HAL
open science

Les tendinopathies de la coiffe des rotateurs chez le crawleur : définition, prise en charge et prévention

Mélanie Lescalier

To cite this version:

Mélanie Lescalier. Les tendinopathies de la coiffe des rotateurs chez le crawleur : définition, prise en charge et prévention. Sciences pharmaceutiques. 2017. dumas-01565875

HAL Id: dumas-01565875

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01565875v1

Submitted on 20 Jul 2017

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.

UNIVERSITE DE CAEN NORMANDIE

ANNEE 2017

U.F.R. DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

PRESENTEE PAR

Mélanie LESCALIER

SUJET : Les tendinopathies de la coiffe des rotateurs chez le crawleur : définition, prise en charge et prévention

SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE : 26 juin 2017

JURY :

Madame Véronique André	PRESIDENT DU JURY
Monsieur Jean - Jacques Bléas	EXAMINATEUR
Madame Danièle Roquier	EXAMINATEUR

Remerciements

A Madame Véronique André, pour avoir accepté de présider mon jury. Mes sincères remerciements pour le temps que vous m'accordez.

A Monsieur Jean – Jacques Bléas, pour avoir la gentillesse d'être directeur de thèse. Soyez assuré de ma reconnaissance envers votre disponibilité, votre implication et vos précieux conseils qui m'ont permis de réaliser ce travail.

A Madame Danièle Roquier, pour avoir accepté d'être le troisième membre de mon jury. Je tiens également à vous remercier de m'avoir permis de poursuivre mon stage de 6e année officinale au sein de votre officine.

A tout l'équipe de la pharmacie du chemin vert, pour m'avoir permis de consolider mes connaissances et mon savoir faire lors de mon stage officinal de fin d'étude. Ce fut un agréable plaisir de travailler avec vous.

A Monsieur Guillaume German, de m'avoir mise en contact avec Monsieur Roch Chevalier, kinésithérapeute spécialisé dans le membre supérieur, dont les informations m'ont permises d'avancer dans l'écriture de ce mémoire.

A Monsieur Roch Chevalier, pour sa disponibilité, malgré un emploi du temps très chargé, et l'intérêt manifesté envers mon travail.

A Maxime Favié, pour le bonheur et l'amour qu'il m'apporte chaque jour.

A ma famille, pour le soutien qu'elle m'a apporté durant ces 6 années d'études sur les bancs de la faculté de pharmacie de Caen.

A mes amis, pour les soirées et les week-end passés avec eux pendant ces années d'études qui nous font de nombreux souvenirs.

Serment de Galien

" Je jure en présence des Maîtres de la Faculté, des Conseillers de l'Ordre des Pharmaciens et mes condisciples.

D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.

D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoir envers le malade et sa dignité humaine ; en aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèles à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque. "

Sommaire

1 Introduction.....10

2 Partie 1 : description des éléments anatomiques du sujet 11

2.1 La coiffe des rotateurs au sein de l'épaule.....11

2.1.1 L'articulation scapulo – humérale.....12

2.1.1.1 Description.....12

2.1.1.1.1 Les surfaces articulaires.....12

2.1.1.1.2 Les moyens d'union.....14

2.1.1.1.2.1 La capsule articulaire 14

2.1.1.1.2.2 Les ligaments.....16

2.1.1.1.2.3 Les ligaments actifs.....18

2.1.1.2 La mobilité.....19

2.1.1.2.1 Antépulsion – rétropulsion.....19

2.1.1.2.2 Abduction – adduction :.....20

2.1.1.2.3 Rotations latérale (rotation externe) et médiale (rotation interne) :.....21

2.1.2 Qu'appelle – t – on la coiffe des rotateurs ?.....22

2.1.3 Les rôles des muscles de la coiffe des rotateurs.....24

2.1.3.1 Un rôle de centrage et de coaptation de la tête humérale dans sa cavité 24

2.1.3.2 Un rôle de stabilisation proprioceptive.....24

2.1.3.3 Un rôle de mobilité.....25

2.2 La physiologie du tendon.....28

2.2.1 L'histologie du tendon.....28

2.2.1.1 La jonction musculo – tendineuse.....28

2.2.1.2 Le corps du tendon.....28

2.2.1.3 La jonction tendino – osseuse.....30

2.2.2 La composition.....30
2.2.3 La vascularisation et l'innervation.....31
2.2.4 Le métabolisme.....31
2.2.5 Les fonctions.....31
2.2.5.1 Liaison muscle – os.....31
2.2.5.2 La mobilité articulaire et la transmission de force 32
2.2.5.3 Un Pouvoir tampon.....32
2.2.5.4 La coordination de l'activité musculaire.....32
2.2.6 Les propriétés 32
2.2.6.1 La résistance.....32
2.2.6.2 L'élasticité.....33
2.2.6.3 La capacité d'adaptation.....33
2.2.6.4 Un faible pouvoir de régénération 33
3 Partie 2 : le crawl.....34
3.1 La technique.....34
3.1.1 Phase intermédiaire A.....35
3.1.2 Phase aquatique : phase de propulsion.....36
3.1.2.1 La traction.....36
3.1.2.2 La poussée.....37
3.1.3 Phase intermédiaire B 37
3.1.4 Phase aérienne : phase de dégagement.....37
3.2 La sollicitation musculaire.....39
3.2.1 Phase de propulsion.....39
3.2.2 Phase de dégagement.....39
3.3 Les mouvements 40

3.3.1 Phase de propulsion....40
3.3.1.1 La traction....40
3.3.1.2 La poussée....41
3.3.2 Phase de dégagement....42
3.4 Impact sur la coiffe des rotateurs....44
4 Partie 3 : les pathologies des tendons de la coiffe des rotateurs....45
4.1 Le syndrome du conflit sous – acromial....45
4.1.1 Définition....45
4.1.2 Clinique....46
4.1.3 Diagnostique....46
4.1.3.1 Test de Neer....47
4.1.3.2 Test de Yocum....48
4.1.3.3 Test de Hawkins....49
4.2 La tendinose....50
4.2.1 Définition....50
4.2.2 Clinique....51
4.2.3 Diagnostique....51
4.3 La rupture tendineuse....52
4.3.1 Définition....52
4.3.2 Clinique....52
4.3.3 Diagnostique....53
4.3.3.1 Test de Jobe....53
4.3.3.2 Test de Patte....54
4.3.3.3 Test de Gerber....55
4.3.3.4 Test de Belly Press....55

5 Partie 4 : la prise en charge 56
5.1 Le syndrome du conflit sous – acromial.....56
5.1.1 Le repos.....57
5.1.2 Les antalgiques et les anti - inflammatoires.....57
5.1.3 La rééducation.....60
5.1.3.1 Le score de constant 61
5.1.3.1.1 Principe.....61
5.1.3.1.2 Méthode.....62
5.1.3.1.3 Interprétation.....63
5.1.3.2 Le travail en décoaptation.....63
5.1.3.3 Le renforcement des abaisseurs extrinsèques 64
5.1.4 La chirurgie.....64
5.2 La tendinose.....65
5.2.1 Le repos.....65
5.2.2 Les antalgiques.....65
5.2.3 Les anti – inflammatoires.....65
5.2.4 La rééducation : travail en contraction excentrique.....66
5.2.5 La physiothérapie : ondes de choc radiales.....70
5.2.6 L'injection de plasma enrichi en plaquettes.....71
5.2.6.1 Principe.....71
5.2.6.2 Protocole :.....71
5.2.6.3 Effets secondaires :.....72
5.2.6.4 Précaution d'emploi :.....73
5.2.6.5 Intérêt du traitement :.....73
5.2.6.6 Conclusion :.....73

5.3 La rupture tendineuse....74
5.3.1 Chirurgie....74
5.3.2 Appareillage orthopédique....75
5.3.2.1 Immobilisation coude au corps....75
5.3.2.1.1 L'écharpe de contention....75
5.3.2.1.1.1 Principe....75
5.3.2.1.1.2 Mesure....75
5.3.2.1.1.3 Mise en place....76
5.3.2.1.1.4 Quelques modèles....76
5.3.2.1.2 Le gilet d'immobilisation de type Dujarrier....78
5.3.2.1.2.1 Principe....78
5.3.2.1.2.2 Mesures....78
5.3.2.1.2.3 Mise en place....78
5.3.2.1.2.4 Quelques modèles....80
5.3.2.2 Immobilisation en abduction....82
5.3.2.2.1.1 Principe....82
5.3.2.2.1.2 Mesure....82
5.3.2.2.1.3 Mise en place....82
5.3.2.2.1.4 Quelques modèles....83
6 Partie 5 : les facteurs favorisants une atteinte de la coiffe des rotateurs....85
6.1 L'âge....85
6.2 La morphologie de l'articulation....86
6.3 La mauvaise vascularisation naturelle....87
6.4 Le syndrome croisé supérieur....87
6.5 Mode de vie et pratique sportive....89

7 Partie 6 : la prévention et les conseils officinaux dans la traumatologie de la coiffe des rotateurs 90

7.1 Technique irréprochable.....90

7.2 Empêcher l'apparition du syndrome croisé supérieur.....92

7.3 Une bonne récupération.....94

7.3.1 Le rôle de l'alimentation.....94

7.3.2 Hydratation optimale.....96

7.3.3 Sommeil récupérateur.....96

7.3.4 Massage.....97

7.3.5 Les conseils offcinaux.....98

7.3.5.1 La micronutrition.....99

7.3.5.2 Les huiles essentielles.....100

7.3.5.3 Les spécialités pharmaceutiques.....102

7.3.5.3.1 Les baumes chauffants.....102

7.3.5.3.2 La gamme akiléine des laboratoires ASEPTA Monaco.....103

7.3.5.3.3 Les roll on 104

7.3.5.3.4 La voie orale.....105

7.4 L'échauffement.....106

8 Conclusion.....109

1 Introduction

Un nageur de haut niveau parcourt 8 à 12 km par jour, lors de ses deux entraînements quotidiens. Cela représente en moyenne 9 900 mouvements d'épaule pour chaque membre par jour. Le sportif s'entraîne 5 à 7 jours par semaine (1). Au bout d'une année, il a effectué entre 2,5 et 3,5 millions de rotations d'épaule. Il apparaît clairement que ces mouvements d'amplitude maximum répétés un si grand nombre de fois sont à l'origine de pathologies lésionnelles de l'épaule. Plus d'un tiers des nageurs souffrent un jour d'une épaule douloureuse (2).

Dans un premier temps, deux éléments importants sont à présenter : la coiffe des rotateurs et le tendon. Nous situerons anatomiquement la coiffe des rotateurs au sein de l'épaule. Nous la définirons et expliquerons son rôle, pour comprendre son implication lors de la réalisation du crawl par le nageur. Ensuite, nous exposerons la physiologie du tendon pour comprendre les pathologies tendineuses.

Dans un deuxième temps, nous explorerons le geste technique du crawleur à l'origine de l'atteinte des tendons de la coiffe.

La troisième partie détaille les pathologies des tendons de la coiffe des rotateurs du crawleur, leur mécanisme lésionnel et leur diagnostique. La partie suivante explore leur prise en charge.

La cinquième partie expose les facteurs favorisants les affections de la coiffe des rotateurs chez le crawleur. Pour finir, la dernière partie traite des moyens de prévention et des conseils officinaux.

2 Partie 1 : description des éléments anatomiques du sujet

2.1 La coiffe des rotateurs au sein de l'épaule

L'épaule est un complexe articulaire qui permet d'attacher le membre supérieur au tronc et de le mouvoir. Celle ci est composée de plusieurs articulations qui lui confèrent une très grande mobilité, en particulier la scapulo – humérale. Cette mobilité est un atout pour permettre des mouvements de grande amplitude mais c'est également sa principale faiblesse car elle génère un manque de stabilité. Il en ressort le rôle primordial de la coiffe des rotateurs pour conserver l'intégrité de l'articulation.

2.1.1 L'articulation scapulo – humérale

2.1.1.1 Description

2.1.1.1.1 Les surfaces articulaires

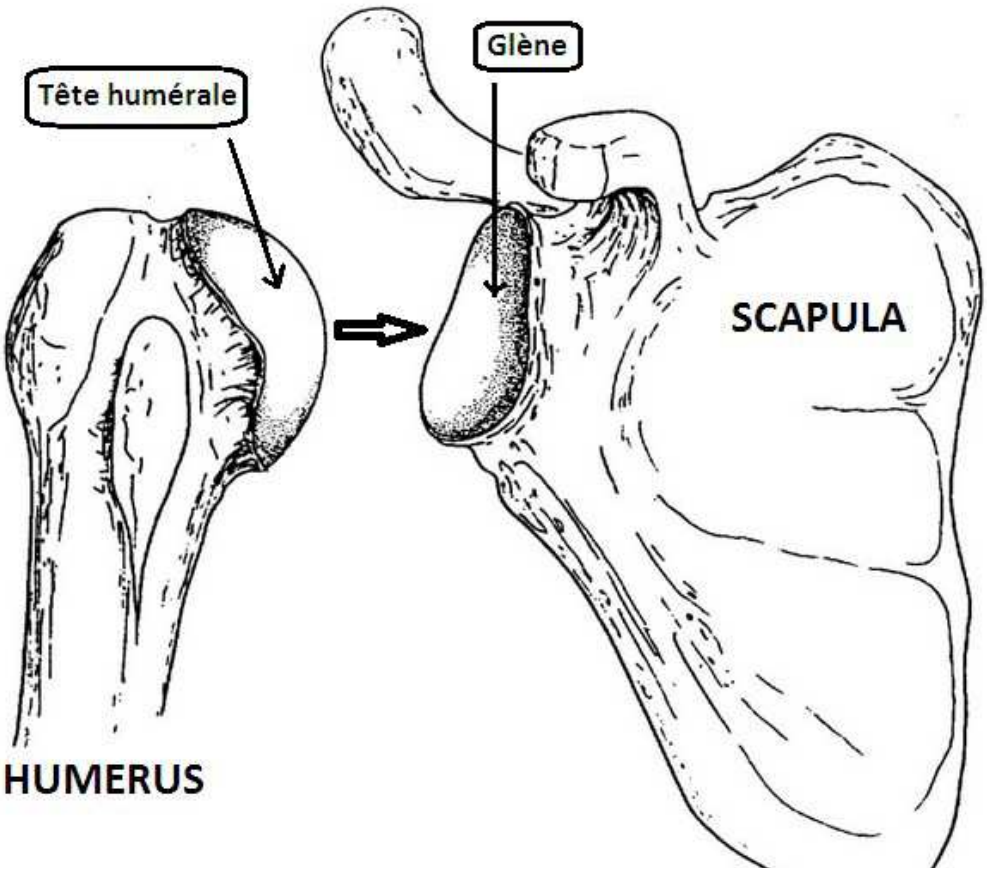


Illustration 1: vue antérieure de l'articulation de l'humérus avec la glène de la scapula dans le plan frontal

L'articulation scapulo – humérale est l'articulation la plus importante de l'épaule. Elle unit la scapula et l'humérus. Cette articulation appartient aux énarthroses (4).

Une énarthrose est une articulation mobile dont un élément est convexe et l'autre est concave permettant ainsi des mouvements dans tous les sens (5). Dans le cas de l'articulation scapulo – humérale, la partie convexe correspond à la tête humérale dont la forme est sphérique alors que la partie concave correspond à la cavité glénoïdale de la scapula. L'énarthrose est une articulation à 3 degrés de liberté. Cela fait de l'épaule l'articulation la plus mobile du corps humain.

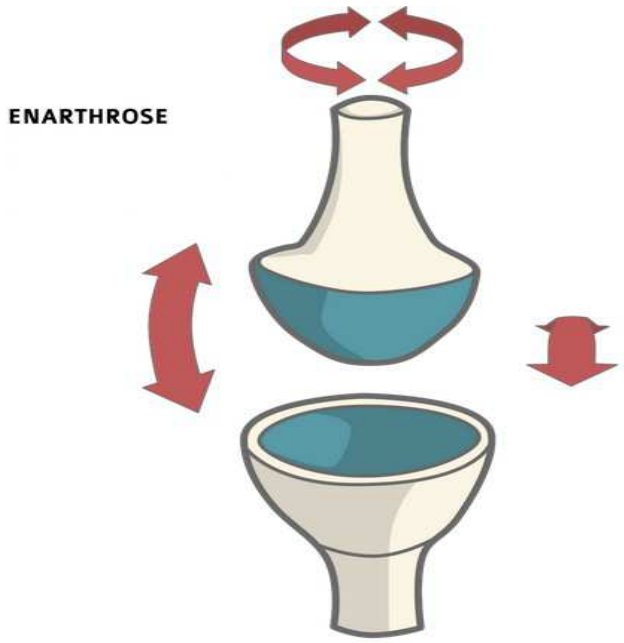


Illustration 2: représentation schématique d'une énarthrose

La cavité glénoïdale est très peu creusée alors que la tête humérale a la forme d'un tiers de sphère (6). Cela permet des mouvements d'amplitudes extrêmes mais procure en contre partie une instabilité importante. Afin de limiter l'instabilité, un anneau cartilagineux appelé bourrelet glénoïdal s'insère au pourtour de la glène et accroît ainsi la congruence entre les surfaces.

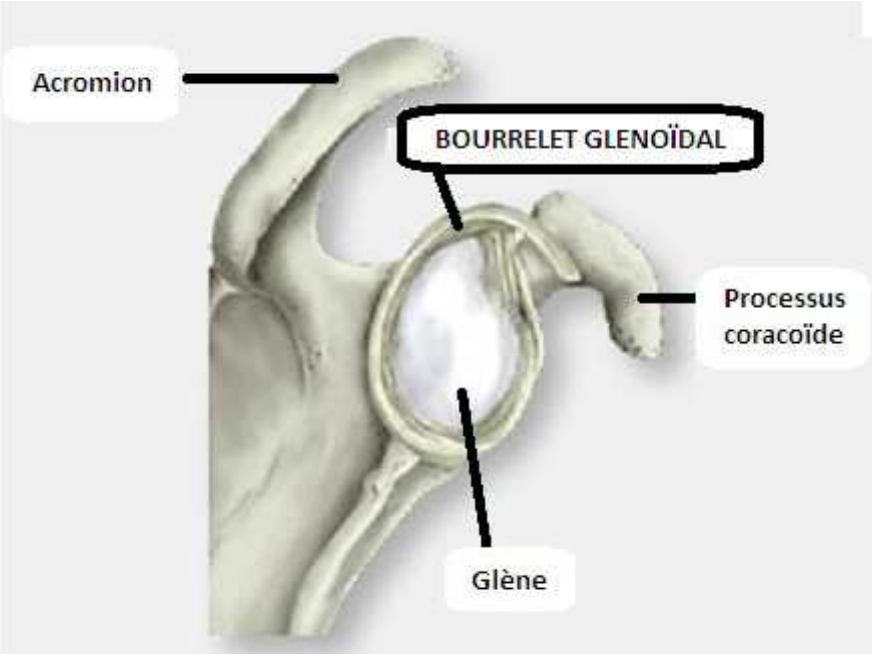


Illustration 3: bord latéral de la scapula dans le plan sagittal

2.1.1.1.2 Les moyens d'union

2.1.1.1.2.1 La capsule articulaire

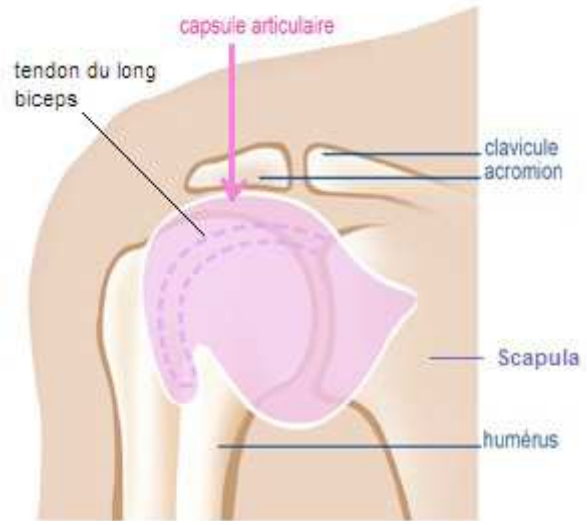


Illustration 4: vue antérieure de la capsule articulaire dans le plan frontal, bras en adduction

Autour du bourrelet glénoïdal s'insère sur la scapula et au – delà du col anatomique de l'humérus, une capsule articulaire. La capsule articulaire forme un manchon fibreux au – dessus du sillon intertuberculaire qu'elle transforme en un canal ostéo – fibreux laissant passer le tendon du long biceps (4).

Lorsque le bras est en adduction, la capsule forme des replis appelés *frenula capsulae*. Cela est dû au fait que le bas de la capsule est lâche. Des mouvements plus amples sont ainsi permis. La capsule est tendue lors de l'abduction et représente un frein au mouvement.

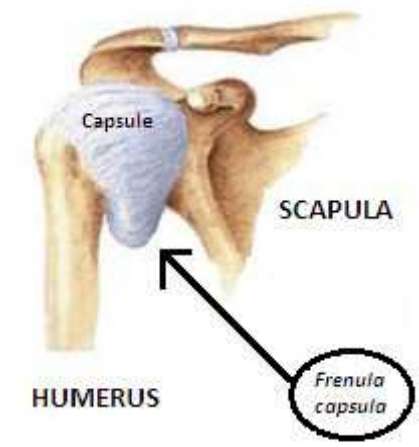


Illustration 5: vue antérieure de la capsule articulaire dans le plan frontal, bras en adduction

La capsule articulaire est constituée de 3 couches histologiques distinctes. Elle se compose dans sa face profonde de la membrane synoviale. Celle – ci contient des vaisseaux et des nerfs. Son rôle est de sécréter le liquide synovial qui est le lubrifiant de l'articulation. La face externe riche en collagène lui confère de la résistante. Entre les deux, la capsule est composée d'une couche conjonctive lâche.

2.1.1.1.2.2 Les ligaments

Les ligaments assurent la stabilité passive de l'articulation et renforcent la capsule articulaire.

- Le **ligament coraco – huméral**, large ligament puissant, naît de la base du processus coracoïde, à distance de la capsule. Il se divise ensuite en 2 faisceaux, l'un se termine sur le tubercule majeur, l'autre sur le tubercule mineur de l'humérus. Ces faisceaux adhèrent à la capsule (4).

- Le **ligament huméral transverse** relie les tubercules majeur et mineur de l'humérus en formant un pont au dessus du sillon intertuberculaire. Le sillon correspond alors à un canal dans lequel passe la gaine synoviale du tendon du long biceps, permettant de le maintenir en place lors des mouvements de la scapulo – humérale (4).

- Les **ligaments gléno – huméraux** : supérieur, moyen, inférieur. Ils sont situés dans la partie antérieure. C'est la zone qu'ils consolident.
    - Le faisceau supérieur naît de la partie supérieure de la glène et du bourrelet glénoïdal pour s'attacher sur le pôle supérieur du tubercule mineur de l'humérus.
    - Le faisceau moyen naît du pourtour de la glène et du bourrelet glénoïdal pour s'insérer sur le pôle inférieur du tubercule mineur.
    - Le faisceau inférieur naît du pourtour de la glène et du bourrelet glénoïdal pour s'achever sur le tubercule mineur de l'humérus, sous le faisceau moyen. Il renforce la partie antéro – inférieure de la capsule et c'est le plus résistant des trois (4).

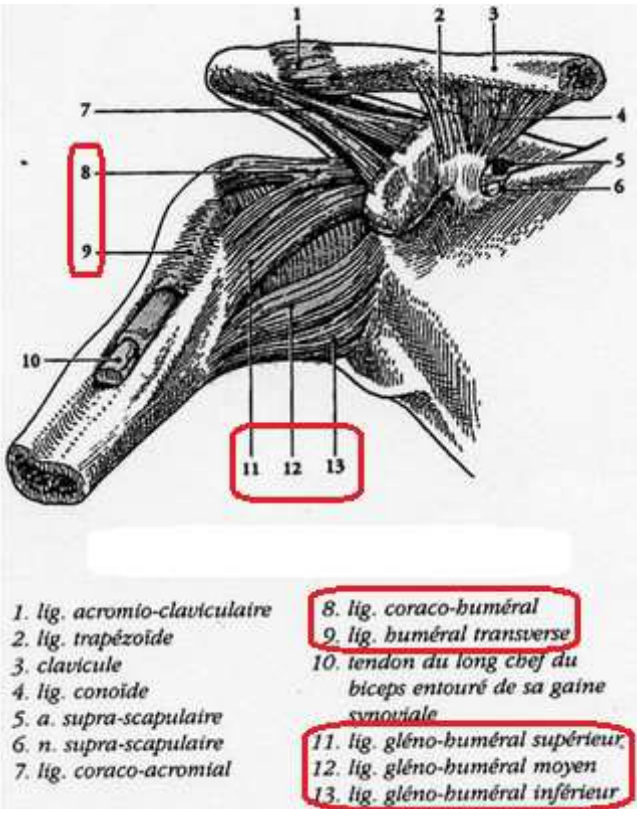


Illustration 6: vue antérieure de la structure ligamentaire de l'épaule dans le plan frontal

2.1.1.1.2.3 Les ligaments actifs

Les ligaments actifs sont les tendons de la coiffe des rotateurs (cf. 2.1.2) qui assurent l'union de l'articulation scapulo – humérale et renforcent l'action de la capsule et des ligaments dans le maintient de l'intégrité de l'articulation. Alors que les ligaments consolident la partie antérieure de la capsule grâce aux ligaments gléno – huméraux, les tendons de la coiffe des rotateurs sont pour la majorité situés dans la partie postérieure de l'articulation, consolidant ainsi la partie postérieure de la capsule. Seul le bord inférieur de la capsule où se constitue la *frenula capsulae* lorsque le bras est en adduction, n'est pas renforcé et représente le point de fragilité de cet élément (4).

2.1.1.2 La mobilité

On l'a vu précédemment, l'articulation scapulo – humérale appartient aux énarthroses (cf 2.1.1.1.1) donc permet la mobilité du bras selon 3 degrés de liberté. Afin d'étudier les mouvements de l'épaule dans les différents plans, il est nécessaire de définir une position de référence qui sert de repère dans l'espace.

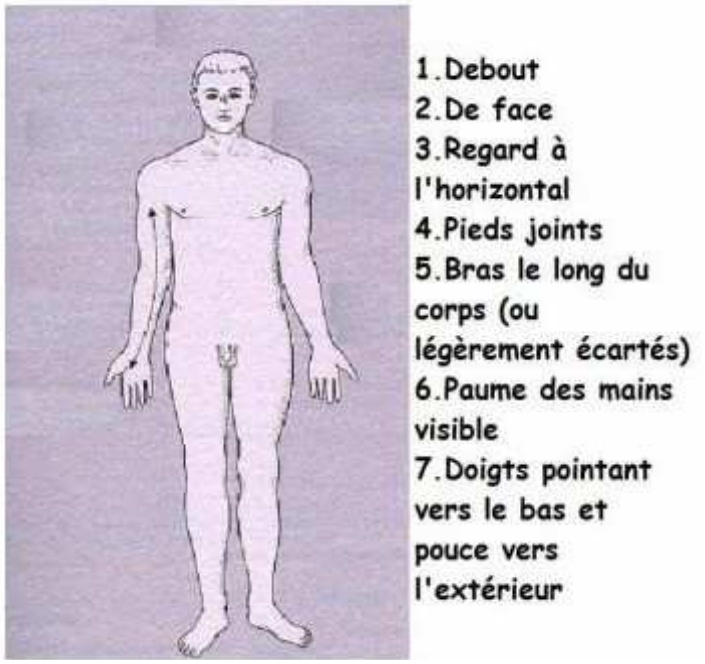


Illustration 7: la position anatomique de référence

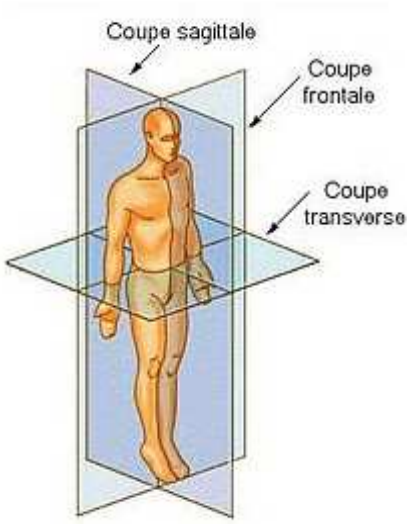


Illustration 8: les 3 plans dans l'espace

2.1.1.2.1 Antépulsion – rétropulsion

Les mouvements d'antépulsion (flexion) et de rétropulsion (extension) sont visibles dans le plan sagittal. En antépulsion, le bras est dirigé vers l'avant, à l'inverse en rétropulsion le bras est dirigé vers l'arrière du plan sagittal du corps (7).

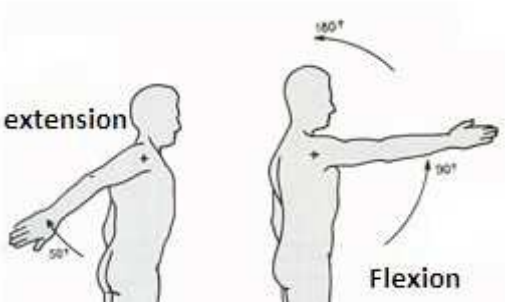


Illustration 9: les mouvements d'épaule dans le plan sagittal

2.1.1.2.2 Abduction – adduction :

Dans le plan frontal, on observe les mouvements d'abduction et d'adduction. L'abduction écarte le bras du corps tandis que l'adduction ressert le bras vers le corps (7).

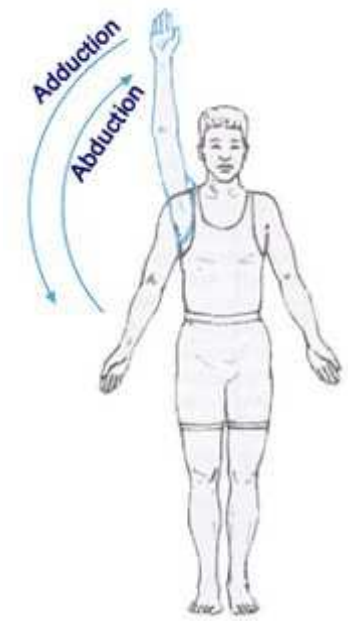


Illustration 10: les mouvements d'épaule dans le plan frontal

2.1.1.2.3 Rotations latérale (rotation externe) et médiale (rotation interne) :

La position de référence est un individu dont le coude est fléchi à 90° et l'avant – bras en position sagittale. Le mouvement se fait dans un plan horizontal selon un axe vertical passant par la tête humérale. En rotation externe, l'avant bras est en dehors alors qu'en rotation interne, l'avant bras est en dedans (7).

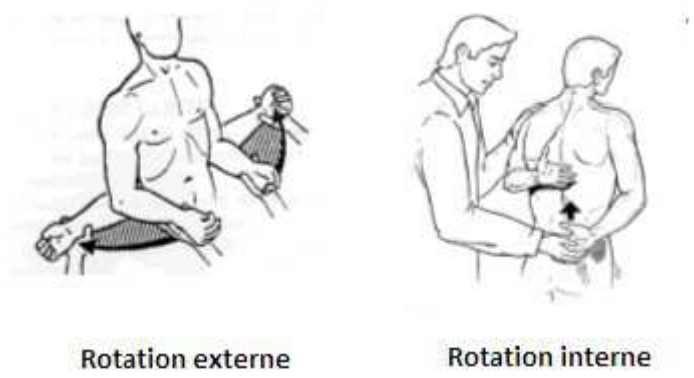


Illustration 11: les mouvements d'épaule dans le plan transversal

L'épaule grâce à l'articulation scapulo – humérale est très mobile ce qui permet des mouvements de grandes amplitudes dans différentes directions. Cette particularité est mise à profit par le crawleur lorsqu'il nage mais elle génère également des problèmes de stabilité. L'équilibre est conféré par les tendons de la coiffe des rotateurs.

2.1.2 Qu'appelle – t – on la coiffe des rotateurs ?

La coiffe des rotateurs est un complexe de 4 muscles issus de la scapula dont les tendons coiffent la tête de l'humérus. Ces 4 tendons convergent sur la tête humérale en formant une coiffe tendineuse quasiment continue (8).

- le supra – épineux
- l'infra – épineux
- le petit rond

→ À l'arrière de la scapula

- le sous – scapulaire → À l'avant de la scapula

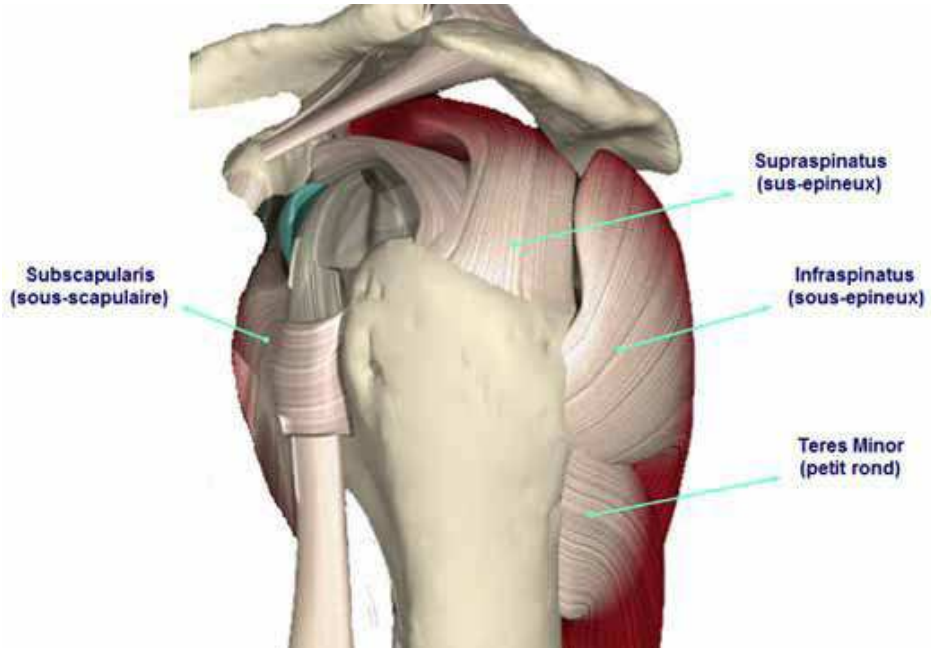


Illustration 12: vue sagittale du complexe tendineux de la coiffe des rotateurs d'une épaule gauche

Un espace est dépourvu de coiffe tendineuse, appelé intervalle des rotateurs. Il se situe entre le sous – scapulaire et l'infra – épineux. Cet espace est traversé par le long biceps brachial, d'où son association aux tendons de la coiffe, bien qu'à proprement parler, il n'y appartienne pas (9).

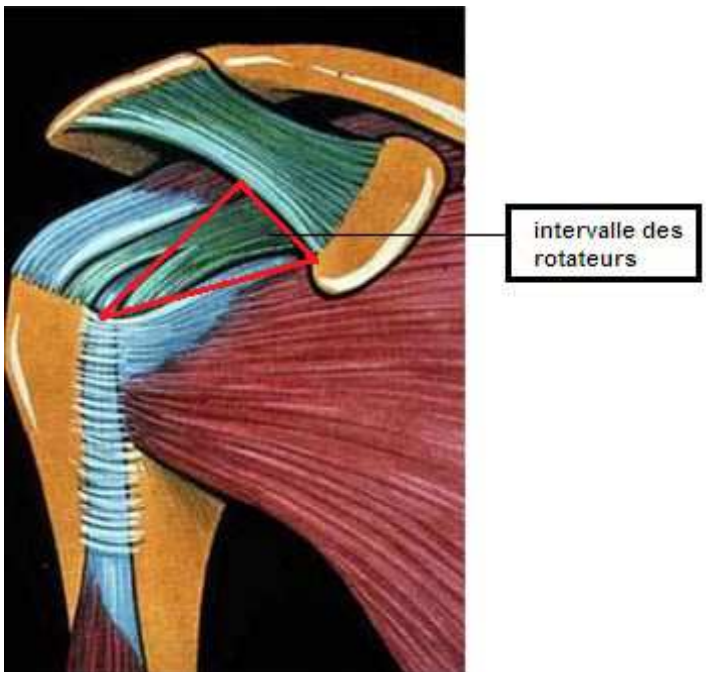


Illustration 13: schéma de l'articulation scapulo - humérale droite, face antérieure dans le plan frontal

Il s'agit d'un espace triangulaire dont le sommet est situé au niveau du ligament huméral transverse et la base au niveau du processus coracoïde. La limite supérieure est constituée par le bord antérieur du supra – épineux et la limite inférieure par le bord supérieur du sous – scapulaire (9).

2.1.3 Les rôles des muscles de la coiffe des rotateurs

La coiffe des rotateurs présente plusieurs fonctions au sein de l'articulation de l'épaule. La stabilisation et le centrage de la tête humérale dans la glène représentent la fonction fondamentale de la coiffe des rotateurs car seuls ces muscles assurent ce rôle, alors que la fonction motrice peut être suppléée par d'autre muscles.

2.1.3.1 Un rôle de centrage et de coaptation de la tête humérale dans sa cavité

Le centrage : la coiffe **met en face** la cavité glénoïdale et la tête de l'humérus. Ce mécanisme est essentiel car si la coiffe n'est pas en face de la cavité, on a une perte de mobilité et une compression des structures anatomiques voisines .

La coaptation : action qui assure le **rapprochement** de la tête humérale vers la surface articulaire. Les muscles assurent une compression de la tête humérale dans la glène.

2.1.3.2 Un rôle de stabilisation proprioceptive

De nombreux récepteurs proprioceptifs contenus dans les tendons de la coiffe renseignent le cerveau sur l'état de l'articulation (10).

Les tendons de la coiffe des rotateurs agissent comme des ligaments actifs, assurant une stabilisation fonctionnelle et dynamique de l'articulation scapulo – humérale. Lors des mouvements, la coiffe des rotateurs permet le recentrage de la tête humérale dans la glène pour qu'elle ne sorte pas de cette cavité. L'action est renforcée par la stabilisation passive exercée par les ligaments (11).

2.1.3.3 Un rôle de mobilité

La coiffe permet l'élévation du bras (action conjointe avec le deltoïde) et la rotation de l'épaule. Elle fait tourner la tête humérale dans la glène d'où le terme « rotateur » (11).

Le **supra – épineux** part de la fosse sus – épineuse de la scapula et se termine à l'extrémité supérieure de l'humérus sur le trochiter. Il agit en synergie avec le deltoïde moyen, principal muscle abducteur de l'épaule, car il assure le glissement inférieur de la tête humérale.

Illustration 14: vue postérieure du supra - épineux dans le plan frontal

L'**infra – épineux** naît de la fosse sous – épineuse de la scapula. Il se prolonge en dehors par un tendon qui passe en arrière de l'articulation scapulo – humérale pour se terminer sur l'humérus au dessous et en arrière du sus – épineux. Il intervient lors de la rotation latérale de l'épaule, en synergie avec le deltoïde postérieur. Ce dernier est le rotateur latéral principal de l'épaule. Lors de la rotation latérale, l'infra – épineux assure le glissement antérieur de la tête humérale.

Illustration 15: vue postérieure de l'infra - épineux dans le plan frontal

Le **sous – scapulaire** part de la face antérieure de la scapula et se termine par un tendon qui passe en avant de l'articulation scapulo – humérale pour se terminer sur l'humérus au niveau du trochin. Il agit en synergie avec les rotateurs médiaux (grand pectoral, grand rond, grand dorsal) lors de la rotation interne de l'épaule. Le sous – scapulaire permet le glissement postérieur de la tête humérale.

Illustration 16: vue antérieure du sous - scapulaire dans le plan frontal

Le **petit rond** est un muscle satellite du sous – épineux dont il suit le bord inférieur. Il intervient dans les mouvements d'antépulsions, en synergie avec les muscles antépulseurs de l'épaule (deltoïde antérieur, coraco – brachial, biceps brachial). Lors de l'antépulsion, le petit rond assure le glissement antéro – inférieur de la tête humérale.

Illustration 17: vue postérieure du petit rond dans le plan frontal

Le long biceps assure le glissement postéro – inférieur de la tête humérale lors des mouvements de rétropulsion.

Les mouvements de l'épaule					
Plan sagittal		Plan frontal		Plan transversal	
Antépulsion	Rétropulsion	Abduction	Adduction	Rotation latérale	Rotation médiale
Petit rond Long biceps brachial	Long biceps brachial	Supra – épineux		Infra – épineux Petit rond	Sous – scapulaire

Maintenant que nous avons bien défini la coiffe des rotateurs, nous allons nous intéresser plus particulièrement aux tendons des muscles qui la constituent.

2.2 La physiologie du tendon

2.2.1 L'histologie du tendon

Le tendon est un tissu conjonctif fibreux et dense qui sert d'intermédiaire entre le muscle et l'os pour insérer l'un sur l'autre. Il se décompose en trois régions qui sont : la jonction musculo – tendineuse, le corps du tendon et la jonction tendino – osseuse.

2.2.1.1 La jonction musculo – tendineuse

Cette région correspond à la partie du tendon qui se trouve dans la continuité du muscle. Elle assure le transfert de la force musculaire au tendon. Le tissu fibreux s'infiltre au sein du tissu musculaire en s'insérant dans les excroissances terminales des cellules musculaires. De nombreux replis membranaires solidifient le lien entre le muscle et le tendon grâce à des liaisons moléculaires protéiques. Ce sont ces liaisons assurent le transfert de la force musculaire générée par les protéines contractiles, aux protéines du tissus conjonctif du tendon (12).

2.2.1.2 Le corps du tendon

- **Le trophocollagène**

Le trophocollagène est l'unité structurale du collagène. Il est composé d'une triple hélice alpha. Le diamètre est de l'ordre de 1,5 nm.

- **La microfibrille de collagène**

La microfibrille est constituée de cinq molécules de trophocollagène. Il existe des ponts d'union intra et inter trophocollagène qui permettent d'assurer une meilleure stabilité du complexe.

- **La fibrille de collagène**

La fibrille de collagène est composée d'une association de microfibrilles pour former un diamètre de 50 nm.

- **La fibre de collagène**

La fibre de collagène contient plusieurs fibrilles pour obtenir un diamètre de 1 à 20 µm. Celle – ci correspond à l'unité tendineuse la plus petite visible au microscope optique.

- **Le faisceau de collagène**

Il existe 4 types de faisceaux : primaire, secondaire, tertiaire et quaternaire. Le primaire se compose de plusieurs fibres de collagène. Le secondaire de plusieurs faisceaux primaires et le tertiaire de plusieurs faisceaux secondaires. Cela peut aller jusqu'au faisceau quaternaire pour les tendons les plus volumineux.

En résumé, l'unité la plus petite de collagène est la triple hélice alpha, également appelée trophocollagène, puis les unités s'assemblent entre elles pour en former une plus grosse jusqu'à obtenir l'unité la plus volumineuse : le faisceau quaternaire.

2.2.1.3 *La jonction tendino – osseuse*

Cette région permet la liaison du tendon avec l'os. Les fibres périphériques du tendon vont se mélanger aux fibres du périoste. Les fibres centrales viennent se perdre dans la trame osseuse. Plus on s'approche de l'os et plus le tissu est minéralisé et solide (12).

2.2.2 La composition

Éléments constitutifs du tendon			Quantité	Fonctions / propriétés
Matrice extra cellulaire = substance fondamentale	Masse sèche	collagène	15,00%	Type I (+++) : Solidité/rigidité → résistance à l'étirement Type III : remplissage
		élastine	2,00%	élasticité
		protéoglycane, glycosaminoglycane, glycoprotéine	3,00%	Substance nutritive
	Eau		60,00%	
Ténocytes / ténoblastes			20,00%	Cellules conjonctives spécialisées = fibroblastes tendineux production et dégradation des composants de la matrice extra cellulaire (collagène et d'élastine)

(13,14)

2.2.3 La vascularisation et l'innervation

Vascularisation	Innervation
Pauvre augmentée à l'effort	Riche : présence de mécanorécepteurs qui renseignent sur : - la position (golgi) - la pression (ruffini) - la tension (vater – paccini) présence de nocicepteurs qui déclenchent la douleur intervient dans la régulation de la contraction musculaire

(14)

2.2.4 Le métabolisme

Le réseau vasculaire est très peu développé donc l'apport en oxygène est faible. Le tendon fonctionne en anaérobie. Ce type de métabolisme lui permet de supporter des contraintes de longues durées sans risque d'ischémie ou de nécrose (14).

2.2.5 Les fonctions

2.2.5.1 Liaison muscle – os

La première fonction du tendon découle directement de sa position anatomique entre le muscle et l'os. Elle est d'insérer le muscle sur le squelette. De ce fait, le tendon permet également de lier et stabiliser les articulations du système squelettique.

2.2.5.2 *La mobilité articulaire et la transmission de force*

Le tendon mobilise l'articulation en assurant la transmission de la force musculaire aux pièces osseuses (14).

2.2.5.3 *Un Pouvoir tampon*

Le tendon assure l'amortissement des contraintes de la force mécanique des muscles sur les structures péri – articulaires (ligaments, capsule..). Il agit comme un tampon pour limiter les lésions musculaires et articulaires (14).

2.2.5.4 *La coordination de l'activité musculaire*

Les nombreux nerfs présents dans les tendons permettent de fournir des informations précises sur la charge tractée ainsi que sur la position du membre sur lequel il est attaché. Les récepteurs retrouvés au niveau de la jonction musculo – tendineuse permettent le recueil d'informations sur l'étirement musculaire. Le système nerveux du tendon permet donc la coordination de l'activité musculaire (14).

2.2.6 Les propriétés

2.2.6.1 *La résistance*

La principale propriété du tendon est de résister à des tensions et à des forces mécaniques. Cette résistance aux sollicitations mécaniques, particulièrement importante, lui permet de supporter des traumatismes répétitifs comme on l'observe lors de l'activité aquatique du crawleur (12).

2.2.6.2 L'élasticité

Les fibres tendineuses confèrent au tendon un caractère élastique. Cette élasticité permet d'améliorer le rendement musculaire et d'empêcher la rupture du tendon (14).

2.2.6.3 La capacité d'adaptation

Le tendon est un tissu qui dispose de la capacité à modifier sa structure et sa composition en fonction des contraintes mécaniques qu'il subit. On parle de mécanotransduction. Lors de l'exercice physique, le turn over des fibres de collagène est augmenté ce qui accroît la quantité de collagène constituant le tendon. Or le collagène est le composant qui lui apporte sa solidité. Ainsi, plus on fait d'exercice physique, plus le collagène est synthétisé et plus le tendon est résistant. Néanmoins, des séances d'entraînement trop proches sont délétères car, à l'inverse, elles conduisent au catabolisme des fibres de collagène ce qui fragilise le tendon (12).

2.2.6.4 Un faible pouvoir de régénération

Au sein du tendon, le métabolisme et la vascularisation sont faibles ce qui rend la cicatrisation tendineuse lente en cas de lésion (14).

3 Partie 2 : le crawl

En décortiquant le mouvement du nageur au travers de la technique et en prenant connaissance des muscles sollicités et des mouvements d'épaule impliqués, nous allons pouvoir mettre en évidence l'impact du crawl sur la coiffe des rotateurs du nageur.

3.1 La technique

Le crawl est une nage asymétrique, la partie droite du corps effectue des mouvements inverses de la partie gauche suivant l'axe longitudinal central du corps. En natation, il n'existe que deux nages asymétriques qui sont le crawl et le dos. L'une est ventrale tandis que l'autre est dorsale. Le crawl est donc de toutes les nages olympiques, la seule asymétrique ventrale.

Le mouvement des bras est alterné (nage asymétrique) : lorsqu'un bras est sous l'eau, l'autre est en dehors de l'eau. La moitié du cycle complet du bras est aquatique tandis que l'autre moitié est aérienne. On distingue donc deux phases lors de l'exécution du crawl qui sont respectivement la phase de propulsion et la phase de dégagement. Deux étapes intermédiaires permettent la liaison de ces phases. Elles correspondent à l'entrée du membre dans l'eau en début de parcours aquatique ainsi qu'à la prise d'appui d'une part (phase intermédiaire A) et à la sortie du membre supérieur en fin de parcours aquatique d'autre part (phase intermédiaire B) (15).

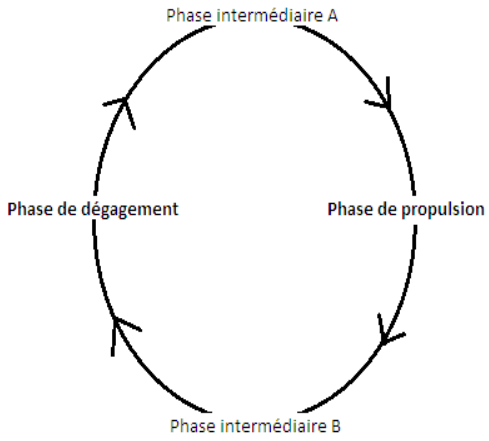


Illustration 18: cycle complet du bras lors de la réalisation du crawl

3.1.1 Phase intermédiaire A

Le bras pénètre l'eau pour atteindre la position initiale de la phase de propulsion. Le nageur plonge en premier la main, le poignet puis le coude. Ensuite, il tend le bras le long de sa tête dans le prolongement du corps. La main se positionne à plat pour l'appui sous marin et s'oriente légèrement vers l'extérieur.

En fin de phase aérienne, cette courte période de transition permet de reprendre la position de départ de la phase aquatique (15).

3.1.2 Phase aquatique : phase de propulsion

La phase de propulsion s'effectue pendant toute la durée durant laquelle le bras se mobilise sous l'eau. Elle exerce une force qui fait avancer le nageur. Le mouvement du bras dans cette phase est capital pour la progression de ce dernier, car seuls les bras permettent de le faire avancer. De plus, sur tout le cycle complet du bras, c'est seulement durant cette période aquatique que le bras a pour action de faire avancer le nageur. La capacité de celui – ci à effectuer de façon performante le mouvement aquatique lui donnera de la vitesse.

La position initiale, on l'a vu est : le nageur allongé avec le bras tendu devant lui au niveau de son oreille. Le mouvement sous l'eau peut commencer et va se diviser en deux composantes qui vont permettent de propulser le nageur. Il s'agit de la traction suivie de la poussée (15).

3.1.2.1 La traction

Le nageur va tirer l'eau de devant le corps jusqu'à sous le corps pour le faire avancer, en effectuant un léger arc de cercle vers l'extérieur, afin de respecter le mouvement naturel du bras. Lorsque le bras est au niveau de l'épaule, la main revient se positionner vers le centre du corps. Le bras se plie et le coude se positionne à l'extérieur par rapport à la main. Le bras est prêt pour la poussée (15).

3.1.2.2 La poussée

Le nageur effectue à ce stade la fin du trajet aquatique du bras. Il pousse l'eau sous son corps suivant un léger arc de cercle, cette fois – ci orienté vers l'intérieur, avec un retour de la main plus prés de l'axe du corps. La paume de la main est toujours orientée vers le bas du corps pour garder et préserver une bonne surface de poussée. Le bras se déplie de façon rapide et dynamique. La main termine sa course au niveau des cuisses vers l'arrière du corps, prête à sortir de l'eau pour un retour aérien du bras (15).

3.1.3 Phase intermédiaire B

La phase intermédiaire B fait suite à la poussée. La main est au niveau de la cuisse. Le coude va se fléchir pour sortir de l'eau suivi de la main. La phase aérienne peut débuter (15).

3.1.4 Phase aérienne : phase de dégagement

Le bras est sorti de l'eau, il doit maintenant retourner vers l'avant pour amorcer une nouvelle phase propulsive. Cette phase ne permet pas en elle même la progression du nageur : c'est une phase non propulsive. Elle n'en reste pas moins indispensable pour permettre le retour du bras pour une nouvelle propulsion.

Plusieurs solutions sont possibles pour le retour du bras car il peut être plus ou moins fléchis au niveau du coude. Néanmoins, la phase aérienne constitue une période durant laquelle le bras se relâche de l'effort qu'il vient de fournir pour la propulsion. C'est pourquoi il doit effectuer le moins d'effort possible, à la fois pour être performant lors de la propulsion suivante, mais également en

dehors de l'eau le bras paraît beaucoup plus lourd, il faut donc s'économiser. Pour cela, le coude est fléchis et bien haut pendant la phase de dégagement. En effet, cela permet de réduire le poids supporté par l'épaule pendant le retour du bras et assure un relâchement de l'avant – bras ainsi qu'une décontraction de la main (15).

La phase de propulsion permet de faire avancer le nageur. Il s'agit d'une étape clé dans sa progression sous l'eau. La phase de dégagement quant à elle, permet de ramener le bras et la main vers l'avant pour une nouvelle propulsion.

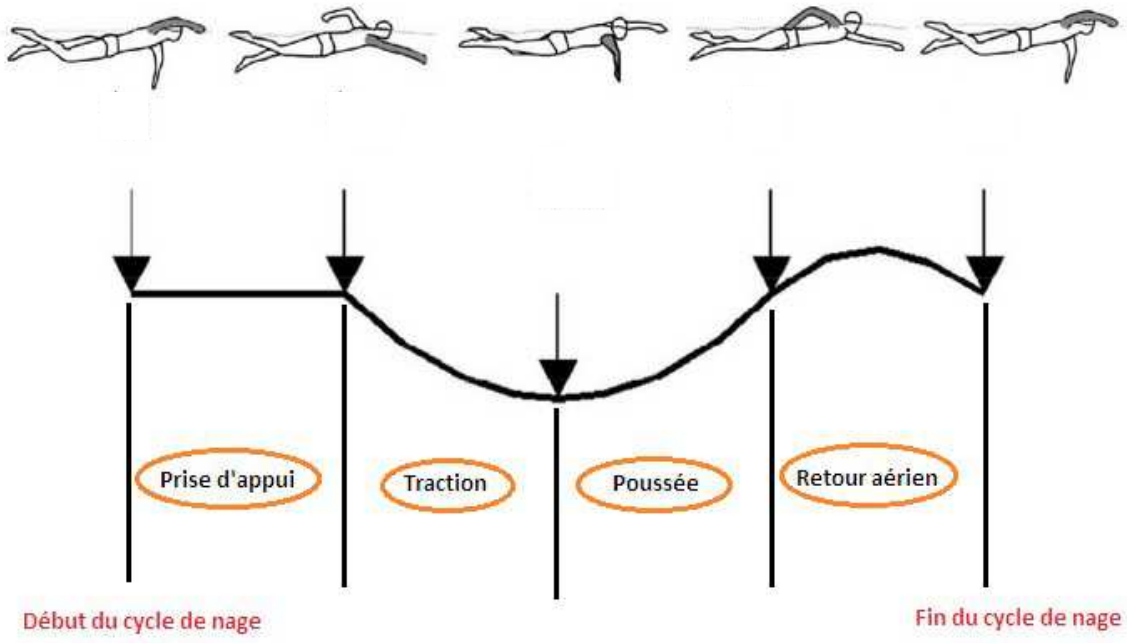


Illustration 19: un cycle complet de nage du membre supérieur

3.2 La sollicitation musculaire

3.2.1 Phase de propulsion

Le bras est étendu sous l'eau, c'est le point de départ de la phase propulsive. Le mouvement est amorcé par le faisceau claviculaire du grand pectoral. Puis intervient rapidement en renfort le grand dorsal. Ce sont ces deux muscles qui apportent le plus de puissance pour la traction du bras sous l'eau et donc sont à l'origine de la progression du nageur. Pendant ce temps et pendant tout le déroulement de la propulsion, le poignet est maintenu dans une légère flexion par les fléchisseurs du poignet. Quant au coude, il est en extension au début de la phase propulsive puis le biceps brachial, fléchisseur du bras, se contracte pour amener progressivement le coude dans une position représentant un angle d'environ 30 degrés. La phase se termine lorsqu'à son tour, le triceps brachial intervient pour étirer le coude et ainsi l'amener en arrière et en dehors de l'eau. La phase propulsive correspond donc à toute la période durant laquelle le bras effectue son mouvement sous l'eau (16).

3.2.2 Phase de dégagement

La phase de dégagement est la période durant laquelle le bras est maintenant hors de l'eau et se prépare à enchaîner de nouveau le mouvement de propulsion, lors de la prochaine entrée dans l'eau. Les principaux muscles actifs sont le deltoïde et la coiffe des rotateurs. Leur intervention amorce la partie aérienne dans un premier temps, lorsque le bras et la main sortent de l'eau à proximité de la hanche. L'action de ces groupes musculaires permet ensuite au bras de s'élever dans l'air, pour passer au dessus de la tête du nageur. Pour finir, ils permettent au bras de se repositionner en vu de la prochaine entrée dans l'eau (16).

3.3 Les mouvements

3.3.1 Phase de propulsion

Lors de cette phase aquatique, l'ensemble du mouvement de la prise d'appui jusqu'à la sortie de l'eau s'effectue avec l'épaule en rotation interne par rapport au plan anatomique de référence détaillé en 2.1.1.2 (15).

3.3.1.1 La traction

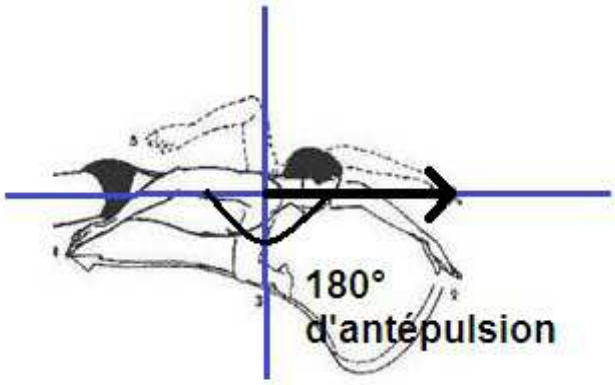


Illustration 20: position du nageur en début de traction

La traction est amorcée par la phase d'appui lorsque le bras est en antépulsion de 180 °. Le nageur effectue une rétropulsion jusqu'à obtenir un angle d'antépulsion de 90°, en décrivant un arc de cercle extérieur par son coude fléchi (15).

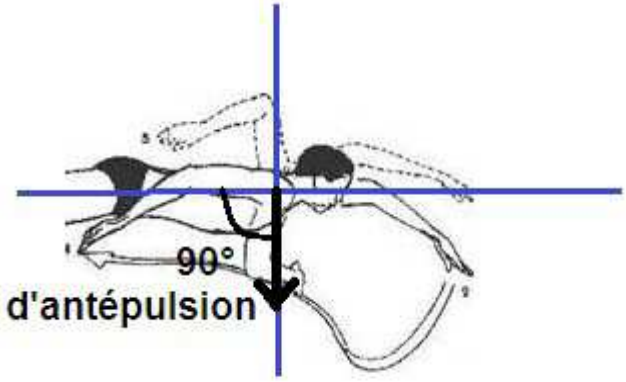


Illustration 21: position du nageur en fin de traction

3.3.1.2 La poussée

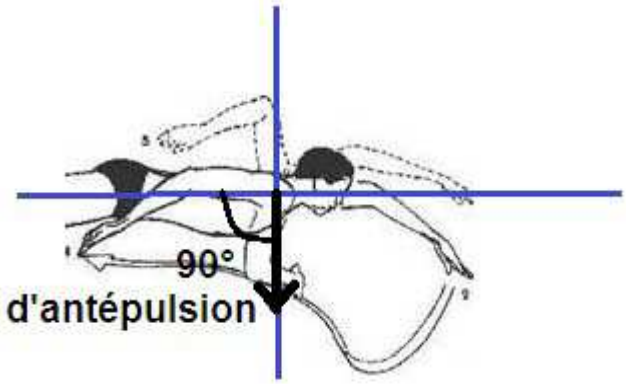


Illustration 22: position du nageur en début de poussée

La rétropulsion se poursuit en formant un arc de cercle interne, pour s'achever en position neutre dans le plan sagittal. Le bras est le long du corps en rotation interne et s'apprête à sortir de l'eau (15).

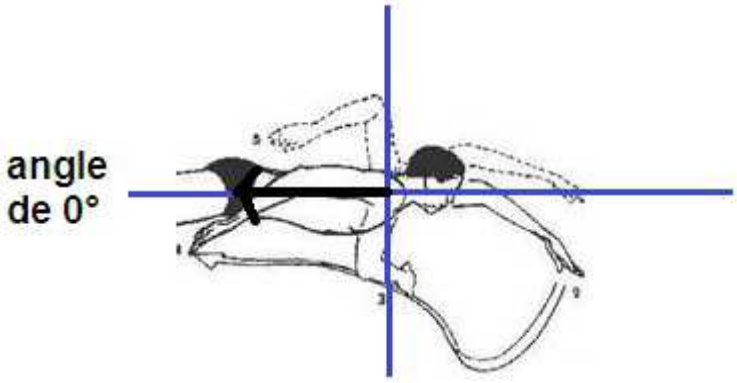


Illustration 23: position du nageur en fin de poussée

3.3.2 Phase de dégagement

Le mouvement prédominant dans cette phase est celui d'abduction. Il permet le retour aérien optimal du bras avant d'enchaîner avec une nouvelle phase aquatique (15).

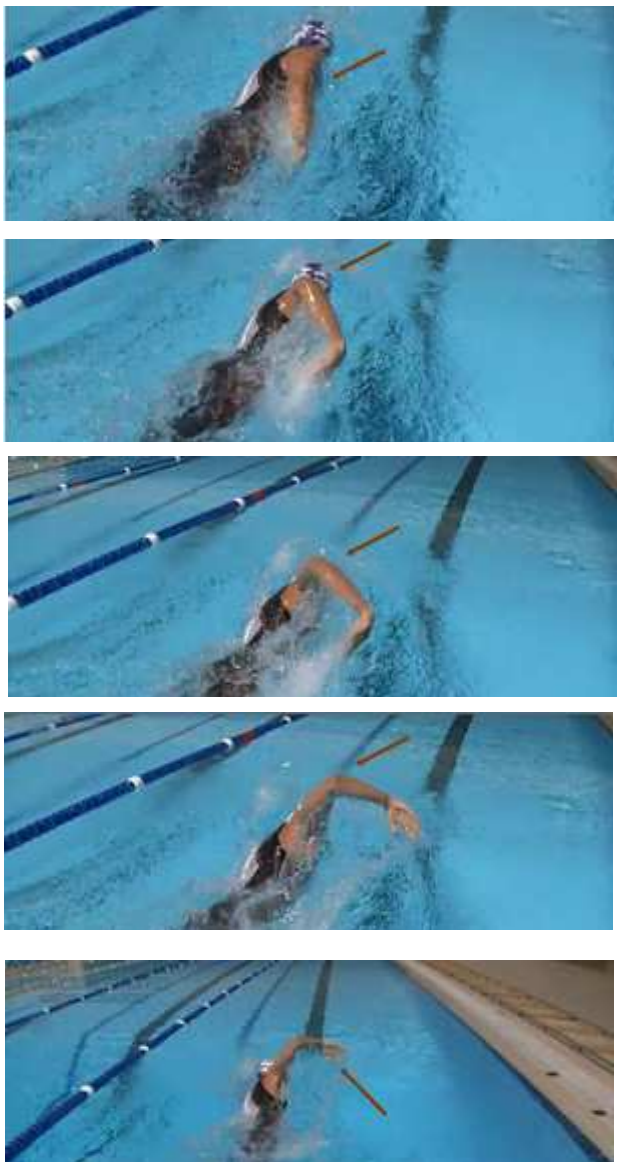


Illustration 24: décomposition du mouvement du bras en phase aérienne en crawl

3.4 Impact sur la coiffe des rotateurs

La force et la puissance sont nécessaires pour une propulsion maximale. Elles sont apportées par des muscles puissants qui sont le grand pectoral, le grand dorsal et le deltoïde. Ces derniers sont responsables du déplacement du bras à travers l'eau ou l'air. Ils sont rarement lésés.

Lors de tractions importantes exercées par ces muscles pour mobiliser les membres supérieurs et ainsi faire avancer le nageur, les muscles de la coiffe des rotateurs doivent assurer le maintien de l'intégrité de la stabilité de l'articulation scapula – humérale, en neutralisant les contraintes de dé-centrage de mouvements extrêmes, trop rapides ou trop puissants. Un centrage actif de la tête humérale dans le glène est effectué par les tendons de la coiffe des rotateurs, d'autant plus renforcé que l'épaule est mobilisée. Plus les mouvements sont répétés et intenses, plus les muscles et les tendons de la coiffe sont sollicités. Ce sont ces derniers les plus souvent atteints lors de traumatismes de l'épaule chez le crawleur. La surcharge de travail en rotation interne sur la coiffe des rotateurs est à l'origine de leur atteinte traumatique en phase aquatique. La position anatomique du supra – épineux le rend plus vulnérable que les autres en phase aérienne, à cause des mouvements d'abduction.

4 Partie 3 : les pathologies des tendons de la coiffe des rotateurs

Les pathologies affectant les tendons de la coiffe des rotateurs sont soit d'origine mécanique, lié au terrain conflictuel de l'articulation scapulo – humérale, soit dégénératives, en relation avec sa physiologie. Celles – ci sont invalidantes et évoluent sur plusieurs mois. Les rechutes sont fréquentes et peuvent aboutir à la rupture tendineuse (17). Dans le cas du nageur, elles sont la conséquence d'une répétition perpétuelle des rotations de l'épaule, qui plus est, avec une amplitude extrême et à laquelle s'ajoute au mouvement une puissance importante.

4.1 Le syndrome du conflit sous – acromial

4.1.1 Définition

Le conflit sous – acromial survient lors des frottements anormaux du tendon supra – épineux entre l'acromion et la partie supérieure de l'humérus. Ce phénomène est fortement accentué quand le bras se situe en élévation antérieure ou lorsqu'il est en abduction suivant un angle de 90°. Des mouvements portant le bras en l'air de façon répétitive, comme c'est le cas chez le crawleur qui effectue des mouvements répétés d'élévation du bras en rotation interne et d'abduction, conduisent suite au frottement du tendon, à l'apparition d'un bec osseux au niveau de l'acromion. Ce bec osseux par sa forme pointue agresse le tendon à chaque passage. Des micro – lésions au sein du tissu tendineux et une réaction inflammatoire de la bourse séreuse sous – acromiale apparaissent (11,18).

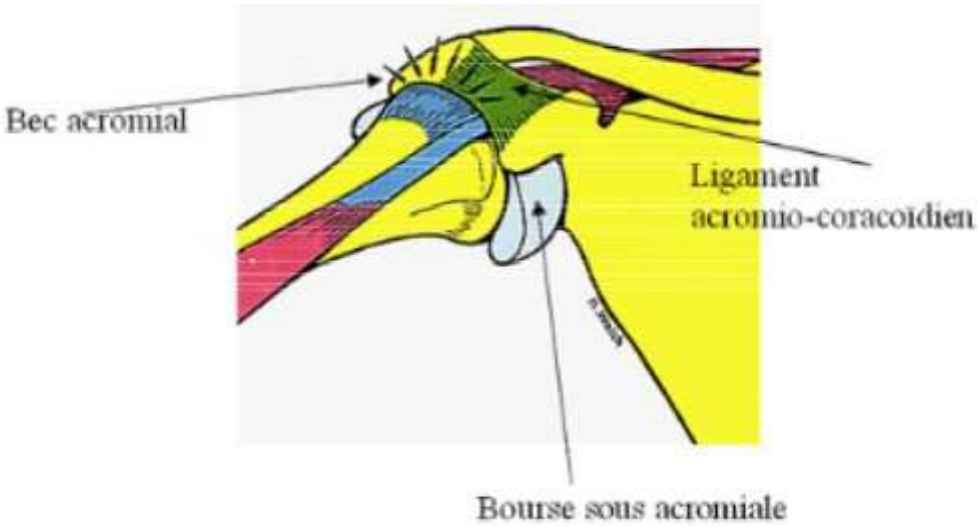


Illustration 25: schéma du conflit sous – acromial

4.1.2 Clinique

La douleur est le symptôme prédominant. Elle siège au moignon de l'épaule et irradie parfois dans le bras, sans dépasser le coude. L'intensité est variable mais elle est prédominante lors de l'élévation du bras et la nuit (18). Le mouvement conduit à la douleur car l'étiologie du problème est mécanique. La présence d'inflammation engendre la survenue d'une douleur nocturne en 2ème partie de nuit (19).

4.1.3 Diagnostique

Dans un premier temps, l'anamnèse permet d'orienter le diagnostique (19). Ensuite, des tests dynamiques spécifiques de recherche d'un conflit sous – acromial sont réalisés pour le confirmer (18).

4.1.3.1 Test de Neer

L'examinateur effectue une élévation antérieure passive de l'épaule du crawleur. La main est en pronation et la rotation de la scapula est bloquée par l'examinateur. Si la douleur apparaît entre 60 et 120 ° d'élévation antérieure, le test est positif. La douleurs disparaît dès lors que la main est en supination (20,21).

Neer

Illustration 26: schéma de la manipulation du test de Neer

4.1.3.2 Test de Yocum

La main du nageur est posée sur l'épaule opposée saine. Le bras se situe à 90° d'élévation antérieure. Le crawleur doit lever le coude au ciel sans lever l'épaule. Si la douleur apparaît, le test est positif (20,21).

Illustration 27: schéma de la manipulation du test de Yocum

4.1.3.3 Test de Hawkins

Le bras est en élévation antérieure à 90° et le coude est fléchi à 90°. Celui – ci est alors mis en rotation interne. Si la douleur se réveille le test est positif (20,21).

Hawkins

Illustration 28: schéma de la manipulation du test de Hawkins

Ces différents tests ferment l'espace sous – acromial. Le déclenchement de la douleur lors de la réalisation du test rend celui – ci positif et confirme le diagnostique de conflit. Dans ce cas, des examens supplémentaires sont pratiqués. Il s'agit d'un bilan radiographique standard avec des images de face et de profil pour évaluer l'espace sous – acromial (18,20,21).

4.2 La tendinose

4.2.1 Définition

La tendinose est une affection chronique du tendon résultant d'une dégénérescence du collagène tendineux à la suite d'une sur – sollicitation de celui – ci. Ce phénomène est dépourvu de réaction inflammatoire (22). Lorsque que le tendon est trop sollicité pendant les entraînements, des micro – lésions de surcharge se forment détruisant le collagène en place au sein du tendon. Une synthèse de nouveau collagène s'opère pour réparer les micro – traumatismes. Lorsque les séances sont trop rapprochées, le temps de repos du tendon est insuffisant pour lui permettre une réparation optimale. La réparation des lésions sera incomplète et l'organisation du collagène anarchique. Cela modifie les propriétés du tendons (détaillées en 2.2.6), le rendant moins résistant (17).

La réparation tissulaire effectuée laisse une cicatrice constituée de fibres de collagène de type III (23). Le collagène de type III est immature plus fragile et moins organisé, que le collagène de type I présent dans les tendons non pathologiques. Le tendon physiologiquement peu vascularisé, est propice aux lésions dégénératives (10) et met du temps à cicatriser. Le tissu réparé est plus fragile que celui d'origine et présente un terrain favorable aux ruptures (24, 25).

Les tendons concernés sont essentiellement l'infra – épineux et le petit rond car ce sont des rotateurs externes. Les rotateurs externes sont soumis à un travail excentrique intense lors de la nage et ce sont bien souvent les tendons les moins bien préparés et les moins résistants. Ainsi une surcharge des tendons conduit à leur détérioration et donc à l'apparition d'une tendinose signalée au crawleur par une douleur de l'épaule (10).

4.2.2 Clinique

Au niveau de l'épaule, un symptôme douloureux s'installe de façon progressive. La douleur est ressentie lors de la sollicitation du tendon lésé. En cas de traumatisme supplémentaire, une douleur aiguë voire une rupture partielle ou complète peuvent survenir (26).

4.2.3 Diagnostique

Le diagnostique repose essentiellement sur le contexte, c'est – à – dire, la répétition chronique d'élévation antérieure en rotation interne et d'abduction du bras chez le crawleur. Les tests d'évaluation de la coiffe doivent être pratiqués pour orienter le diagnostique. Néanmoins, c'est l'échographie qui confirmera le diagnostique. L'imagerie révélera un tendon épaissit composé de fibres de collagène irrégulières (13).

4.3 La rupture tendineuse

4.3.1 Définition

La rupture traumatique, dont la survenue est brutale, est la conséquence d'une altération antérieure du tendon du crawleur. Le plus souvent, la rupture est partielle dans un premier temps et rend la coiffe déficiente. Lorsque le tendon rompu est le supra – épineux, on observe une ascension de la tête humérale lors des mouvements d'abduction engagés par le deltoïde. Cela génère un conflit qui favorise l'extension et l'aggravation des lésions vers les tendons infra – épineux et sous – scapulaire, pouvant aboutir dans les cas extrêmes à une rupture massive de la coiffe (18,27).

On distingue différents niveaux de rupture (17) :

- Les **ruptures partielles** : elles sont non transfixiantes et correspondent à la rupture des microfibrilles. Les fibrilles sont fragilisées et le faisceau tendineux fini par se rompre.
- Les **ruptures transfixiantes** : elles représentent un véritable trou dans le tendon. La taille est plus ou moins importante en fonction de la lésion.
- Les **ruptures complètes** : le tendon se sépare en deux parties.

4.3.2 Clinique

La douleur de survenue brutale, est accompagnée d'une importante impotence fonctionnelle. Elle siège au moignon de l'épaule et irradie vers le thorax et le bras. Le crawleur souffre de raideur musculaire et la force musculaire est diminuée. Les mouvements actifs d'abduction et de rotation externe sont très limités voire impossibles (18).

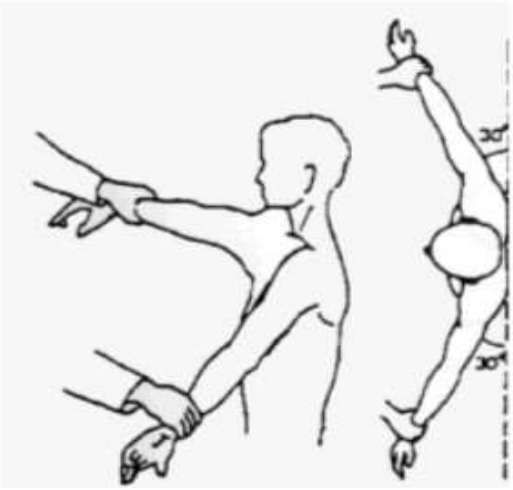
4.3.3 Diagnostique

La réalisation de tests dynamiques recherchant une atteinte de la coiffe constitue l'étape diagnostique qui suit l'interrogatoire du crawleur et la palpation de son épaule. Différents tests existent pour déterminer le muscle lésé (18).

4.3.3.1 Test de Jobe

Le bras est dans le plan scapulaire orienté 30° en avant et 90° en abduction. Le pouce est dirigé vers le bas. L'examinateur exerce une pression descendante à laquelle le nageur doit résister. Si la douleur survient et l'empêche de résister, le test est positif (20,21,28).

Évaluation de la force du supra - épineux



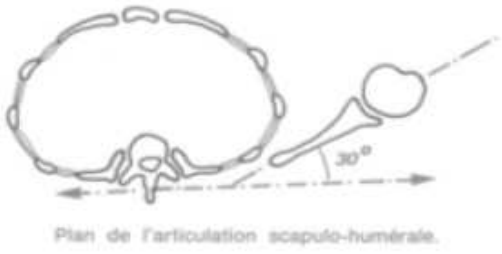


Illustration 29: schéma de la manipulation du test de Jobe

4.3.3.2 Test de Patte

Le crawleur se positionne en rotation latérale, le bras à 90° d'abduction. L'examinateur se place derrière lui et force vers l'avant. Le nageur doit résister à cette poussée. S'il n'y parvient pas, c'est que le test est positif (20,21,28).

Test de Patte

Illustration 30: schéma de la manipulation du test de Patte

Évaluation de la force de l'infra – épineux et du petit rond

4.3.3.3 Test de Gerber

Le nageur effectue une rotation médiale pour placer sa main dans son dos au niveau des lombaires. Il doit alors essayer de décoller la main de son dos contre la résistance de l'examinateur. Si cela est impossible le test est positif (20,21,28).

Évaluation de la force du sous – scapulaire

4.3.3.4 Test de Belly Press

Le nageur appuie sur son ventre avec la paume de sa main en décollant le coude du corps. En cas de douleur ou d'impossibilité à garder le coude écarté, le test est positif (20,21,28).

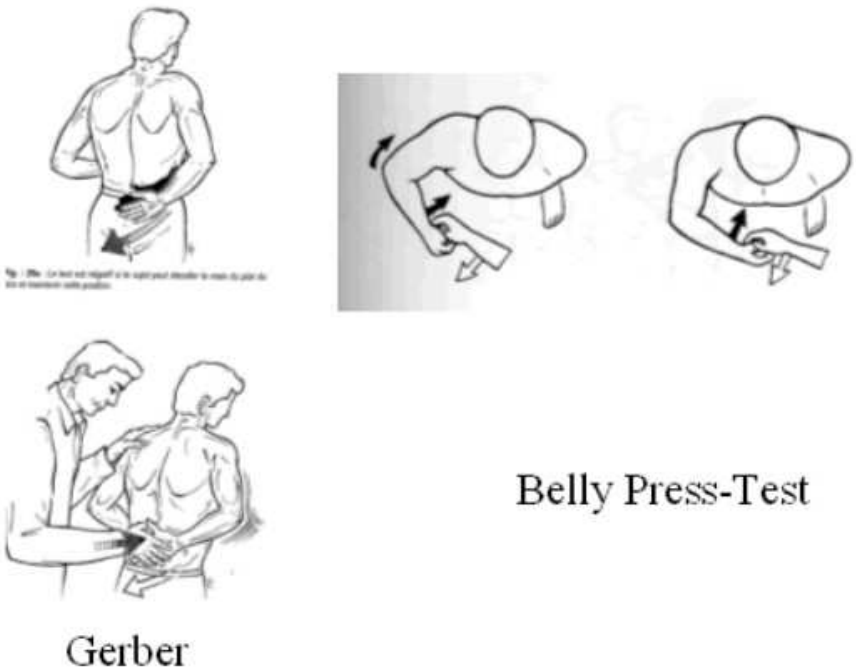


Illustration 31: schémas de la manipulation des tests de Gerber et Belly Press

Ensuite des examens complémentaires peuvent être réalisés. Il s'agit de radiographies standards de face et de profil. Un arthro – scanner est pratiqué pour évaluer la taille de la rupture et les tendons mis en cause (11).

5 Partie 4 : la prise en charge

Une prise en charge précoce est en faveur d'une guérison rapide et de qualité. La reprise progressive de l'effort respectant le délai de guérison et l'élimination des facteurs favorisants l'affection tendineuse assurent une récupération optimale et limite le risque de rechute.

5.1 Le syndrome du conflit sous – acromial

La prise en charge consiste dans un premier temps à soulager la douleur. Pour y parvenir, le crawleur doit mettre au repos l'articulation pour éviter le conflit douloureux. Des traitements médicamenteux antalgiques et anti – inflammatoires sont également employés. Parfois le recourt à 1 voire 2 injections de corticoïde dans l'espace sous – acromial peut être nécessaire (27).

Le recourt aux médicaments apporte un confort uniquement symptomatique car il ne permet pas de traiter la cause. L'intervention d'un kinésithérapeute est indispensable pour un traitement étiologique du conflit.

Lorsque le nageur se retrouve en situation d'échec après plus d'un mois de mesures conservatrices et de rééducation fonctionnelle, des examens complémentaires sont réalisés pour

écarter l'hypothèse de la rupture tendineuse. Dans le cas d'une imagerie normale, une acromioplastie est à envisager (18).

5.1.1 Le repos

L'immobilisation de l'articulation scapulo – humérale est relative. Le repos est non absolu car le réalignement des fibres de collagène nécessite un minimum de traction sur le tendon. Mais le nageur ne doit plus lever son bras en l'air au – delà d'un angle de 90 ° d'abduction et/ou d'antépulsion. L'arrêt de son activité aquatique est impérative et est remplacée par une autre activité physique qui ne fait pas intervenir le tendon convalescent, pour limiter la fonte de la masse musculaire qu'occasionnerait une immobilisation stricte (13,17).

La durée de repos dépend de la rapidité de prise en charge. Si la douleur est présente depuis moins de 3 semaines, le repos est de 3 mois. En revanche, si le crawleur continue à travailler avec la douleur sur une période de plus de 6 semaines, le repos est d'au moins 6 mois (17). Dans tous les cas, la reprise de l'activité se fait de façon progressive (18).

5.1.2 Les antalgiques et les anti - inflammatoires

La douleur doit être mesurée à l'aide d'une échelle pour apporter l'antalgique adapté à la souffrance du sportif. L'EVA est une des échelles qui peut être utilisée. Il s'agit d'une échelle visuelle.

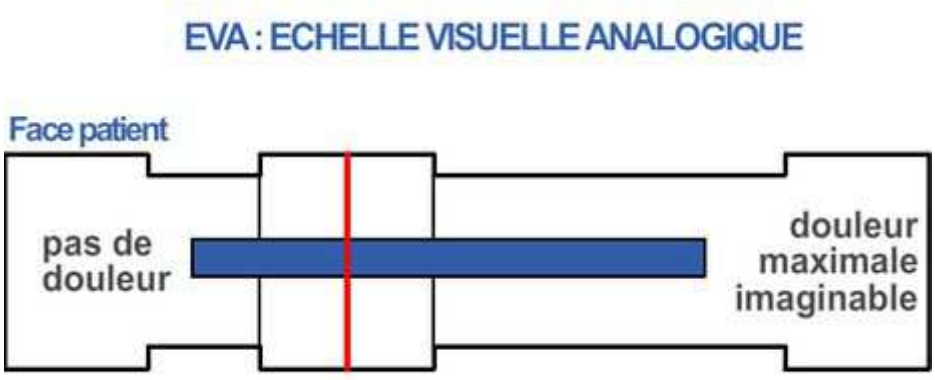


Illustration 32: échelle visuelle d'évaluation de la douleur

La personne souffrante place le trait rouge à l'endroit où se situe son stade de douleur entre le niveau « pas de douleur » et « douleur maximale imaginable ». Le soignant retourne l'échelle pour voir apparaître le niveau numérique de la douleur exprimé par le souffrant et ainsi délivrer le ou les antalgiques qui correspondent.

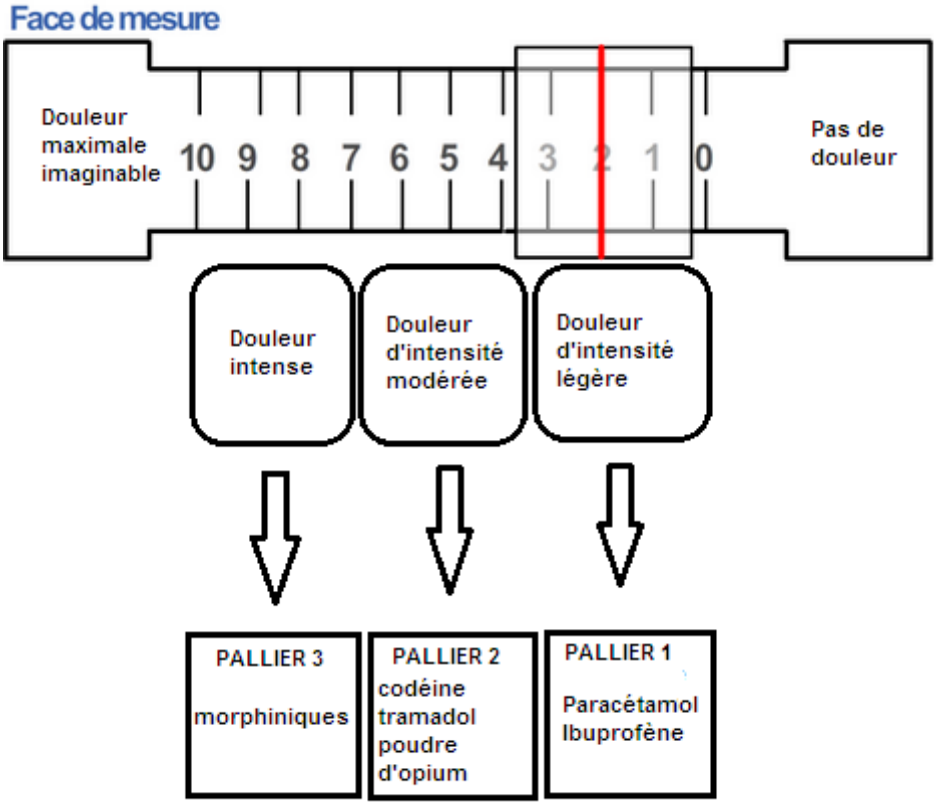


Illustration 33: schéma décisionnel de l'emploi des antalgiques

Le choix de l'antalgique se fait en fonction de l'évaluation de la douleur. Néanmoins, on commence toujours par un antalgique de pallier 1. La molécule de référence est le paracétamol. Le paracétamol est la molécule à utiliser en première intention car sa balance bénéfice / risque est très favorable du fait de son excellente tolérance par la plupart des organismes. Le risque de son utilisation est le surdosage conduisant à une toxicité hépatique. C'est pourquoi, il est nécessaire de ne pas dépasser 4gr de paracétamol par 24h et de respecter un intervalle de 6h entre les prises. Un surdosage est rarement lié à un mésusage de la molécule mais plutôt au nombre important de spécialités différentes contenant du paracétamol (29).

Des anti – inflammatoires non stéroïdiens (AINS), tel que l'ibuprofène, peuvent être associés au paracétamol pour soulager les douleurs inflammatoires. Leur utilisation doit rester ponctuelle et de courte durée compte tenu des effets secondaires gastriques (risque d'ulcère et d'hémorragie digestive) et rénaux (insuffisance rénale fonctionnelle par diminution de la filtration glomérulaire) (29).

Lorsque le pallier 1 ne suffit plus, on ajoute un pallier 2 dont l'effet antalgique est plus important. Il existe de nombreuses spécialités qui les associent en une seule entité :

- paracétamol + codéine : codoliprane ® , dafalgan codéine ®, klipal ® …
- ibuprofène + codéine : antarène codéine ®
- paracétamol + tramadol : ixprim ® , zaldiar ®
- paracétamol + poudre d'opium : lamaline ®, izalgi ®

L'intérêt d'ajouter un pallier 2 à un pallier 1, plutôt que de le remplacer est de réduire la dose d'opiacés, car ceux – ci sont responsables d'effets indésirables. Des nausées et une constipation sont présentes sur le plan digestif. Des troubles neurologiques sont également observés par des

somnolences et des vertiges altérant la vigilance de ses usagers. De plus, un mésusage conduit à des phénomènes d'accoutumance et de dépendance. La codéine est contre – indiquée chez l'asthmatique car elle peut provoquer des bronchospasmes et une dépression respiratoire (29).

Les analgésiques de pallier 3 sont des molécules morphiniques qui traitent les douleurs très intenses et rebelles aux autres antalgiques. Les effets secondaires sont la somnolence, l'altération de la vigilance, la confusion, la dépression respiratoire et la constipation. Il s'agit en somme des mêmes effets indésirables que pour la codéine mais survenant de façon nettement amplifiée.

Des infiltrations de corticoïdes locaux soulagent rapidement la douleur, mais leur utilisation chez le sportif doit être restreinte aux cas hyperalgiques, dont la douleur empêche la rééducation, compte tenu du risque de rupture tendineuse par l'injection et d'atrophie des tissus environnants par les corticoïdes. De plus, l'action antalgique est présente uniquement à court terme car l'injection de corticoïdes n'a aucun effet thérapeutique sur la réparation de la lésion (30).

5.1.3 La rééducation

La rééducation occupe une place primordiale dans la prise en charge de l'épaule douloureuse du nageur car elle est déterminante pour la récupération et le retour optimal à l'activité (3). De plus, c'est la seule technique permettant un traitement étiologique du traumatisme. Le travail est réalisé en décoaptation afin d'ouvrir l'espace sous – acromial pour faciliter les voies de passage des tendons. Des exercices de renforcement musculaire des abaisseurs sont pratiqués pour les rendre plus puissants. Un score de constant est à réaliser au début, au milieu et à la fin du protocole pour suivre l'évolution de la fonction du membre supérieur.

5.1.3.1 Le score de constant

5.1.3.1.1 Principe

Le score de constant apporte un bilan complet de la fonction du membre supérieur en évaluant 5 domaines :

- **la douleur**

Deux échelles sont utilisés pour permettre une double évaluation de la douleur. La première est l'échelle verbale. Le nageur donne la note qui correspond à sa douleur selon une graduation de 0 à 15. Le chiffre 0 correspond à une douleur intolérable, tandis que le nombre 15 à une absence de douleur. La deuxième est l'échelle visuelle. Une ligne de 15 cm graduée de 0 à 15 est présentée au crawleur. Celui – ci trace un trait correspondant à son niveau de douleur. Cette fois, 15 est le degré de douleur maximal. Le score douloureux est égal à 15, auquel on retire la valeur indiquée par trait tracé. Plus le trait est proche de 15, plus le score douloureux obtenu est faible signifiant que la douleur est forte. Ensuite, il faut faire la moyenne des 2 notes : (note verbale + note visuelle) / 2. Plus la note est faible, plus la douleur est forte. Celle – ci est maximale à 0 et nulle à 15.

- **les activités de la vie quotidienne**
- **le niveau de travail avec la main**
- **la mobilité**
- **la puissance de l'épaule**

► Fiche de recueil des résultats

Nom : Prénom : Date de naissance :	Date : Médecin traitant : Médecin prescripteur :

	Date		Début	Milieu	Fin
Douleur (total sur 15 points)	A. Échelle verbale 0 = intolérable 5 = moyenne 10 = modérée 15 = aucune				
	B. Échelle algométrique Soustraire le chiffre obtenu du nombre 15 0 _____ 15 Absence de douleur — douleur sévère				
	Total	A + B / 2 (/15)			
Niveau d'activités quotidiennes (total sur 10 points)	Activités professionnelles/ occupationnelles	travail impossible ou non repris 0 point gêne importante 1 point gêne moyenne 2 points gêne modérée 3 points aucune gêne 4 points			
	Activités de loisirs	impossible 0 point ; gêne modérée 3 points gêne importante 1 point ; aucune gêne 4 points gêne moyenne 2 points			
	Gêne dans le sommeil exemple : aux changements de position	douleurs insomniantes 0 point gêne modérée 1 point aucune gêne 2 points			
Niveau de travail avec la main (total sur 10 points)	À quelle hauteur le patient peut-il utiliser sa main sans douleur et avec une force suffisante ?	taille 2 points ; cou 6 points xiphoïde 4 points ; tête 8 points au dessus de la tête 10 points			
Mobilité (total sur 40 points)	Antépulsion (total / 10)	0°30° 0 point 91°120° 6 points 31°60° 2 points 121°150° 8 points 61°90° 4 points >150° 10 points			
	Abduction (total / 10)	0°30° 0 point 91°120° 6 points 31°60° 2 points 121°150° 8 points 61°90° 4 points < 150° 10 points			
	Rotation latérale (total / 10)	main derrière la tête, coude en avant 2 points main derrière la tête, coude en arrière 4 points main sur la tête, coude en avant 6 points main sur la tête, coude en arrière 8 points élévation complète depuis le sommet de la tête 10 points			
	Rotation médiale (total / 10)	dos de la main niveau fesse 2 points dos de la main niveau sacrum 4 points dos de la main niveau L3 6 points dos de la main niveau T12 8 points dos de la main niveau T7-T8 10 points			
Force musculaire (total sur 25 points)	Abduction isométrique (élévation antéro-latérale de 90° dans le plan de l'omoplate)	si 90° n'est pas atteint en actif 0 point si maintien de 5 s, par 500g 1 point			
Total (total sur 100 points)	Valeur absolue (en points/100)				
	Valeur pondérée (%)				

Illustration 34: fiche de recueil des résultats du score de constant issue de l'HAS

5.1.3.1.2 Méthode

Le test est facile car il nécessite simplement une chaise, un poids de 500g et un chronomètre pour sa réalisation. Il est rapide : une dizaine de minutes suffisent. Il est applicable à de très larges groupes de populations, ainsi qu'à toutes les pathologies de l'épaule. La méthode est reproductible

par différents observateurs et suffisamment sensible pour révéler des petits changements de fonction (31).

5.1.3.1.3 Interprétation

A l'issu des 11 questions, un score compris entre 0 et 100 points est obtenu. Plus le résultat obtenu est élevé, plus la fonction de l'articulation est normale. Ainsi, une note proche de 0 correspond à une fonction quasi – nulle (31).

5.1.3.2 Le travail en décoaptation

La décoaptation décompresse les surfaces articulaires qui s'écartent, pour les faire revenir en contact (32). La manipulation provoque un micro – déplacement de la tête humérale dans le but de la recentrer dans la glène pour réduire les conflits car cette manœuvre ouvre l'espace sous – acromial. Ce travail doit être indolore et consolidé par des exercices à la maison (33).

Illustration 35: à gauche schéma d'une épaule en conflit sous – acromial, à droite schéma d'une épaule saine dont la tête humérale est en face de la glène après travail en décoaptation

5.1.3.3 Le renforcement des abaisseurs extrinsèques

Les abaisseurs extrinsèques sont le grand pectoral et le grand dorsal (10,11). Ils ont un rôle de puissance et donc ne participent pas au placement précis de la tête humérale dans la glène, mais ils assurent l'abaissement de la tête humérale lors du mouvement d'abduction. Ces muscles suppléent l'action de la coiffe des rotateurs en préservant le centrage de la tête humérale pendant l'élévation du bras (11).

La technique de rééducation consiste à renforcer ces muscles pour limiter l'ascension de la tête humérale génératrice de conflit (27). L'espace sous – acromial est rendu suffisant pour ne plus subir le conflit mécanique du tendon du supra – épineux contre l'acromion de la scapula, ni de compression des tissus environnants (10).

5.1.4 La chirurgie

L'intervention chirurgicale est entreprise après l'échec thérapeutique d'un mois de traitements. Le chirurgien effectue une acromioplastie. Il amincit l'acromion, ce qui ouvre l'espace sous – acromial pour décompresser la coiffe (11).

L'opération s'effectue sous anesthésie générale et nécessite une nuit d'hospitalisation. Une immobilisation non stricte doit être respectée les 15 jours qui suivent (port d'une attelle de façon relative) (34,35) et des séances de rééducation prennent effet immédiatement après l'intervention (18). La reprise de la natation pourra se faire au bout de 3 mois (34,35).

5.2 *La tendinose*

5.2.1 Le repos

Les règles concernant le repos du tendon sont identiques à celles concernant un conflit sous – acromial, c'est – à – dire que le repos doit être relatif. Il ne faut pas pratiquer une immobilisation complète de l'articulation mais seulement supprimer les gestes nocifs pour le(s) tendon(s) lésé(s) (26). Le repos est plus long que lors d'une tendinite car la cicatrisation du collagène est plus lente que la disparition d'une inflammation (26). Le temps de repos est strictement individuel parce qu'il dépend de plusieurs facteurs (de la lésion, de la rapidité de cicatrisation, du temps qui s'est écoulé avant une prise en charge …) (26).

5.2.2 Les antalgiques

Les antalgiques sont utilisés pour soulager la douleur, au même titre que dans la prise en charge d'un conflit sous – acromial et les molécules administrées sont les mêmes. Les antalgiques confèrent uniquement un traitement symptomatique (26).

5.2.3 Les anti – inflammatoires

Les AINS et les infiltrations de corticoïdes ne doivent pas être utilisés car ils ralentissent le processus de remodelage tendineux (17) en inhibant la synthèse de collagène (26).

L'absence d'inflammation rend l'utilisation des AINS et des corticoïdes inefficace. De plus ils empêchent la cicatrisation du tissu tendineux. La prise en charge est essentiellement faite par les kinésithérapeutes. La réalisation de massages transversaux profonds et l'utilisation d'ondes de choc sont employés pour détruire les fibres de collagène néfastes. Une nouvelle synthèse de collagène est ainsi permise pour une meilleure restructuration du tendon (17).

Les AINS sont toujours à l'heure actuelle fortement prescrits par les médecins dans les lésions tendineuses. Néanmoins, lorsqu'il s'agit d'une tendinose, cela va à l'encontre du travail de rééducation fonctionnelle pratiqué par les kinésithérapeutes. Ils cherchent à créer une nouvelle inflammation au sein du tendon pour détruite le remodelage tendineux issu d'un échec de réparation des micro – lésions, afin que le tendon se reconstitue avec des fibres de collagène alignées et de meilleure qualité.

Les tendinoses sont des affections longues à soigner. Les traitements sont nombreux, longs et surtout incertains. Pour optimiser la guérison d'une tendinose, il faut avoir compris au mieux le mécanisme pathologique. Les données scientifiques récentes mettent en cause dans les lésions tendineuses, un processus de dégénérescence tendineuse et non un processus inflammatoire. Les thérapies d'aujourd'hui sont tournées vers une maîtrise du remodelage tendineux et une stimulation collagénique (14).

5.2.4 La rééducation : travail en contraction excentrique

Pour comprendre le travail en contraction excentrique, il faut d'abord définir celui en contraction concentrique. La contraction concentrique permet la réalisation du mouvement. Lors de cette action, le muscle se raccourcit. A l'inverse, une contraction excentrique est associée à un

étirement du muscle, celui – ci freine et contrôle le mouvement. Les contractions concentriques et excentriques sont liées à la notion de muscles agonistes et antagonistes (36,37). Alors que le muscle agoniste réalise le mouvement, le muscle antagoniste le freine pour contrôler le mouvement.

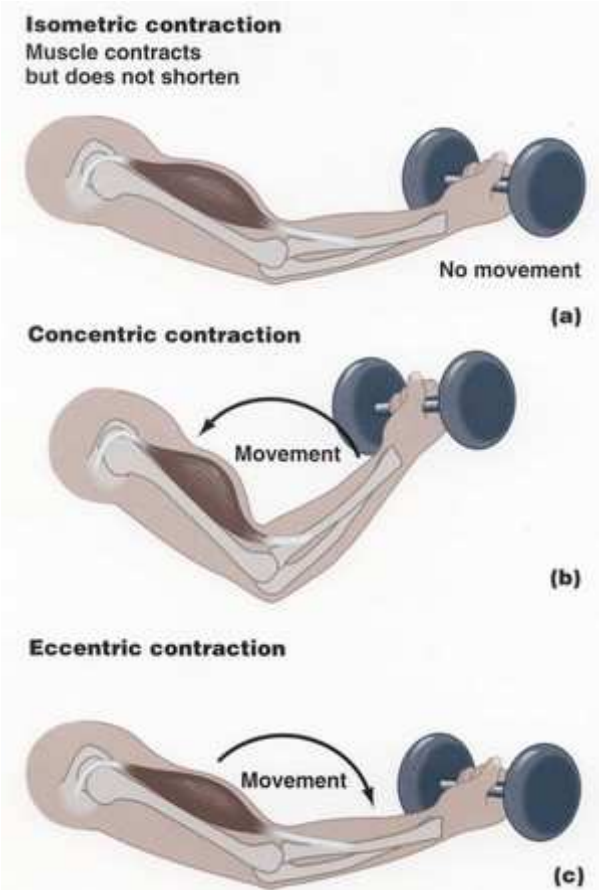


Illustration 36: les 3 types de contraction d'un muscle en fonction du mouvement

En natation, le crawleur dans la réalisation de son mouvement fait intervenir avec force les rotateurs internes (agonistes) qui soumettent les rotateurs externes (antagonistes) à un stress excentrique important (38). La rééducation consiste à pallier l'insuffisance excentrique des rotateurs externes pour les rendre plus puissants et moins vulnérables.

Les exercices sont fondés sur des étirements musculaires actifs et l'utilisation de charges appropriées. Ils peuvent être débutés dès que l'étirement passif du tendon est indolore (17). La manœuvre est dans un premier temps réalisée avec le kinésithérapeute puis perpétuée de façon autonome et régulière à son domicile, en parallèle de son activité sportive. Ce travail est permis grâce à l'utilisation de TheraBands (11). Ce sont des bandes en latex à choisir selon 8 niveaux de résistance codés par couleur pour la réalisation d'exercices résistifs. Cet outil utilisé lors des exercices améliore la force du muscle à renforcer. On utilise des bandes de plus en plus résistantes lorsqu'on avance dans les séances. Les 8 niveaux de résistance permettent une augmentation progressive de l'effort musculaire (39). Lors des séances, les exercices doivent être dénués de douleur et réalisés à vitesse et résistance progressives, d'après les publications de Stanish en1986 (40) et Middelton en 2004 (41). Le non respect de ces règles conduit à une aggravation de la tendinose.

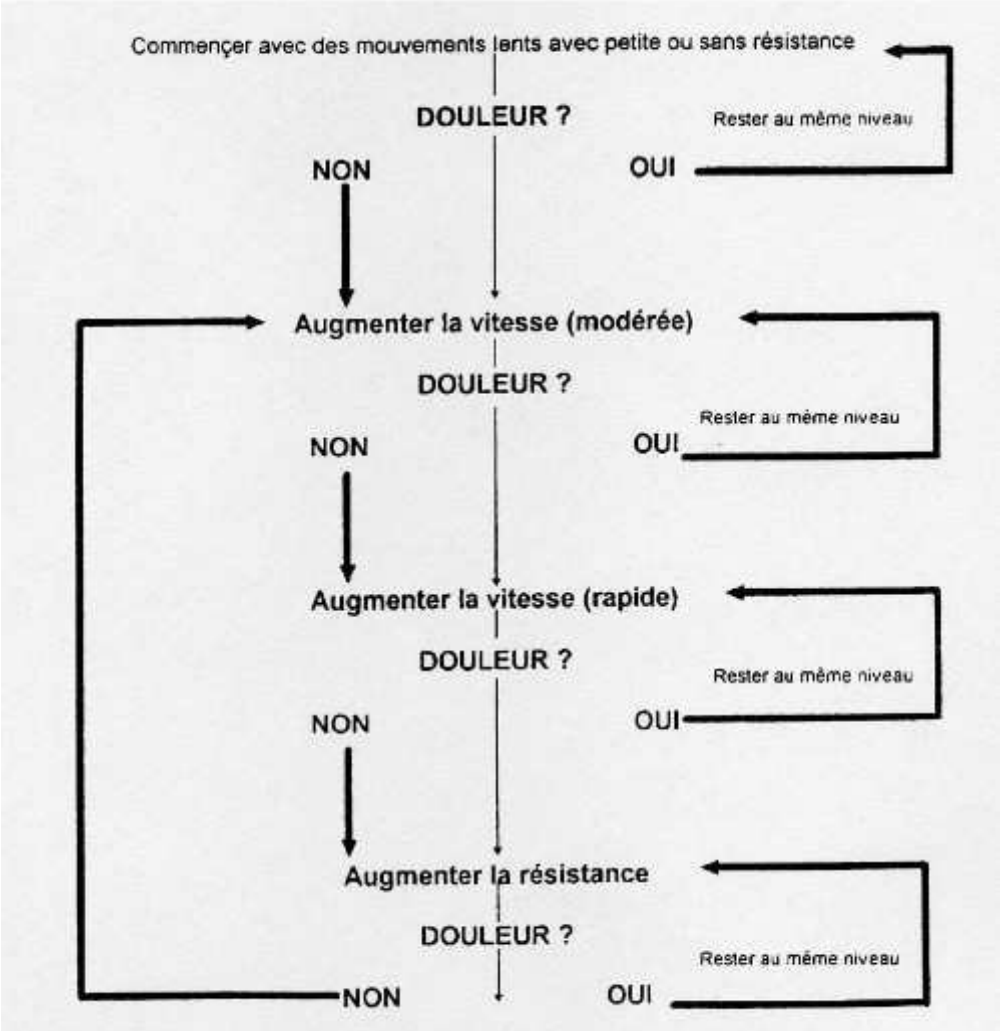


Illustration 37: Protocole de renforcement musculaire excentrique selon Stanish

La technique de travail en contraction excentrique améliore la synthèse et la maturation de fibres de collagène et favorise leur organisation dans le sens longitudinal. Le nombre de liaisons entre les fibres de collagène est augmenté ce qui renforce la résistance du tendon à l'étirement. Cette méthode est utilisée à visée curative, mais doit être poursuivie pour une prévention à long terme (17), afin de permettre au complexe musculo – tendineux de mieux supporter les contraintes imposées par la pratique sportive du crawleur et de renforcer l'action musculaire de stabilisation articulaire (42). Une meilleure capacité de résistance aux contraintes permettra d'éviter la survenue

de micro – lésions et donc de tendinoses (43).

5.2.5 La physiothérapie : ondes de choc radiales

L'effet des ondes de choc permet à court terme, une diminution rapide des douleurs et dure pendant 24 à 48 heures. L'impact physique est responsable de la libération locale de substances antalgiques par l'organisme : les endorphines ; et de l'inhibition des stimuli neurologiques au niveau de la moelle épinière : la théorie du « gate control ». Gate control veut dire portillon de la douleur. En stimulant les récepteurs du toucher, on « court – circuite » le trajet nerveux de la douleur. Les fibres nerveuses qui transportent le message nociceptif sont des fibres de petit calibre amyélinisées, donc lentes ; tandis que celles qui transmettent l'influx nerveux du toucher sont des grosses fibres myélinisées, donc rapides. L'information du toucher arrive au centre nerveux avant celui de la douleur, ce qui atténue la sensation douloureuse chez la personne algique.

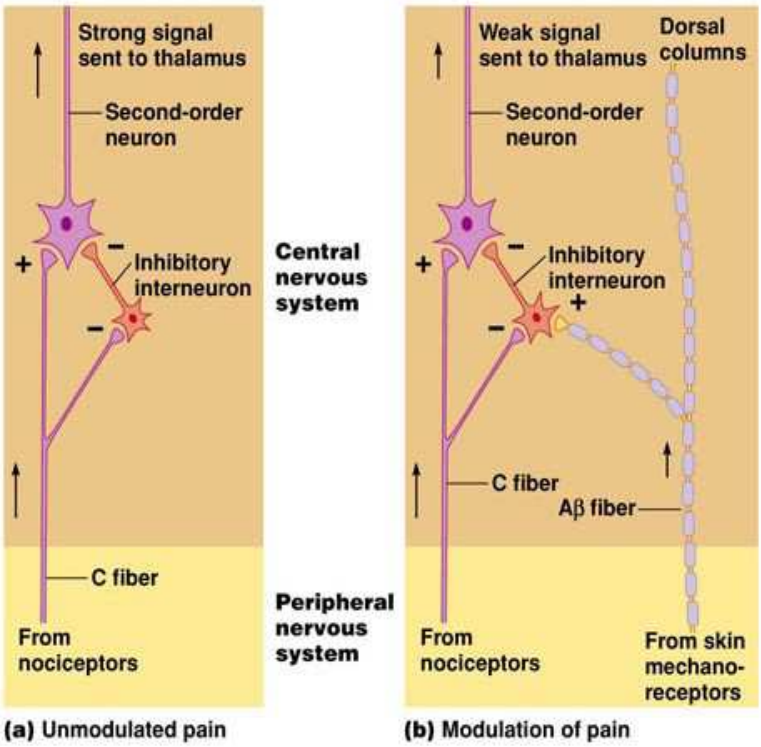


Illustration 38: théorie du "gate control"

L'effet à long terme est l'accélération de la cicatrisation du tendon. Une action défibrosante des tissus s'opère ainsi qu'une hypervascularisation permettant l'augmentation du métabolisme local.

Les travaux scientifiques sur l'utilisation des ondes de choc seules dans les tendinoses ne sont pas tous convaincants. Néanmoins, les recherches montrent un résultat encourageant en faveur d'un traitement combiné des ondes de choc avec le renforcement excentrique (44).

5.2.6 L'injection de plasma enrichi en plaquettes

5.2.6.1 Principe

L'injection de plasma riche en plaquettes (PRP) correspond à l'injection d'un plasma dont la concentration en plaquettes est augmentée. Il s'agit d'une thérapie régénératrice par injection de facteurs de croissance. En effet, les plaquettes constituent un réservoir important en protéines bio – actives qui sont des facteurs de croissance initiant la réparation et la cicatrisation tissulaire. Les facteurs de croissance augmentent l'expression du gène régulateur du collagène ce qui induit le remodelage tissulaire (45).

5.2.6.2 Protocole :

Une petite quantité de sang, de l'ordre d'une dizaine de millilitres, est prélevée chez le sujet. L'échantillon de sang passe ensuite à la centrifugeuse pendant 5 minutes. La centrifugation permet de séparer les différents composants du sang pour ne garder que les plaquettes, dont la concentration est en moyenne multipliée par 5. Le PRP est extrait puis un volume de quelques

millilitres est injecté à proximité du tissu endommagé sous contrôle échographique. Il va jouer le rôle de catalyseur biologique de la cascade de réparation (46).

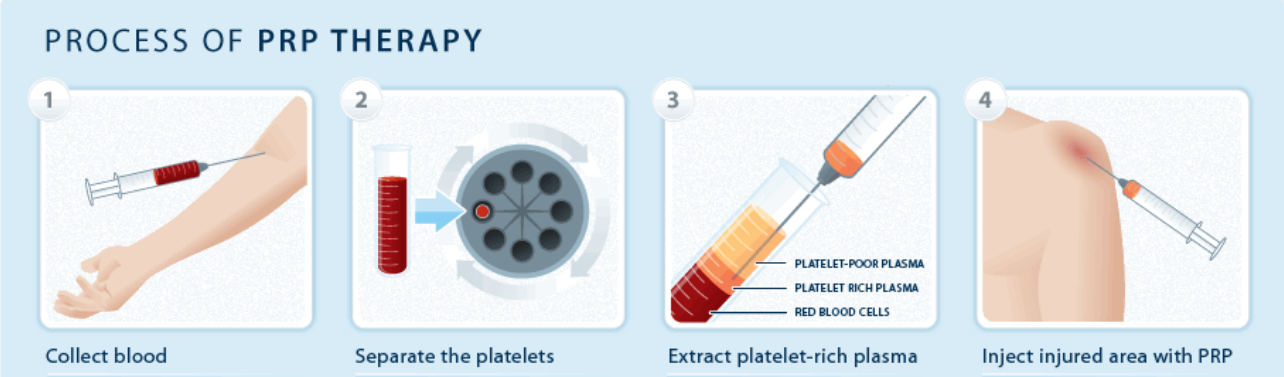


Illustration 39: les étapes de la thérapie par injection de plasma enrichi en plaquettes

Le nombre d'injections varie selon chaque individu, il est en règle général de 1 à 3 traitements. Néanmoins, il n'y a pas de limite maximale du nombre d'injections. Chaque traitement est espacé de 6 à 8 semaines (46).

A la suite de l'injection, 48h de repos sont obligatoires. La rééducation et la reprise d'activité progressive devront suivre les recommandations du médecin. Au bout de 6 semaines, une visite chez le médecin est à prévoir pour une réévaluation, suite à laquelle il décide ou non d'une nouvelle injection (47).

5.2.6.3 Effets secondaires :

Mis à part un inconfort et une raideur après l'injection, aucun effet secondaire n'a été rapporté. L'injection en elle même est douloureuse car l'utilisation de produit anesthésiant n'est pas compatible. Le pH de l'anesthésiant perturbe l'activation plaquettaire (46).

5.2.6.4 Précaution d'emploi :

Avant tout traitement, le diagnostique de la lésion tissulaire doit obligatoirement être confirmé par une imagerie (échographie et/ou IRM) (46).

L'arrêt de tout anti – inflammatoire doit impérativement être effectué 7 jours avant et pendant la procédure (46). Les AINS ont un effet anti – agrégant plaquettaire ce qui nuit à l'efficacité du traitement.

5.2.6.5 Intérêt du traitement :

- diminuer le risque de récidive
- diminuer le délai de cicatrisation
- améliorer les symptômes
- retrouver une fonction normale
- diminuer la consommation de médicaments

5.2.6.6 Conclusion :

Le PRP est un traitement naturel et innovant dans le domaine de la traumatologie. La technique est simple mais peut être onéreuse car le prix pratiqué est libre, il n'y a pas de remboursement par l'assurance maladie. La nature autologue de l'intervention permet une absence d'effets indésirables et de complications. Son innocuité et des résultats prometteurs assurent une utilisation large de cette technique, mais le recul scientifique actuel est insuffisant pour convaincre de sa réelle efficacité. De plus, les résultats des études concernant l'efficacité de cette méthode

thérapeutique dans le cadre de la prise en charge de la coiffe des rotateurs n'est pas unanime (48 – 56).

5.3 La rupture tendineuse

5.3.1 Chirurgie

La prise en charge habituelle est dans un premier temps fonctionnelle, et c'est seulement après 6 mois d'échecs thérapeutiques que la chirurgie est envisagée. Chez le sportif de haut niveau, la chirurgie est employée en première intention pour permettre une reprise plus rapide de l'activité et diminuer le risque de dégénérescence graisseuse du tendon (11). Après une rupture, le tendon se rétracte et l'espace entre les fibres tendineuses augmente. La perte de volume est comblée par du tissu graisseux (57). La réparation chirurgicale n'apporte pas la certitude d'un recouvrement complet de la fonction antérieure mais présente un bénéfice antalgique et fonctionnel très satisfaisant (11).

L'objectif de l'opération est de réinsérer les tendons rompus sur leur point d'ancrage. Dans un même temps, le chirurgien en profite pour amincir l'acromion afin d'empêcher que les tendons réparés frottent contre celui – ci et s'endommagent de nouveau (11). L'intervention est réalisée sous anesthésie générale. L'hospitalisation dure quelques jours (18).

Le nageur est appareillé par une attelle coude au corps de Dujarrier ou par un coussin d'abduction pendant 6 semaines (35). Il suit des séances de rééducation dès les premiers jours. Les exercices sont réalisés suivant une mobilisation passive par le kinésithérapeute. C'est seulement au

bout de la 6e semaine que la mobilisation active est possible. La récupération est complète au bout de 6 mois voire 1 an si la rupture était étendue (18).

Les complications liées à l'opération sont la récidive avec la rupture itérative des tendons réparés ou le non recouvrement de la mobilité antérieure à la rupture. La récupération n'est pas toujours totale. Le risque infectieux existe mais reste rare (< 1 %) grâce à l'application des recommandations d'hygiène actuelles.(27).

5.3.2 Appareillage orthopédique

5.3.2.1 Immobilisation coude au corps

5.3.2.1.1 L'écharpe de contention

5.3.2.1.1.1 Principe

L'utilisation d'une écharpe permet une immobilisation du membre supérieur sans immobilisation stricte de l'épaule. Cette immobilisation est à visée antalgique, car en plus de réduire la mobilité de l'épaule, elle supprime le poids du membre supérieur sur l'articulation (58).

L'écharpe bloque les mouvements d'abduction, de rotation interne et de rétropulsion.

5.3.2.1.1.2 Mesure

Pour déterminer la taille adéquate au sujet, il faut mesurer la longueur de l'avant – bras, du

pli de flexion du coude, jusqu'à l'extrémité des doigts allongés (58).

5.3.2.1.1.3 Mise en place

L'écharpe est constituée d'un manchon et d'une sangle ajustable. L'avant – bras se place dans le manchon le long du corps. La sangle passe au dessus de l'épaule opposée et se fixe sur le manchon. Ajuster la longueur de la sangle. Une autre sangle peut être utilisée pour augmenter le niveau d'immobilisation. Elle passe par l'arrière autour de la taille, puis sous le bras, pour venir se fixer devant le manchon du côté de la main (58,59).

5.3.2.1.1.4 Quelques modèles

Illustration 40: écharpe de contention Donjoy

Illustration 41: l'immo classic ® Thuasne

Illustration 42: le scapulis ® Thuasne

5.3.2.1.2 Le gilet d'immobilisation de type Dujarrier

5.3.2.1.2.1 Principe

Le gilet offre une immobilisation plus importante qu'une écharpe. La rotation externe et l'antépulsion sont rendues impossibles par une sangle qui englobe la taille et le bras de l'articulation lésée au dessus du coude (58).

5.3.2.1.2.2 Mesures

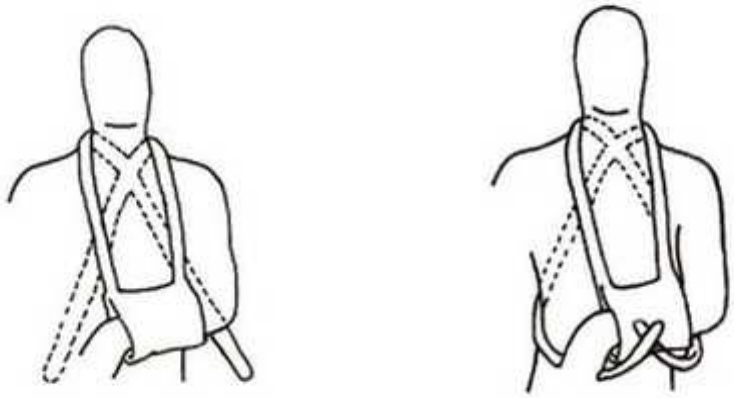
Il est nécessaire de mesurer le tour de poitrine sans les bras. Certains modèles disposent en plus d'un manchon. Dans ce cas, il faut également mesurer la longueur de l'avant – bras, du plis de flexion du coude, au plis de flexion des doigts (58).

5.3.2.1.2.3 Mise en place

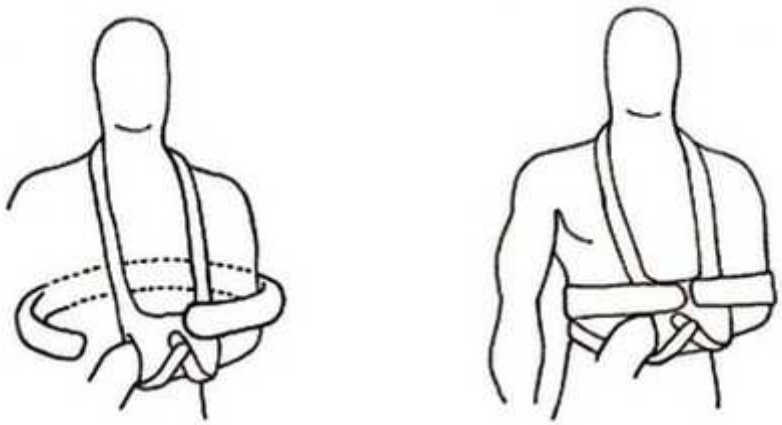
Mettre l'attelle

Etape 1 : enfiler votre avant bras dans la brassière puis passer les bretelles au-dessus des épaules.

Etape 2 : Les bretelles se croisent dans le dos puis sont ramenées de part et d'autre de la brassière en avant.



Etape 3 : mettre la ceinture qui maintient le membre supérieur le long du corps. Celle-ci entoure le torse et se fixe en avant de la brassière.



N.B : Le bras doit être bien maintenu, bien enfoncé dans la brassière, de manière à ce que vous puissiez vous servir de votre main (prendre un verre d'eau ou écrire)

Dessins par Gesmace Baboka

Illustration 43: les étapes de mise en place d'un coude au corps de Dujarrier

5.3.2.1.2.4 Quelques modèles

Illustration 44: le gilet GCI ® Donjoy

- <u>Mise en place</u>
  - Etape 1 : prendre la sangle la plus longue et faire une boucle à une extrémité.
  - Etape 2 : passer l'avant bras dans la boucle. La partie velcro est orientée vers le bas.
  - Etape 3 : passer la bande sous le creux axillaire puis revenir sur l'épaule opposée.
  - Etape 4 : glisser la bande sous le poignet. L'avant bras est horizontal et le coude suit un angle de 90 °.
  - Etape 5 : scratcher la seconde sangle à l'arrière de la première sangle au niveau du poignet.
  - Etape 6 : contourner le bras et enrouler la bande autour du thorax.

Illustration 45: l'immo ® Donjoy

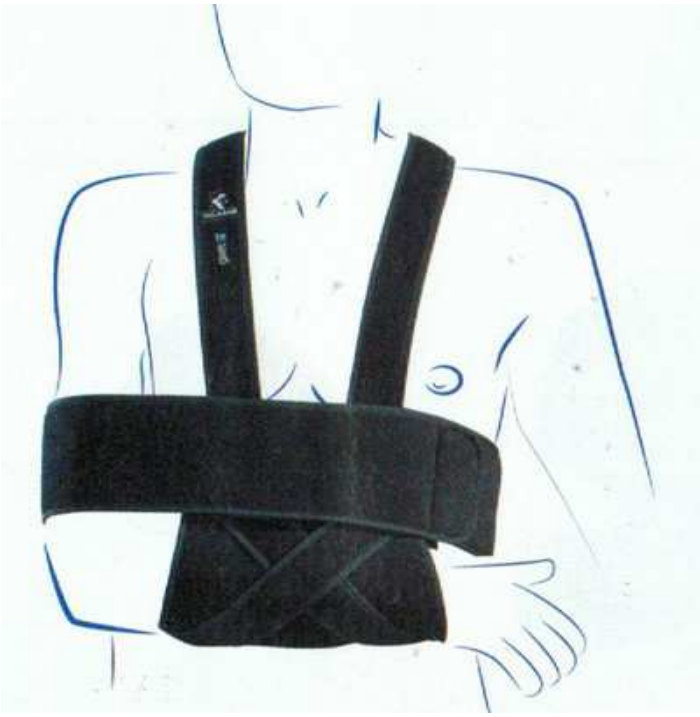


Illustration 46: le gilet ® Thuasne

5.3.2.2 Immobilisation en abduction

5.3.2.2.1.1 Principe

L'orthèse permet de maintenir le bras en abduction et rotation externe pour que le tendon réparé soit détendu. Cette situation facilite sa cicatrisation (58). L'épaisseur du coussin détermine l'angle d'abduction. Plus il est large, plus l'angle est important.

5.3.2.2.1.2 Mesure

Il suffit de mesurer uniquement la longueur de l'avant – bras, du plis du coude, au plis de flexion des doigts (58).

5.3.2.2.1.3 Mise en place

Tout d'abord, placer le coussin contre le thorax du côté de l'épaule lésée. Le bras du même côté est déposé sur le coussin puis fixé. La sangle permettant de soutenir le coussin passe dans le dos, puis par dessus l'épaule opposée, pour venir s'accrocher devant, sur le coussin. Une deuxième sangle partant du coussin passe par derrière, puis fait le tour de la taille, pour s'accrocher à l'avant du coussin.(58).

5.3.2.2.1.4 Quelques modèles

Illustration 47: PSA2 ® Donjoy

- Immobilisation de l'épaule à 30 ° d'abduction
- lésion du supra – épineux

Illustration 48: scapulis + ® Thuasne

Illustration 49: coussin d'abduction épaule Donjoy

- Immobilisation de l'épaule à 45 ° ou 90 ° d'abduction
- lésion du supra – épineux

- Immobilisation de l'épaule à 15 ° d'abduction
- lésion du sous - scapulaire

Illustration 50: UltraSling ® IV Donjoy

- Immobilisation de l'épaule à 15 ° ou 30 ° d'abduction
- lésion de l'infra – épineux et / ou du petit rond

Illustration 51: UltraSling ® IV ER Donjoy

6 Partie 5 : les facteurs favorisants une atteinte de la coiffe des rotateurs

6.1 L'âge

↓ synthèse de collagène

↑ diamètre des fibres de collagène

↓ teneur en eau

↓ teneur en protéoglycane

accumulation de lipide

dépôts calcifiés

(14)

altération des propriétés du tendon et de sa capacité d'adaptation

L'altération des propriétés du tendon augmente avec l'âge. Le risque de blessure devient important chez les plus de 40 ans (1).

6.2 La morphologie de l'articulation

L'articulation scapulo – humérale, on l'a vu précédemment (cf.2.1.1.1.1), met en contact la cavité glénoïdale scapulaire et la tête humérale. Or, l'acromion de la scapula forme une arche osseuse au dessus de la tête de l'humérus générant un espace sous – acromial (34). Cet espace est notamment traversé par le tendon du supra – épineux. Lorsque le bras est en abduction, celui – ci est réduit, l'acromion entre en contact avec le tendon provoquant un conflit sous – acromial.

L'acromion a une forme physiologique plate (type I), mais il arrive que chez certains sujets, le profil de l'acromion soit courbe (type II) ou en crochet (type III) (60). Ces profils sont constitutionnellement agressifs et provoquent une altération du tendon beaucoup plus précoce. Il n'existe pas de conduite à suivre qui puisse influencer cette anomalie osseuse, ainsi l'acromioplastie est la seule issue (34).

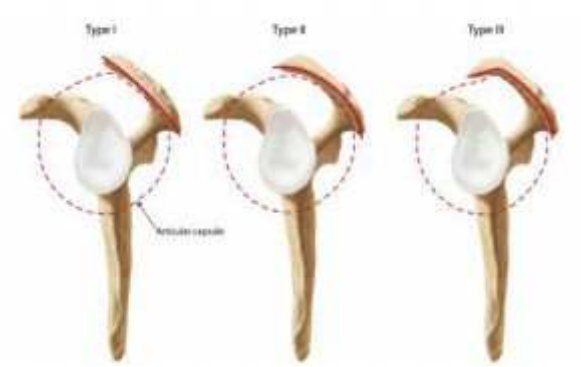


Illustration 52: les 3 types morphologiques d'acromion

6.3 La mauvaise vascularisation naturelle

La faible vascularisation présente de façon physiologique dans les tendons est accrue avec l'âge et les lésions de surcharge. La perfusion du tendon étant moindre, la cicatrisation y est d'autant plus lente et difficile.

Le supra – épineux présente une zone de faiblesse avasculaire à 1 cm de son insertion sur le tubercule majeur. Le défaut de vascularisation est à l'origine de lésions ischémiques au sein du tendon (1).

6.4 Le syndrome croisé supérieur

Le syndrome croisé supérieur est un déséquilibre musculaire du haut du corps observé chez le crawleur. Celui – ci entraîne un défaut d'alignement postural caractérisé par une cyphose dorsale et une hyperlordose. Le cou du nageur est en hyper – extension et la tête est projetée vers l'avant. Les épaules sont enroulées vers l'avant et les scapulas sont décollées. La relation entre les rotateurs externes excentriques et les rotateurs internes concentriques est déséquilibrée dans le sens d'une insuffisance excentrique. A terme, cette posture est responsable de lésions tendineuses de la coiffe des rotateurs. Le déséquilibre musculaire occasionne une instabilité fonctionnelle pouvant provoquer un décentrage de la tête humérale et favoriser le conflit sous – acromial, qui génère une altération du tendon du supra – épineux (cf. partie 4.1) (11). De plus, une insuffisance excentrique des rotateurs externes signifie que l'infra – épineux et le petit rond s'exposent à une surcharge de travail lors de l'activité aquatique, ce qui rend le terrain favorable à l'apparition de tendinoses.

Illustration 53: nageur

présentant un syndrome

croisé postérieur

Les muscles suractifs (sollicités +++)	Les muscles déficitaires
⬇ Muscles raccourcis et puissants	⬇ Muscles allongés et affaiblis ⬇ **tendinose**
⬇ ⬇ Déséquilibre musculaire ⬇ Déséquilibre postural : Enroulement de l'épaule vers l'avant, décollement de la scapula = posture du crawleur	
⬇ **Conflit sous – acromial**	

6.5 Mode de vie et pratique sportive

Différents facteurs relatifs au mode de vie, non spécifiques des pathologies de la coiffe des rotateurs, favorisent d'une manière générale chez tous les sportifs le risque de blessure. Ces facteurs concernent l'alimentation, l'état d'hydratation, le niveau de stress et de fatigue, ainsi que la pratique d'un échauffement avant l'effort. Le sportif qui néglige l'ensemble de ces facteurs s'expose d'une part à une baisse de performance, car il ne peut pas fonctionner au maximum de ses capacités, et à des difficultés de récupération d'autre part. Le sportif accumule de la fatigue et puise dans ses réserves. Il se place dans une condition de sur – entraînement, dans laquelle les charges de travail exercées sur les tendons sont trop importantes, générant des micro – lésions intra – tendineuses. Le terrain est rendu propice aux tendinoses.

Le crawleur n'a aucune influence sur le facteur âge ou bien sur la mauvaise vascularisation physiologique du tissu tendineux. Mais d'autres facteurs favorisants les tendinopathies de la coiffe des rotateurs sont contrôlables. Nous allons voir quels sont ces facteurs et les moyens de prévention à mettre en place pour les combattre.

7 Partie 6 : la prévention et les conseils officinaux dans la traumatologie de la coiffe des rotateurs

Les atteintes de la coiffe des rotateurs sont à éviter car ce sont des pathologies douloureuses et invalidantes, très longues à se rétablir, sans certitude de récupération complète de la fonction. Le pharmacien d'officine est un acteur de prévention, au sein du système de santé, concernant les tendinopathies de la coiffe des rotateurs. Au comptoir, il informe des facteurs favorisants les lésions tendineuses à l'origine de douleurs de l'épaule que peuvent ressentir les crawleurs. Il propose des moyens de contrôle sur ces facteurs et oriente le nageur vers le professionnel de santé adapté à sa situation lorsque c'est nécessaire.

7.1 Technique irréprochable

La caractéristique primordiale du crawl est l'horizontalité. En effet, si celle – ci fait défaut, les forces de frottement s'exerçant sur le nageur seront plus importantes, ce qui diminuera sa vitesse. Deux éléments à prendre en compte permettent d'optimiser la position horizontale. Il s'agit du roulis et du bon positionnement des bras. Par définition, le roulis est un mouvement de rotation d'un mobile autour d'un axe longitudinal. Chez le crawleur, il se caractérise par la sortie de ses épaules à tour de rôle, à la surface de l'eau, en pivotant sur lui même. L'erreur serait de nager le crawl à plat, alors qu'osciller d'un côté puis de l'autre suivant une ligne longitudinale lui permet de limiter l'inconfort de la position horizontale. Cet inconfort est en parti lié à la difficulté du maintien de cette position horizontale à causes des forces qui s'exercent sur lui. Dans l'eau, le crawleur lorsqu'il flotte, est soumis à deux forces contraires. L'une est la gravité. C'est l'attraction terrestre qui le pousse vers

le bas. L'autre est la poussée d'Archimède. La poussée d'Archimède est la force subit par le corps lorsqu'il est plongé dans un fluide (ici il s'agit de l'eau) et qui ainsi lui permet de ne pas couler. Elle pousse le nageur vers le haut (61,62).

Or, le centre de gravité se situe au niveau du pubis, alors que le centre de flottabilité se trouve au niveau du sternum. Cela engendre un déséquilibre lorsque le nageur est en position allongée, entraînant de cette façon un maintien difficile en position horizontale. La solution pour le nageur, afin d'améliorer son confort en position horizontale est de rapprocher son centre de gravité du centre de flottabilité. Ceci est permis par un bon placement de bras. En effet, en éloignant ses bras de son centre de gravité, on le rapproche du centre de flottabilité. De plus, en crawl, les bras sont à peu près les seules parties du corps que le nageur peut placer de manière optimale pour justement mieux flotter. Il est important de maîtriser ce placement pour éviter l'apparition de technopathies (61,62).

D'un point de vu technique, il est évident que tout pharmacien ne dispose pas de connaissances aussi pointues dans le domaine de la natation. Néanmoins, le pharmacien doit savoir que des gestes techniques mal réalisés de façon répétitive causent des lésions tendineuses. Il averti alors le nageur qu'une mauvaise technique pourra traumatiser les tendons de l'épaule, ce qui provoquera l'apparition de douleurs. Le pharmacien met ainsi en avant l'importance de la bonne réalisation de la gestuelle. Le nageur sait ainsi que travailler sa technique ne lui apportera pas uniquement de la performance mais également une articulation saine.

7.2 Empêcher l'apparition du syndrome croisé supérieur

Il est important de limiter l'apparition du syndrome croisé supérieur chez le crawleur car il peut être à l'origine de conflit sous – acromial. Des exercices de renforcements musculaires et d'étirements sont à réaliser par le sportif en complément des séances d'entraînement. Les muscles déficitaires vont se développer par le travail de renforcement musculaire et les muscles suractifs vont s'allonger grâce aux exercices d'étirement musculaire pour équilibrer la structure musculaire. Une structure équilibrée limite l'instabilité articulaire et signifie qu'il n'y a pas de muscles déficitaires, donc il n'y a pas de surcharge tendineuse des rotateurs externes lors de la nage.

Les muscles suractifs (sollicités +++)	Les muscles déficitaires
⬇ Muscles raccourcis et puissants	⬇ Muscles allongés et affaiblis ⬇ **tendinose**
⬇ ⬇ Déséquilibre musculaire ⬇ Déséquilibre postural : Enroulement de l'épaule vers l'avant, décollement de la scapula = posture du crawleur	
⬇ **Conflit sous – acromial**	
<u>Prévention :</u> **ETIREMENT MUSCULAIRE**	**<u>Prévention :</u>** **RENFORCEMENT MUSCULAIRE** ⬇ **↓ risque de tendinose**
⬇ ⬇ **Structure musculaire équilibrée** ⬇ **équilibre postural**	
⬇ **↓ risque de conflit sous – acromial**	

Le pharmacien peut proposer au crawleur de prendre contact avec un kinésithérapeute pour mettre en place un programme qui permettra de rééquilibrer sa structure musculaire et limiter les complications douloureuses et les déformations visibles induites par cette posture.

7.3 Une bonne récupération

La récupération est le temps qui sépare deux entraînements. Durant cette période, l'organisme va récupérer de l'effort produit au cours de l'activité. Ce repos permet au corps de s'adapter à l'effort qui lui est demandé et de se reconstruire avec un potentiel supérieur.

La récupération physique permet à l'organisme de reconstituer ses réserves énergétiques et de réparer les lésions des tissus musculaires et tendineux. La récupération mentale assure une restitution de la capacité de concentration du nageur et stimule sa motivation.

Une récupération insuffisante fait courir le risque d'apparition de fatigue chronique ou d'un état de sur – entraînement qui lui même rend le terrain propice aux tendinoses.

7.3.1 Le rôle de l'alimentation

Il est important de placer l'organisme dans un environnement nutritionnel optimal pour être performant. Chaque sportif a des besoins qui lui sont propres et qui varient en fonction de son âge, son sexe, son niveau d'entraînement et son activité physique. Néanmoins, pour tous, une alimentation variée et équilibrée est indispensable. Le sportif doit trouver les apports et le rythme alimentaires qui lui permettent de conserver son poids de forme (63).

Catégorie	Rôle	A privilégier
Glucides → féculents	Reconstituer les réserves des muscles en glycogène	Céréales complètes (pain complet, riz complet) légumes secs (pois chiches, lentilles, haricots rouges, haricots blancs)
Protéines	Réparations tissulaires des muscles et des tendons	Poissons (sardines, maquereaux, saumons)
Fruits et légumes	Anti – oxydants : piègent les radicaux libres libérés pendant l'effort	Fruits rouges (fraises, myrtilles, framboises, cerises) Les choux et brocolis
lipides	Très peu mais pas absent car ce sont les constituants des membranes cellulaires	Varier les huiles végétales (colza, olive, noix ...)

D'une manière générale, il est important de choisir les aliments les plus frais et les moins transformés possibles.

Dans le cas où l'intervalle de temps entre 2 entraînements est inférieur à 8h, il est nécessaire de reconstituer au plus vite les réserves des muscles en glycogène. Plus la consommation en glucides est rapide, à la suite de l'arrêt de l'exercice, plus la quantité de réserve en glycogène musculaire synthétisé est conséquente (63).

Dans le cas où l'entraînement a lieu le soir, un repas léger est conseillé pour ne pas surcharger l'organisme déjà fatigué. Ne pas manger serait une erreur et s'opposerait à une bonne récupération, car un apport en féculents est nécessaire pour reconstituer les réserves énergétiques. A l'inverse, un repas trop lourd entraîne une digestion difficile, ce qui perturbe le sommeil et gêne la récupération (64).

Le dernier repas précédent une compétition doit être riche en sucres lents pour mettre à disposition de l'énergie sans puiser dès le début de l'épreuve dans les réserves. Les graisses et les fibres sont à éviter car ils peuvent rendre la digestion difficile, ce qui perturberait le sportif lors de sa performance (63).

7.3.2 Hydratation optimale

Pendant l'effort, le sportif transpire. Il perd de l'eau et des sels minéraux. Le crawleur peut évaluer sont état d'hydratation selon la couleur de ses urines. Plus elles sont foncées, plus il est déshydraté et plus il doit boire. Ces pertes vont devoir être compensées. Pour apporter une hydratation optimale, le sportif doit se peser avant la séance et à la fin de la séance. La différence de poids entre les deux pesées correspond à la perte en eau. Le nageur doit boire un volume d'eau 1,5 fois supérieur à la perte hydrique car boire de l'eau augmente la diurèse. Une partie des apports est perdue quelques instants après et donc ne participe pas à reconstituer les réserves en eau. Un sportif qui pèse un kilo de moins après la séance doit boire 1,5 litres d'eau. Il n'y a pas que l'eau qui permet de s'hydrater. Le lait est un bon élément car il permet une bonne hydratation et n'induit qu'une faible diurèse (63).

7.3.3 Sommeil récupérateur

Le sommeil assure un relâchement musculaire. Les muscles et les tendons au repos ne dépensent pas d'énergie. Ils récupèrent, se reconstruisent et reconstituent leurs réservent énergétiques.

L'entraînement provoque une élévation de la température corporelle qui s'oppose à l'endormissement. Le soir n'est pas le moment propice pour une activité physique. Néanmoins , si le crawleur doit s'entraîner le soir, il est recommandé de prendre une douche fraîche après la séance et d'aérer la chambre. La température corporelle va s'abaisser et l'individu sera plus calme et apaisé. Cet état est propice à l'endormissement. Un repas léger le soir est à privilégier car l'activité digestive augmente la température corporelle.

7.3.4 Massage

Il est nécessaire pour un nageur d'entretenir et de prendre soin de ses muscles. Le massage s'effectue avant et après l'effort lors de séances de 20 à 30 minutes.

Avant l'effort, il prépare les muscles à l'activité physique. Il s'agit d'un réchauffement musculaire rapide et vigoureux, les muscles sont stimulés jusqu'à obtenir une sensation de chaleur. La circulation sanguine est améliorée, ce qui favorise l'apport d'oxygène et de nutriments indispensables à la production d'énergie demandé par l'effort physique. Cela assure une mise en forme du crawleur pour le rendre opérationnel plus rapidement, une amélioration de ses performances et une réduction de surcharge de travail et de risque de rupture tendineuse.

Après l'effort, les muscles vont être modelés longtemps, doucement et en profondeur pour assurer leur récupération. Les tissus musculaires sont relâchés et la sensation de fatigue est diminuée. Le massage permet d'améliorer les performances, de raccourcir le temps de récupération musculaire et d'accélérer la guérison des micro – lésions au sein des muscles et des tendons.

Le massage va drainer et activer la circulation sanguine en favorisant une vasodilatation locale. La perfusion du muscle est améliorée permettant à la fois l'élimination des toxines et le transport d 'éléments nécessaires à la réparation des micro – lésions induites aux muscles et aux tendons lors de l'effort (65).

Le massage va déclencher une biogénèse mitochondriale : le nombre de mitochondries à l'intérieur de la cellule musculaire augmente. La production d'énergie est accrue et ainsi une cicatrisation des micro – lésions s'opère pour une meilleure récupération (65).

Lors des massages, des huiles sont associées pour agir en synergie. La plus connue, et certainement la plus utilisée, est l'huile de massage à l'arnica. L'arnica est une plante vivace fréquente en montagne entre 800 et 2 400 mètres d'altitude dont les propriétés sont très appréciées par les sportifs. L'arnica stimule la circulation sanguine, ce qui lui assure une bonne diffusion. Elle est indiquée dans les traumatismes et possède une affinité pour les fibres musculaires. L'utilisation de topiques à base d'arnica permet une cicatrisation plus rapide des micro – lésions des fibres de collagène apparues à la suite d'une séance d'entraînement (66). Des huiles essentielles capables de préparer et détendre les muscles peuvent être diluées dans les huiles de massage. Leur pénétration à travers l'épiderme est rapide pour pouvoir agir en profondeur au cœur des zones douloureuses.

7.3.5 Les conseils offcinaux

Le pharmacien informe le crawleur des mesures hygiéno – diététiques à suivre, pour qu'il soit au maximum de sa forme. L'alimentation, l'hydratation et le respect des temps de repos sont des facteurs majeurs du bien être du sportif. Le pharmacien donne divers conseils pour une meilleure

récupération synonyme de performance pour le sportif et peut proposer des produits de supports adjuvants adaptés à son profil.

7.3.5.1 La micronutrition

L'alimentation permet de couvrir complètement les besoins nutritionnels. Il n'est pas nécessaire d'avoir recours à des produits de substitution. Néanmoins, les besoins nutritionnels du sportif ne sont pas toujours facile à atteindre. C'est pourquoi, le pharmacien peut orienter son conseil vers la micronutrition (67).

L'apport de minéraux, oligo – élements et vitamines adaptés permet un bon fonctionnement du métabolisme énergétique et musculaire. Il réduit la fatigue, le risque de blessure et rend le sportif plus performant. Certains laboratoires ont développé des produits spécifiques adressés aux sportifs. Le laboratoire Nutergia au travers de sa gamme ERGYSPORT ® propose des compléments alimentaires accompagnant le sportif dans son activité. Il existe des compléments pour la préparation, l'effort et la récupération (67). Il en est de même pour les laboratoires PiLeje avec la gamme HYPROSPORT ®. Ces spécialités contiennent du zinc, du magnésium, du calcium, du cuivre, du manganèse, du chrome, des vitamines du groupe B, de la vitamine C et D. Celles qui visent à optimiser la récupération après l'effort, contiennent des acides aminés qui permettent de maintenir l'intégrité musculaire en augmentant la production de protéines et en limitant leur dégradation (67).

Composants	Indications
Zinc	Protège du stress oxydatif → prévention des phénomènes inflammatoires Synthèse protéique Stimule le système immunitaire
magnesium	Fonctionnement musculaire
Calcium	
Cuivre	Métabolisme énergétique
Manganèse	
chrome	
Vitamine du groupe B	Métabolisme énergétique Réduit la fatigue
Vitamine C	Anti – oxydant Réduit la fatigue Stimule le système immunitaire
Vitamine D	Fonction musculaire

7.3.5.2 Les huiles essentielles

L'incontournable du sportif est l'huile d'arnica. Il est possible de l'utiliser pure ou bien d'y ajouter quelques gouttes d'huiles essentielles aux vertus antalgique, anti – inflammatoire ou myorelaxante. Elles peuvent être employées en préventif ou curatif des crampes et contractures musculaires ou des tendinites. En voici quelques unes :

Les huiles essentielles relaxantes : **Prévention et traitement des crampes et contractures musculaires**		
Nom commun	Nom latin	Parie distillée
Basilic exotique	*Ocimum basilicum ssp basilicum*	Sommité fleuri
Estragon	*Artemisia dracunculus*	Sommité fleuri
Gaulthérie couchée	*Gaultheria procumbens*	Feuille
Gaulthérie odorante	*Gaultheria fragrantissima*	Feuille
Lavande vraie (= officinale)	*Lavandula angustifolia ssp angustifolia*	Sommité fleuri
Lavandin super	*Lavandula x burnatii clone super*	Sommité fleuri
Romarin camphré	*Rosmarinus officinalis*	Sommité fleuri
Ylang ylang	*Cananga odorata*	Fleur

Pour une action synergique, il est possible d'associer plusieurs huiles. Le pharmacien peut conseiller au sportif le mélange de 25 gouttes de lavandin super avec 15 gouttes de basilic exotique et 10 gouttes de romarin camphré dans 50 gouttes d'huile végétale. Une application locale de 15 à 20 gouttes de la préparation peut être répétée plusieurs fois dans la journée (68).

Les huiles essentielles relaxantes doivent être exploitées par les sportifs car en plus d'apporter une décontraction musculaire, elles influencent également l'état de stress. Le nageur peut ainsi utiliser ses propriétés en vu des compétitions.

Les huiles essentielles anti – inflammatoires : **Prévention et traitement des tendinites**		
Nom commun	Nom latin	Parie distillée
Citronelle de java	*Cymbopogon winterianus*	Partie aérienne
Eucalyptus citronné	*Eucalytus citriodora*	Feuille
Gaulthérie couchée	*Gaultheria procumbens*	Feuille
Gaulthérie odorante	*Gaultheria fragrantissima*	Feuille
Katrafay	*Cedrelopsis grevei*	Écorce
Litsée citronnée	*Litsea citrata*	fruit
Verveine citronnée	*Lippia citriodorata*	Feuille

Il est possible d'associer 15 gouttes de gaulthérie et 15 gouttes d'immortelle (*Hélichryse italienne*) à 20 gouttes d'eucalyptus citronné dans une huile végétale.La préparation peut être appliquée 3 fois par jour sur la zone à traiter (68).

7.3.5.3 Les spécialités pharmaceutiques

De plus en plus de spécialités aux formules variées, prêtes à l'emploi, sont disponibles au sein des officines. Le pharmacien doit utiliser ce large choix pour conseiller au sportif des produits locaux à utiliser régulièrement pour améliorer sa récupération.

7.3.5.3.1 Les baumes chauffants

Les baumes chauffants sont à appliquer avant l'effort pour stimuler les muscles en massages vigoureux. La chaleur est l'effet recherché par les sportifs pour optimiser la préparation musculaire.

- **Dolpic ® des laboratoires PharmUp**

Le Dolpic ® est un baume chauffant à la capsaïcine, produit naturel extrait du piment rouge. La présence de la capsaïcine accompagnée des mouvements de frictions génère de la chaleur à l'origine de la décontraction musculaire (69).

- **Tiger balm ® des laboratoires Cosmediet**
  - rouge

Le baume du tigre rouge est à utiliser avant l'effort. Ses principes actifs sont : Camphre (11%), Menthol (10%), Huile essentielle de Cajeput (7%), Huile essentielle de Menthe (6%), Huile essentielle de Girofle (5%) et Huile essentielle de Cannelle (5%).

- blanc

Le baume du tigre blanc est à utiliser en massage léger après l'effort. Ses principes actifs sont : Huile essentielle de Menthe (16%), Huile essentielle de Cajeput (13%), Camphre (11%), Menthol (8%), et Huile essentielle de Girofle (1,5%) (70).

7.3.5.3.2 La gamme akiléine des laboratoires ASEPTA Monaco

- **Gel START ®**

Le gel START est un gel thermo – actif d'action longue durée. Il est composé de Vanilly Butyl Ether. Utilisé avant le sport, il facilite l'échauffement dynamique. Il doit être appliqué par effleurage léger sans massage profond jusqu'à pénétration complète (71).

- **Huile START ®**

Les propriétés de l'huile START ® sont identiques à celles du gel. La pénétration se fait en massages légers. La différence réside dans la texture et la composition : camphre, piment, clou de girofle et huile de cameline (71).

- **Huile KIMAS ®**

L'huile de massage KIMAS ® composée d'arnica et d'huile de pépin de raison peut s'utiliser avant ou après l'effort. En massage tonifiant à la préparation à l'effort, il réduit les sensations de raideurs musculaires. En massage profond décontractant après l'effort, il réduit la fatigue musculaire et apaise les courbatures pour une récupération optimale (71).

- **Gel RELAX ®**

Le gel RELAX ® s'emploie après l'effort en massage léger pour diminuer la fatigue musculaire et faciliter la récupération sportive. Ses principes actifs sont l'arnica, les sels de

potassium et magnésium et des acides aminés (71).

7.3.5.3.3 Les roll on

La composition de ces roll on est semblable aux autres produits locaux présents sur le marché. La différence provient de la bille qui permet un massage efficace des muscles ciblés. Il faut effectuer des mouvements de rotation sur les zones sensibles pour les relaxer et les décontracter. La bille apporte une action mécanique et délivre la quantité adéquate de gel composé d'huiles essentielles relaxantes. De plus il n'y a pas de contact avec les mains (72).

- **Syntholkiné ® des laboratoires GlaxoSmithKine** (72)
  - huile essentielle de romarin
  - huile essentielle d'orange douce
  - huile essentielle de lavande officinale
  - huile essentielle de gaulthérie couchée

  } Substances actives

- **Décontractoll ® des laboratoires Sanofi**
  - huile essentielle de menthe poivrée
  - huile essentielle de gaulthérie couchée
  - huile essentielle de romarin
  - menthol
  - huile essentielle d'épinette
  - extrait de fleur de lavande
  - extrait de fleur d'arnica montana

  } Substances actives

7.3.5.3.4 La voie orale

- **Homéopathie**

  - Sporténine ® des laboratoires Boiron

Comprimé à croquer, indiqué dans le prévention et le traitement des crampes, courbatures et la fatigue musculaire liés à l'effort physique ou le surmenage physique. Un comprimer contient de l'arnica montana 9 CH, du sarcolacticum acidum 3CH et du zincum oxydatum. Il faut prendre un comprimé la veille ou au début de l'épreuve puis un toutes les heures pendant. Ce schéma posologique peut être continué après l'effort si les symptômes persistent sans dépasser 10 comprimés par jour (73).

  - Arnicalme ® des laboratoires Boiron

Comprimé orodispersible contenant 2,5mg d'arnica montana 9 CH indiqué dans les états de fatigue musculaire. La posologie est de 2 comprimés 3 fois par jour (74).

- **Décontractant musculaire ® des laboratoires Des Granions**

La formule décontractant musculaire se présente sous forme d'ampoules buvables composées de minéraux, de vitamines et d'oligo – éléments indispensables au fonctionnement musculaire (75).

Composition			
Ingrédients		Quantité	Fonctions
Potassium		80mg	Fonctionnement neuro – musculaire : participe aux phénomènes de contraction et décontraction musculaires
Magénsium		56,25 mg	Bon fonctionnement musculaire
Cuivre		1mg	Antioxydant : protection des cellules contre le stress oxydatif
Vitamine B	B1	1,1mg	Augmente l'efficacité des minéraux et oligo – éléments et favorise leur absorption
	B6	1,4mg	
	B12	2,5µg	
Sélénium		50µg	Antioxydant : protection des cellules contre le stress oxydatif

7.4 L'échauffement

L'échauffement prépare l'organisme aux sollicitations et contraintes de l'activité physique à venir. Le corps est préparé de façon optimale à la séance par une augmentation progressive de sa température, grâce à des exercices dynamiques d'intensité croissante. Le passage de la phase de repos relatif à la phase d'activité intense doit s'exécuter par étapes.

L'échauffement agit sur le système cardiovasculaire en assurant une augmentation progressive du rythme et du débit cardiaque. Les échanges alvéolaires et capillaires sont améliorés. Les muscles sont mieux perfusés et les apports en oxygène et substrats énergétiques optimisés. En faisant travailler les muscles, la masse sanguine est redistribuée vers les zones majoritairement sollicitées. Néanmoins, la fonction principale de l'échauffement est de « chauffer », c'est – à – dire faire monter la température corporelle. La température corporelle s'élève par la transformation de l'énergie chimique, issue de l'alimentation et de réserve de l'organisme, en énergie mécanique. Cette

réaction produit de la chaleur qui hausse la température du corps (76).

L'hyperthermie induit différents phénomènes au profit du sportif pour rendre les muscles plus réactifs et mobilisés.

- Effet catalyseur des réactions chimiques au sein de l'organisme.
- La force musculaire est augmentée.
- L'étirement et la relaxation du muscle sont plus rapides. La température fait diminuer son caractère viscoélastique. Le muscle est plus facile à étirer et le temps pour revenir à la longueur initiale est diminué.
- L'augmentation de la vitesse de raccourcissement musculaire. La température élevée détruit les liens actines – myosines développés au sein des muscles au repos.
- L'activation du système nerveux. Le muscle est plus excitable et la sensibilité des capteurs des faisceaux musculaires est accrue.

La régulation de cette température est un point essentiel de l'échauffement. Une température supérieure à la normale mobilise le corps à son maximum, mais au delà d'un seuil thermique le sportif surchauffe et l'effet obtenu est inverse de celui souhaité. Pour éviter cette éventualité, la chaleur de l'organisme est évacuée vers le milieu extérieur. C'est dans le noyau que la chaleur est la plus élevée. Le flux de chaleur est dirigé vers la périphérie, c'est – à – dire vers les muscles qui se réchauffent à leur tour, puis la chaleur diffuse vers l'environnement par la peau (76).

Au repos, les flux de chaleur noyau – périphérie et périphérie – milieu extérieur sont égaux, ce qui n'est pas le cas lors de l'activité physique. Les masses musculaires mettent plus de temps à se

réchauffer. Le sportif fait face à une contrainte thermique interne, la chaleur ne doit pas s'accumuler dans le noyau, d'où l'intérêt d'un échauffement progressif (76).

Pour une bonne gestion de son potentiel physique, la préparation à l'entraînement du nageur consiste à mobiliser les grosses masses musculaires qui sont plus longues à s'échauffer. Les étirements statiques de longue durée sont à éviter, surtout à la fin de l'échauffement, car ils diminuent la température corporelle. Les muscles doivent être étirés en dessous du seuil d'amplitude douloureux (76).

Le pharmacien dans son conseil auprès du sportif lui rappel qu'un échauffement doit toujours être pratiqué avant de démarrer une activité physique. Il s'effectue par étapes pour que l'intensité de l'effort soit progressive. Ceci est bénéfique d 'un point de vue cardiovasculaire et respiratoire. D'autre part, les muscles se réchauffent et deviennent plus réactifs, plus performants et le risque de traumatismes au sein des tissus liés à l'activité physique est diminué.

8 Conclusion

Au travers de ce travail, nous avons défini les différentes tendinopathies de la coiffe des rotateurs. Pour cela, il a été nécessaire dans un premier temps de détailler les structures anatomiques environnantes et en particulier l'articulation scapulo – humérale. Elle offre une mobilité extrême à l'épaule sollicitant sans répit la coiffe des rotateurs.

Une approche technique du crawl a permis d'établir que cette nage se constitue d'un enchaînement de cycles de bras qui font avancer le nageur. Lors d'un cycle de nage, la tête humérale tourne de façon incessante dans la glène. La coiffe des rotateurs est en permanence en action pour assurer le centrage dynamique de celle – ci. Plus la puissance, la vitesse et l'amplitude des mouvements sont importantes, plus la coiffe est mise à contribution. La surcharge de travail induit des micro – lésions au sein du tendon à l'origine de tendinoses. En particulier pour l'infra – épineux et le petit rond, rotateurs externes, qui sont des muscles déficitaires chez le crawleur, soumis à un travail excentrique intense.

L'analyse de la gestuelle du crawleur a également permis de mettre en évidence, que le mouvement nocif pour les tendons de la coiffe des rotateurs, est l'abduction réalisée lors de la phase de dégagement. L'abduction réduit l'espace sous – acromial. Cela génère un conflit entre le tendon du supra – épineux et l'acromion de la scapula, appelé conflit sous – acromial.

La dernière tendinopathie est la rupture tendineuse de la coiffe des rotateurs, qui survient chez les nageurs dont les tendons sont au préalable fragilisés soit par une tendinose, soit par un conflit sous – acromial.

Nous avons ensuite abordé la prise en charge de ces 3 tendinopathies de la coiffe des rotateurs. Pour la tendinose et le conflit sous – acromial, le repos est la première démarche à suivre. Il est primordial pour favoriser la cicatrisation tissulaire et réduire la douleur. Mais il doit être relatif pour éviter la fonte musculaire et la dégénérescence graisseuse du tendon. Les antalgiques ont un intérêt uniquement symptomatique pour traiter la douleur. Les anti – inflammatoires peuvent être employés ponctuellement dans le conflit sous – acromial mais sont à proscrire en cas de tendinose, car il ne s'agit pas dans ce cas d'un processus inflammatoire, et leur action s'oppose à la bonne réparation tendineuse. Il n'existe pas de traitements médicamenteux étiologiques pour guérir ces pathologies. La prise en charge passe essentiellement par la rééducation avec un kinésithérapeute. Dans le cas d'une rupture tendineuse, l'alternative de choix chez le crawleur est l'intervention chirurgicale.

Nous avons établit que les alternatives thérapeutiques efficaces dans la prise en charge des tendinopathies de la coiffe des rotateurs sont peu nombreuses et que le retour à l'activité nécessite du temps. C'est pourquoi la prévention doit occuper une place importante dans l'esprit du crawleur. Le pharmacien doit mettre au profit du nageur toutes ses connaissances en matière de conseils et de traitements adjuvants favorisants la bonne récupération du sportif.

Bibliographie

- (1) Olivier N, Quintin G, Rogez J. Le complexe articulaire de l'épaule du nageur de haut niveau. Ann Réadapt Médecine Phys. Juin 2008;51(5):342 – 7
- (2) Viel E, Esnault M. récupération du sportif blessé, de la rééducation en chaîne fermée au streching en chaînes musculaires. Paris : Edition Masson, 2003 : 1-47, 83-102, 149-5
- (3) Forthomme B, Crielaard JM, Croisier JL. Rééducation de l'épaule du sportif : proposition d'une fiche d'évaluation fonctionnelle. J Traumtol Sport 2006;23:193-202.
- (4) Grégoire et Orbelin, précis d'anatomie, 11e édition, éditions EMInter
- (5) http://www.cnrtl.fr/definition/Enarthrose, février 2017
- (6) Dr Bertrand Boutillier, Pr Gérard Outrequin, site internet, //www.anatomie-humaine.com/Humerus.html , consulté le 24 / 04 / 2017
- (7) A.Manolova, description anatomique du mouvement, site internet science du sport, consulté le 24 / 02 / 2017
- (8) Dr Bertrand Boutillier, Pr Gérard Outrequin, site internet, http://www.anatomie-humaine.com/La-coiffe-des-rotateurs-courts.html, consulté le 25 / 04 / 2017
- (9) Thomas Le Corroller, l'intervalle des rotateurs : des lésions cachées ?, journal de radiologie vol 88 n°11 – C1, novembre 2007
- (10) François Chevalier, la sollicitation des abaisseurs extrinsèques dans les atteintes de la coiffe des rotateurs par conflit sous acromial mécanique chez les sportifs non opérés : qu'en est – il aujourd'hui ?, institut de formation régional aux métiers de la réadaptation et de la rééducation, année scolaire 2011 / 2012
- (11) Jean luc Ziltener, Sandra Leal, Jacques Ménétrey, Lésions scapulaires de surcharge et

sports de lancer, unité orthopédie et traumatologie du sport 2004

- (12) Pascal Prévost, le tendon à la loupe, sport santé et préparation physique n°5, mars 2003
- (13) Dr Sandra Leal, problématique des tendinopathies, colloque de formation MPR du 13 juin 2012
- (14) P.E Fournier, G. Rappoport, tendinopathies : physiologie et options thérapeutiques conservatrices, rev med suisse 2005, 30576
- (15) Ian McLeod, natation anatomie et mouvements, edition Vigot, 2012
- (16) El Haouat MedHassan, La sollicitation musculaire en crawl, sport net systèmes , 2000 – 2017
- (17) Gerald Gremion, Pasal Zufferey, tendinopahties du sportif : étiologie, diagnostique et traitement, Revue médicale suisse 2015 n°465, 596 – 601
- (18) Site IFCE (institut français de chirurgie de la main) rubrique syndrome du conflit sous acromial , février 2017
- (19) Srour F, Dumontier C, Loubière M, Barette G.Évaluation clinique et fonctionnelle de l'épaule douloureuse.EMC-Kinésithérapie-Médecinephysique-Réadaptation 2013;0(0):1-21[Article 26-008-C-10]
- (20) Arnaud Tixier, les différents tests de l'épaule, actukiné, article du 12 juillet 2010 http://www.actukine.com/Les-differents-tests-de-l-epaule_a715.html
- (21) Dr Hervé Pichon, examen clinique de l'épaule douloureuse chronique, corpus médical, faculté de Grenoble, mars 2003
- (22) Khan KM, Cook JL, Bonar F, Harcourt P, Astrom M. Histopathology of common tendinopathies. Update and implications for clinical management. Sports Med 1999 ; 27 (6) : 393-408.
- (23) Riley GP, Harrall RL, Constant CR, Chard MD, Cawston TE, Hazleman BL, tendon degeneration and chronic shoulder pain : changes in the collagen composition of the human

rotator cuff tendons in rotator cuff tendinitis, Ann Rheum Dis, Juin 1994 53(6) : 359 - 66

- (24) G Fong LJ Backman DA Hart Substance P enhances collagen remodeling and MMP-3 expression by human tenocytes. J Orthop Res 2013 (31)
- (25) P Danielson H Alfredson S. Forsgren Studies on the importance of sympathetic innervation, adrenergic receptors, and a possible local catecholamine production in the development of patellar tendinopathy (tendinosis) in man. Microsc Res Tech 2007 (70)
- (26) Martin Lamontagne, L'approche clinique des tendinopahties, et s'il n'y avait pas d'inflammation ?, FMOQ formation continue, mai 2004
- (27) Dr Yves Rouxel, spécialiste en chirurgie orthopédie, arthroscopie et traumatologie du sport accrédité par l'HAS, site internet, rubrique la pathologie de la coiffe des rotateurs, février 2017
- (28) Y. Abitteboul, G. Leroux, D. Laterre, D, Rivière, S. Oustric, fiche pratique, la revue du praticien médecine générale, tome 25 n° 860, avril 2011
- (29) PDF ansm http://ansm.sante.fr/var/ansmsite/storage/original/application/a6497f74fc2f18e8db0022973f9327e1.pdf, consulté le 24 / 04 / 2017
- (30) Virginie Legré, Thierry Boyer, Olivier Fichez, gestes locaux en pathologie sportive : anesthésiques, glucocorticoïdes, revue du rhumatisme 74 602 – 607 , 2007
- (31) Constant CR, Murley AHG. A clinical method of functional assessment of the shoulder.Clin Orthop Relat Res 1987;(214):160-4
- (32) site internet. Hopital.fr, http://www.hopital.fr/Le-dico-medical/Les-termes-generiques/Decoaptation, consulté le 10 / 04 / 2017
- (33) Site internet clinique Fonvert à Avignon, rééducation après opération de la coiffe des rotateurs, institut de rééducation et de chirurgie de l'épaule, http://chirurgie-epaule-fontvert.fr/reeduc_coiffe.html, consulté le 10 / 04 / 2017

- (34) Eric Lesprit, Clément Tournier, les tendinopathies et conflit sous acromial, rubrique du site internet du centre de l'épaule de Bordeaux, consulté le 28/ 03 / 2017
- (35) J.F Kaux, J.M Criellaard, critère de reprise sportive après chirurgie tendineuse, 26 octobre 2009
- (36) Admin, les différents types de contractions : concentriques, excentriques et isométriques, site internet pratique sportive, catégorie physiologie, 11 juillet 2011
- (37) Renaud Longuèvre, les mouvements excentriques et concentriques, définitions, site internet lepape info, au cœur de votre sport, rubrique santé > comprendre son corps, 20 octobre 2011
- (38) Olivier Bolliet, vidéo excentrique et prévention des blessures de l'épaule, docteur en sciences du sport, préparateur physique d'athlètes de haut niveau, formateur sportif et co – auteur de lé préparation physique moderne et les tests de terrain
- (39) Official TheraBand™ web site www.thera-band.com/ consulté le 20 / 02 / 2017
- (40) Stanish W, Rubinivich M, Curwin S : Eccentric exercise in chronic tendinitis. Clinical Orthopaedics and Related Research 1986
- (41) P. Middleton and C. Montero - Le travail musculaire excentrique : intérêts dans la prise en charge thérapeutique du sportif - Annales de réadaptation et de médecine physique - Volume 47, n° 6 p.282-289 - 2004
- (42) Coudreuse JM, Bryand F - Treatment of muscle injury - Science & Sports (2010) 25, 168—172
- (43)Croisier JL, Crielaard JM, Maquet D, Forthomme B. - Quelles applications du travail excentrique en rééducation ? - Kinésithérapie la revue, vol 9, 85-86, 56-57 - 2009
- (44) JD Rompe J Furia N. Maffulli Eccentric loading versus eccentric loading plus shock-wave treatment for midportion Achilles tendinopathy : A randomised and controlled trial. Am J Sports Med 2009

- (45) Dr Marc Bouvard, utilisation de préparations riches en facteurs de croissance (PRGF, PRP) dans l'appareil locomoteur, site du cabinet de traumatologie et médecine du sport, 17 septembre 2010
- (46) Site internet clinique Fonvert à Avignon, les plasmas riches en plaquettes (PRP) dans les pathologies tendineuses et articulaires du membre supérieur, institut de rééducation et de chirurgie de l'épaule, http://chirurgie-epaule-fontvert.fr/actu_prp.html, consulté le 10 / 04 / 2017
- (47) CIBM , injection de PRP, 9 octobre 2014, http://www.cbim-radiologie.com/fr/article/injection-de-prp
- (48) A Mishra P Randelli C Barr Platelet-rich plasma and the upper extremity. Hand Clin 2012
- (49) RJ * De Vos PL Van Veldhoven MH Moen Autologous growth factor injections in chronic tendinopathy : A systematic review. Br Med Bull 2010
- (50) J Chahal GS Van Thiel N Mall The role of platelet-rich plasma in arthroscopic rotator cuff repair : A systematic review with quantitative synthesis. Arthroscopy 2012
- (51) Mei-Dan, O., Lippi, G., Sánchez, M., Andia, I., & Maffulli, N. (2010). Autologous platelet-rich plasma: A revolution in soft tissue sports injury management? The Physician and sportsmedicine, 38(4), 127–135.
- (52) Foster, T. E., Puskas, B. L., Mandelbaum, B. R., Gerhardt, M. B., & Rodeo, S. A. (2009). Platelet-rich plasma: From basic science to clinical applications. The American journal of sports medicine, 37(11), 2259–2272
- (53) Ficek, K., Kamiński, T., Wach, E., Cholewiński, J., & Cięszczyk, P. (2011). Application of platelet rich plasma in sports medicine. Journal of human kinetics, 30, 85–97
- (54) Balasubramaniam, U., Dissanayake, R., & Annabell, L. (2015). Efficacy of platelet-rich plasma injections in pain associated with chronic tendinopathy: A systematic review. The

Physician and sportsmedicine, 1–9

- (55) Sanli, I., Morgan, B., van Tilborg, F., Funk, L., & Gosens, T. (2014). Single injection of platelet-rich plasma (PRP) for the treatment of refractory distal biceps tendonitis: Long-term results of a prospective multicenter cohort study. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA
- (56) von Wehren, L., Blanke, F., Todorov, A., Heisterbach, P., Sailer, J., & Majewski, M. (2015). The effect of subacromial injections of autologous conditioned plasma versus cortisone for the treatment of symptomatic partial rotator cuff tears. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy
- (57) site internet de l'institut de rééducation et de chirurgie de l'épaule de la clinique Fontvert à Avignon, tendinite de la coiffe, consulté le 20 / 02 / 2017
- (58) catalogue Donjoy 2016, edition II, rev G, 08 / 2016
- (59) catalogue thuasne, orthopédie 2016, ref 8008 091 000
- (60) site internet du centre d'orthopédie , Polyclinique du Parc Rambot, Aix – en – Provence, le conflit sous acromial, consulté le 28/03/2017
- (61) Thierry Soucard édition, les 3 caractéristiques fondamentales du crawl, site internet, rubrique sport info, article tiré du guide du crawl moderne de S. Sehel,5 décembre 2013
- (62) Christophe Lafon, théorie option natation, cours staps Limoage, 2014
- (63) Eve Tiollier, nutrition et performances sportives, INSEP le mag#9, juillet 2015
- (64) Frédéric Maton, Patrick Bacquaert, lactates : mieux connaître les déchets musculaires, irbms, 13 / 04 / 2015
- (65) J. D. Crane, D. I. Ogborn, C. Cupido, S. Melov, A. Hubbard, J. M. Bourgeois, M. A. Tarnopolsky. Massage Therapy Attenuates Inflammatory Signaling After Exercise-Induced Muscle Damage. Science Translational Medicine, 2012; 4 (119)
- (66) Dr, Patrick Bacquaert, arnica montana son utilisation chez le sportif, IRBMS, mars

2015

- (67) site internet des laboratoires nutergia, http://www.ergysport.com/micronutrition-sportive/, consulté le 28 / 03 / 2017
- (68) D Baudoux, M.L. Breda, huiles essentielles chémotypées, edition J.O.M, avril 2016
- (69) site internet des laboratoires PharmUp, http://www.pharmup.fr/nos-produits?prod2load=23, consulté de le 27 / 03 / 2017
- (70) site internet des laboratoires cosmediet, http://www.cosmediet.fr/baumedutigre.html, consulté le 27/03/2017
- (71) site internet des laboratoires ASEPTA Monaco, http://www.asepta.com/categorie-produit/les-gammes/akileine/sports-akileine/, consulté le 27 / 03 / 2017
- (72) site internet des laboratoires GlaxoSmithKine, http://www.syntholkine.fr/syntholkine.html, consulté le 27 / 03 / 2017
- (73) notice sportenine, http://www.boiron.fr/nos-produits/decouvrir-nos-produits/2-familles-de-medicaments/nos-principaux-medicaments/sportenine-r, consultée le 27 / 03 / 2017
- (74) notice arnicalme, http://www.boiron.fr/nos-produits/decouvrir-nos-produits/2-familles-de-medicaments/nos-principaux-medicaments/arnicalme-r, consultée le 28 / 03 /2017
- (75) site internet des laboratoires des granions, http://www.granions.fr/granions-decontractant-musculaire.html, consulté le 28 / 03 / 2017
- (76) P. Prévost, l'échauffement une nouvelle approche, gym'technic, n°35, avril – juin 2001

VU, LE PRESIDENT DU JURY

CAEN, LE

VU, LE DIRECTEUR DE L'UFR

CAEN, LE

L'université n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises
dans les thèses et mémoires. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.