur et donc d'en limiter son impact chez les sportifs.

Il est dommage de ne pas avoir trouvé de résultats concluants pour des facteurs de risque tels que les dyskinésies scapulo-humérales ou encore les longueurs des muscles petits pectoraux qui sont sûrement très liés au syndrome.

Les problèmes de douleurs d'épaule découlent souvent de l'association de plusieurs signes et les étudier tous indépendamment n'est peut-être pas la meilleure option.

Une étude intéressante pourrait être menée cherchant à déterminer si un sportif sera plus sujet aux douleurs s'il présente plusieurs facteurs de risque intrinsèques.

Notre revue de littérature ne nous permettra malheureusement pas de conclure sur les facteurs de risque étudiés.

En raison du faible nombre d'articles analysés, d'une population insuffisante et donc pas représentative de celle ciblée ainsi que du manque de résultats significatifs dans les études incluses, nos propres résultats sont peu déterminants.

La poursuite de l'étude des facteurs de risque du syndrome de l'épaule du nageur est essentielle pour apporter des résultats toujours plus significatifs.

Les informations qui en découleront seront un atout certain pour tous les thérapeutes confrontés à cette pathologie et leur permettront de traiter de manière spécifique et ciblée chaque athlète.

Bibliographie

- [1] "Histoire de la natation | Apprendre à nager." <https://apprendre-a-nager.univ-rennes1.fr/natation/aller-plus-loin/histoire-de-la-natation> (accessed Dec. 20, 2020).
- [2] "Natation — Wikipédia." <https://fr.wikipedia.org/wiki/Natation> (accessed Dec. 20, 2020).
- [3] "Natation sportive — Wikipédia." https://fr.wikipedia.org/wiki/Natation_sportive (accessed Dec. 20, 2020).
- [4] N. Th, "Les bases biomécaniques de la natation 1.," pp. 1–17.
- [5] "Anatomie de l'appareil locomoteur -Tome 2. Membre supérieur | Livre | 9782294750212." <https://www.elsevier-masson.fr/anatomie-de-lappareil-locomoteur-tome-2-membre-superieur-9782294750212.html#description> (accessed Dec. 20, 2020).
- [6] "Anatomie de l'appareil locomoteur - Tome 3 | Livre | 9782294752599." <https://www.elsevier-masson.fr/anatomie-de-lappareil-locomoteur-tome-3-9782294752599.html> (accessed Dec. 20, 2020).
- [7] A. Tixier and X. Dufour, "Évaluation De L'Épaule Du Nageur," *Ks*, vol. 535, pp. 5–15, 2012.
- [8] "L'épaule du nageur : quelle prise en charge ? | La médecine du sport." <https://www.lamedecinedusport.com/traumatologie/lepaule-du-nageur-quelle-prise-en-charge/> (accessed Dec. 19, 2020).
- [9] E. Matzkin, K. Suslavich, and D. Wes, "Swimmer's shoulder: Painful shoulder in the competitive swimmer," *J. Am. Acad. Orthop. Surg.*, vol. 24, no. 8, pp. 527–536, 2016, doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00313.
- [10] D. D. Davis, M. Nickerson, and M. Varacallo, "Swimmer's Shoulder," Aug. 2020, Accessed: Dec. 19, 2020. [Online]. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470589/>.
- [11] F. Struyf, A. Tate, K. Kuppens, S. Feijen, and L. A. Michener, "Musculoskeletal dysfunctions associated with swimmers' shoulder," *Br. J. Sports Med.*, vol. 51, no. 10, pp. 775–780, 2017, doi: 10.1136/bjsports-2016-096847.
- [12] K. Bak, "The practical management of swimmers painful shoulder: Etiology, diagnosis, and treatment," *Clin. J. Sport Med.*, vol. 20, no. 5, pp. 386–390, 2010, doi: 10.1097/JSM.0b013e3181f205fa.
- [13] J.-Y. Park, S.-H. Lhee, J.-H. Oh, and H.-K. Kim, "Scapular Dyskinesis," *J. Korean Shoulder Elb. Soc.*, vol. 12, no. 2, pp. 271–277, 2009, doi: 10.5397/cise.2009.12.2.271.
- [14] B. Forthomme, C. Tooth, C. Schwartz, J. F. Kaux, F. Delvaux, and J. L. Croisie, "Scapular dyskinesis in overhead athlete: Is it necessary to treat it?," *J. Traumatol. du Sport*, vol. 35, no. 3, pp. 158–162, 2018, doi: 10.1016/j.jts.2018.07.001.
- [15] "6. Evaluation de la coiffe des rotateurs | La médecine du sport." <https://www.lamedecinedusport.com/dossiers/evaluation-de-la-coiffe-des-rotateurs/> (accessed Dec. 20, 2020).
- [16] X. Dufour, "Évaluation Et Rééducation De L'Épaule," pp. 13–23, 2012.
- [17] K. Fritz, K. Novotny, and C. L. Carr Jr DO, *Physiology, Counterstrain/FPR*. StatPearls Publishing, 2020.
- [18] R. Yarnsbowicz, "A prospective study of patients with shoulder pain and Mechanical Diagnosis and Therapy (MDT)," *J. Man. Manip. Ther.*, vol. 28, no. 1, pp. 41–48, 2020, doi: 10.1080/10669817.2018.1563316.

- [19] K. Sidwell, "Lucian A selection. Ed. and trM.D. Macleod. Warminster: Aris and Phillips, 1991. Pp. iv + 316. £35.00 (bound), £12.50 (paper).," *J. Hell. Stud.*, vol. 113, pp. 198–199, 1993, doi: 10.2307/632432.
- [20] J. Sampson, "Selection," *Vis. Commun. Q.*, vol. 13, no. 2, pp. 110–115, 2006, doi: 10.1207/s15551407vcq1302_4.
- [21] J. D. Dischler, T. G. Baumer, E. Finkelstein, D. S. Siegal, and M. J. Bey, "Association Between Years of Competition and Shoulder Function in Collegiate Swimmers," *Sports Health*, vol. 10, no. 2, pp. 113–118, 2018, doi: 10.1177/1941738117726771.
- [22] A. Cejudo, S. Sánchez-Castillo, P. S. de Baranda, J. C. Gámez, and F. Santonja-Medina, "Low range of shoulders horizontal abduction predisposes for shoulder pain in competitive young swimmers," *Front. Psychol.*, vol. 10, no. MAR, pp. 1–9, 2019, doi: 10.3389/fpsyg.2019.00478.
- [23] A. Tate, J. Sarver, L. DiPaola, J. Yim, R. Paul, and S. J. Thomas, "Changes in clinical measures and tissue adaptations in collegiate swimmers across a competitive season," *J. Shoulder Elb. Surg.*, vol. 29, no. 11, pp. 2375–2384, 2020, doi: 10.1016/j.jse.2020.03.028.
- [24] H. Walker, B. Gabbe, H. Wajswelner, P. Blanch, and K. Bennell, "Shoulder pain in swimmers: A 12-month prospective cohort study of incidence and risk factors," *Phys. Ther. Sport*, vol. 13, no. 4, pp. 243–249, 2012, doi: 10.1016/j.ptsp.2012.01.001.
- [25] S. Feijen, T. Struyf, K. Kuppens, A. Tate, and F. Struyf, "Prediction of Shoulder Pain in Youth Competitive Swimmers: The Development and Internal Validation of a Prognostic Prediction Model," *Am. J. Sports Med.*, vol. 49, no. 1, pp. 154–161, 2021, doi: 10.1177/0363546520969913.
- [26] S. J. McLaine, M. L. Bird, K. A. Ginn, T. Hartley, and J. W. Fell, "Shoulder extension strength: a potential risk factor for shoulder pain in young swimmers?," *J. Sci. Med. Sport*, vol. 22, no. 5, pp. 516–520, 2019, doi: 10.1016/j.jsams.2018.11.008.
- [27] A. Tate, G. N. Turner, S. E. Knab, C. Jorgensen, A. Strittmatter, and L. A. Michener, "Risk factors associated with shoulder pain and disability across the lifespan of competitive swimmers," *J. Athl. Train.*, vol. 47, no. 2, pp. 149–158, 2012, doi: 10.4085/1062-6050-47.2.149.
- [28] Haute Autorité de santé, "Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique," *Etat des lieux*, p. 192, 2013, [Online]. Available: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013-06/etat_des_lieux_niveau_preuve_gradation.pdf.
- [29] B. J. Shea *et al.*, "AMSTAR 2: A critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both," *BMJ*, vol. 358, pp. 1–9, 2017, doi: 10.1136/bmj.j4008.
- [30] H. Tao *et al.*, "Interpretation of AMSTAR 2: A critical appraisal tool for systematic reviews that include randomized or non-randomized studies of healthcare interventions," *Chinese J. Evidence-Based Med.*, vol. 18, no. 1, pp. 101–108, 2018, doi: 10.7507/1672-2531.201711005.
- [31] I. Y. Inama, Y. A. Komite, and Y. U. Yo, "1 | Page," pp. 1–11, 2019.

Annexes

Echelles Newcastle Ottawa Scale (NOS) :

NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE COHORT STUDIES

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Outcome categories. A maximum of two stars can be given for Comparability

Selection

- 1) Representativeness of the exposed cohort
 - a) truly representative of the average _____ (describe) in the community *
 - b) somewhat representative of the average _____ in the community *
 - c) selected group of users eg nurses, volunteers
 - d) no description of the derivation of the cohort
- 2) Selection of the non exposed cohort
 - a) drawn from the same community as the exposed cohort *
 - b) drawn from a different source
 - c) no description of the derivation of the non exposed cohort
- 3) Ascertainment of exposure
 - a) secure record (eg surgical records) *
 - b) structured interview *
 - c) written self report
 - d) no description
- 4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study
 - a) yes *
 - b) no

Comparability

- 1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis
 - a) study controls for _____ (select the most important factor) *
 - b) study controls for any additional factor * (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

Outcome

- 1) Assessment of outcome
 - a) independent blind assessment *
 - b) record linkage *
 - c) self report
 - d) no description
- 2) Was follow-up long enough for outcomes to occur
 - a) yes (select an adequate follow up period for outcome of interest) *
 - b) no
- 3) Adequacy of follow up of cohorts
 - a) complete follow up - all subjects accounted for *
 - b) subjects lost to follow up unlikely to introduce bias - small number lost - > ____ % (select an adequate %) follow up, or description provided of those lost) *
 - c) follow up rate < ____% (select an adequate %) and no description of those lost
 - d) no statement

NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE **CASE CONTROL STUDIES**

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Exposure categories. A maximum of two stars can be given for Comparability.

Selection

- 1) Is the case definition adequate?
 - a) yes, with independent validation *
 - b) yes, eg record linkage or based on self reports
 - c) no description
- 2) Representativeness of the cases
 - a) consecutive or obviously representative series of cases *
 - b) potential for selection biases or not stated
- 3) Selection of Controls
 - a) community controls *
 - b) hospital controls
 - c) no description
- 4) Definition of Controls
 - a) no history of disease (endpoint) *
 - b) no description of source

Comparability

- 1) Comparability of cases and controls on the basis of the design or analysis
 - a) study controls for _____ (Select the most important factor.) *
 - b) study controls for any additional factor * (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

Exposure

- 1) Ascertainment of exposure
 - a) secure record (eg surgical records) *
 - b) structured interview where blind to case/control status *
 - c) interview not blinded to case/control status
 - d) written self report or medical record only
 - e) no description
- 2) Same method of ascertainment for cases and controls
 - a) yes *
 - b) no
- 3) Non-Response rate
 - a) same rate for both groups *
 - b) non respondents described
 - c) rate different and no designation

Tableau 1 :

Table 4
Independent predictors of shoulder injury.

Variable	Categories	n	% of total participants in injured group n (%)	Adjusted for swim km		Unadjusted for swim km	
				OR (95% CI)	p value	OR (95% CI)	p value
Significant shoulder injury (SSI)							
ER	Middle (reference)	25	1/74 (1%)	—	0.02 ^a	24.9 (2.3, 262.6)	0.02 ^a
	Low <93°	25	8/74 (11%)	32.5 (2.7, 389.6)			
	High ≥100°	24	8/74 (11%)	35.4 (2.8, 441.9)			
Past History ^b	No (reference)	48	6/74 (8%)	—	0.001 ^a	10.0 (2.5, 39.2)	0.001 ^a
	Yes	26	11/74 (7%)	11.3 (2.6, 48.4)			
Swim km		74		1.0 (1.0, 1.0)	0.11		
Significant interfering shoulder pain (SIP)							
ER	Middle (reference)	23	3/74 (4%)		0.008 ^a	11.1 (2.4, 51.6)	0.009 ^a
	Low <93°	27	15/74 (20%)	12.5 (2.5, 62.4)			
	High ≥100°	24	10/74 (14%)	8.1 (1.5, 42.0)			
Past History ^b	No (reference)	48	14/74 (19%)		0.02 ^a	5.9 (1.3, 28.05)	0.02 ^a
	Yes	26	14/74 (19%)	4.1 (1.3, 13.3)			
Swim km		74		1.0 (1.0, 1.0)	0.07		

ER = external rotation range of motion; km = kilometres.

^a significant at $p < 0.05$.

^b history of shoulder injury in past 12 months.

Tableau 2 :

TABLE 2
Multivariable Logistic Regression Model After Multiple Imputation for Missing Data
Containing All Retained Variables After Manual Elimination (N = 201)^a

Final Model	β (SE)	Odds Ratio (95% CI)	P Value
Acute:chronic workload	1.46 (0.75)	4.31 (1.001-18.537)	.049
Shoulder flexion range of motion	-0.04 (0.02)	0.96 (0.918-1.004)	.078
Posterior shoulder muscle endurance	-0.04 (0.02)	0.96 (0.916-0.998)	.041
Hand entry position error	-0.98 (0.45)	0.37 (0.155-0.906)	.029
Competitive level			.008
Regional vs club	-1.66 (0.61)	0.19 (0.058-0.629)	.007
National vs club	-0.54 (0.56)	0.59 (0.195-1.754)	.339
International vs club	0.35 (0.75)	1.417 (0.327-6.146)	.641

^aPooled Hosmer-Lemeshow = 0.45. Pooled Akaike information criterion = 193.46. Pooled McFadden R^2 = 0.14. Bold indicates significance ($P < .05$).

Graphique 1 :

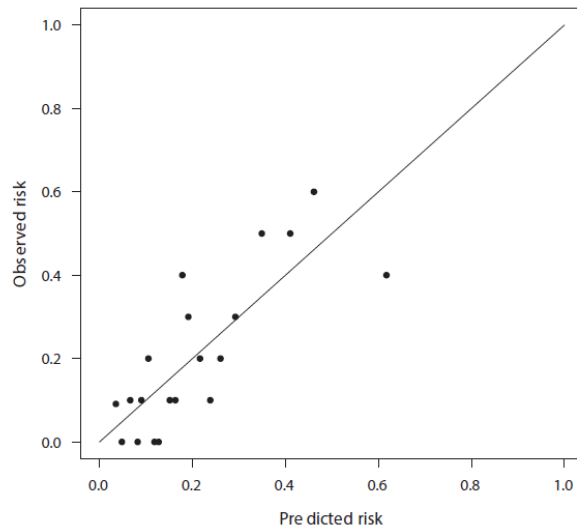


Tableau 3 :

Table 2

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

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

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

Bold text indicates significance $p < 0.05$.

^a Fair predictive value.

Tableau 4 :

Table 4. Comparison of Physical Examination Measures Between Swimmers With (Positive Case) and Without (Negative Case) Shoulder Pain, Dissatisfaction, and Disability^{a-c}

Measure	Age Group											
	8–11 y			12–14 y			15–19 y			Masters		
	Negative Case	Positive Case	P	Negative Case	Positive Case	P	Negative Case	Positive Case	P	Negative Case	Positive Case	P
Shoulder passive range of motion, ° (mean ± SD)												
Flexion	192.85 ± 8.52	185.11 ± 9.85	.02	186.83 ± 7.88	180.50 ± 7.91	.83	180.82 ± 8.23	187.26 ± 8.29	.24	186.35 ± 9.00	188.77 ± 9.08	.43
Flexion–triceps length	180.12 ± 11.46	173.33 ± 6.84	.10	176.80 ± 7.93	177.75 ± 6.36	.75	178.31 ± 8.76	170.89 ± 9.07	.49	174.72 ± 10.70	177.54 ± 8.15	.38
Flexion–latissimus length	183.33 ± 9.77	174.33 ± 13.77	.03	178.71 ± 10.41	182.63 ± 6.41	.32	178.57 ± 10.82	177.53 ± 11.86	.72	173.86 ± 11.09	174.08 ± 13.07	.95
External rotation	111.85 ± 12.72	112.11 ± 11.40	.96	104.09 ± 9.50	102.25 ± 12.82	.85	95.86 ± 11.26	98.03 ± 13.16	.37	92.35 ± 13.00	90.69 ± 10.94	.27
Internal rotation	41.76 ± 13.58	32.50 ± 6.02	.05	40.11 ± 13.59	30.75 ± 6.02	.04	35.78 ± 10.91	34.58 ± 6.00	.85	34.39 ± 7.87	32.54 ± 11.70	.50
Strength: manual muscle test (reduced/total) ^d												
Lower trapezius	27/33 (81.8%)	9/9 (100.0%)	.31	29/35 (82.9%)	7/8 (87.5%)	>.99	50/65 (86.2%)	15/19 (78.9%)	.48	41/54 (75.9%)	11/13 (84.6%)	.72
Middle trapezius	16/33 (48.5%)	8/9 (88.9%)	.05	23/35 (65.7%)	7/8 (87.5%)	.40	47/65 (72.3%)	15/19 (78.9%)	.77	37/54 (68.5%)	10/13 (76.9%)	.74
Serratus anterior	7/33 (21.2%)	3/9 (33.3%)	.06	7/35 (20%)	2/8 (25%)	>.99	12/65 (18.5%)	1/19 (5.3%)	.28	2/54 (3.7%)	1/13 (7.7%)	.48
Strength: normalized muscle torque, Nm (mean ± SD)												
Elevation	0.05 ± 0.02	0.05 ± 0.01	.25	0.05 ± 0.02	0.06 ± 0.01	.12	0.05 ± 0.02	0.06 ± 0.01	.10	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.01	.44
External rotation	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	.43	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	.41	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	.36	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.01	.82
Internal rotation	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	.41	0.05 ± 0.01	0.04 ± 0.01	.05	0.05 ± 0.01	0.05 ± 0.01	.70	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.01	.55
Horizontal abduction	0.03 ± 0.01	0.04 ± 0.01	.54	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	.48	0.04 ± 0.01	0.04 ± 0.01	.83	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.01	.59
Normalized pectoralis minor length, cm (mean ± SD)												
Rest	0.87 ± 0.16	0.79 ± 0.12	.09	0.84 ± 0.15	0.82 ± 0.16	.81	0.83 ± 0.09	0.73 ± 0.19	.00	0.75 ± 0.29	0.78 ± 0.35	.78
Stretch	1.15 ± 0.12	1.15 ± 0.12	.95	1.12 ± 0.12	1.10 ± 0.12	.77	1.09 ± 0.08	1.00 ± 0.26	.15	0.97 ± 0.36	0.90 ± 0.45	.89
Scapular dyskinesis (obvious dyskinesis/total)	21/33 (63.6%)	7/9 (77.8%)	.09	29/35 (82.9%)	4/8 (50%)	>.99	21/65 (32.3%)	8/19 (41.6%)	.05	25/54 (46.3%)	7/13 (53.8%)	.83
Core endurance, s (mean ± SD)												
Side bridge	14.61 ± 11.43	13.51 ± 11.34	.80	24.62 ± 16.61	16.13 ± 6.17	.02	35.60 ± 18.33	28.41 ± 17.78	.13	40.78 ± 21.84	30.10 ± 14.12	.10
Prone bridge	19.13 ± 14.02	17.15 ± 20.79	.75	33.00 ± 21.47	23.94 ± 9.97	.08	54.78 ± 25.85	42.71 ± 27.90	.08	52.21 ± 24.36	55.16 ± 19.53	.89
Closed kinetic chain stability test (no. hits/15 s)	17.73 ± 3.31	10.11 ± 5.23	.34	17.40 ± 2.83	15.50 ± 6.07	.47	17.20 ± 4.41	17.90 ± 17.90	.54	15.45 ± 5.23	16.38 ± 3.50	.55

^aIndicates that the t tests were performed for analyses of variables of passive range of motion, strength using normalized muscle torque, normalized pectoralis minor length, and core endurance, and the values are presented in Appendix 2.

^bIndicates that Fisher exact probability tests were performed for analyses of variables of manual muscle test for all muscles and scapular dyskinesis (groups 8–11 years and 12–14 years of age).

^cIndicates that χ^2 tests were performed for analyses of variables of scapular dyskinesis (groups 15–19 years of age and masters), and the values are presented in Appendix 2.

^dReduced strength was defined as movement of the scapula during application of pressure.

Grille AMSTAR-2 :

1. Did the research questions and inclusion criteria for the review include the components of PICO?

For Yes:	Optional (recommended)	
<input type="checkbox"/> Population	<input type="checkbox"/> Timeframe for follow-up	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> Intervention		<input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> Comparator group		
<input type="checkbox"/> Outcome		

2. Did the report of the review contain an explicit statement that the review methods were established prior to the conduct of the review and did the report justify any significant deviations from the protocol?

For Partial Yes: The authors state that they had a written protocol or guide that included ALL the following:	For Yes: As for partial yes, plus the protocol should be registered and should also have specified:	
<input type="checkbox"/> review question(s)	<input type="checkbox"/> a meta-analysis/synthesis plan, if appropriate, <i>and</i>	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> a search strategy	<input type="checkbox"/> a plan for investigating causes of heterogeneity	<input type="checkbox"/> Partial Yes
<input type="checkbox"/> inclusion/exclusion criteria	<input type="checkbox"/> justification for any deviations from the protocol	<input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> a risk of bias assessment		

3. Did the review authors explain their selection of the study designs for inclusion in the review?

For Yes, the review should satisfy ONE of the following:	
<input type="checkbox"/> <i>Explanation for</i> including only RCTs	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> OR <i>Explanation for</i> including only NRSI	<input type="checkbox"/> No
<input type="checkbox"/> OR <i>Explanation for</i> including both RCTs and NRSI	

4. Did the review authors use a comprehensive literature search strategy?

For Partial Yes (all the following):	For Yes, should also have (all the following):	
<input type="checkbox"/> searched at least 2 databases (relevant to research question)	<input type="checkbox"/> searched the reference lists / bibliographies of included studies	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> provided key word and/or search strategy	<input type="checkbox"/> searched trial/study registries	<input type="checkbox"/> Partial Yes
<input type="checkbox"/> justified publication restrictions (e.g. language)	<input type="checkbox"/> included/consulted content experts in the field	<input type="checkbox"/> No
	<input type="checkbox"/> where relevant, searched for grey literature	
	<input type="checkbox"/> conducted search within 24 months of completion of the review	

5. Did the review authors perform study selection in duplicate?

For Yes, either ONE of the following:	
<input type="checkbox"/> at least two reviewers independently agreed on selection of eligible studies and achieved consensus on which studies to include	<input type="checkbox"/> Yes
<input type="checkbox"/> OR two reviewers selected a sample of eligible studies <u>and</u> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder selected by one reviewer.	<input type="checkbox"/> No

6. Did the review authors perform data extraction in duplicate?

For Yes, either ONE of the following:

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> at least two reviewers achieved consensus on which data to extract from included studies | <input type="checkbox"/> Yes |
| <input type="checkbox"/> OR two reviewers extracted data from a sample of eligible studies <u>and</u> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder extracted by one reviewer. | <input type="checkbox"/> No |

7. Did the review authors provide a list of excluded studies and justify the exclusions?

For Partial Yes:

- ☐ provided a list of all potentially relevant studies that were read in full-text form but excluded from the review

For Yes, must also have:

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Justified the exclusion from the review of each potentially relevant study | <input type="checkbox"/> Yes |
| | <input type="checkbox"/> Partial Yes |
| | <input type="checkbox"/> No |

8. Did the review authors describe the included studies in adequate detail?

For Partial Yes (ALL the following):

- ☐ described populations
- ☐ described interventions
- ☐ described comparators
- ☐ described outcomes
- ☐ described research designs

For Yes, should also have ALL the following:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> described population in detail | <input type="checkbox"/> Yes |
| <input type="checkbox"/> described intervention in detail (including doses where relevant) | <input type="checkbox"/> Partial Yes |
| <input type="checkbox"/> described comparator in detail (including doses where relevant) | <input type="checkbox"/> No |
| <input type="checkbox"/> described study's setting | |
| <input type="checkbox"/> timeframe for follow-up | |

9. Did the review authors use a satisfactory technique for assessing the risk of bias (RoB) in individual studies that were included in the review?

RCTs

For Partial Yes, must have assessed RoB from

- ☐ unconcealed allocation, *and*
- ☐ lack of blinding of patients and assessors when assessing outcomes (unnecessary for objective outcomes such as all-cause mortality)

For Yes, must also have assessed RoB from:

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> allocation sequence that was not truly random, <i>and</i> | <input type="checkbox"/> Yes |
| <input type="checkbox"/> selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome | <input type="checkbox"/> Partial Yes |
| | <input type="checkbox"/> No |
| | <input type="checkbox"/> Includes only NRSI |

NRSI

For Partial Yes, must have assessed RoB:

- ☐ from confounding, *and*
- ☐ from selection bias

For Yes, must also have assessed RoB:

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> methods used to ascertain exposures and outcomes, <i>and</i> | <input type="checkbox"/> Yes |
| <input type="checkbox"/> selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome | <input type="checkbox"/> Partial Yes |
| | <input type="checkbox"/> No |
| | <input type="checkbox"/> Includes only RCTs |

10. Did the review authors report on the sources of funding for the studies included in the review?

For Yes

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Must have reported on the sources of funding for individual studies included in the review. Note: Reporting that the reviewers looked for this information but it was not reported by study authors also qualifies | <input type="checkbox"/> Yes |
| | <input type="checkbox"/> No |

11. If meta-analysis was performed did the review authors use appropriate methods for statistical combination of results?

RCTs

For Yes:

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis | <input type="checkbox"/> Yes |
| <input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results and adjusted for heterogeneity if present. | <input type="checkbox"/> No |
| <input type="checkbox"/> AND investigated the causes of any heterogeneity | <input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted |

For NRSI

For Yes:

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis | <input type="checkbox"/> Yes |
| <input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results, adjusting for heterogeneity if present | <input type="checkbox"/> No |
| <input type="checkbox"/> AND they statistically combined effect estimates from NRSI that were adjusted for confounding, rather than combining raw data, or justified combining raw data when adjusted effect estimates were not available | <input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted |
| <input type="checkbox"/> AND they reported separate summary estimates for RCTs and NRSI separately when both were included in the review | |

12. If meta-analysis was performed, did the review authors assess the potential impact of RoB in individual studies on the results of the meta-analysis or other evidence synthesis?

For Yes:

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs | <input type="checkbox"/> Yes |
| <input type="checkbox"/> OR, if the pooled estimate was based on RCTs and/or NRSI at variable RoB, the authors performed analyses to investigate possible impact of RoB on summary estimates of effect. | <input type="checkbox"/> No |
| | <input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted |

13. Did the review authors account for RoB in individual studies when interpreting/ discussing the results of the review?

For Yes:

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs | <input type="checkbox"/> Yes |
| <input type="checkbox"/> OR, if RCTs with moderate or high RoB, or NRSI were included the review provided a discussion of the likely impact of RoB on the results | <input type="checkbox"/> No |

14. Did the review authors provide a satisfactory explanation for, and discussion of, any heterogeneity observed in the results of the review?

For Yes:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> There was no significant heterogeneity in the results | <input type="checkbox"/> Yes |
| <input type="checkbox"/> OR if heterogeneity was present the authors performed an investigation of sources of any heterogeneity in the results and discussed the impact of this on the results of the review | <input type="checkbox"/> No |

15. If they performed quantitative synthesis did the review authors carry out an adequate investigation of publication bias (small study bias) and discuss its likely impact on the results of the review?

For Yes:

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> performed graphical or statistical tests for publication bias and discussed the likelihood and magnitude of impact of publication bias | <input type="checkbox"/> Yes |
| | <input type="checkbox"/> No |
| | <input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted |

16. Did the review authors report any potential sources of conflict of interest, including any funding they received for conducting the review?

For Yes:

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> The authors reported no competing interests OR | <input type="checkbox"/> Yes |
| <input type="checkbox"/> The authors described their funding sources and how they managed potential conflicts of interest | <input type="checkbox"/> No |

Grille du niveau de preuve selon la HAS :

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

Grille des grades de recommandations selon la HAS :

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

RESUME

Contexte : La natation est un sport très populaire qui sollicite les membres supérieurs comme moyen de locomotion dans l'eau. Le syndrome de l'épaule du nageur est une pathologie très répandue chez ces sportifs. Plus d'un tiers des nageurs souffrent un jour d'une épaule les empêchant de poursuivre la pratique de la natation un certain temps. Le principal symptôme est la douleur. Des lésions sont souvent associées à ces douleurs. L'étude des facteurs de risque est essentielle dans le monde du sport afin de prévenir les hypothétiques blessures ralentissant la progression des athlètes.

Objectif : Identifier les facteurs de risque du syndrome de l'épaule du nageur.

Participants : Nageurs pratiquant ou ayant pratiqué la compétition.

Méthodologie : Pour réaliser notre revue de littérature une recherche a été effectuée sur différentes bases de données : PubMed, PEDro, Cochrane Library, KinéDoc et Google Scholar. De ces recherches est ressortie une sélection d'articles éligibles à notre travail. En fonction des critères d'inclusion et d'exclusion déterminés au préalable nous avons effectué une sélection.

Résultats : A la fin de notre sélection, nous disposons d'un échantillon de 4 articles scientifiques : 3 études de cohorte prospective et une étude transversale. Plusieurs facteurs de risque ont été étudiés dans chacune, nous apportant différents résultats. Des facteurs tels que des déficits d'amplitude articulaire, de force musculaire, l'historique ou encore l'intensité de la pratique ont pu être identifiés par les différents auteurs. Néanmoins une importante hétérogénéité de méthode et de résultats est à noter d'une étude à une autre nous limitant dans nos conclusions.

Discussion : Bien que certaines attitudes aient pu être associées à des facteurs de risque par les différents auteurs, les preuves apportées dans cette revue ne nous permettent pas de statuer avec certitude de leur impact dans le cadre étudié. Les recherches doivent se poursuivre afin de renseigner au mieux les équipes médicales travaillant auprès des nageurs et leur donner des outils de travail supplémentaires pour améliorer leur prise en charge.

Mots clés : *syndrome de l'épaule du nageur, douleurs d'épaule, nageur compétitif, facteurs de risque*

ABSTRACT

Context: Swimming is a very popular activity which requires to use our upper limbs as means of transport in water. The swimmer's shoulder syndrome is a very common pathology for these athletes. More than a third of swimmers suffer one day from a shoulder avoiding them to continue their training for a time. The main symptom is the pain. Some lesions are often associated to this pain. The study of risk factor is necessary in the sports world to prevent a hypothetical injury slowing down their evolution.

Objective: To identify risk factor for the swimmer's shoulder syndrome.

Participants: Swimmers who participate or have participated to competition.

Methods: To realize our study we have done some researches in various data bases like PubMed, PEDro, Cochrane Library, KinéDoc and Google Scholar. Thank to these researches we have found a selection of papers eligible for our review. We have determined some inclusion and exclusion criteria to select with precision our articles.

Results: At the end of our selection, we had a sample of 4 scientific papers: 3 prospective cohort studies and 1 cross-sectional study. A lot of risk factors were analyzed in each, bringing us various results. Some factor like range of motion or muscular strength deficit, the story or the intensity of practice have been identified by the authors. However, an important heterogeneity of methods and results need to be noticed from a study to another. It limited our conclusions.

Discussion: Although some symptoms have been identified as risk factor by the authors, the proof brought in this review don't allow us to be certain of their impact. Researches must continue to inform better our medical teams who work with swimmers et give them more work tools to improve their treatments.

Key words: *swimmer's shoulder syndrome, shoulder pain, competitive swimmers, risk factor*