



**HAL**  
open science

# Intérêt du renforcement musculaire dans le traitement du syndrome de l'épaule du nageur chez le nageur de haut niveau

Ilyes Tari

► **To cite this version:**

Ilyes Tari. Intérêt du renforcement musculaire dans le traitement du syndrome de l'épaule du nageur chez le nageur de haut niveau. Médecine humaine et pathologie. 2021. dumas-03358755

**HAL Id: dumas-03358755**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03358755>**

Submitted on 29 Sep 2021

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

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

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

**INTERET DU RENFORCEMENT MUSCULAIRE  
DANS LE TRAITEMENT DU SYNDROME DE  
L'ÉPAULE DU NAGEUR CHEZ LE NAGEUR DE  
HAUT NIVEAU**

**TARI Ilyes**

**Directeur de mémoire : Mme CAORS**

## Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont apporté leur aide dans la réalisation de ce mémoire, particulièrement ma directrice de mémoire Mme Béatrice CAORS, cadre formateur à l'IFMK de Marseille, qui a su faire preuve de patience et de disponibilité, tout au long de mes études de masso-kinésithérapie.

Je remercie également mes amis Florian, Emilie, Célia et Tiffany, qui m'ont soutenu dans les moments difficiles et sans qui ces années de formation n'auraient pas été aussi riches.

Je remercie mon entraîneur et mentor Pierre Amardeilh, ancien nageur olympique, qui grâce à son expérience et son avis critique, m'a permis de m'améliorer dans ma pratique sportive et m'a conduit à choisir ce sujet de mémoire.

Enfin, je remercie mon père, pour son éducation stricte qui m'a inculqué la rigueur, la discipline et le goût de l'effort.

## **Table des matières**

1	INTRODUCTION .....	1
1.1	Description de la pathologie, population concernée .....	1
1.1.1	Rappels anatomiques et physiologiques de l'épaule [2] .....	1
1.1.1.1	Les structures osseuses .....	2
1.1.1.2	Les moyens d'union .....	2
1.1.1.3	La coiffe des rotateurs .....	3
1.1.2	La natation .....	4
1.1.2.1	Généralités .....	4
1.1.3	Cinésiologie des différentes nages .....	5
1.1.4	L'épaule du nageur .....	8
1.1.4.1	Etiologie .....	8
1.1.4.2	Mise en évidence d'une atteinte de l'épaule .....	9
1.1.4.3	Bilan palpatoire .....	9
1.1.4.4	Bilan articulaire .....	9
1.1.4.5	Tests de la coiffe des rotateurs [16] .....	10
1.2	Description du traitement .....	11
1.2.1	Déséquilibre musculaire chez le nageur .....	11
1.2.2	Le renforcement musculaire de la coiffe des rotateurs .....	12
1.3	Hypothèses théoriques .....	13
1.4	Intérêt de cette revue de littérature .....	13
1.5	Objectifs de la revue, modèle PICO .....	14
2	Méthodologie .....	14
2.1	Critères d'éligibilité des études .....	14
2.2	Méthodologie de recherche d'études .....	15
2.2.1	Recherche d'études sur Pubmed .....	16
2.2.2	Recherche d'études sur Cochrane .....	16
2.2.3	Recherche d'études sur Google Scholar et kinédoc .....	17
2.3	Méthode d'extraction et analyse des données .....	17
2.3.1	Méthode de sélection des études .....	17
2.3.2	Evaluation de la qualité méthodologique des études .....	17
2.3.3	Extraction des données .....	18
2.3.4	Méthode de synthèse des résultats .....	19
3	Résultats .....	20
3.1	Description des études .....	20
3.1.1	Diagramme de flux .....	20

3.1.2	Etudes exclues .....	21
3.1.3	Etudes incluses .....	21
3.2	Risques de biais des études incluses .....	23
3.3	Effets de l'intervention sur les critères de jugement de cette revue.....	25
3.3.1	Effet du renforcement sur le ratio de force des rotateurs.....	25
3.3.2	Effet du renforcement sur la douleur d'épaule.....	29
3.3.3	Effet du renforcement sur la posture des nageurs .....	31
4	Discussion .....	32
4.1	Analyse des principaux résultats .....	32
4.2	Applicabilité des résultats en pratique clinique .....	35
4.3	Qualité des preuves.....	36
4.4	Biais potentiels de la revue .....	38
5	Conclusion .....	39
5.1	Implication pour la pratique clinique .....	39
5.2	Implication pour la recherche .....	40
6	BIBLIOGRAPHIE.....	41

# 1 INTRODUCTION

Pratiquant la natation en compétition depuis maintenant dix ans dont quatre au niveau national, j'ai été sujet à plusieurs reprises et de même que plusieurs de mes rivaux et partenaires d'entraînement à des douleurs d'épaule récurrentes après des périodes prolongées d'entraînement intense et ce, malgré une hygiène de vie irréprochable incluant une hydratation suffisante, une alimentation équilibrée et un rythme nyctéméral adapté.

Au fil des années et de ma progression en natation et particulièrement sur les épreuves de sprint, le travail dit « à sec » a commencé à occuper une place de plus en plus importante dans la recherche de performance. Cependant, ce travail hors de l'eau se résumait à des séances de de préparation physique générale (PPG) et de musculation afin de gagner en puissance et en explosivité.

Par la suite pendant mon cursus universitaire de Masso-Kinésithérapie, j'ai eu l'occasion d'étudier en détails l'articulation complexe qu'est l'épaule, son anatomie, sa biomécanique ainsi que les pathologies qui lui sont propres en accordant une attention toute particulière aux pathologies touchant les sportifs et bien sur les nageurs.

Ainsi, j'ai appris l'existence du syndrome de « l'épaule du nageur », pathologie touchant les tendons des muscles de la coiffe des rotateurs chez les nageurs de tous niveaux confondus, du nageur occasionnel au champion olympique.

Ayant été affecté par cette pathologie que je considérais comme un frein à ma progression sportive, je me suis intéressé sans tarder au traitement de l'épaule douloureuse chez le nageur de compétition, c'est ce qui nous amène à ce sujet de revue de littérature.

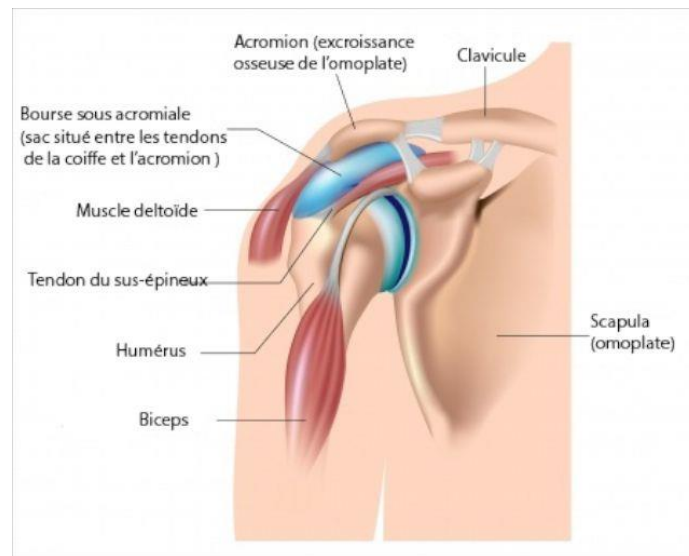
## 1.1 Description de la pathologie, population concernée

### 1.1.1 Rappels anatomiques et physiologiques de l'épaule [2]

L'épaule est une articulation de type sphéroïde. A la différence de la hanche c'est une articulation suspendue : elle n'est pas destinée à supporter le poids d'un autre segment du corps mais à soutenir le membre supérieur et à l'orienter dans l'espace, c'est une des articulations les plus mobiles du corps humain. Il s'agit en fait d'un complexe mettant en jeu 5 articulations. On distingue :

- **La scapulo-humérale** : (gléno-humérale), la plus importante en termes de pathologies. Elle permet les mouvements de flexion/extension, Abduction/adduction, rotation latérale/rotation médiale.
- **La sterno-costoclaviculaire**
- **L'acromio-claviculaire** : Cette articulation permet des glissements lâches pour permettre l'ouverture lors d'une élévation, si la laxité ligamentaire le permet.

- **La scapulo-thoracique** : Elle est très mobile et permet des mouvements de glissement sur le gril costal tels que l'élévation/abaissement, les bascules et sonnettes de scapula.
- **La sous-deltaïdienne**



[1] *Éléments présents dans l'articulation gléno-humérale*

L'articulation scapulo-humérale est la plus importante en termes d'amplitude de mouvement comme en termes de pathologies associées. Elle oppose la tête humérale à une cavité sphérique, la glène, qui est la surface articulaire de la scapula.

Cette articulation sphéroïde permet trois degrés de liberté et une grande amplitude de mouvement, aspect non négligeable dans la pratique de la natation, mais elle est aussi une des plus instables du fait de son anatomie osseuse : la tête humérale est une grande demi-sphère posée sur un petit socle osseux représenté par la glène de la scapula.

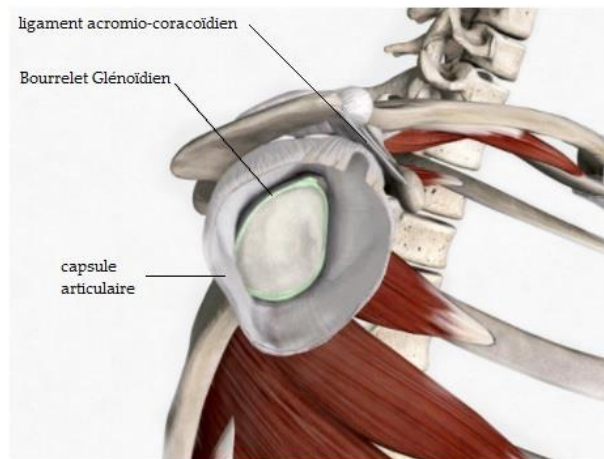
#### 1.1.1.1 Les structures osseuses

- La tête humérale : c'est une tête de 30 mm de rayon représentant 1/3 de sphère. Elle se situe au niveau de l'épiphyse proximale de l'humérus. Orientée en haut en arrière et en dedans, elle s'articule avec la glène de la scapula. Sur ses faces antérieure, postérieure et supérieure s'insèrent les tendons de la coiffe des rotateurs sur des tubérosités : le tubercule majeur et le tubercule mineur.
- La glène (ou cavité glénoïdienne) : C'est la partie de la scapula qui s'articule avec l'humérus. Concave en tous sens, elle est orientée en dehors et en avant.

#### 1.1.1.2 Les moyens d'union

- La capsule articulaire : C'est une enveloppe fibreuse qui unit les os entre eux, doublée par des ligaments, qui sont des renforts de celle-ci. Les fibres de tissu conjonctif qui la composent sont relativement lâches et permettent des mouvements de bâillement et de glissement lors des mouvements de grande amplitude. Chez les nageurs, la capsule antérieure est plus lâche que la capsule postérieure.

- La capsule est également formée de tissu profond dit « synovial » et qui produit le liquide synovial, dont le rôle est de « lubrifier » l'articulation et de limiter les frottements entre les surfaces osseuses en contact.
- Le bourrelet glénoïdien (labrum) : C'est une structure fibrocartilagineuse de forme ovale dont le but structurel est d'augmenter la congruence articulaire.
- Les ligaments : Ce sont des épaisissements de la capsule que l'on retrouve plus moins tendus autour des surfaces articulaires. Leur rôle de stabilisateurs articulaires est des plus importants, car ce sont de véritables remparts à la luxation. On les retrouve très souvent étirés voire déchirés dans les entorses. Leur laxité est un élément favorisant les mouvements de grande amplitude en natation mais représente un facteur de risque de luxation et d'instabilité. Le ligament acromio-coracoïdien est tendu entre l'acromion et le processus coracoïde de la scapula, il couvre la partie supérieure de la coiffe des rotateurs et forme le « toit » de l'articulation gléno-humérale.



*Coupe sagittale des moyens d'union de l'articulation scapulo-humérale [3]*

### 1.1.1.3 La coiffe des rotateurs

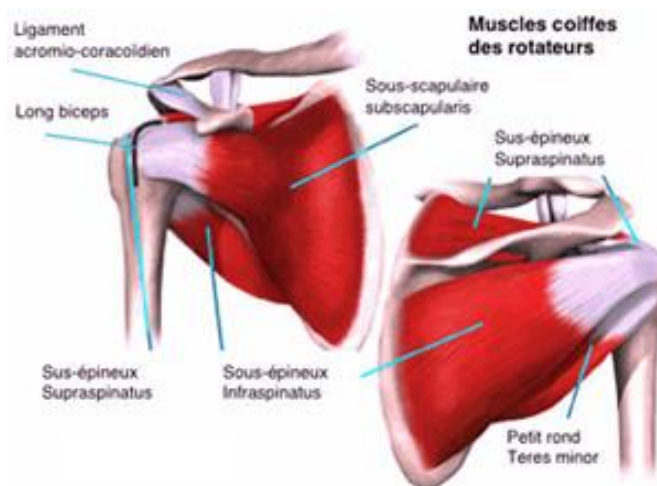
La coiffe des rotateurs se définit comme un ensemble de muscles courts et profonds de l'épaule qui « coiffent » la tête humérale. Ces muscles permettent les mouvements de l'épaule que ce soient les gestes de la vie quotidienne ou les activités sportives, mais aussi de stabiliser la tête humérale dans la cavité glénoïdienne. Ils sont donc indispensables au bon fonctionnement de l'articulation scapulo-humérale. Ces muscles sont « tendus » entre la scapula et la partie supérieure de l'humérus et au nombre de 4 :

- Le subscapulaire : Il est de forme triangulaire, s'insère au niveau de la fosse subscapulaire située à la face antérieure de la scapula et se termine sur le tubercule mineur de l'humérus. Le subscapulaire est rotateur médial du bras, abaisseur de la tête humérale et a un rôle important dans la stabilisation antérieure de l'épaule.
- L'infra-épineux : Ce muscle est de forme triangulaire, s'insère dans la fosse infra-épineuse à la face postérieure de la scapula et se termine sur la face postérieure du tubercule majeur. L'infra-épineux est rotateur latéral, abducteur de scapulo-humérale et abaisseur de la tête humérale. Il est, après le supra-épineux, le muscle le plus touché dans les pathologies de la coiffe des rotateurs notamment dans les tendinopathies et ruptures de la coiffe.



- Le petit rond : C'est un muscle plat et allongé qui s'insère sous la glène à la face postérieure de la scapula et se termine sur la face postérieure du tubercule majeur de l'humérus. Les fonctions du petit rond sont la rotation latérale et l'adduction du bras, mais comme les autres muscles de la coiffe des rotateurs, il participe à la stabilisation de la tête humérale dans la cavité glénoïdienne.
- Le supra-épineux : Il s'insère dans la fosse supra-épineuse à la face postérieure de la scapula et se termine sur la face supérieure du tubercule majeur de l'humérus. Le supra-épineux est abducteur du bras, c'est un muscle synergique du muscle deltoïde. Il est stabilisateur de la tête humérale. C'est le muscle le plus souvent impliqué dans les pathologies de l'épaule. Lors de la rupture de la coiffe, il est souvent le premier affecté.

On peut aussi citer le chef long du biceps brachial ; il ne fait pas partie de la coiffe des rotateurs mais il a un rôle important à jouer dans la stabilisation de l'épaule.



Les muscles de la coiffe des rotateurs [4]

Entre la partie supérieure des tendons de la coiffe des rotateurs et l'acromion se trouve la bourse sous-acromiale : son rôle est de faciliter le glissement des tendons sous l'acromion. Elle peut être le lieu d'une inflammation aigüe, la bursite, ou encore d'une fibrose, limitant le glissement des tendons.

## 1.1.2 La natation

### 1.1.2.1 Généralités

Depuis la première guerre mondiale jusqu'aux derniers jeux olympiques de Rio en 2016, la natation est le deuxième sport olympique après l'athlétisme et actuellement le 8<sup>ème</sup> sport le plus pratiqué en France avec plus de 365 000 licenciés à travers ses différentes sections. [5]

C'est aussi le sport recommandé par les thérapeutes pour ses bienfaits car sport « porté » où la poussée d'Archimède limite l'effet de la gravité sur les articulations et dont la pratique est vivement conseillée dans le cadre de la prévention et du traitement des pathologies orthopédiques, rhumatismales ou cardio-respiratoires.

La discipline la plus populaire de ce sport est la « natation course » : en compétition les athlètes concourent dans un bassin de 25m ou de 50m dit « olympique » dans des courses allant du 50m au 1500m et dans des styles de nage différents. [5]

On distingue quatre styles de nage différents : le crawl (ou nage libre) et le dos qui sont des nages asymétriques ainsi que le papillon et la brasse, nages symétriques.

Dans chaque style de nage, le mouvement du membre supérieur se décompose en deux phases principales :

- La phase propulsive (aquatique) : la main entre dans l'eau puis celle-ci s'oriente avec le bras et l'avant-bras de manière à créer le plus de résistance possible lors de la prise d'appui sur l'eau puis lors de la traction de l'avant vers l'arrière l'ensemble du membre supérieur prend appui sur l'eau pour propulser le corps en avant.
- La phase de retour aérien (phase de dégagement) : le coude et la main sortent de l'eau et se repositionnent en avant de la tête en vue d'initier une nouvelle phase de propulsion.

Ainsi, dans les nages asymétriques, lorsqu'un bras est dans sa phase propulsive l'autre bras est quant à lui dans sa phase de retour aérien.

La particularité des nages de crawl, dos et papillon est que 70 à 80% de la propulsion permettant l'avancée dans l'eau est fournie par le membre supérieur. [6]

### 1.1.3 Cinésiologie des différentes nages

#### **Crawl ou nage libre :**

- Phase de propulsion :
  - La traction du bras sous l'eau est initiée par une contraction concentrique du muscle grand pectoral
  - Le grand dorsal et le grand rond se contractent ensuite pour aider à cette traction.
  - En fin de la traction on observe une extension du coude par une contraction concentrique du triceps brachial.
- Phase aérienne :
  - La sortie du bras de l'eau est permise par une contraction concentrique des chefs postérieur et médian du deltoïde et du supra-épineux.
  - Le bras poursuit son retour par une abduction de gléno-humérale (deltoïde), et les fixateurs de scapula interviennent en contraction statique pour stabiliser l'articulation scapulo-thoracique
  - L'entrée de la main dans l'eau est permise par une extension de coude (contraction concentrique du triceps), une sonnette maximale de la scapula (dentelé antérieur en concentrique) ainsi qu'une contraction excentrique du deltoïde et du supra-épineux.



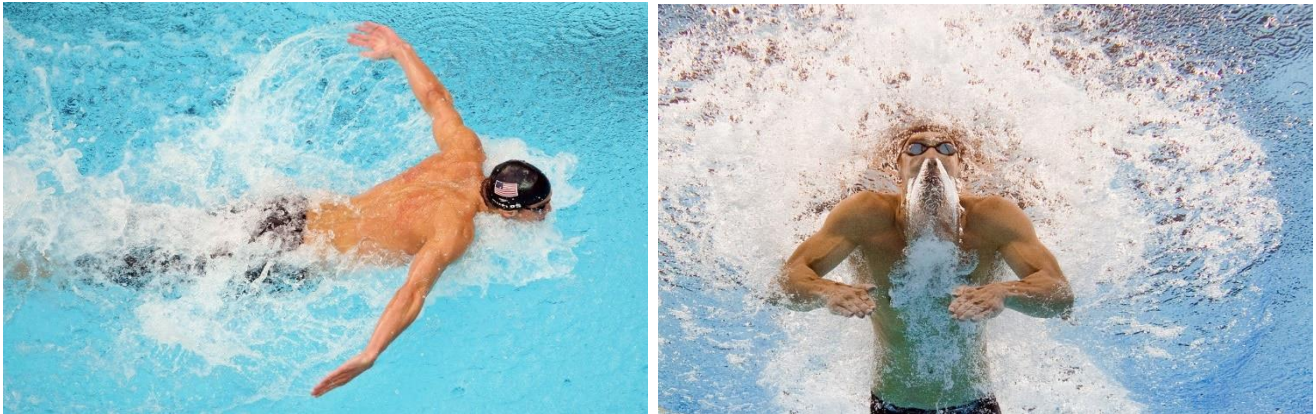
Phase de propulsion (image de gauche) et phase de retour aérien (image de droite) [7] [8]

#### **Dos :**

- Phase de propulsion :
  - La traction est initiée par une contraction concentrique du grand dorsal.
  - La poussée est ensuite aidée par le grand pectoral mais aussi par le biceps brachial en contraction concentrique réalisant une flexion de coude
  - La fin de la propulsion est permise par une extension de coude réalisée par le triceps brachial en concentrique.
- Phase aérienne :
  - Le coude est tendu et la main sort de l'eau par une contraction concentrique du deltoïde antérieur.
  - Le retour de la main dans l'eau est permis par une contraction concentrique du deltoïde postérieur et des fixateurs de scapula dont le dentelé antérieur.

#### **Papillon :**

- Phase de propulsion :
  - La traction du bras est initiée par une contraction concentrique du grand pectoral, puis accélérée par la contraction des grands rond et dorsal en concentrique.
  - Comme en crawl, la fin de la traction est marquée par une extension de coude permise par une contraction concentrique du triceps brachial.
- Phase aérienne :
  - Le coude et la main sortent de l'eau grâce à la contraction concentrique de deltoïde postérieur et du supra-épineux).
  - Le retour aérien est réalisé par le deltoïde en concentrique qui fait une abduction de gléno-humérale et les fixateurs de scapula stabilisent la scapulo-thoracique. A la fin de cette phase, les érecteurs du rachis stabilisent le tronc et permettent la sortie des épaules et des deux membres supérieurs.
  - Enfin, le retour de la main dans l'eau est aidé par les abdominaux qui orientent le buste et les membres supérieurs par une flexion du tronc.



Les phases de retour aérien (gauche) et de propulsion (droite) en papillon. [9] [10]

#### Brasse :

- Phase de propulsion :
  - La traction est initiée par la contraction concentrique des grands pectoral et dorsal, puis la flexion du coude intervient par la contraction concentrique du biceps brachial
  - Simultanément, la contraction concentrique des érecteurs du rachis et des adducteurs de scapula permet au nageur de sortir la tête et les épaules de l'eau afin d'avoir une projection antérieure la plus dynamique possible.
- Phase de retour aquatique :
  - La contraction des fléchisseurs de coude permet de ramener les mains sous le buste pour préparer la projection en avant.
  - La contraction concentrique des abdominaux entraîne la flexion du rachis et l'entrée de la tête dans l'eau.
  - Simultanément, l'antépulsion de gléno-humérale par le deltoïde antérieur et l'extension rapide du coude par le triceps brachial permettent la projection du membre supérieur en avant, accompagnée par une sonnette latérale de scapula par l'action du dentelé antérieur.

Quel est l'impact de toutes ces actions musculaires sur la tête humérale ?

Les éléments qui reviennent dans tous les styles de nage sont la **contraction concentrique** et puissante des muscles grand pectoral, grand dorsal et grand rond qui sont **extenseurs** et **rotateurs médiaux** de gléno-humérale. Simultanément, les muscles fixateurs de scapula freinent son abduction et sa sonnette latérale par une contraction excentrique relativement faible. Les extenseurs permettant la prise d'appui sur l'eau deviennent alors puissants en comparaison avec leurs antagonistes qui travaillent contre une résistance moindre lors de la phase aérienne et ont tendance à tracter la **tête humérale** en avant. Celle-ci devient **antériorisée** par rapport à sa position initiale. En plus de cela, le retour aérien en crawl et en papillon se faisant en amplitude extrême d'abduction et de flexion, la **capsule antérieure se trouve étirée** en comparaison avec la capsule postérieure, cela participe à la laxité du complexe capsulo-ligamentaire.

## 1.1.4 L'épaule du nageur.

### 1.1.4.1 Etiologie

La natation sollicite les membres supérieurs et particulièrement les épaules de manière inhabituelle. En effet, afin de propulser le corps dans l'eau qui offre plus de résistance que l'air, les articulations doivent faire face à des contraintes particulièrement élevées : pour obtenir une nage efficace selon le style et la vitesse recherchés, les gestes doivent être à la fois précis, de grande amplitude et exécutés rapidement, nécessitant successivement puissance musculaire et relâchement.

Ces gestes s'inscrivent dans un schéma très répétitif :

En moyenne, on considère qu'un nageur de niveau national réalise deux entraînements par jour à raison de 5 jours par semaine, au cours desquels il nage entre 8 et 12km par jour. Chaque membre supérieur exécute alors entre 5 000 et 10 000 quotidiennement.

La répétition et l'intensité des contraintes en traction antérieure de la tête humérale favorisent l'apparition de pathologies articulaires : les plus courantes chez le nageur de compétition sont la lésion de la coiffe des rotateurs, le conflit sous-acromial (résultant de la diminution de l'espace sous-acromial) et l'hyperlaxité multidirectionnelle.

Ainsi, 40 à 91% des nageurs en compétition quel que soit leur niveau présentent une atteinte de l'épaule dans leur carrière. [11]

En 2008, dans une étude répertoriant 202 consultations de nageurs, 89% d'entre elles étaient pour une douleur d'épaule. Parmi ces dernières, 97% des patients présentaient une tendinopathie ou une instabilité. [12]

Les atteintes de l'épaule chez le nageur de compétition peuvent être regroupées en deux grandes catégories :

- L'atteinte des tendons de la coiffe des rotateurs, notamment la tendinopathie du supra-épineux et du long biceps
- L'instabilité multidirectionnelle.

La biomécanique des gestes techniques variant d'un style de nage à un autre, les atteintes seront différentes.

**Crawl** : C'est la nage la plus susceptible de léser le tendon du supra-épineux, par le conflit sous-acromial ou « *impingement syndrome* » : il apparaît lorsque le nageur entre sa main dans l'eau en hyper-rotation médiale, à la fin de la phase de retour aérien.

Le conflit sous-acromial a été mis en évidence par Neer en 1972.

**Dos** : Cette nage sollicite l'épaule dans des amplitudes extrêmes, particulièrement lors de la phase de propulsion, favorisant l'apparition d'une laxité multidirectionnelle. On retrouve ainsi une distension de la capsule articulaire antérieure et des ligaments gléno-huméraux.

**Papillon** : le mouvement du bras lors de la propulsion est identique au crawl. Le retour aérien en revanche est balistique avec le bras tendu. Le tendon du long biceps se trouve alors étiré en fin de propulsion et pendant la totalité du retour aérien. On retrouve cette situation lors du retour aérien en crawl chez certains nageurs de sprint (technique du bras tendu). [13]

#### 1.1.4.2 Mise en évidence d'une atteinte de l'épaule

Bilan visuel : Il est utile pour mettre en évidence une modification de l'attitude spontanée du nageur, en complément des autres bilans cités ci-après. [14]

Observation morphostatique : En observant la position des scapulas (en plus de leur symétrie par rapport à l'axe rachidien) et de l'humérus, on note que 55% des nageurs présentent une antépulsion de la tête humérale associée à une hypercyphose thoracique. La scapula est quant à elle en bascule antérieure, abduction et rotation médiale. Cette observation met en évidence l'allongement des fixateurs de scapula et l'hypoextensibilité des muscles antérieurs, sollicités dans la phase de propulsion.

Observation morphodynamique : On observe ici la chronologie du mouvement scapulo-huméral lors d'une abduction d'épaule dans toute son amplitude. Chez un sujet non-nageur, de 0 à 85° le mouvement est permis par la gléno humérale puis dans la deuxième partie, se produit une sonnette latérale de scapula. Chez le nageur de compétition cette chronologie peut se trouver modifiée par des douleurs, blocages articulaires ou hypertonicité musculaire bien que cette dernière ne soit pas pathologique.

#### 1.1.4.3 Bilan palpatoire

Un des signes de la tendinopathie, de l'entorse et de la bursite étant la douleur à la palpation, on recherche des points douloureux sur le tubercule majeur, les bords de l'acromion et le ligament acromio-coracoïdien. Une élévation de la température cutanée superficielle peut nous orienter vers une inflammation locale. Enfin la palpation des muscles antérieurs et antagonistes au mouvement de propulsion permet d'apprécier l'hypertonie et les éventuelles rénitences.

#### 1.1.4.4 Bilan articulaire

Après avoir évalué la mobilité de la scapula sur le gril costal, il convient d'évaluer les amplitudes de la gléno-humérale. Rappelons les amplitudes physiologiques [2]:

- Flexion/extension : 180°/50°
- Abduction/adduction : 180°/50°
- Rotation médiale/rotation latérale : 90°/90°

Il est également important d'évaluer la mobilité du rachis thoracique : En effet, la rétraction de la sangle antérieure retrouvée chez le nageur de compétition peut s'accompagner d'une hypercyphose thoracique induisant une bascule antérieure de la scapula. Une étude de **Paumard** datant de 2006 montre que ces deux facteurs provoquent une diminution de l'amplitude de flexion. [15]

#### 1.1.4.5 Tests de la coiffe des rotateurs [16]

Ces tests servent à rechercher une perte de force induite par la douleur due à une atteinte du tendon en réponse à des contractions isométriques ou au coincement lors des mouvements comme dans le conflit sous-acromial que l'on retrouve chez certains nageurs de haut niveau assujettis au syndrome de l'épaule du nageur. Ces tests sont bilatéraux et comparatifs. (Annexe 1)

- Le test de Jobe (supra-épineux) : Le membre supérieur est positionné en rotation médiale dans le plan de la scapula, coude en extension. Le sujet effectue une abduction contrariée. Une perte de force ou une douleur sont le signe d'une atteinte du supra-épineux.
- Le test de Patte évalue la force de l'infra-épineux et du petit rond. On demande au sujet une rotation latérale contre résistance d'abord coude au corps, puis dans un second temps avec le bras en abduction à 90°, rotation latérale et coude fléchi.
- Le test de Gerber (ou « Lift-off test ») évalue la force du subscapulaire. Il est effectué en plaçant l'épaule en rotation médiale. On demande au sujet de décoller de dos de la main contre résistance, celle-ci préalablement placée en regard des lombaires.
- Le Palm-up test : Ce test évalue la force du long biceps, par une flexion résistée du bras, coude tendu, et face palmaire de la main vers le haut. L'antériorisation de la tête humérale lors du décentrage est la première cause de tendinopathie du long biceps chez le nageur de compétition.
- Test de Neer : C'est un test réalisé en passif. La scapula est bloquée par la main du kiné et le bras est élevé en flexion et rotation médiale maximale. Si une douleur apparaît, il y a bien un conflit entre le bord latéral de l'acromion et la coiffe des rotateurs.
- Test de Hawkins : Le bras est en flexion à 90° et le coude est fléchi. Si la rotation médiale passive réveille la douleur, cela signe la présence d'un conflit sous-acromial.
- Test de Yocum : La main du membre atteint est positionnée sur l'épaule controlatérale. On demande au sujet de soulever le coude fléchi contre résistance. L'apparition de la douleur met en évidence un conflit entre le trochiter et le ligament acromio-coracoïdien.

Pour ces tests, on peut utiliser une échelle verbale simple (EVS), permettant de coter la difficulté à réaliser les contractions pour une même résistance.

Cotation	Niveau de difficulté
0	Aucune
1	Légère
2	Moyenne
3	Importante
4	Impossible

Ces tests, dont la sensibilité et la spécificité sont données ci-dessous peuvent être complétés par la radiographie et l'imagerie par résonance médicale (IRM).

	Jobe	Patte	Gerber	Palm-up	Neer	Hawkins	Yocum
<b>Sensibilité</b>	44,1	58,0	68,0	63,0	68,0	71,5	82,0
<b>Spécificité</b>	89,5	60,0	50,0	60,0	68,7	66,3	40,0

*Tableau 1. Sensibilité et spécificité des tests d'épaule [17]*

Le ratio de force entre rotateurs latéraux et rotateurs médiaux est obtenu grâce à un test d'isocinétisme ou alors grâce à la mesure des forces au dynamomètre. Chez les nageurs, cette différence de force est particulièrement marquée, comme on peut l'observer dans le tableau ci-dessous :

**TABLE 1**  
*Internal-external rotation peak torque ranges*

Velocity (°/sec)	Internal rotation peak torque (ft-lb)	External rotation peak torque (ft-lb)
60	21-64	16-43
180	17-55	12-37
300	16-51	8-37



*Résultats du test d'isocinétisme des rotateurs latéraux chez le nageur et son illustration en position R1 [18]*

## 1.2 Description du traitement

### 1.2.1 Déséquilibre musculaire chez le nageur

Comme nous l'avons vu dans la cinésiologie des différentes nages, les muscles grand dorsal, grand pectoral et grand rond sont très sollicités dans la phase de propulsion. Ils travaillent donc en force et en puissance, ce qui les rend très développés chez le nageur. Il apparaît donc un déséquilibre entre ces muscles extenseurs et rotateurs médiaux et leurs antagonistes que sont les muscles de la coiffe des rotateurs mais aussi les fixateurs de scapula qui se retrouvent en position allongée, ce qui a été mis en évidence dans une étude de **Mc Master et al.** [31] Cela est la cause de l'attitude en cyphose et en enroulement d'épaule très souvent retrouvée lors du bilan visuel chez le nageur.

Les muscles de la coiffe des rotateurs se trouvant allongés ne jouent plus correctement leur rôle de stabilisateurs de la tête humérale dans la cavité glénoïdienne, il en résulte une tête humérale antériorisée, à l'origine d'une instabilité et d'un conflit sous-acromial menant à des lésions des tendons de la coiffe des rotateurs, la plus commune étant celle du supra-épineux.

L'objectif va donc être de rétablir l'équilibre agonistes/antagonistes.

La présence d'une tendinopathie va nécessiter dans la plupart des cas l'arrêt de la pratique sportive pendant 3 à 4 semaines. Le traitement est ensuite non-spécifique, avec dans les 15 premiers jours la sédation des douleurs par des techniques comme le massage, la cryothérapie ou le TENS.



Par la suite, il convient de traiter la cause de la survenue de cette tendinopathie, à savoir le déséquilibre musculaire. Il s'agit alors d'étirer les muscles hypertoniques et rétractés qui « tirent » la tête humérale en avant et de renforcer leurs antagonistes : les rotateurs latéraux. [19]

L'objet de cette revue de littérature est d'étudier l'effet du renforcement musculaire des rotateurs latéraux dans le traitement de l'épaule du nageur.

Nous allons donc nous intéresser principalement au renforcement musculaire.

### 1.2.2 Le renforcement musculaire de la coiffe des rotateurs

Les exercices les plus pratiqués pour renforcer les rotateurs latéraux se font à l'aide d'élastiques de faible résistance, permettant d'enchaîner 3 à 5 séries de 10 répétitions.

#### **Exercice 1 :**

La position de départ sera la position R1, avec le coude au corps et le bras fléchi à 90°. Le point d'attache de l'élastique sera à la même hauteur que la main et le coude et le sujet se tiendra de profil par rapport à celui-ci. Le mouvement balayera la plus grande amplitude possible de la rotation interne à la rotation externe sans décoller le coude du corps. Le sujet revient ensuite à la position initiale en freinant le mouvement.

On pourra aussi réaliser cet exercice en partant de la position R2, avec le bras à 90° d'abduction et le coude à 90° de flexion. Dans ce cas le point d'attache de l'élastique sera face au sujet, en regard de son épaule. (Annexe 2)



*Exercice de renforcement analytique des rotateurs latéraux en position R2 [20]*

#### **Exercice 2 :**

Cet exercice plus fonctionnel, permet le renforcement des fixateurs de scapula, en plus des rotateurs latéraux. L'élastique est attaché face au sujet en position basse, et la position de départ du membre supérieur est en adduction, extension et coude tendu. Le sujet réalisera une flexion abduction et rotation latérale de gléno-humérale, en gardant le coude tendu, et une adduction de scapula. Il réalise alors le mouvement inverse de la traction dans l'eau. Le retour à la position initiale se fera en freinant le mouvement.



Renforcement fonctionnel des rotateurs latéraux [21]

### 1.3 Hypothèses théoriques

Aujourd'hui en kinésithérapie, le traitement de l'épaule douloureuse chez le nageur de compétition utilise des protocoles de rééducation incluant des étirements, levers de tension, des exercices de proprioception et de renforcement en chaîne cinétique ouverte, chaîne cinétique fermée, en concentrique comme en excentrique.

Les études diagnostiques de **K Bak** (2010) [32] et de **A Tate** (2012) [33] ont prouvé que de l'épaule douloureuse chez le nageur régulier serait causée par un déséquilibre de force entre les rotateurs médiaux et rotateurs latéraux. Sachant ceci, on suppose qu'en augmentant la force et l'endurance des rotateurs latéraux par des exercices de renforcement analytique et fonctionnel, on pourrait rééquilibrer ce ratio de force, ce qui contribuerait à limiter les douleurs et corriger l'attitude en enroulement d'épaule chez le nageur, l'objectif final étant de réduire le risque de rechute après la reprise de l'entraînement.

### 1.4 Intérêt de cette revue de littérature

La natation de compétition et notamment à haut niveau est un sport très exigeant en termes d'hygiène de vie et d'entraînement. Au meilleur niveau mondial, les spécialistes du sprint parcourent en moyenne 3000 km par an pour de courts instants de performance parfois de l'ordre d'une minute. Nous comprenons donc que rien ne doit être laissé au hasard, que ce soit la charge de travail, la récupération, l'alimentation et la préparation dite « à sec » (« *Dryland* » en anglais).

De ce fait, la survenue d'une blessure nécessitant un arrêt de la pratique pendant plusieurs semaines peut compromettre une saison sportive entière et une rechute après guérison pourrait être catastrophique pour toute une carrière.

Le travail du kinésithérapeute devient alors primordial non seulement en termes de prévention primaire visant à éviter la survenue de l'épaule du nageur, mais également dans le cadre du traitement et après guérison par son rôle d'éducateur.

## 1.5 Objectifs de la revue, modèle PICO

L'objet de cette revue est d'étudier des nageurs s'entraînant régulièrement et exclusivement en natation pour des compétitions et présentant une douleur d'épaule.

Il s'agira pour ces nageurs de pratiquer des exercices de renforcement musculaire à l'aide d'élastiques comme cités précédemment pendant une période déterminée. Nous observerons ensuite l'effet de ces exercices répétés sur l'épaule des nageurs : remarquons-nous un gain ou une perte de force ? une diminution ou une augmentation de la douleur ? Y-a-t-il un impact sur l'enroulement des épaules chez ces nageurs ?

Dans cette revue, nous utiliserons le modèle PICO (Population, Intervention, Comparateur, Outcome) :

**POPULATION :** Nageurs de haut niveau

**INTERVENTION :** Renforcement musculaire des muscles rotateurs latéraux de gléno-humérale

**COMPARATEUR :** Nageurs en compétition ne pratiquant pas de renforcement musculaire des muscles cités

**OUTCOME :** Diminution de l'importance des symptômes de l'épaule douloureuse, à savoir la douleur, le ratio de force entre rotateurs médiaux et rotateurs latéraux et l'attitude morphostatique en enroulement des épaules.

Les éléments précédents nous conduisent à la problématique de cette revue de littérature :

***Quel est l'intérêt du renforcement des muscles rotateurs latéraux sur le traitement de l'épaule du nageur chez le nageur de haut niveau ?***

## 2 Méthodologie

### 2.1 Critères d'éligibilité des études

L'objet de cette revue est de déterminer si le renforcement des muscles rotateurs latéraux diminuerait les symptômes du syndrome de l'épaule du nageur chez le nageur de haut niveau, il est donc thérapeutique.

Pour cette revue de littérature, le type d'étude le plus utilisé est l'essai clinique randomisé : c'est une étude prospective permettant de mettre en évidence dans le temps l'évolution des symptômes de la pathologie étudiée (douleur, conflit sous-acromial, tendinopathie de la coiffe des rotateurs...)

**Population :** Dans cette revue de littérature, la population étudiée est mixte, composée de jeunes nageurs de 14 à 24 ans et de nationalités différentes, pratiquant la natation en compétition au moins 8 heures par semaine et présentant au moins un des signes de l'épaule du nageur : douleur, ratio de force déséquilibré ou enroulement des épaules.

Pour être inclus dans l'étude, ces nageurs ne doivent pas pratiquer un autre sport que la natation plus d'une fois par semaine, ne pas avoir subi d'intervention chirurgicale de l'épaule et ne pas effectuer d'exercices spécifiques de renforcement de la coiffe des rotateurs ou des stabilisateurs de scapula. Dans ces groupes d'étude de 21 à 44 nageurs, les mineurs ont dû obtenir le consentement écrit de leurs parents.

Comme nous l'avons vu dans l'introduction, la musculature du nageur peut présenter un ratio entre rotateurs latéraux et rotateurs médiaux déséquilibré en comparaison aux non-nageurs, à l'origine de tendinopathies des muscles de la coiffe des rotateurs, conflit sous-acromial, dyskinésie scapulaire et donc de douleurs.

**Intervention** : Le traitement, dont le but sera de rééquilibrer ce ratio, consistera en plusieurs exercices de renforcement analytique ou fonctionnel des rotateurs latéraux et stabilisateurs de scapula à l'aide d'élastiques de résistance adaptée à la force du nageur.

Le programme de renforcement consistera à réaliser 3 séries de 15 répétitions (alternant contraction concentrique, isométrique et excentrique), à raison de 2 à 3 fois par semaine pendant 12 semaines.

Le nageur changera d'élastique pour un autre de plus grande résistance à chaque fois qu'il notera la difficulté de l'exercice à moins de 6/10.

Ce traitement, pourra être étudié en complément d'un autre traitement, tel que des étirements des muscles de la chaîne antérieure.

En parallèle, il continuera de s'entraîner dans l'eau au moins 6 fois par semaine comme à son habitude.

**Outcome** : En début et en fin d'étude, on mesurera la force des muscles de l'épaule à l'aide d'un appareil d'isocinétisme ; cela nous permettra de calculer après l'étude un ratio de force rotateurs latéraux/rotateurs médiaux avant et après renforcement, qui nous servira à juger de l'efficacité ou non du renforcement. On notera aussi une éventuelle modification de la douleur à l'aide d'une échelle verbale cotée de 0 à 10 ainsi qu'une modification de la position spontanée des scapulas.

**Comparateur** : Nous comparerons les résultats obtenus entre deux groupes : Le premier dans lequel les nageurs auront suivi le programme de renforcement et le deuxième qui n'aura pas bénéficié de ce programme.

Les critères de jugement de chaque étude seront établis suivant la méthode PICO : Population, Intervention, Comparateur, Outcome.

## 2.2 Méthodologie de recherche d'études

Nous avons commencé notre recherche d'études dans les bases de données médicales de Pubmed et Cochrane, puis nous l'avons étayée sur Kinédoc.

Tout d'abord nous avons pu constater que très peu d'articles traitant de l'épaule du nageur étaient en Français, nous avons donc dû orienter notre recherche sur de la littérature scientifique Anglo-saxonne.

Pour chaque recherche et quelle que soit la base de données choisie, la première sélection était faite sur le titre. Si les éléments du titre correspondaient à l'objet de notre revue, le résumé était lu (abstract).

Enfin, si dans le résumé étaient retrouvés les critères d'inclusion du PICO, l'article pouvait être lu dans son intégralité.

### 2.2.1 Recherche d'études sur Pubmed

Pour élaborer notre équation de recherche nous avons utilisé les mots clés anglais (MeSH Terms) les plus susceptibles d'apparaître dans le titre d'une étude traitant de notre sujet : swimmers, shoulders, exercices et dryland. En incluant les opérateurs booléens OR et AND, l'équation de recherche donnant les résultats les plus probants était la suivante :

**swimmer AND shoulder AND exercices OR dryland**

Le nombre de résultats étant très important (2929 articles), nous appliquons un premier filtre en ne choisissant de ne montrer que les essais cliniques et essais cliniques randomisés, et dans lesquels les mots-clés sont contenus dans le titre.

Nous obtenons alors 41 résultats.

Parmi ces 41 articles, n'ont pas été retenus :

- 13 articles dont l'outcome est l'amélioration des performances de nage
- 13 articles qui s'intéressent à d'autres techniques mais pas au renforcement musculaire
- 8 articles qui ne concernent pas le nageur ou la natation
- 4 articles dans lesquels l'articulation traitée n'est pas l'épaule.

Finalement, 3 articles ont été retenus après lecture du résumé puis de l'article entier pour cette revue de littérature.

### 2.2.2 Recherche d'études sur Cochrane

En utilisant la même équation de recherche que sur Pubmed, nous obtenons 43 résultats de type essais cliniques randomisés :

- 21 sont des doublons déjà obtenus dans la recherche sur Pubmed et exclus.
- 3 sont les études proposées par Pubmed et qui ont été sélectionnées pour cette revue
- 7 étudient l'intérêt du renforcement dans l'amélioration des performances de nage
- 1 étudie l'effet du travail aérobie dans l'eau sur la glycémie chez le nageur diabétique
- 6 s'intéressent à des techniques autres que le renforcement musculaire
- 1 étudie l'impact du renforcement musculaire « à sec » sur la sphère cardio-respiratoire
- 2 traitent l'impact de l'hygiène de vie du nageur de haut niveau sur sa récupération

Sur la base de données Cochrane, 2 études sont retenues après lecture.

En remplaçant le mot-clé « exercices » par « Rotator » dans l'équation, recherchant ainsi l'équation « **swimmer AND shoulder AND rotator OR dryland** » on obtient 38 essais cliniques mais aucun n'est probant.

### 2.2.3 Recherche d'études sur Google Scholar et kinédoc.

La recherche sur Google Scholar et kinédoc avec l'équation de recherche précédente ne laisse apparaître aucun résultat satisfaisant les critères PICO établis, mis à part 2 études doublon déjà sélectionnées.

## 2.3 Méthode d'extraction et analyse des données

### 2.3.1 Méthode de sélection des études

Notre sélection s'est basée sur les critères d'inclusion suivants :

- L'étude doit être un essai clinique randomisé.
- La présence dans le titre des mots-clés recherchés
- Le résumé et sa version complète doivent être consultables dans leur intégralité
- Il doit être rédigé en français ou en anglais et répondre aux critères PICO énoncés plus haut.

Les essais cliniques randomisés sont les études thérapeutiques avec le plus haut niveau de preuve. Après avoir lu intégralement les études sélectionnées, il s'agit d'évaluer leur qualité méthodologique et donc la pertinence des résultats présentés à l'aide de l'échelle PEDro, qui est l'échelle de référence pour les essais cliniques randomisés.

### 2.3.2 Evaluation de la qualité méthodologique des études

Les 5 études sélectionnées pour cette revue de littérature sont des essais cliniques randomisés. Pour leur analyse et la vérification de leur qualité méthodologique, la grille d'analyse

PEDro est recommandée c'est donc celle-ci que nous utiliserons.

L'échelle PEDro permet d'identifier les risques de biais, c'est-à-dire les éléments dans la construction de l'étude qui peuvent amener à un résultat sous ou surestimé qui serait donc faux.

Cette grille est composée de 11 items qui rapportent 1 point à l'étude s'ils sont validés :

- L'item 1, évalue la validité externe de l'étude, il ne compte pas dans la note finale.
- Les items 2 à 9 évaluent la validité interne, donc la qualité de l'étude.
- Les items 10 et 11 évaluent la pertinence clinique de l'étude.

La qualité et la pertinence d'une étude sont donc évaluées par les huit items 2 à 9, pour une note finale sur 10 points qui prendra aussi en compte les items 10 et 11.

Pour être considéré comme pertinent, un article doit avoir une note supérieure ou égale à 4.

On peut classer les items de l'échelle PEDro en biais évalués. Si ces biais sont écartés, l'étude peut être considérée comme pertinente.

On distingue :

- **Le biais de sélection** : regroupe les items 2, 3 et 4 qui vérifient que la répartition des sujets dans chaque groupe a bien été faite de façon aléatoire, mais aussi que les groupes sont similaires avant le début de l'étude.
- **Le biais d'évaluation** : il regroupe les items 5, 6 et 7, où on vérifie que l'étude a été conduite en aveugle, c'est-à-dire que ni les thérapeutes ni les sujets n'ont eu connaissance de la présence ou non du traitement prodigué, donc si le sujet a été traité ou non.
- **Le biais de suivi** : il est évalué par l'item 8, celui-ci vérifie que pour au moins un critère de jugement, plus de 85% des sujets répartis dans les groupes ont eu des mesures.
- **Le biais d'attrition** il est évalué par l'item 9 : celui-ci vérifie que lorsqu'un résultat est disponible pour un sujet donné, ce sujet a bien reçu le traitement, ou fait bien partie du groupe contrôle.

Pour les 5 études thérapeutiques abordées dans cette revue de littérature, les sujets sont répartis de manière aléatoire dans les deux groupes, puis un groupe bénéficie d'un programme de renforcement musculaire tandis que l'autre non.

Il est donc évident que les items correspondant au biais d'évaluation ne peuvent être validés, puisque les nageurs savent s'ils reçoivent ou non le traitement qui consiste en des exercices de renforcement et par conséquent l'étude n'est pas réalisée en aveugle.

### 2.3.3 Extraction des données

Finalement, à l'issue de notre recherche d'études scientifiques dans les bases de données citées ci-dessus, nous avons 5 essais cliniques randomisés chez des nageurs de haut niveau :

- Deux études sur l'effet du renforcement musculaire des rotateurs latéraux et des fixateurs de scapula sur la douleur, le ratio de force rotateurs médiaux/latéraux et la posture en enroulement des épaules.
- Un essai clinique randomisé étudiant l'impact d'un programme de renforcement de la coiffe des rotateurs sur les douleurs d'épaules et le déséquilibre de force des rotateurs médiaux et latéraux

- Une étude s'intéressant sur l'effet du renforcement à sec sur la force de la coiffe des rotateurs
- Un essai clinique randomisé étudiant quant à lui un programme d'étirements et d'exercices de renforcement et son effet sur l'antériorisation de l'épaule.

Seront extraites des études les données répondant aux critères d'inclusion, les modalités de l'intervention et ses résultats que nous exploiterons dans la partie traitant des résultats.

Il sera également important d'extraire les mesures qui seront faites en début et fin d'étude. Après recueil de toutes les données, nous utiliserons des tests biostatistiques afin de vérifier l'existence d'une association statistiquement significative. Ces tests seront choisis en fonction de la nature des variables, le nombre de groupes expérimentaux et témoins et des conditions spécifiques de chaque étude.

Dans la partie présentant l'analyse des résultats, il sera important d'avoir la *p-value* disponible, c'est la probabilité que la différence ou l'association observée sur chaque échantillon soit due au hasard. Pour les mesures, la présence d'un intervalle de confiance et d'un écart type seront aussi souhaitables.

#### 2.3.4 Méthode de synthèse des résultats

Les données quantitatives extraites de chaque étude seront regroupées et recalculées afin d'obtenir un résultat final pour chaque critère de jugement. Nous pourrons ensuite synthétiser les données quantitatives des différentes études et les présenter sous forme d'un graphique, le Forest Plot (graphique en forêt) pour en faire une comparaison et les analyser.

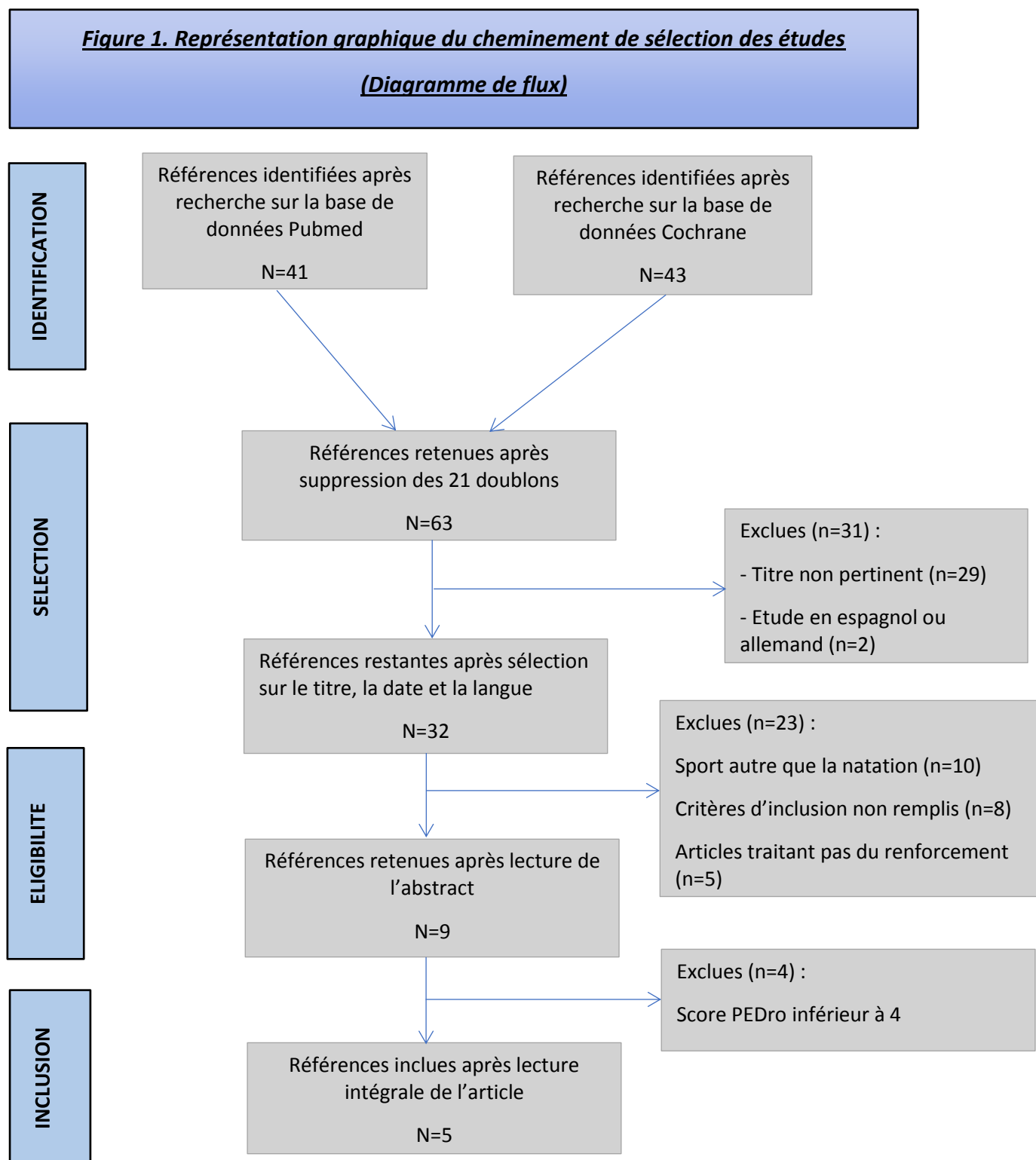
Les données qualitatives des différentes études telles que la douleur seront quant à elles exprimées à l'aide d'un score ou d'une échelle numérique simple, et seront comparées pour en tirer des conclusions que nous discuterons par la suite.



### 3 Résultats

#### 3.1 Description des études

##### 3.1.1 Diagramme de flux



### 3.1.2 Etudes exclues

Le diagramme de flux que nous avons présenté précédemment met en évidence les études incluses et les études exclues. Nous pouvons alors nous intéresser aux raisons pour lesquelles les études exclues n'ont pas montré d'intérêt pour cette revue de littérature.

Sur les différentes bases de données notre recherche portait sur des articles s'intéressant à l'effet du renforcement hors de l'eau chez des jeunes nageurs pratiquant la natation en compétition pour ensuite vérifier si ce dernier apportait une ou plusieurs améliorations quant aux symptômes de l'épaule du nageur.

Une grande partie des études obtenues ne traitent pas du renforcement musculaire, ou alors étudient l'effet du renforcement chez des joueurs de water-polo ou chez des spécialistes de la natation synchronisée, ou encore ne traitent pas de l'épaule chez les sujets étudiés mais du genou.

Le tableau suivant résume les raisons d'exclusion de quelques articles après lecture de l'abstract.

<i>Auteur et date de l'article scientifique</i>	<i>Raison de l'exclusion</i>
<b>Conceição A, Parraca J, Marinho D, Costa M, Louro H, 2018 [22]</b>	Etude de la fiabilité de la mesure de force des rotateurs à l'aide d'un dynamomètre chez des nageurs
<b>Park CH, Lee SH, septembre 2016[23]</b>	Faisabilité des injections de stéroïdes inter laminaires cervicaux guidés par fluoroscopie oblique controlatérale.
<b>Hidalgo-Lozano A, Fernández-de-las-Peñas C, 12 mai 2011[24]</b>	Etude de la présence d'une hypersensibilité mécanique chez des nageurs d'élite avec ou sans douleurs d'épaule.
<b>Telles T, Barroso R, Barbosa AC, Salgueiro DF, janvier 2015[25]</b>	Effet des plaquettes et du parachute de résistance sur la coordination des bras chez le nageur de papillon.

Tableau 2. Caractéristiques des raisons exclues

### 3.1.3 Etudes incluses

Intéressons-nous maintenant aux études incluses dans cette revue de littérature.

Les 5 études que nous avons choisies sont des essais cliniques randomisés. Dans celles-ci, un groupe expérimental recevra le traitement consistant en un programme d'exercices de renforcement des muscles de la coiffe des rotateurs pendant une période déterminée en plus des entraînements de natation quotidiens, tandis que le groupe témoin se contentera des mêmes entraînements de natation que le groupe expérimental mais sans le programme de renforcement.

Le tableau suivant est une synthèse des caractéristiques de chaque étude de cette revue, il sera utile pour les comparer.

<u>AUTEUR</u>	<u>POPULATION</u>			<u>INTERVENTION</u>	<u>COMPARATEUR</u>	<u>CRITERES D'INCLUSION</u>	<u>CRITERES D'EXCLUSION</u>	<u>CRITERES DE JUGEMENT</u>
	EFFECTIF	AGE MOYEN	Proportion Garçons/filles					
<b>N. Batalha et al</b> [26]	40 Groupe exp : 20 Groupe témoin : 20	15 ans	40 garçons	Exercices de renforcement des rotateurs latéraux et stabilisateurs de scapula à l'aide d'élastiques de type Thera-Band® 3 fois par semaine pendant 16 semaines	Entraînement aquatique habituel	Participer à des compétitions de niveau national et s'entraîner au minimum 8h par semaine	Antécédent traumatique du membre inférieur, Pratiquer un autre sport plus de 2h par semaine	Evaluation du ratio de force rot lat/rot med à l'aide d'un appareil d'isocinétisme
<b>Hibberd et al</b> [27]	37 Groupe exp : 20 Groupe témoin : 17	19 ans	18 garçons 19 filles	Renforcement des rotateurs latéraux, stabilisateurs de scapula, étirements de la capsule postérieure et des extenseurs de gléno-humérale pendant 6 semaines avant chaque entraînement	Entraînement aquatique habituel	Participer aux entraînements aquatiques au moins 4 jours par semaine et à toutes les séances de préparation physique spécifique	Apparition d'une douleur d'épaule pendant les 6 semaines d'étude	Evaluation de la force des muscles de la gléno-humérale par isocinétisme Mesure des mouvements de la scapula lors des différents mouvements de la gléno-humérale témoignant de la force des fixateurs de scapula
<b>Kluemper, Uhl, and Hazelrigg</b> [28]	39 Groupe exp : 24 Groupe témoin : 15	16 ans	14 garçons 25 filles	Programme de 6 semaines consistant en des étirements des muscles antérieurs d'épaule et de renforcement des muscles postérieurs	Groupe témoin ne bénéficiant pas de ce programme	Signer le consentement à participer à l'étude, signature par les parents pour les sujets mineurs	Limitation articulaire lors de la nage ou de la préparation physique spécifique	Modification de la posture mise en évidence par la mesure de la distance entre le bord antérieur de l'acromion et un mur
<b>Stephanie S Lynch et al</b> [29]	28 Groupe exp : 14 Groupe témoin : 14	20 ans	Non précisé	Programme de 8 semaines consistant en des exercices de renforcement des stabilisateurs de scapula, et étirements des grand et petits pectoraux et des extenseurs de nuque 3 fois par semaine avant la séance d'entraînement quotidienne	Groupe témoin ne bénéficiant pas du programme cité	Avoir le méat auditif externe et le bord latéral de l'acromion en avant de la ligne verticale passant par la malléole latérale.	Avoir subi au moins 6 semaines de rééducation consécutives à une douleur d'épaule dans les 3 derniers mois, Avoir un antécédent chirurgical de l'épaule Avoir raté l'entraînement au moins 3 jours d'affilée à la suite d'une douleur d'épaule.	Mesure de la lordose cervicale, de l'antéflexion de la tête, de l'enroulement de l'épaule et de l'abduction de scapula. Mesure de la force maximale isométrique des trapèzes moyen, inférieur et du dentelé antérieur à l'aide d'un dynamomètre Evaluation de la douleur d'épaule par échelle visuelle analogique et par le score ASES.
<b>Robert C. Manske et al</b> [30]	21 Groupe exp : 10 Groupe témoin : 11	17 ans	Non précisé	Exercices de renforcement des fléchisseurs, extenseurs, abducteurs rotateurs latéraux et rotateurs médiaux de gléno-humérale à l'aide d'élastiques de type Thera Band® de résistance croissante suivant la durée de l'étude, 3 fois par semaine pendant 12 semaines	Groupe contrôle s'entraînant uniquement dans l'eau	Pratiquer la natation au niveau national	Avoir été blessé ou avoir subi une chirurgie de l'épaule dans les 6 derniers mois	Mesure de la force isométrique des fléchisseurs, extenseurs, abducteurs, rotateurs latéraux et médiaux d'épaule par isocinétisme Evaluation de la douleur à l'aide de l'échelle numérique cotée de 0 à 10

Tableau 3. Synthèse des caractéristiques des études incluses

Rappelons que nous nous servons de ces études dans le but de vérifier si le renforcement ciblé des muscles rotateurs latéraux et stabilisateurs de scapula (qui sont sous-utilisés en natation en comparaison avec les rotateurs médiaux extenseurs de gléno-humérale) pourrait être à l'origine d'une diminution voire d'une disparition des symptômes caractérisant le syndrome de l'épaule du nageur, à savoir :

- Des douleurs d'épaule
- Une attitude en enroulement des épaules causée par une bascule antérieure, une sonnette latérale et une abduction de la scapula
- Une diminution du ratio de force rotateurs externes/rotateurs internes,

Ces deux derniers étant en faveur d'un décentrage de la tête humérale et de l'apparition d'un conflit sous-acromial.

Au total, 165 nageurs âgés de 15 à 24 ans participent aux 5 études que nous avons choisi d'utiliser dans cette revue de littérature. Ils pratiquent tous la natation en compétition et s'entraînent entre 6 et 9 fois par semaine. Dans trois de ces études, l'entraînement est complété par des séances de préparation physique spécifique ou de musculation.

Concernant l'intervention, la durée du programme de renforcement a une durée de 6 à 16 semaines. Dans toutes les études, chaque exercice de renforcement proposé est une série de 10 répétitions, ce programme de renforcement est complété par des étirements de type auto-passif dans quatre études sur les cinq retenues.

Les exercices sont réalisés avant chaque entraînement dans deux des études et trois fois par semaine dans les autres.

### 3.2 Risques de biais des études incluses

Qu'est-ce qu'un biais ?

*« Un biais est une erreur systématique qui est non aléatoire et qui induit une déviation orientée (dans un sens ou dans un autre) de la « vérité » des résultats et/ou des déductions. » [38]*

Afin de mettre en évidence les biais dans cette revue de littérature, chaque étude a été analysée à l'aide d'un outil à notre disposition : l'échelle PEDro (Annexe 3)

L'échelle PEDro permet de noter la qualité méthodologique d'un essai clinique randomisé. Elle est composée de 11 items.

- Le premier évalue la validité externe, il n'est pas comptabilisé dans le score final.
- Les items 2 à 9 notent la validité interne.
- Les deux derniers se réfèrent aux données statistiques nécessaires à l'interprétation.

Un point est attribué si l'item est clairement satisfait, on obtient alors une note sur 10. Voici un résumé des biais retrouvés dans chaque article, avec les scores PEDro correspondants.

Auteur	Item											Score total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
N. Batalha et al	X	X		X			X	X		X	X	6
Hibberd et al	X	X		X				X		X	X	5
Kluemper, Uhl, and Hazelrigg	X	X		X				X	X	X	X	6
Stephanie S Lynch et al	X	X		X						X	X	4
Robert C. Manske et al	X	X		X			X			X	X	5

*Tableau 4. Score PEDro des 5 articles respectant les critères d'inclusion*

On peut remarquer qu'aucune des études incluses dans notre revue de littérature n'obtient un score de 10/10, ce qui indique la présence de plusieurs biais dans chacune d'entre elles.

En nous intéressant à chaque item du score PEDro et aux biais correspondants, on peut retrouver :

- Le biais d'allocation, (item 2) qui montre que la répartition des sujets dans les groupes expérimental et témoin n'a pas été faite de manière aléatoire. Plus la taille de l'échantillon est petite et plus il est probable de retrouver ce biais. Cependant, ce n'est pas le cas ici, puisque dans toutes les études incluses, il est précisé que la répartition des sujets a été faite de manière aléatoire.
- Le biais de sélection (item 3) qui est présent si l'assignation n'a pas été secrète ou alors rien ne le prouve, c'est le cas dans chacune des études de notre revue.
- Le biais d'évaluation (items 5, 6 et 7) qui apparait si les sujets, thérapeutes et examinateurs sont « en aveugle ». Ce biais est présent dans toutes nos études puisqu'il est impossible pour les sujets comme pour les thérapeutes de ne pas s'avoir s'ils vont bénéficier du protocole de traitement ou non. En revanche dans les études de **N. Batalha et al** et de **Robert C. Manske et al** les examinateurs qui ont réalisé les mesures de force musculaire avant et après le traitement étaient dans cette étude, « en aveugle » quant à l'appartenance des sujets au groupe expérimental ou au groupe témoin.
- Le biais de suivi (item 8) qui est présent si moins de 85% des sujets initialement répartis dans les deux groupes ont subi les mesures avant et après le traitement. C'est le cas dans les études de **Stephanie S Lynch et al** et de **Robert C. Manske et al** puisque dans ces dernières il n'est pas précisé clairement si tous les sujets qui ont subi les mesures avant le programme de renforcement ont subi les mêmes mesures après le programme.

- Le biais d'attrition (item 9) apparaît si on n'a pas la certitude que le traitement a été suivi sur toute la période. Pour un programme de renforcement avec des exercices à effectuer plusieurs fois pendant plus d'un mois, il est difficile d'avoir la certitude que tous les nageurs l'ont bien respecté avec la plus grande rigueur. C'est pourquoi le biais d'attrition apparaît ici, sauf pour l'étude de **Kluemper, Uhl, and Hazelrigg** dans laquelle il est clairement précisé que tous les exercices ont été menés avec la plus grande assiduité et à la fréquence préconisée.

### 3.3 Effets de l'intervention sur les critères de jugement de cette revue

Notre critère de jugement principal est le ratio de force des rotateurs d'épaule, tandis que les critères secondaires sont les douleurs d'épaule et l'enroulement des épaules.

#### 3.3.1 Effet du renforcement sur le ratio de force des rotateurs

Trois études s'intéressent au ratio de force dans notre revue : **N. Batalha et al**, **Hibberd et al** et **Robert C. Manske et al**.

Dans ces études, les mesures de force des rotateurs médiaux et latéraux pour chaque groupe (expérimental et témoin) sous la forme de moyennes avec leur l'écart type à deux moments de l'étude : avant et après le programme de renforcement. Pour savoir si ce programme apporte des améliorations, il convient de calculer la taille d'effet aux différents temps qui nous intéressent, avec un intervalle de confiance de 95%.

Nous utiliserons pour cela un **tableur Excel réalisé par Rob Herbert** s'appuyant sur la méthode Newcombe-Wilson (Annexe 4), disponible sur la base de données PEDro.

Il nous faudra disposer de quatre données pour chaque groupe : le nombre de sujets, la moyenne des mesures, l'écart type, et l'intervalle de confiance désiré (ici IC 95%).

#### **N. Batalha et al**

Disposant ici d'un essai clinique randomisé, intéressons-nous aux différences notées entre le groupe expérimental et le groupe témoin.

Le test de force à 1.04 rad.s<sup>-1</sup> montre une augmentation de la force des rotateurs latéraux, des rotateurs médiaux et du ratio de force pour le bras dominant et le bras non-dominant après les 16 semaines. En effet, pour les rotateurs latéraux, on note une différence plus élevée pour le groupe expérimental que pour le groupe témoin et cette différence est statistiquement significative ( $p < 0.05$ ) La force des rotateurs médiaux aussi a augmenté mais cette variation n'est pas statistiquement significative.

		Dominant shoulder – 1.04 rad s <sup>-1</sup>		
		Experimental G.	Training G.	
Baseline (mean ± SD)	ER	28.61 ± 5.86 <sup>a</sup>	26.36 ± 4.56 <sup>b</sup>	
	IR	35.90 ± 7.71 <sup>a</sup>	33.20 ± 8.13 <sup>b</sup>	
	Ratio	79.69 ± 12.76 <sup>a</sup>	79.39 ± 15.4 <sup>b</sup>	
Changes at 16 weeks mean (95% CI)	ER	3.89 (2.14 to 5.64)	0.97 (-1.13 to 3.08)	
	IR	2.63 (-0.78 to 6.03)	6.36 (3.76 to 8.97)	
	Ratio	4.66 (-2.34 to 11.66)	-5.65 (-11.43 to 0.13)	
		Experimental vs. Training	P	ES
Training effects mean (95% CI)	ER	2.93 (0.10 to 5.76)	0.008	.117
	IR	-3.73 (-8.42 to 0.96)	0.421	.080
	Ratio	10.31 (0.34 to 20.29)	0.001	.271

Figure 2. Données extraites de l'étude de **N. Batalha et al**

Il en est de même pour le test de force à 3.14 rad.s-1 mais uniquement pour l'épaule dominante.

Les tests statistiques de cette étude montrent à la vitesse angulaire de 1.04rad.ms-1 une augmentation de la force des rotateurs latéraux et du ratio de force du groupe expérimental par rapport au groupe témoin n'ayant pas bénéficié du programme de renforcement. On peut donc supposer que ce dernier a permis de rééquilibrer le ratio de force rotateurs latéraux/rotateurs médiaux.

De plus, on remarque aussi qu'à la vitesse angulaire de 3.1 rad.s-1, une augmentation de la force globale et du ratio entre les deux groupes est visible également, mais uniquement pour le bras dominant.

Calculons la taille d'effet entre les deux groupes pour les rotateurs latéraux et les rotateurs médiaux.

**Rotateurs latéraux : différence inter groupe après 16 semaines : 2.93 IC95 (0.10 à 5.76)**

**Rotateurs médiaux : différence inter groupe après 16 semaines : -3.73 IC95 (-8.42 à 0.96)**

Ces deux résultats seront utiles dans la comparaison avec les autres études.

### **Hibberd et al**

Face aux nombreuses données proposées dans cette étude, nous choisissons de nous intéresser à notre critère de jugement principal : l'évolution de la force des rotateurs latéraux et du ratio de force des rotateurs avant et après le programme de 6 semaines chez le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin. Nous calculons ensuite la taille d'effet avec un intervalle de confiance à 95% qui nous permettra de commenter les résultats.

	Intervention			Control		
	Pre	Post	Change	Pre	Post	Change
Flexion	27.4 ± 6.5	29.4 ± 4.9	2.0 ± 5.0	28.9 ± 7.5	26.6 ± 6.0	-2.3 ± 5.8
Extension	25.2 ± 5.0	29.9 ± 6.1	4.7 ± 6.9	25.2 ± 6.8	28.7 ± 7.3	3.5 ± 9.9
External rotation	18.2 ± 3.9	19.8 ± 3.5	1.6 ± 3.8	18.7 ± 4.6	19.6 ± 3.7	0.9 ± 4.3
Internal rotation	22.9 ± 5.5	26.9 ± 6.4	4.0 ± 7.1	23.3 ± 5.5	23.7 ± 5.9	0.4 ± 7.1
Abduction	23.5 ± 5.6	25.2 ± 5.1	1.7 ± 6.3	25.5 ± 6.7	22.4 ± 5.5	-3.1 ± 4.8
Adduction	30.8 ± 8.1	31.9 ± 7.0	1.1 ± 7.4	33.8 ± 7.9	34.4 ± 7.0	0.6 ± 8.2
Retraction	18.3 ± 4.6	24.7 ± 6.2	6.4 ± 4.9	17.9 ± 4.9	24.0 ± 5.4	6.1 ± 5.3
Retraction with downward rotation	32.4 ± 9.4	35.4 ± 10.3	3.2 ± 11.6	32.9 ± 6.3	36.1 ± 6.2	3.2 ± 7.0
Retraction with upward rotation	16.9 ± 4.0	18.5 ± 3.9	1.6 ± 4.1	16.5 ± 3.7	17.5 ± 3.6	1.0 ± 3.7

Figure 3. Données extraites de l'étude de **Hibberd et al**

Après calcul, nous obtenons les résultats suivants :

**Rotateurs latéraux : différence inter-groupe après le programme = -0.2 IC95 (-2.61 à 2.21)**

**Rotateurs médiaux : différence inter-groupe après le programme : -3.2 IC95 (-7.34 à 0.94)**

### **Robert C. Manske et al**

Comme dans les études précédentes, nous nous intéressons à la différence de la force des rotateurs médiaux et latéraux entre les groupes expérimental et témoin après le programme de renforcement de 12 semaines.

Table 4. Mean (SD) for isometric strength measures (in kilograms) for the experimental group and the control group, mean (SD) difference within groups and mean (95% confidence interval (CI) differences between groups. Strength is reported for the right upper extremity.									
Outcome	Strength in kg		Change within groups		Difference between groups				
	Week 0		Week 12		Week 12 minus week 0		Week 12 adjusted for week 3 pain		Group difference as % of baseline
	Exp	Con	Exp	Con	Exp	Con	Exp - con p value	Exp	Con
	N=11	N=10	N=11	N=10	N=11	N=10	N=21	N=11	N=10
Flexion	5.23 (2.06)	5.69(2.37)	5.63(2.05)	5.75 (2.52)	0.41 (.49)	0.06 (.39)	-.35 (-.047-.754) .08	9%	1%
Extension	11.57 (4.49)	11.49 (3.51)	13.81 (4.99)	13.75 (4.19)	2.23(1.60)	2.25 (1.62)	+.02 (+1.516-1.47) .98	21%	20%
Abduction	4.88 (1.97)	4.96(1.91)	5.12 (1.71)	5.28 (1.91)	0.25 (.69)	0.32 (.53)	-.08 (-.622-4.65) .77	11%	8%
Internal rotation	9.37 (4.04)	9.65(3.64)	10.97 (3.90)	10.42 (4.06)	1.60 (1.11)	0.77(1.57)	.83 (-.444-2.093) .19	20%	11%
External rotation	5.46(1.97)	5.62 (1.79)	6.65 (2.24)	6.08 (1.69)	1.19 (.55)	0.46 (0.63)	.73 (.174-1.292) .013	23%	11%

Exp=experimental group  
Con=control group

Figure 4. Données extraites de l'étude de **Robert C. Manske et al**

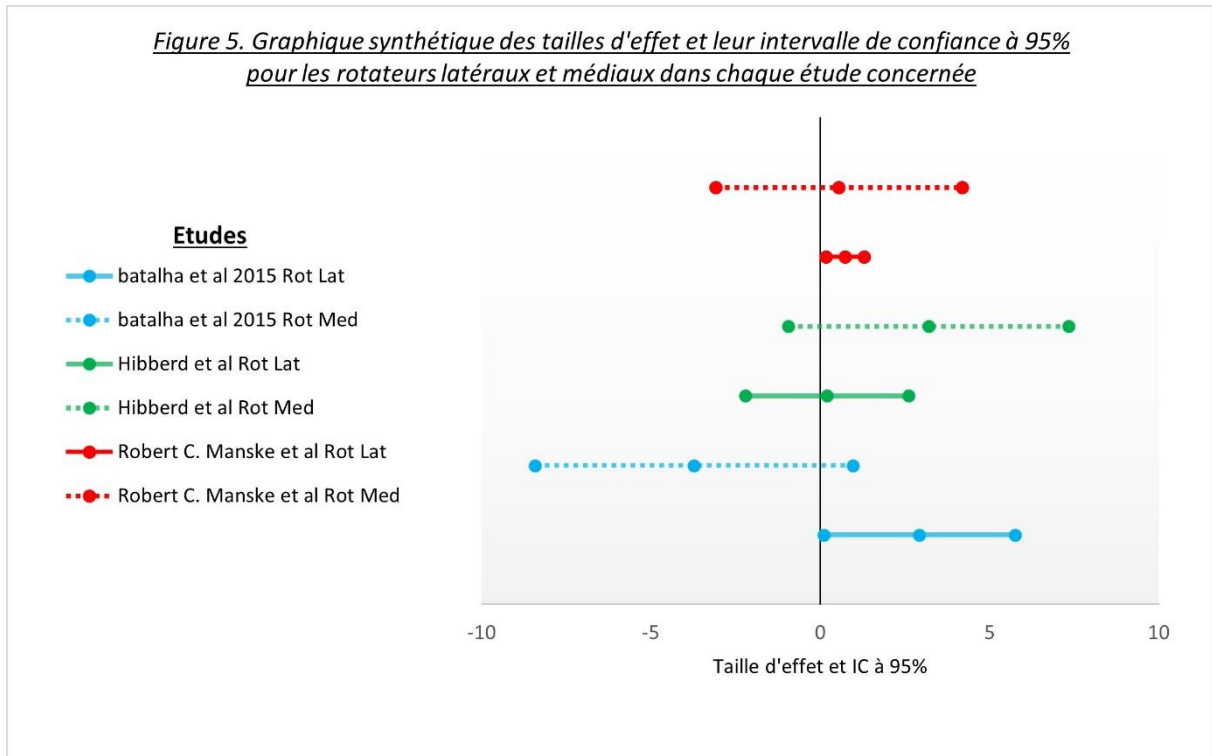
Nous calculons alors la taille d'effet de l'intervention entre les différents groupes pour la force des rotateurs médiaux et celle des rotateurs latéraux.

**Rotateurs latéraux : différence inter-groupe après le programme = 0.55 IC95 (-3.09 à 4.19)**

**Rotateurs médiaux : différence inter-groupe après le programme = 0.73 IC95 (0.17 à 1.29)**



Après avoir recueilli toutes ces données, nous pouvons les présenter sous forme d'un graphique de type Forest plot qui est une synthèse des études quant à notre critère de jugement principal.



Dans ce graphique nous avons représenté pour chaque étude les différences inter-groupes avec un intervalle de confiance de 95%, des tests des rotateurs latéraux (traits pleins) et des rotateurs médiaux (traits discontinus), chaque couleur faisant référence à une étude.

Pour chaque tracé, le point central est la taille de l'effet et les deux extrémités correspondent aux valeurs limites de l'intervalle de confiance. Plus les valeurs limites sont éloignées, moins la valeur décrivant la taille d'effet est pertinente. Si l'intervalle de confiance englobe la valeur 0, le résultat peut être dû au hasard. Aussi, une valeur positive exprime une augmentation de force chez le groupe expérimental en comparaison avec le groupe témoin.

Sachant cela, on peut ainsi vérifier en comparant les mesures de forces entre les rotateurs latéraux et les rotateurs médiaux dans chaque étude, si le ratio de force s'est trouvé modifié.

Rappelons que le ratio de force des muscles rotateurs est la force des rotateurs latéraux divisée par celle des rotateurs médiaux. On en déduit qu'une augmentation de force des rotateurs latéraux ou une diminution de celle des rotateurs médiaux aboutirait à un rééquilibrage de ce ratio, ce qui serait bénéfique pour l'épaule du nageur. De même, si les deux mesures de forces augmentent, il faudrait que l'augmentation de celle des rotateurs latéraux soit prépondérante.

L'étude de **Batalha et al** montre une augmentation de la force des rotateurs médiaux de même que de celle des rotateurs latéraux mais cette dernière est prépondérante, avec un intervalle de confiance de petite taille et ne comprenant pas le 0. Il se pourrait donc que la modification de ratio soit due au programme de renforcement suivi par les sujets.

Cette étude nous fournit également une comparaison inter-groupes des ratios avec une augmentation du ratio en faveur du groupe expérimental et avec  $p=0.001$  ce qui indique que cette donnée est statistiquement significative.

Dans l'étude de **Hibberd et al** on peut observer une augmentation de force des rotateurs latéraux et médiaux, mais celle des rotateurs médiaux est plus importante, ce qui diminuerait le ratio de force et aurait une action néfaste sur l'épaule du nageur. De plus, la probabilité que ces évolutions soient dues au hasard est importante, diminuant ainsi la pertinence des résultats.

Enfin dans l'étude de **Robert C. Manske et al**, il apparaît une nette augmentation de la force des rotateurs latéraux et une diminution de celle des rotateurs médiaux, ce qui serait en faveur d'une augmentation du ratio de force. Cependant, l'intervalle de confiance de la force des rotateurs médiaux englobant la valeur zéro, cette évolution pourrait être due au hasard.

### 3.3.2 Effet du renforcement sur la douleur d'épaule

Dans cette revue, deux études s'intéressent à l'effet du renforcement sur la douleur d'épaule :

Celle de **Stephanie S Lynch et al** étudie l'effet du renforcement des muscles fixateurs de scapula (associé à un programme d'étirements) sur la douleur. Ici, la douleur est mesurée à l'aide du **score ASES** (*American Shoulder and Elbow Surgeon*, Annexe 5), ce qui implique que plus le score augmente et plus la douleur diminue.

Shoulder pain and dysfunction	Control				Intervention group			
	Pretest		Post-test		Pretest		Post-test	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
ASES scores (left)	90.65	12.42	86.85	15.48	89.86	11.44	91.10	10.62
ASES scores (right)	90.76	11.72	86.42	17.87	89.14	11.22	89.26	14.61

ASES, American shoulder and elbow surgeons standardised shoulder assessment.

Figure 6. Données extraites de l'étude de **Stephanie S Lynch et al**

Comme pour l'étude du ratio de force, nous nous intéressons à la différence inter-groupes des évolutions du score entre le groupe expérimental et le groupe témoin après le programme de renforcement, nous calculons donc la taille d'effet pour l'épaule gauche et l'épaule droite, avec un intervalle de confiance à 95%.

**Taille d'effet pour le bras gauche : -4.25 IC95 (-14.56 à 6.06)**

**Taille d'effet pour le bras droit : -2.84 IC95 (-15.52 à 9.84)**

Les deux valeurs obtenues étant négatives, le programme dont ont bénéficié les nageurs du groupe expérimental aurait tendance à réduire les douleurs d'épaules des deux côtés. Pour autant, les valeurs des intervalles de confiance sont relativement éloignées et englobent la valeur 0. Les résultats ne sont donc pas statistiquement significatifs.

Intéressons-nous maintenant à l'étude de **Robert C. Manske et al.** Ici, le but est d'étudier l'effet d'un programme de renforcement des muscles de l'épaule sur la douleur d'épaule. Les muscles intéressés sont les rotateurs latéraux et médiaux, les fléchisseurs, extenseurs, et abducteurs de gléno-humérale. Dans cette étude, les nageurs des groupes expérimental et témoin cotent leur douleur d'épaule sur une **échelle numérique allant de 0 à 10** avant le programme de renforcement puis à la fin, à 12 semaines. Une partie des sujets ont arrêté le programme avant les 12 semaines, ils n'ont donc donné que les données avant le programme.

Pain rating	Participants who completed 12 week program (n=21)	
	Experimental group (n=11)	Control group (n=10)
0	8	8
2	2	1
4	1	0
6	0	1
8		
12-week		
0	9	8
2	1	1
4	1	1

*Figure 7. Données extraites de l'étude de **Robert C. Manske et al***

Disposant des données avant et après renforcement de chaque sujet, il est alors aisé de calculer les moyennes et écart-types de chaque série de valeurs afin de pouvoir les analyser, nous obtenons ainsi le tableau suivant :

	GROUPE EXPERIMENTAL		GROUPE TEMOIN	
	Moyenne	Ecart-Type	Moyenne	Ecart-Type
<b>AU DEBUT DE L'ETUDE</b>	0.45	0.82	0.80	1.93
<b>APRES LE PROGRAMME DE 12 SEMAINES</b>	0.55	1.29	0.6	1.35

*Tableau 5. Résultats statistiques pour les groupes expérimental et témoin*

De la même manière que pour l'étude précédente, nous calculons la taille d'effet de la différence inter-groupe après le programme de renforcement avec un intervalle de confiance de 95% : **Taille d'effet = 0.05 IC95 (-1.16 à 1.26)**

L'intervalle de confiance englobant le 0 et la valeur de la taille d'effet étant très proche de 0, nous pouvons en déduire que ce résultat **n'est pas statistiquement significatif**.

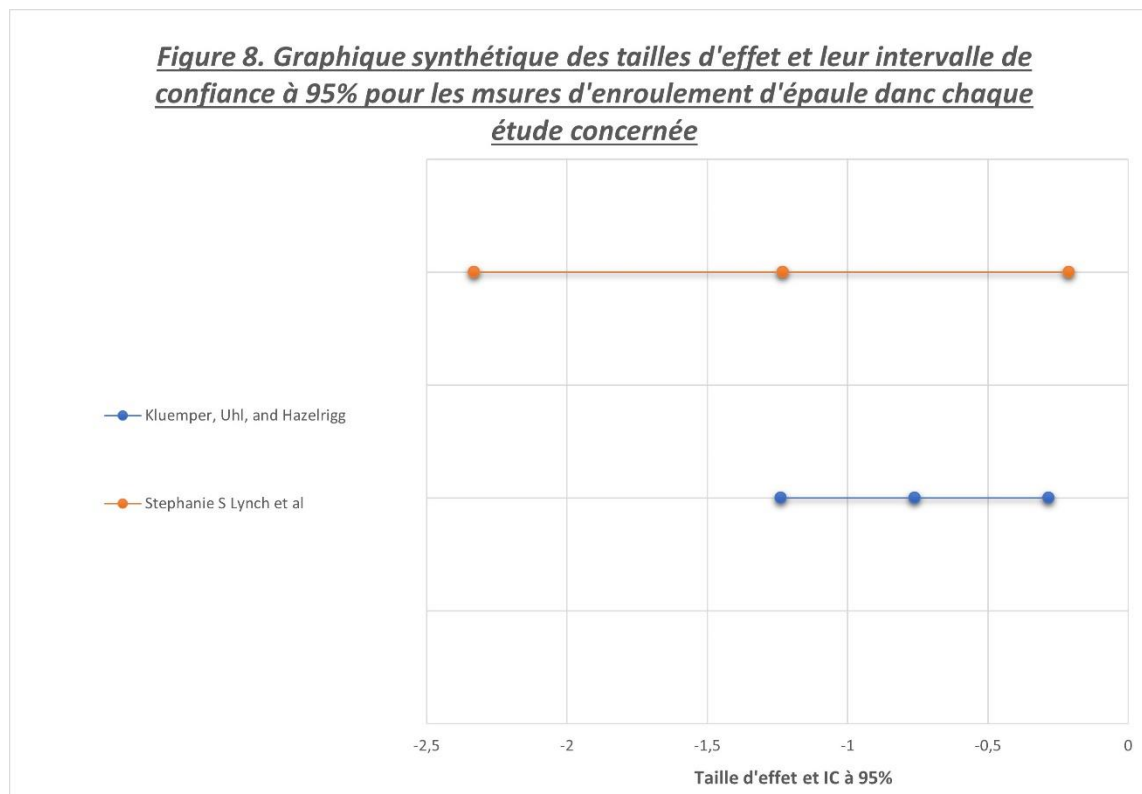
### 3.3.3 Effet du renforcement sur la posture des nageurs

Dans notre revue de littérature, deux études incluses s'intéressent à l'effet du renforcement des muscles d'épaule sur l'enroulement des épaules des nageurs : **Stephanie S Lynch et al** et **Kluemper, Uhl, and Hazelrigg**.

Dans ces études, le programme de renforcement est associé à des étirements des muscles pectoraux et l'enroulement de l'épaule est mesuré au début et à la fin de l'étude en plaçant le sujet debout dos à un mur en attitude spontanée et en mesurant la distance horizontale en centimètres entre le mur et un point précis de l'acromion : le bord antérieur ou le bord postérieur. Rappelons que l'attitude en enroulement des épaules qui est un signe caractéristique de la pathologie de l'épaule du nageur est d'autant plus marquée que la distance entre le mur et l'acromion est grande.

Ainsi, une diminution de cette distance serait le signe que le renforcement des muscles d'épaule a eu un effet bénéfique sur l'épaule des sujets testés.

Pour chaque étude, nous calculons ensuite la taille d'effet de la différence inter groupe des mesures après renforcement, avec un intervalle de confiance de 95% que nous faisons figurer dans un graphique de type Forest plot afin de pouvoir les comparer :



Nous pouvons alors remarquer que dans les deux études, le programme aurait eu un **effet bénéfique** sur l'attitude spontanée en enroulement des épaules chez les nageurs puisque la distance entre le mur et l'acromion a diminué. Aucun des deux intervalles de confiance représentés ici n'englobe le 0, ce qui réduit la probabilité que le résultat observé soit dû au hasard, les traitements ont donc un réel intérêt thérapeutique. Cependant, dans l'étude de Lynch et al, les valeurs limites de l'intervalle de confiance à 95% sont éloignées cela rend le résultat moins significatif que celui de l'étude de **Kluemper, Uhl et al**.

## 4 Discussion

Qu'est ce qui nous permet d'affirmer qu'un résultat est pertinent ?

La pertinence d'un résultat dépend de la taille d'effet et de sa précision. Si c'est le cas, cette taille d'effet est-elle assez importante pour pouvoir justifier des contraintes inhérentes à la mise en place du traitement et au recueil des résultats ? Il s'agit ici de débattre sur l'applicabilité de chaque étude et sur la manière dont elle répond à la problématique de cette revue de littérature.

### 4.1 Analyse des principaux résultats

L'objet de notre revue est de déterminer si le renforcement des muscles de l'épaule chez les nageurs de haut niveau aurait un effet bénéfique sur le ratio de force entre les rotateurs latéraux et les rotateurs médiaux, les douleurs d'épaule et la posture en enroulement des épaules.

Concernant le ratio de force, deux articles étudiés sur les trois traitant de **la force des rotateurs** latéraux et médiaux semblent mettre en avant un **effet bénéfique** donc un rééquilibrage de ce ratio qui est modifié chez les nageurs en comparaison aux non-nageurs selon l'étude de **Mc Master et al** de 1992. [31]

Il en est de même pour les deux études traitant de la posture en enroulement de l'épaule.

En revanche, les études dont le critère de jugement était la **douleur** n'ont montré **aucune amélioration statistiquement significative**. Cependant, la douleur est une sensation subjective propre à chacun et dépend d'une multitude de facteurs intrinsèques et extrinsèques. En effet, la tolérance à celle-ci, de même que le style de nage qui va la provoquer sont des critères qui vont l'accentuer ou la diminuer. De plus chez les nageurs étudiés dans cette revue de littérature, il n'est pas donné d'informations concernant la spécialité, ni la distance de prédilection. En effet du fait de la différence de force appliquée sur l'eau lors de la phase de propulsion, on peut supposer qu'un nageur de sprint préparant des courses de 50m et 100m sera susceptible de voir apparaître des douleurs d'épaule beaucoup plus tôt qu'un nageur de demi-fond ou de fond par exemple. De nombreux autres facteurs comme ceux cités peuvent être étudiés.

Les études comparées dans cette revue sont des essais cliniques randomisés dans lesquelles les échantillons étudiés sont de taille sensiblement similaire mais qui ne dépassent pas 40 sujets. C'est un nombre trop faible pour que les tests pratiqués et donc les résultats soient considérés comme fiables. Il est alors impossible de transposer les résultats à la population entière.

En s'intéressant au sexe des participants, on remarque que les échantillons testés sont composés d'une majorité de nageurs, ce qui pourrait influencer les résultats. Des groupes composés d'autant de nageurs que de nageuses auraient été plus représentatifs de la population et par conséquent auraient peut-être donné des résultats différents.

Dans les cinq essais cliniques randomisés, la différence la plus importante que nous avons remarquée concerne les exercices de renforcement. En effet, ils peuvent être très différents d'une étude à l'autre et ce, pour un même critère de jugement.

Par exemple, dans l'étude de **Robert C. Manske et al**, les exercices réalisés par les nageurs sont de type analytique et centrés sur les rotateurs latéraux et les résultats montrent une augmentation significative de la force de ces derniers. A titre de comparaison, l'étude de **Hibberd et al** propose des exercices de type fonctionnel et qui s'intéressent également aux fléchisseurs et abducteurs de gléno-humérale. Ici, la force des rotateurs médiaux est augmentée de façon plus importante que celle des rotateurs latéraux, ce qui n'est pas l'effet recherché pour le ratio de force.

La durée du traitement est également un élément qui peut être la source de différences importantes. En effet, les programmes de renforcement vont de 6 semaines dans l'étude de **Hibberd et al** à 16 semaines dans celle de **Batalha et al**. Les nageurs étudiés ont niveau expert ce qui sous-entend qu'ils pratiquent ce sport de manière intensive depuis plusieurs années. Le gain de force musculaire et la modification de la posture sont des processus longs et on peut supposer que des programmes de renforcement aussi courts en durée ne permettent pas de mettre en évidence des modifications significatives chez des nageurs de ce niveau.

Approfondissons maintenant les résultats obtenus avec les risques de biais pour chaque étude :

- L'étude de **Batalha et al** démontre un effet positif sur le ratio des rotateurs mais on y retrouve le biais de sélection car l'assignation des sujets dans un groupe n'est pas secrète ce qui peut diminuer la pertinence des résultats. De plus, le biais d'évaluation apparait ce qui implique qu'à n'importe quel moment, la distribution du traitement était susceptible d'être influencée par le thérapeute. Ains, on pourrait dire que le programme de renforcement aurait eu un effet bénéfique, mais on ne peut que supposer cette affirmation, sans réelle certitude.
- L'étude de **Hibberd et al** a montré une diminution du ratio de force, ce qui était contraire à l'effet recherché. Cela peut s'expliquer par le manque de spécificité des exercices comme nous l'avons dit précédemment. De plus, la non-validation de l'item 7 de l'échelle PEDro qui fait apparaitre ici aussi le biais d'évaluation ainsi que la taille de l'intervalle de confiance décrivant l'évolution de la force des rotateurs latéraux ne nous permettent pas d'affirmer avec certitude une quelconque modification du ratio de force.
- L'étude de **Robert C. Manske et al** a mis en évidence une augmentation statistiquement significative de la force des muscles rotateurs latéraux en comparaison à celle de leurs antagonistes, et nous en avons déduit que le programme de renforcement a eu un effet bénéfique sur le ratio de force. Cependant, la moitié des nageurs ont quitté le programme en cours de route, ce qui réduit fortement le nombre de sujets ayant bénéficié des mesures en fin d'étude et donc la pertinence des résultats. On peut alors dire que le programme dont il est question dans cette étude pourrait avoir eu un effet bénéfique sur le ratio de force, mais cela serait à confirmer avec une population plus importante et un programme de renforcement plus long
- L'étude de **Stephanie S Lynch et al** s'intéresse à la fois à la modification de la posture et à la douleur d'épaule après un programme de renforcement. C'est aussi l'étude qui a le score PEDro le plus bas parmi celles que nous avons sélectionnées.

- L'évaluation de la douleur est réalisée avec le score ASES qui porte sur les réponses à un questionnaire, elle est donc fortement subjective et sujet-dépendante. Les résultats présentent une diminution de la douleur pour les deux épaules mais l'intervalle de confiance de la taille d'effet n'est pas assez précis pour conclure sur l'efficacité du traitement. Par ailleurs, l'item 8 de l'échelle PEDro met en lumière le biais de suivi. En effet, il précise que des sujets pourraient avoir été perdus de vue, ce qui vient diminuer le nombre de nageurs testés en fin d'étude, alors que l'effectif de départ était déjà relativement bas. En revanche, la mesure de l'enroulement de l'épaule donne des résultats statistiquement significatifs même si la taille importante de l'intervalle de confiance a une influence négative sur la pertinence des résultats. Ces résultats pourraient être confirmés par une étude menée avec plus de rigueur sur le plan statistique.
- Enfin, l'étude de **Kluemper, Uhl, and Hazelrigg** qui s'intéresse à l'effet du renforcement sur la posture des nageurs présente une nette diminution de l'enroulement des épaules avec une taille d'effet importante et l'intervalle de confiance correspondant relativement petit, ce qui en fait un résultat statistiquement significatif. Cependant dans cette étude, le programme de renforcement est associé à des exercices d'étirement sur toute la durée de l'étude et il nous est impossible de savoir si les améliorations mesurées sont uniquement le résultat des exercices de renforcement ou alors si les étirements ont joué un rôle plus important. On peut donc dire que le renforcement des muscles de l'épaule aurait un effet bénéfique sur la posture en enroulement d'épaule chez les nageurs de haut niveau. Il serait intéressant de tenter de confirmer cette affirmation en pratiquant les mêmes exercices de renforcement mais en excluant cette fois-ci les étirements.

Portons enfin notre attention sur la différence entre les résultats d'un renforcement analytique ciblant les rotateurs latéraux et un renforcement fonctionnel. Dans notre revue, les études de **Robert C. Manske et al** et de Hibberd proposent aux sujets des exercices de renforcement analytique tandis que dans les autres, les exercices sont fonctionnels et les mouvements se rapprochent de ceux exécutés dans les différentes nages.

L'étude de **Robert C Manske et al** a mis en évidence une augmentation significative de la force des rotateurs latéraux mais les résultats sur la douleur ne sont pas significatifs. Les études de **Lynch** et **Batalha**, dont les exercices sont fonctionnels et posturaux n'ont pas donné de résultats significatifs sur le ratio de force mais ont en revanche mis en évidence une diminution de la douleur et de l'enroulement des épaules.

**En définitive, en prenant en compte la corrélation entre les biais retrouvés et la pertinence des résultats que nous avons extraits et présentés, on peut dire que d'une manière générale, le renforcement musculaire fonctionnel ne donne pas de résultats statistiquement significatifs sur le ratio de force mais il pourrait diminuer la douleur et l'enroulement de l'épaule, tandis que le renforcement musculaire analytique des rotateurs latéraux privilégierait la rééquilibration du ratio de force à la diminution de douleur et à la correction de la posture chez le nageur.**

## 4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique

Comme tout traitement masso-kinésithérapique, le nôtre présente une balance bénéfice/risque. En nous intéressant à celle-ci nous pouvons discuter l'applicabilité du traitement.

Du point de vue de la rééducation, le renforcement analytique comme global n'est pas invasif et ne comporte pas d'effets délétères à court ou long terme pour le patient et sa santé, puisqu'il consisterait à augmenter la force de certains muscles déficitaires en comparaison à leurs antagonistes. Cela reste à condition que les mouvements soient effectués dans une amplitude correcte et contre une résistance adaptée à la force musculaire du sujet afin d'éviter toute lésion myo-tendino-aponévrotique.

Rappelons que les sujets étudiés dans cette revue sont des nageurs de haut niveau qui s'entraînent de manière intensive 6 jours sur 7 et jusqu'à 20h par semaine.

Ils ont des exigences élevées en termes de performances et bien que la natation soit un sport « en apesanteur » et sans contact dans lequel les contraintes sur le rachis sont minimales en comparaison à d'autres sports, une blessure signifierait l'arrêt total de l'entraînement pendant plusieurs semaines et donc des efforts importants seraient à fournir pour retrouver un niveau correct, c'est donc une situation à éviter chez les nageurs de haut niveau.

Ainsi, il serait intéressant de pratiquer ces exercices de renforcement dans un but préventif particulièrement chez les nageurs les plus jeunes mais aussi dans un but curatif puisqu'ils contribueraient à réduire la durée de la prise en charge kinésithérapique et permettraient donc un retour plus précoce à la compétition.

De plus, il apparaît clairement que ce programme de renforcement doit être exécuté dans la durée, en s'inscrivant comme une routine d'entraînement visant à lutter contre l'apparition des symptômes. En effet, on pourrait supposer que dans les études étudiées, le ratio de force des rotateurs s'est trouvé à nouveau déséquilibré plusieurs semaines voire plusieurs mois après l'arrêt du traitement, les seuls mouvements effectués pendant la nage étant à l'origine de ce déséquilibre.

On peut également se pencher sur la balance bénéfice/cout de ce traitement. En d'autres termes, au vu des résultats globalement positifs mais qui ne sont pas statistiquement significatifs pour la plupart, les couts et contraintes du traitement sont-ils assez bas pour susciter l'adhésion du nageur à celui-ci ?

Les exercices proposés dans les études de cette revue sont relativement simples à exécuter et d'une durée assez courte (une dizaine de minutes) juste avant ou à distance des entraînements. Le matériel, peu onéreux, se résume à des élastiques de type TheraBand® de résistances différentes. La principale contrainte pour les nageurs serait de suivre ce programme avec assiduité et de manière autonome en plus de leur entraînement aquatique.

C'est là que le masseur-kinésithérapeute aurait un rôle important à jouer, par son rôle d'éducateur en sensibilisant les athlètes mais aussi les entraîneurs et préparateurs physiques quant à l'intérêt d'un tel traitement sur la biomécanique de l'épaule et donc indirectement sur leurs performances en compétition.

Au vu de ces éléments, que conclure quant à l'applicabilité du traitement en matière clinique ?



Dans notre revue de littérature, le bénéfice du traitement est démontré même si la pertinence des résultats laisse à désirer puisque ces derniers ne sont pas statistiquement significatifs. Par ailleurs, l'évaluation des risques ne présente pas d'effets délétères pour l'épaule ou de contre-indications et les coûts sont faibles en termes de matériel, de temps consacré et d'énergie dédiée. En ce sens, si des résultats positifs sont obtenus, qu'ils soient dus à l'évolution naturelle de la pathologie à des facteurs non contrôlables en tant que thérapeute ou encore à l'effet placebo et son effet psychologique non négligeable chez des athlètes de haut niveau, alors ce programme de renforcement peut être pratiqué de manière réfléchiée et pondérée, en restant à l'écoute du ressenti des nageurs.

### 4.3 Qualité des preuves

Les études incluses dans cette revue de littérature nous ont fourni des résultats globalement positifs. Cependant si on applique la grille PEDro sur ces articles, les biais qui apparaissent diminuent la pertinence de leurs résultats. Face à cela, se pose la question de la qualité des preuves.

Pour estimer la qualité des preuves présentées, nous pouvons utiliser le système de gradation des recommandations (GRADE). [34] Le système GRADE se base sur le schéma d'étude ainsi que d'autres critères pour évaluer le niveau de confiance d'un résultat.

Un niveau de confiance est ensuite attribué parmi les 4 suivants : Elevé, Modéré, Faible et Très Faible.

Ici, nous différencions le niveau de preuve pour chaque critère de jugement au lieu de présenter le niveau preuve général de cette revue.

A priori, nous pouvons considérer que le niveau de qualité des preuves est élevé dès le départ pour nos 3 critères de jugement du fait du schéma d'étude (essais cliniques randomisés). Cependant 4 facteurs peuvent diminuer la qualité des données issues de nos études :

- Le risque de biais renseigné par la moyenne des scores PEDro des études traitant le critère de jugement.
- L'homogénéité des résultats est donnée par comparaison des tailles d'effet : si elles sont similaires, on considère que les résultats sont homogènes.
- L'imprécision des résultats est donnée par la taille des intervalles de confiance : plus ils sont grands, plus les résultats sont imprécis.
- Le spin, qui correspond au biais de publication : si les conclusions formulées par l'auteur sont congruentes avec les résultats observés, alors le biais de publication est écarté.

Enfin, si la taille d'effet est importante dans les études traitant d'un même critère de jugement, alors le niveau de confiance est augmenté, de même si les résultats présentent un effet gradient dose-réponse.

Sur les cinq études incluses, la grille PEDro nous a permis de distinguer des limites pouvant biaiser l'effet estimé du programme de renforcement sur les nageurs.

Ces éléments conduisent aux scores PEDro obtenus précédemment. Après calcul, nous obtenons pour chaque critère de jugement les moyennes suivantes :

- Ratio de force : 5,3/10
- Douleur : 4,5/10
- Posture : 5/10

Le risque de biais est donc sérieux pour les 3 critères de jugement étudiés dans cette revue.

Une importante hétérogénéité des résultats apparaît dans les études traitant du ratio de force. Ceci est représenté sur le Forest plot que nous avons présenté, par une différence importante entre les tailles d'effet des différentes études. Cette hétérogénéité est encore plus marquée pour les études traitant de la douleur. En revanche, elle est faible pour les tailles d'effet où le critère de jugement est la posture.

L'imprécision des résultats est donnée par la taille des intervalles de confiance. En portant notre attention sur ceux-ci, on remarque que les valeurs limites sont éloignées pour chacun d'entre eux. On peut donc en conclure que l'imprécision est très importante pour nos 3 critères de jugement. Cela peut être en partie expliqué par le faible nombre de sujets inclus dans chaque étude (<100).

En ce qui concerne la présentation des résultats, les observations et commentaires des études incluses par leurs auteurs respectifs ne laissent pas entrevoir de différences avec les résultats que nous avons recueillis et observés et ce, pour les 3 critères de jugement de cette revue. De ce fait, nous pouvons affirmer que le biais de publication est écarté.

Le tableau ci-dessous résume l'influence de ces 4 facteurs sur la qualité de nos données :

Critère de jugement	Ratio de force			Douleur d'épaule		Posture	
	<i>Batalha et al</i>	<i>Hibberd et al</i>	<i>Manske et al</i>	<i>Lynch et al</i>	<i>Manske et al</i>	<i>Lynch et al</i>	<i>Kluemper et al</i>
Niveau de preuve au départ	Elevé						
Moyenne des scores PEDro	5,3			4,5		5	
Inconstance des résultats	Importante			Très importante		Faible	
Imprécision des résultats	Très importante						
Biais de publication	Peu Probable						
Niveau de preuve final	<b><u>Très faible</u></b>						

*Tableau 6. Facteurs d'influence du niveau de preuve des critères de jugement*

Que peut-on en conclure sur la qualité des preuves de nos études ?

Les 4 critères cités précédemment influent fortement sur le niveau de qualité des résultats de nos études, le rendant très faible bien qu'il soit élevé au départ. Cela implique que « **les effets souhaitables de l'adhésion à une recommandation l'emportent probablement sur les effets indésirables, mais le groupe de travail est moins confiant** » [35].

#### 4.4 Biais potentiels de la revue

Penchons-nous sur la qualité méthodologique de cette revue de littérature. L'échelle AMSTAR-2 [36] (Annexe 6) est utilisée pour évaluer la validité interne des revues systématiques d'études randomisées. C'est un ensemble de 16 items, associés chacun à une cotation (oui, partiellement, ou non). A l'aide de celle-ci nous pouvons tenter de faire une analyse critique de notre revue de littérature.

Nous avons fait figurer dans le tableau suivant la cotation de chaque item relatif à notre revue :

Item	Cotation		
	Oui	Partiellement	Non
1	X		
2		X	
3	X		
4	X		
5			X
6			X
7	X		
8		X	
9	X		
10			X
11	/	/	/
12	/	/	/
13	X		
14	X		
15	/	/	/
16	X		

*Tableau 7. Biais potentiels de la revue avec la cotation AMSTAR-2*

Sur les 16 items de l'échelle AMSTAR-2, 5 items ont eu la cotation « non » ou « partiellement », et pour 3 items, aucune réponse ne pouvait être donnée. Portons notre attention sur ceux-ci :

Pur valider l'item 2, la revue doit comporter un protocole de recherche des causes d'hétérogénéité entre les résultats des différentes études, ce n'est pas le cas dans notre revue.

Les items 5 et 6 mentionnent qu'au moins deux évaluateurs distincts procèdent à la sélection des études à inclure puis à l'extraction des données de celles-ci, afin de diminuer le risque d'erreurs.

L'item 8 quant à lui est partiellement rempli puisqu'il n'est pas précisé dans nos études si un échancier de suivi a été établi et respecté.

L'item 10 ne peut être validé que si la revue mentionne les sources de financement des études incluses dans celle-ci. Or, aucune de nos études ne fait apparaître cette information.

Enfin, les items 11, 12 et 15 ne peuvent pas être évalués puisque notre revue ne contient pas de méta-analyse, quel que soit le critère de jugement abordé.

Une des particularités de l'échelle AMSTAR-2 est qu'elle ne permet pas de calculer un score sur 16 en additionnant les items validés mais plutôt de donner les biais d'une revue. En effet, tous les items de cette échelle n'ont pas le même « poids » : certains mettent en avant des biais considérés comme critiques et d'autres mettent en avant des biais modérés. Ainsi, au vu des différents items non validés et de leur biais correspondant, nous observons que notre revue comporte un biais critique mis en évidence par l'item 2 et quatre biais modérés révélés par les items 5, 6 8 et 10.

Ces éléments nous permettent de conclure que notre revue a un **niveau de confiance faible** d'après l'article scientifique de *Beverley J Shea et al.*

## 5 Conclusion

### 5.1 Implication pour la pratique clinique

Chez les nageurs de haut niveau, une blessure peut être synonyme d'un arrêt prolongé de l'entraînement, des compétitions, et peut mettre en échec toute une saison voire une carrière entière. Le syndrome de l'épaule du nageur étant répandu du fait du nombre élevé de mouvements répétés et des contraintes exercées sur cette articulation, il apparaît évident qu'une prévention et un traitement efficaces réduiraient considérablement l'incidence de cette pathologie et la durée d'arrêt de la pratique sportive. Notre revue a mis en évidence le rôle du kinésithérapeute qui est alors primordial. En effet, ses connaissances anatomiques, biomécaniques et physiopathologiques mais également son observation précise et critique de la posture du nageur font de lui un acteur important de la rééducation, en collaboration avec les autres professionnels de santé. Par son rôle d'éducateur, il doit informer les nageurs à propos des mouvements délétères sur l'articulation lors des différentes nages, mais également corriger les mouvements et veiller à ce qu'ils gardent une posture correcte lors des séances de rééducation.

Cette revue de littérature a contribué à mettre en lumière les effets du renforcement sur les symptômes du syndrome de l'épaule du nageur et a également soulevé plusieurs questions, notamment sur les différences constatées sur les effets des différents types de renforcement musculaire ou encore sur les autres techniques de kinésithérapie à associer à notre traitement.

Cela nous conduit à aborder cette problématique en adoptant une vision holistique de la pathologie et en considérant le contexte bio-psycho-social du patient qui peut être complexe chez le sportif de haut niveau.

La natation étant un sport très complexe en termes de technique de nage, il serait intéressant de se pencher sur les spécificités de chaque nage et leur impact sur la biomécanique de l'épaule et sur les facteurs de risque d'apparition du syndrome de l'épaule du nageur.

## 5.2 Implication pour la recherche

Lors de l'élaboration de cette revue, trois éléments importants sont ressortis : tout d'abord le nombre d'études de type essai clinique randomisé traitant de notre problématique était très limité. Ensuite, le nombre important de biais pour chaque étude pourrait avoir fortement influencé les résultats finaux c'est pourquoi il est important de prendre du recul lors de l'interprétation de ceux-ci. Enfin, les paramètres d'étude sont variés et hétérogènes (critères de jugement, populations, protocoles de traitement) et rendent donc la comparaison délicate.

Pour ces raisons, et au vu des biais se rapportant à la réalisation de cette revue de littérature, il nous est impossible de répondre avec certitude à la problématique de cette revue, ni de poser des recommandations fortes pour la pratique clinique de même pour l'avancée de la recherche.

Pour autant, les pratiques cliniques incluant le renforcement musculaire donnent en général des résultats satisfaisants pour le retour à la compétition et c'est ce qui donne un intérêt à la poursuite de la recherche afin que des études soient menées et puissent répondre à cette question avec plus de certitude en termes de niveau de preuve.

En tant qu'auteur de cette revue de littérature, je déclare n'avoir aucun conflit d'intérêt en lien avec les éléments présents dans celle-ci.

## 6 BIBLIOGRAPHIE

- [1] <http://chirurgie-epaule-fontvert.fr/anatomie.html>
- [2] DUFOUR Michel, Anatomie de l'appareil locomoteur, Tome 2, membre supérieur, Elsevier Masson, deuxième édition
- [3] <https://orthodoc34.fr/anatomiedelepaule.html>
- [4] <https://chirurgie-orthopedique.info/reparation-de-la-coiffe-des-rotateurs/>
- [5] <https://www.vidal.fr/sante/sport/infos-sport-medicosport-sante/32/natation/>
- [6] Natation : la physique de la propulsion », Les étoiles de matières noires, N° 426 - AVRIL 2013
- [7] <https://www.enjoy-swimming.com/how-to-swim-freestyle.html>
- [8] <http://jobdp2013.e-monsite.com/medias/images/natation-crawl2-1.jpg>
- [9] <http://sialdeporte.com/c-natacion/estilo-mariposa/>
- [10] <https://www.nytimes.com/2011/07/28/sports/2011-world-swimming-championships-phelps-wins-200-meter-butterfly.html>
- [11] McMaster WC, Troup J. A survey of interfering shoulder pain in united states competitive swimmers. Am J Sports Med 1993 ; 21 : 67-70 DOI: 10.1177/036354659202000315
- [12] MARC T. – L'épaule du sportif – Kiné actualité - n° 1118 – pages 18 à 21 – La maison des kinésithérapeutes, Paris – 2008
- [13] HADDAD A. – Actualités rhumatologiques en médecine du sport – 234 pages – Elsevier Masson, Paris – 2010
- [14] Pollard H, Crocker D. Shoulder pain in elite swimmers. ACO 1999 ; 8(3): 91-5.)
- [15] Paumard P. Influence de la posture de la colonne cervicale et dorsale sur les conflits pathologiques de l'épaule : les premières données sont confirmées et des propositions thérapeutiques envisagées. Kinésithérapie, la Revue 2006 Vol.6 ; n°54 :8
- [16] Cours de K3, « Traumatologie du membre supérieur », M. AIRAUDI
- [17] Tests de la coiffe des rotateurs In : Dumontier C, Doursounian L. Examen clinique de l'épaule dans la pathologie de la coiffe des rotateurs. Maîtrise Orthopédique 2007 ; 168
- [18] MC MASTER, W, LONG, S et CAIOZZO, V. Shoulder torque changes in the swimming athlete. The american journal of sports medicine. s.l, American orthopaedic society for sports medicine, 1992, Vol. 20, pp. 323-327.
- [19] Arnaud Tixier, Matthieu Loubiere, Xavier Dufour, Gilles Barette Kinésithér Scient 2012,538:13-23 « Evaluation de l'épaule du nageur »
- [20], [20] Arnaud Tixier, Matthieu Loubiere, Xavier Dufour, Gilles Barette Kinésithér Scient 2012,538:13-23 - 10/12/2012 : « Rééducation de l'épaule du nageur »
- [22] Is shoulder rotator strength and balance affected by a single swim practice ? Conceição A, Parraca J, Marinho D, Costa M, Louro H, 2018 [https://www.researchgate.net/publication/233948550\\_Shoulder\\_Rotator\\_Cuff\\_Balance\\_Strength\\_and\\_Endurance\\_in\\_Young\\_Swimmers\\_During\\_a\\_Competitive\\_Season](https://www.researchgate.net/publication/233948550_Shoulder_Rotator_Cuff_Balance_Strength_and_Endurance_in_Young_Swimmers_During_a_Competitive_Season)

DOI:10.1519/JSC.0b013e31827fd849

[23] Feasibility of Contralateral Oblique Fluoroscopy-guided Cervical Interlaminar Steroid Injections Park CH, Lee SH, septembre 2016 DOI: 10.1111/papr.12341

[24] The diagnostic validity of the cervical flexion-rotation test in C1/2-related cervicogenic headache  
Hidalgo-Lozano A, Fernández-de-las-Peñas C, 12 mai 2011  
DOI:10.1016/j.math.2006.06.016

[25] Arm to leg coordination in elite butterfly swimmers  
Telles T, Barroso R, Barbosa AC, Salgueiro DF, janvier 2015  
DOI: 10.1055/s-2005-865658

[26] Does a land-based compensatory strength-training programme influences the rotator cuff balance of young competitive swimmers? Nuno Batalha, Armando Raimundoa, Pablo Tomas-Carusa, João Paulo, Roberto Simão & António J. Silva  
DOI: 10.1080/17461391.2015.1051132

[27] Effect of a 6-Week Strengthening Program on Shoulder and Scapular-Stabilizer Strength and Scapular Kinematics in Division I Collegiate Swimmers Elizabeth E. Hibberd, Sakiko Oyama, Jeffrey T. Spang, William Prentice, and Joseph B. Myers  
DOI: 10.1123/jsr.21.3.253

[28] Effect of Stretching and Strengthening Shoulder Muscles on Forward Shoulder Posture in Competitive Swimmers  
Mark Kluemper, Tim Uhl, and Heath Hazelrigg  
DOI: 10.1123/jsr.15.1.58

[29] The effects of an exercise intervention on forward head and rounded shoulder postures in elite swimmers by Stephanie S Lynch,<sup>1</sup> Charles A Thigpen,<sup>2</sup> Jason P Mihalik,<sup>3</sup> William E Prentice,<sup>3</sup> Darin Padua<sup>3</sup>  
DOI:10.1136/bjism.2009.066837

[30] EFFECTS OF A DRY-LAND STRENGTHENING PROGRAM IN COMPETITIVE ADOLESCENT SWIMMERS  
Robert C. Manske, Stephanie Lewis, Steve Wolff, Barbara Smith, PMID: 26618065

[31] MC MASTER, W, LONG, S et CAIOZZO, V. Shoulder torque changes in the swimming athlete. The american journal of sports medicine. s.l, American orthopaedic society for sports medicine, 1992, Vol. 20, pp. 323-327.

[32] The practical management of swimmer's painful shoulder: etiology, diagnosis, and treatment (2010) Klaus Bak PMID: 20818199 DOI: 10.1097/JSM.0b013e3181f205fa

[33] Swim-Training Volume and Shoulder Pain Across the Life Span of the Competitive Swimmer by Stef Feijen, Angela Tate, Kevin Kuppens, Anke Claes, Filip Struyf  
PMCID: PMC6961642 DOI: 10.4085/1062-6050-439-18

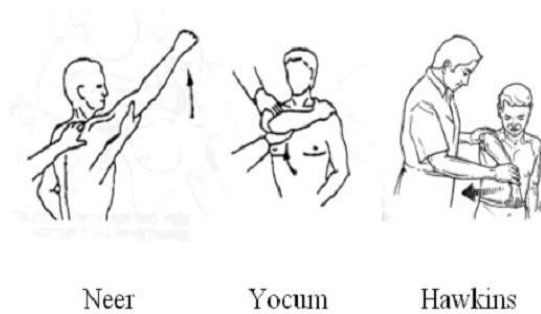
[34], [35] Guyatt GH, Oxman AD, Vist GE, Kunz R, Falck-Ytter Y, Alonso-Coello P, et al. GRADE: an emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations. BMJ 2008;336:924–6. <https://doi.org/10.1136/bmj.39489.470347.AD>.

[36], [37] Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. AMSTAR 2: A critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. BMJ 2017;358:1–9. <https://doi.org/10.1136/bmj.j4008>

[38] *Evidence Based Practice en rééducation, Démarche pour une pratique raisonnée*, Adrien PALLOT

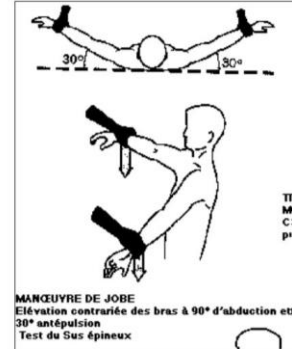
## Annexes

### Annexe 1 : Illustration des tests de l'épaule



#### • Le Test de Jobe

- supra-épineux
- Positionner l'épaule à 80° d'abduction, le coude tendu, la main en pronation
- Demander au malade de résister contre une pression de bas en haut appliquée sur le bras



### Test de Patte

Il teste le tendon du muscle sous-épineux et le petit rond.  
Le sujet est debout, le bras en abduction à 90° et le coude fléchi à 90°.

Le MK va s'opposer à la rotation externe.

Le test est positif quand le sujet ressent une douleur ou que l'on met en évidence un déficit.

La douleur signale une tendinopathie du sous-épineux.  
Le déficit signale une rupture du tendon.



### Test de Gerber

Il teste le muscle sous-scapulaire.

Le sujet met sa main derrière son dos au niveau de la ceinture et ferme le poing.

Le MK décolle la main du sujet de 5 à 10 cm. Le sujet doit maintenir sa position.

Le test est positif si sa main revient contre son dos.



### Palm Up Test ou test de Gilcreest

Il teste le biceps.

Le sujet élève le bras vers avant à 90°, sa main est en supination.

Le MK exécute une résistance à l'élévation.

Le test est positif : si la douleur intervient lors de la résistance à l'abaissement de l'avant-bras (témoin d'une tendinite de la longue portion du biceps), un ressaut douloureux (témoin d'une instabilité du tendon du long biceps), une impotence (témoin d'une rupture).

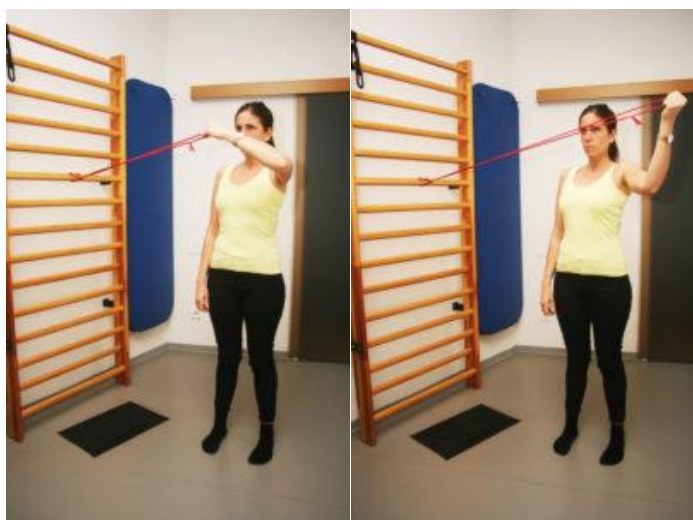




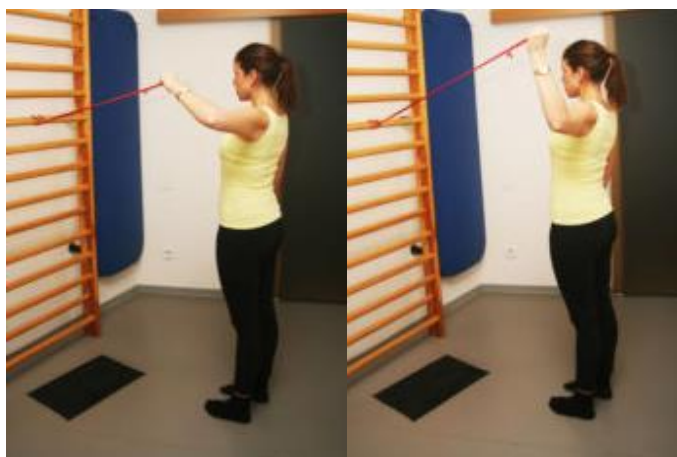
## Annexe 2 : Positions de rotation de référence de l'épaule



Rotation latérale en position RE1



Rotation latérale en position RE3



Rotation latérale en position RE2

## Annexe 3 : Echelle PEDro

### Échelle PEDro – Franco-Canadienne

1. les critères d'admissibilité ont été spécifiés	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
2. les participants ont été assignés de façon aléatoire dans les groupes (lors d'une étude à devis croisé, l'ordre dans lequel les participants ont reçu les interventions a été déterminé de façon aléatoire)	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
3. l'assignation des participants à un groupe a été dissimulée	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
4. au début de l'étude, les groupes étaient similaires en ce qui concerne les indicateurs pronostiques les plus importants	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
5. les participants ignoraient le groupe auquel ils avaient été assignés	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
6. les intervenants ignoraient le groupe auquel les participants avaient été assignés	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
7. les évaluateurs ayant mesuré au moins un résultat clé ignoraient le groupe auquel les participants avaient été assignés	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
8. les mesures d'au moins un résultat clé ont été obtenues chez plus de 85% des participants initialement assignés aux groupes	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
9. tous les participants pour qui des mesures de résultats étaient disponibles ont reçu l'intervention assignée. Lorsque ce n'était pas le cas, les données d'au moins un résultat clé ont été analysées selon l'intention de traiter	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
10. les résultats des comparaisons statistiques intergroupes sont fournis pour au moins un résultat clé	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:
11. l'étude fournit à la fois une mesure de l'ampleur de l'effet et une mesure de dispersion pour au moins un résultat clé	non <input type="checkbox"/>	oui <input type="checkbox"/>	où:

L'échelle PEDro est basée sur la liste Delphi élaborée par Verhagen et ses collaborateurs, au Department of Epidemiology, de l'University of Maastricht (*Verhagen AP et al. (1998). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology, 51(12):1235-41*). La liste est fondée sur un "consensus d'experts" et non, pour la majeure partie, sur des données empiriques. Deux items additionnels, qui ne figurent pas sur la liste Delphi, ont été ajoutés à l'échelle PEDro (items 8 et 10 de l'échelle PEDro). Lorsqu'une quantité plus importante de données empiriques sera disponible, il sera éventuellement possible de « pondérer » les items de l'échelle afin que le score PEDro témoigne de l'importance de chacun des items de l'échelle.

L'échelle PEDro a pour but d'aider les utilisateurs de la base de données PEDro à cibler rapidement les essais cliniques aléatoires ou présumés aléatoires (c'est-à-dire les essais cliniques aléatoires [ECA] ou les essais cliniques comparatifs [ECC]) archivés dans la base de données PEDro qui sont susceptibles d'avoir une bonne validité interne (critères 2 à 9), et de contenir suffisamment d'information statistique pour que leurs résultats puissent être interprétés (critères 10 et 11). Un critère additionnel (critère 1), lié à la validité externe (ou à la "généralisabilité" ou à "l'applicabilité" de l'essai), a été retenu, afin que la liste Delphi soit complète; mais ce critère ne sera pas utilisé pour calculer le score PEDro qui sera cité sur le site web de PEDro.

L'échelle PEDro ne doit pas être utilisée comme une mesure de la "validité" des conclusions d'une étude. Nous tenons particulièrement à inciter les utilisateurs de l'échelle PEDro à faire preuve de prudence devant les études qui montrent que le traitement a eu des effets importants et qui obtiennent un score plus élevé à l'échelle PEDro, car elles ne fournissent pas nécessairement de données probantes sur l'utilité clinique du traitement. Les autres aspects importants à prendre en considération sont, notamment les suivants : si l'effet du traitement était suffisamment marqué pour avoir une utilité clinique, si les effets positifs du traitement surpassent ses effets négatifs, et le coût-efficacité du traitement. Cette échelle ne doit pas être utilisée pour comparer la "qualité" des essais effectués dans différents domaines de la physiothérapie, principalement parce que, dans certains domaines de pratique de la physiothérapie, il n'est pas possible de répondre à tous les items de l'échelle.

## Annexe 4 : Calculateur d'intervalles de confiance

The image shows a Microsoft Word document with a web browser window embedded in it. The browser window displays a calculator for estimating a confidence interval for the difference between two means. The calculator interface is purple and contains the following text and input fields:

**TO ESTIMATE A CONFIDENCE INTERVAL FOR THE DIFFERENCE BETWEEN TWO MEANS:**

Enter the mean of the control group here:

Enter the estimated population standard deviation for the control group here:

Enter the sample size (eg, number of subjects) for the control group here:

Enter the mean of the experimental group here:

Enter the estimated population standard deviation for the experimental group here:

Enter the sample size (eg, number of subjects) for the experimental group here:

Enter the required confidence interval (eg, 95%) here:

**RESULT**

The estimated difference between the two population means is:

The estimated CI is:

The browser's address bar shows the URL "mean12m". The browser's navigation bar includes "INSTRUCTIONS", "a mean", "difference of 2 means" (highlighted), "a proportion or odds", "compare 2 proportions or odds", and "two-level likelihood ratios".

## Annexe 5 : Questionnaire ASES (American Shoulder and Elbow Surgeon)

 www.orthopaedicscores.com

Score d'épaule ASES

Nom .....

Âge .....

Date .....

1. Travail habituel

2. Activité sportive / de loisirs habituelle?

3. Avez-vous mal à l'épaule la nuit?

- Oui  
 Non

4) Prenez-vous des analgésiques tels que le paracétamol (acétaminophène), l'ibuprofène?

- Oui  
 Non

5) Prenez-vous des analgésiques puissants tels que la codéine, le tramadol ou la morphine?

- Oui  
 Non

6) Combien de pilules prenez-vous par jour en moyenne?

7) Intensité de la douleur?

- dix  
Douleur aussi grave que possible
- 9       8       7       6       5       4       3       2       1

8) Est-ce que c'est difficile pour vous de mettre un manteau?

- Impossible de faire  
 Très difficile à faire  
 Un peu difficile  
 Pas difficile

9) Est-il difficile pour vous de dormir du côté affecté?

- Impossible de faire  
 Très difficile à faire  
 Un peu difficile  
 Pas difficile

10) Est-il difficile pour vous de laver votre dos / votre soutien-gorge?

- Impossible de faire  
 Très difficile à faire  
 Un peu difficile  
 Pas difficile

11) Est-ce difficile pour vous de gérer la toilette?

- Impossible de faire  
 Très difficile à faire  
 Un peu difficile  
 Pas difficile

12) Est-ce que c'est difficile pour vous de vous peigner les cheveux?

- Impossible de faire  
 Très difficile à faire  
 Un peu difficile  
 Pas difficile

13) Est-il difficile pour vous d'atteindre une étagère haute?

- Impossible de faire  
 Très difficile à faire  
 Un peu difficile  
 Pas difficile

14) Est-il difficile pour vous de soulever 10 livres. (4,5 kg) au-dessus de votre épaule?

- Impossible de faire  
 Très difficile à faire  
 Un peu difficile  
 Pas difficile

15) Est-il difficile pour vous de lancer une balle par dessus?

- Impossible de faire  
 Très difficile à faire  
 Un peu difficile  
 Pas difficile

16) Est-ce que c'est difficile pour vous de faire votre travail habituel?

- Impossible de faire  
 Très difficile à faire  
 Un peu difficile  
 Pas difficile

17) Est-il difficile pour vous de faire votre activité sportive / de loisir habituelle

- Impossible de faire  
 Très difficile à faire  
 Un peu difficile  
 Pas difficile

Pour enregistrer ces données, veuillez imprimer ou enregistrer au CSV format

Nb: Cette page ne peut pas être enregistrée en raison de la protection des données du patient, veuillez donc imprimer le formulaire rempli avant de fermer la fenêtre.

Conception de la page: Aaron Rooney

Le score total ASES est:

Référence: Formulaire standardisé d'évaluation de l'épaule des chirurgiens américains, section d'auto-évaluation du patient: fiabilité, validité et réactivité. Michener L. B.J.J Shoulder Elbow Surg. 2002 novembre-décembre

## **Annexe 6 : Les 16 items de l'échelle AMSTAR-2**

1. Did the research questions and inclusion criteria for the review include the components of PICO?
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?
3. Did the review authors explain their selection of the study designs for inclusion in the review?
4. Did the review authors use a comprehensive literature search strategy?
5. Did the review authors perform study selection in duplicate?
6. Did the review authors perform data extraction in duplicate?
7. Did the review authors provide a list of excluded studies and justify the exclusions?
8. Did the review authors describe the included studies in adequate detail?
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?
10. Did the review authors report on the sources of funding for the studies included in the review?
11. If meta-analysis was performed did the review authors use appropriate methods for statistical combination of results?
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?
13. Did the review authors account for RoB in individual studies when interpreting/ discussing the results of the review?
14. Did the review authors provide a satisfactory explanation for, and discussion of, any heterogeneity observed in the results of the review?
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?
16. Did the review authors report any potential sources of conflict of interest, including any funding they received for conducting the review?

## Résumé

**Introduction** : Le syndrome de l'épaule douloureuse est une pathologie très fréquente chez les nageurs, et plus particulièrement les nageurs de haut niveau. Il est causé principalement par un ratio de force déséquilibré. En rééquilibrant ce ratio de force, peut-on traiter ce syndrome ?

**Objectif** : Un groupe de nageurs exécute des exercices de renforcement musculaire ciblé sur les rotateurs latéraux en plus de l'entraînement aquatique, tandis qu'un autre groupe, similaire au départ, se contente des entraînements aquatiques. On cherche à vérifier si les exercices de renforcement ont diminué les symptômes de la pathologie : douleur, ratio de force déséquilibré et enroulement des épaules.

**Méthode** : On choisit cinq essais cliniques randomisés recherchés sur les bases de données Pubmed et Cochrane, toutes étudiant des nageurs de haut niveau, présentant au moins un des symptômes. On utilise l'échelle PEDro pour analyser la méthodologie de ces études.

**Résultats** : Le renforcement analytique rééquilibrerait le ratio de force entre les muscles rotateurs latéraux et rotateurs médiaux d'épaule, tandis que le renforcement global diminuerait la douleur et l'enroulement des épaules.

**Discussion** : Les résultats hétérogènes et les biais mis en lumière par l'échelle PEDro, nous ne permettent pas d'affirmer avec certitude l'efficacité du traitement, bien que les résultats aient eu un effet positif.

**Mots clés** : épaule, nageur, douloureuse, renforcement, traitement, syndrome.

## Abstract

**Background** : The swimmer's shoulder syndrome is a very common pathology among swimmers, especially high level swimmers. It's caused by an imbalanced muscular ratio. Can we treat this syndrome by working on this imbalance ?

**Purpose** : A group of swimmers performs muscular strengthening exercises focused on external rotators combined to aquatic practice, while an other group which is similar from the start, keeps swimming regularly as usual. We want to know whether strengthening exercises made the pathology's symptoms decrease : pain, muscle imbalance and shoulder winding.

**Method** : We choose five randomized control trials found on Pubmed and Cochrane databases, each one of them studying high level swimmers affected by at least one symptom of the pathology. We choose PEDro scale to analyze the methodology of these studies.

**Results** : Analytical strengthening might decrease muscular imbalance between external and internal rotators, while functional strengthening might decrease pain and shoulder winding.

**Discussion** : Because of the heterogeneous results and bias shown by PEDro scale, we can't afford to affirm certainly that the treatment studied is efficient, although the results show improvements.

**Keywords** : shoulder, swimmers, painful, strengthening, treatment, syndrome.