



This article appeared in a journal published by Elsevier. The attached copy is furnished to the author for internal non-commercial research and education use, including for instruction at the authors institution and sharing with colleagues.

Other uses, including reproduction and distribution, or selling or licensing copies, or posting to personal, institutional or third party websites are prohibited.

In most cases authors are permitted to post their version of the article (e.g. in Word or Tex form) to their personal website or institutional repository. Authors requiring further information regarding Elsevier's archiving and manuscript policies are encouraged to visit:

<http://www.elsevier.com/copyright>

# Rééducation des épaules présentant une dyskinésie de la *scapula*

<sup>a</sup> 148, rue de Charenton, 75012 Paris, France

<sup>b</sup> 11, rue Bachelet, 75018 Paris, France

Frédéric Srour <sup>a</sup>  
Jean-Luc Nephtali <sup>b</sup>

Reçu le 17 mars 2012 ; accepté le 24 avril 2012

## RÉSUMÉ

Les anomalies de positionnement et de cinématique de la *scapula* sont potentiellement génératrices de douleurs et dysfonctions de l'épaule (en particulier les pathologies liées aux dysfonctionnements de la coiffe des rotateurs). Des études cliniques et de laboratoires ont permis de quantifier ces anomalies et d'en identifier les mécanismes. Une mauvaise posture thoracique, un contrôle musculaire inadapté et des raideurs tissulaires à l'origine de déficit d'amplitudes articulaires, perturbent cette cinématique et conduisent au développement de pathologies de l'épaule. Ces dysfonctionnements font l'objet d'une rééducation ciblée reposant sur des étirements dans le but de récupérer des amplitudes articulaires physiologiques, des exercices visant à renforcer des muscles déficients et à rétablir un contrôle musculaire efficace afin d'améliorer la stabilisation de la *scapula*.

Niveau de preuve. – Non adapté.

© 2012 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

## SUMMARY

Positioning and kinematic abnormalities of the scapula are potentially contributors to pain and dysfunction of the shoulder (especially diseases associated with rotator cuff dysfunctions). Clinical and laboratory studies were used to quantify and to identify these mechanisms of abnormalities. Poor posture, muscle weakness and soft tissues tightness may have an influence on range of motion, can disturb kinematics, and lead to development of shoulder disorders. To recover physiological range of motion, these disorders should be addressed by a rehabilitation based on stretching, exercises to strengthen muscles and restore muscle control to improve scapula stabilization.

Level of evidence. – Non applicable.

© 2012 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

## INTRODUCTION

Les dyskinésies de la *scapula* regroupent à la fois les anomalies de mouvement et les anomalies de positionnement de la *scapula*. On les retrouve associées aux pathologies d'épaule dans 68 à 100 % des cas [1], sans savoir si elles sont à l'origine de l'atteinte de l'épaule ou si elles en sont une des conséquences.

*Les dyskinésies résultent souvent d'une*

*désorganisation de la coordination musculaire des muscles scapulo-huméraux, cervicoscapulaires et thoracoscapulaires [2–7].*

Les causes de cette désorganisation sont en relation avec la douleur, la posture, les synergies musculaires, la physiologie des différentes articulations de l'épaule, la tension de structures musculotendineuses, la présence d'un conflit sous-acromial, l'atteinte neurologique périphérique ou centrale, etc.

## Mots clés

Dyskinésie  
Épaule  
Rééducation  
*Scapula*

## Keywords

*Dyskinesia*  
*Shoulder*  
*Rehabilitation*  
*Scapula*

## Auteur correspondant.

Frédéric Srour,  
148, rue de Charenton,  
75012 Paris, France.  
Adresse e-mail :  
fredsrour@hotmail.com

Le but de cet article est de proposer des pistes de rééducation prenant en compte les facteurs contribuant aux dyskinésies de la *scapula* identifiées lors de l'examen clinique [8]. Ces pistes de rééducation sont à envisager dans le cadre de la prise en charge d'une épaule douloureuse à l'exclusion de toutes affections neurologiques (paralysie du long nerf thoracique, dyskinésie de la *scapula* après accident vasculaire cérébral, syndrome de Personage Turner, etc.). Nous présenterons prioritairement des données existantes de la littérature sur le sujet, auxquelles nous ajouterons quelques éléments issus de notre pratique personnelle.

*favorise les anomalies de cinématique scapulaire et la correction des mauvaises postures, avant de s'intéresser aux composantes scapulo-thoracique et scapulo-humérale [5].*

La stabilité de la *scapula* est donc recherchée préalablement au mouvement scapulo-huméral et le contrôle de la *scapula* est indissociable des mouvements du tronc lors des exercices actifs.

Afin de déterminer nos choix et orientations thérapeutiques, nous nous sommes inspirés du travail d'Ellenbecker et Cools [10] et de leur algorithme décisionnel (Fig. 1).

### CHRONOLOGIE DE LA RÉÉDUCATION DES DYSKINÉSIES DE LA SCAPULA

McMullen et Uhl proposent un protocole thérapeutique basé sur les chaînes musculaires (*Kinetic Chains*) [9]. Ce protocole est constitué d'étapes à franchir chronologiquement. Elles correspondent à une rééducation musculaire proximo-distale.

*La rééducation des dyskinésies débute par la levée des tensions musculaires des muscles à l'origine d'un manque de souplesse du rachis thoracique (voir paragraphe 3), d'une cyphose thoracique avec enroulement des épaules et antéprojection de la tête*

### INTERVENTION SUR LA POSTURE

L'intervention du kinésithérapeute sur la posture d'un patient présentant une épaule douloureuse associée à une dyskinésie, consiste à analyser les éléments qui peuvent être en cause et tenter d'en inverser les composantes.

La présence d'une cyphose thoracique avec enroulement des épaules et antéprojection de la tête favorise les anomalies de cinématique scapulaire pouvant générer un conflit sous-acromial (diminution de la bascule postérieure et augmentation de la rotation médiale de la *scapula* associées à une diminution de l'activité du serratus anterior) [11–15] (Fig. 2).

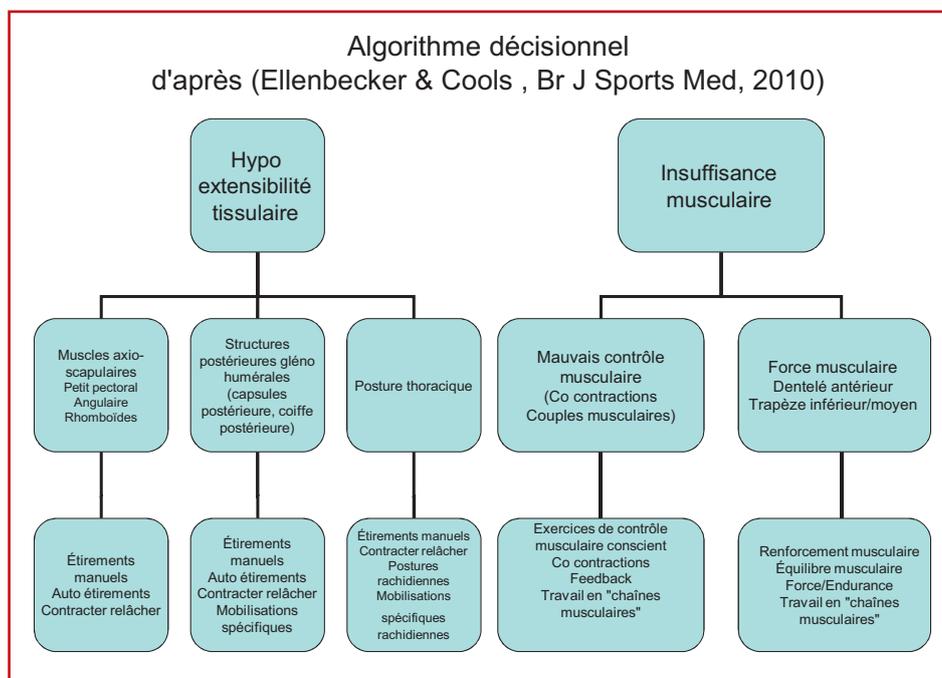


Figure 1. Algorithme décisionnel inspiré d'Ellenbecker et Cools. [10].



Figure 2. La cyphose thoracique participe à l'enroulement des épaules.

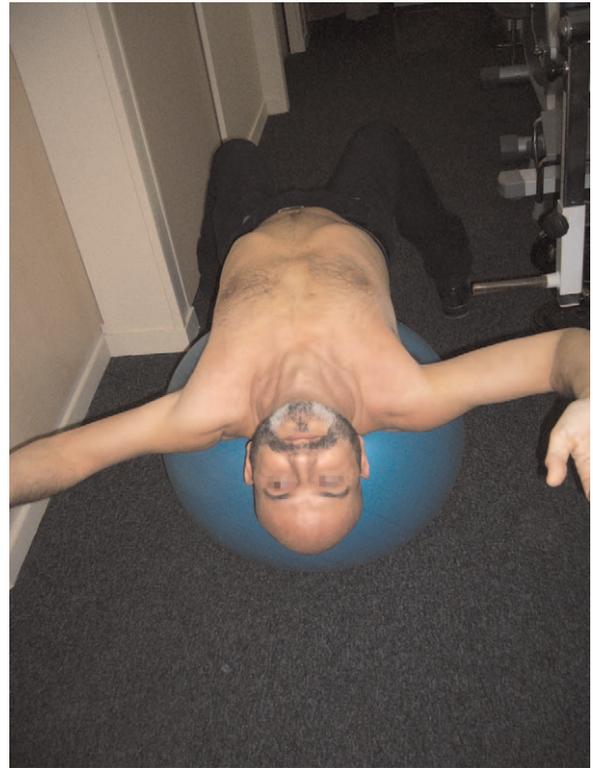


Figure 4. Majoration de l'extension thoracique et de la bascule postérieure des *scapulae* par auto-étirement sur ballon de Klein.

À l'examen de ces patients, on retrouve des structures musculotendineuses et aponévrotiques antérieures (pectoralis major, pectoralis minor, scalenius, fascia clavi-pectoral, etc.) en tension et un manque de souplesse du rachis thoracique en extension. Des étirements ciblés, réalisés par le kinésithérapeute ou par le patient lui-même, réduisent cette organisation posturale (Fig. 3 et 4).

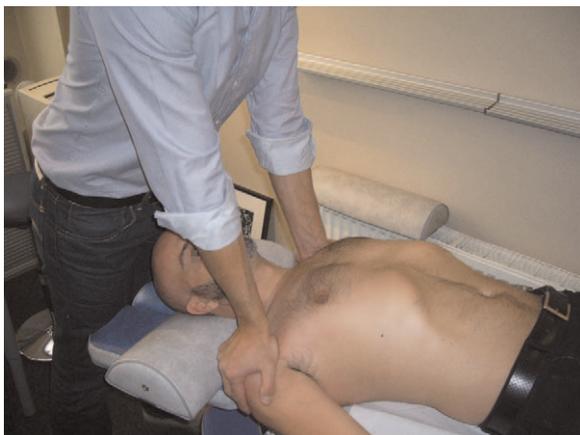


Figure 3. Extension du rachis thoracique et bascules postérieures des *scapulae* par poussées postérieures bilatérales sur les épaules.

## INTERVENTION SUR LES TENSIONS MUSCULAIRES

Les activités quotidiennes et de travail sont à l'origine de tensions musculaires cervicoscapulaires et thoracoscapulaires [16], qui provoquent des douleurs ou des modifications du positionnement de la *scapula*, et sont donc à traiter [5,17]. La douleur modifie l'activité musculaire des stabilisateurs de la *scapula* [18].

Les muscles les plus particulièrement concernés sont : levator *scapulae*, trapezius superior, latissimus dorsi, teres minor [5] (Fig. 5–8).

Le manque d'extensibilité du pectoralis minor perturbe la cinématique scapulaire en limitant la bascule postérieure lors de l'élévation du bras [19]. Afin d'améliorer cette extensibilité et d'entretenir l'effet des levées des tensions musculaires, les patients réalisent des auto-étirements reproduisant les positions d'étirement les plus efficaces pour ce muscle [20] (Fig. 9–11).

Les techniques de levées de tensions musculaires participent à la mobilisation de la clavicule. Par exemple, la poussée postérieure réalisée sur le moignon de l'épaule lors de la levée de tension du pectoralis minor (Fig. 9) mobilise la clavicule en rotation postérieure et en rétraction. Ces mouvements sont indissociables de la bascule



Figure 5. Levée de tension du trapèze supérieur gauche (l'appui mentonnier permet de maintenir une flexion cervicale haute lors de la levée de tension du trapezius superior).



Figure 8. Levée de tension du teres major droit.

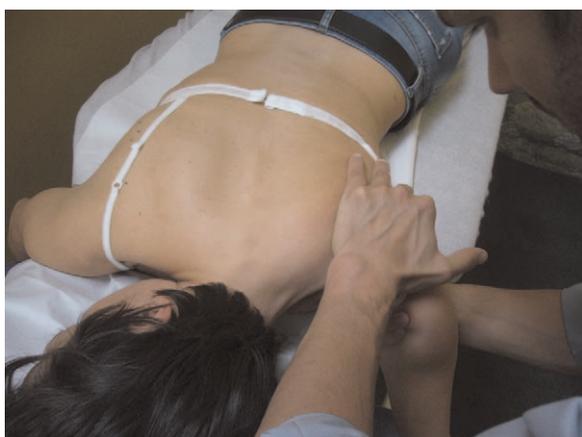


Figure 6. Levée de tension de l'élevateur de la *scapula* gauche.



Figure 7. Levée de tension du latissimus dorsi droit.

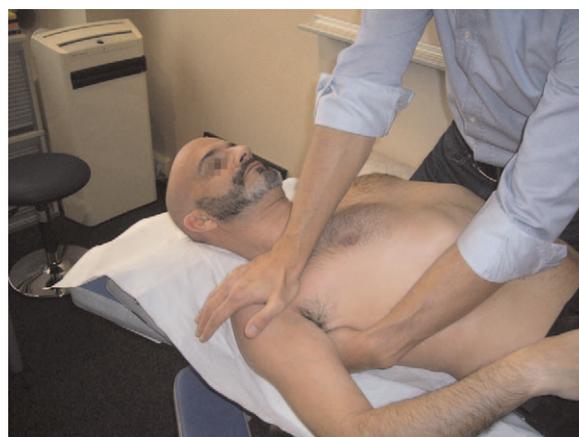


Figure 9. Levée de tension du petit pectoral droit.

postérieure de la *scapula* que l'on retrouve lors de l'élévation du bras.

### INTERVENTION SUR LES STRUCTURES POSTÉRIURES DE L'ÉPAULE

Les structures postérieures de la scapulo-humérale (capsule postérieure, infra-spinatus, teres minor) provoquent, lorsqu'elles sont hypo-extensibles, un déficit de la rotation médiale [21].

*Il a été montré que ce déficit perturbe le positionnement et la cinématique scapulaire [22].*

Il est donc conseillé de récupérer la rotation médiale de la scapulo-humérale en étirant les éléments postérieurs de l'épaule.



Figure 10. Auto-étirement unilatéral du petit pectoral en position rotation externe en position 2 (RE2) en utilisant un angle de mur.

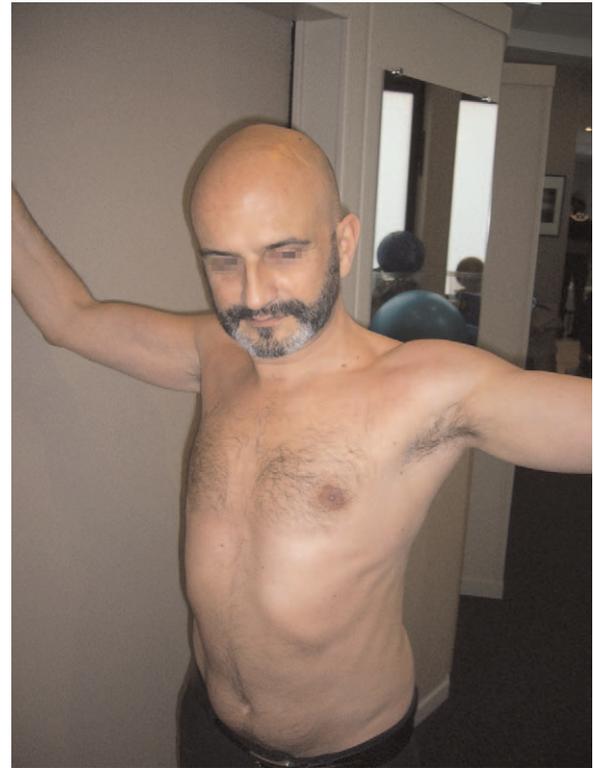


Figure 11. Auto-étirement du petit pectoral bilatéral en position rotation externe en position 2 (RE2) sur les deux chambranles d'une porte.

Deux étirements sont généralement proposés : le *Cross-body stretch* et le *Sleeper stretch* [23–25] :

- le *Sleeper stretch* [23,24] s'effectue en décubitus homolatéral, épaule et coude à 90° de flexion. Il consiste à réaliser une rotation médiale de la scapulo-humérale par une poussée sur l'avant-bras vers le sol avec la main controlatérale (Fig. 12) ;
- le *Cross-body stretch* (CBS) [24,25] s'effectue l'épaule à 90° de flexion, et consiste à réaliser une adduction horizontale par une poussée sur le coude homolatéral (Fig. 13).

McClure et al. [25] ont montré, dans une étude sur 54 sujets asymptomatiques présentant un déficit de rotation médiale supérieure à 10°, que le CBS était plus efficace que le *Sleeper Stretch*, pour récupérer la mobilité en rotation médiale. Les sujets étaient répartis en deux groupes : le premier groupe réalisait cinq étirements de 30 secondes du CBS une fois par jour ; le second groupe réalisait des étirements selon la même procédure (5 × 30'') du *Sleeper Stretch*.

Cools et al. [24] ont montré que les étirements de type angulaire (*Sleeper stretch*, CBS) et les étirements de type non angulaire (mobilisations spécifiques de la scapulo-humérale en translation) amélioreraient la rotation médiale limitée chez des athlètes de lancer, et aidaient

à réduire les douleurs de ceux qui, de plus, présentaient des symptômes de conflit sous-acromial.

Notre expérience clinique a permis de constater que le *Sleeper Stretch*, lorsqu'il est réalisé avec précaution et précision, apporte à la fois un soulagement sur des



Figure 12. *Sleeper stretch*. Le patient maintient la position entre 20' et 30' et répète l'étirement cinq fois.



Figure 13. *Cross-body stretch*. La position est maintenue 20 à 30', cinq fois de suite.

épaules douloureuses, une augmentation de la mobilité scapulo-humérale en adduction horizontale et une diminution du décollement apparent du bord médial de la *scapula*.

Moore et al. ont montré que les *Muscle Energy Techniques*, issues des techniques de « contracter-relâcher », améliorent les amplitudes de la rotation médiale et de l'adduction horizontale chez les lanceurs [26]. Ces

techniques consistent à réaliser une contraction isométrique à 25 % de la force maximale des muscles à étirer en position de course externe. Après un relâchement, le sujet doit accentuer le mouvement recherché, aidé par le kinésithérapeute.

### EXERCICES THÉRAPEUTIQUES ACTIFS

Au regard des dernières recherches concernant le rôle de la *scapula* dans les pathologies de l'épaule [19,27–29], les programmes d'exercices proposés mettent l'accent sur la rééducation de la musculature scapulaire. Cette rééducation musculaire a pour objectif de stimuler et renforcer la co-contraction du couple serratus anterior/trapezius, moteur de la sonnette latérale, en insistant sur le serratus anterior qui active, par ailleurs, la rotation latérale et la bascule postérieure de *scapula* lors de l'élévation du bras [30].

#### Première phase de rééducation musculaire : contrôle positionnel de la *scapula*

Lors d'une première phase de rééducation, il est nécessaire de procéder à un travail de positionnement conscient de la *scapula* en position de repos. Mottram [31] a

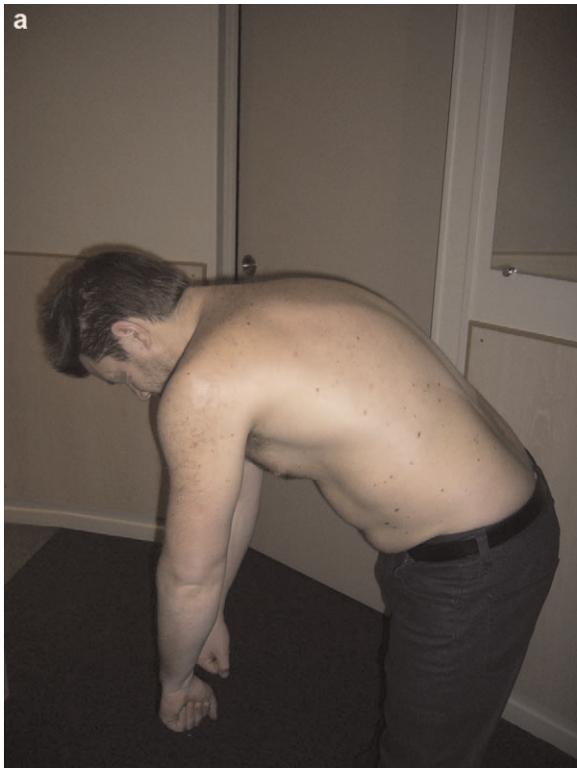


Figure 14. a : position de départ de l'exercice *Elbows in the pockets* ; b : position d'arrivée de l'exercice *Elbows in the pockets*.

décrit une procédure de contrôle positionnel de la scapula (*Scapular Orientation Exercise*). L'exercice consiste en un positionnement volontaire moyen de la scapula (ce qui correspond à une position intermédiaire de sonnette médiale/latérale, bascule antérieure/postérieure, et rotation médiale/latérale). Le patient doit répéter ce positionnement sous le contrôle verbal et manuel du thérapeute, puis seul. Les auteurs ont montré la reproductibilité du positionnement par le patient et l'activation musculaire associée, notamment le serratus anterior [32].

Roy et al. [33] ont montré, lors d'une étude pilote, qu'un programme de contrôle musculaire et de renforcement améliore à court terme la douleur et la fonction de l'épaule chez des patients présentant les symptômes d'un conflit sous-acromial. Le programme de contrôle musculaire consistait à faire pratiquer des mouvements d'élévation du bras avec contrôle et correction manuelle du mouvement scapulaire en fonction des anomalies observées [33].

### Deuxième phase de rééducation musculaire : stimulation et équilibre musculaire

L'étape suivante consiste, en fonction des données de l'examen clinique, à stimuler les co-contractions musculaires et rétablir l'équilibre des couples de force (serratus anterior, trapezius), et éventuellement la force musculaire en cas de déficit avéré. Kibler et al. [34] ont proposé des exercices combinant l'extension du tronc et rétraction scapulaire. Ainsi, par exemple, les exercices appelés *elbows in the pockets* (coudes dans les poches arrière) ou *low row* (le rameur bas) ont été décrits. Il a été montré que ces exercices activent la musculature périscapulaire sans sollicitation importante de l'articulation de l'épaule [34].

Le premier exercice (*elbows in the pockets*) consiste, à partir d'une position de flexion thoracique et protraction des épaules, à effectuer une extension thoracique et rétractions scapulaires avec l'idée de « rentrer les coudes dans les poches arrière du pantalon » en évitant une extension lombaire excessive (Fig. 14a, b).

Si cet exercice s'avère trop douloureux pour les épaules, on propose le *low row* au cours duquel il est demandé une extension du membre supérieur concerné combinée à une extension thoracique et une rétraction scapulaire, contre une résistance fixe en mode isométrique ou en mode dynamique contre une résistance élastique (Fig. 15).

Lorsqu'un déficit ou un déséquilibre musculaire a été identifié à l'examen, des exercices sollicitant les muscles faibles en limitant l'activité des muscles hyperactifs sont proposés. En raison de la faiblesse des trapezius inferior et serratus anterior, associée à une hyperactivité des trapezius superior couramment observée lors des douleurs et dysfonctions d'épaules [19], les exercices

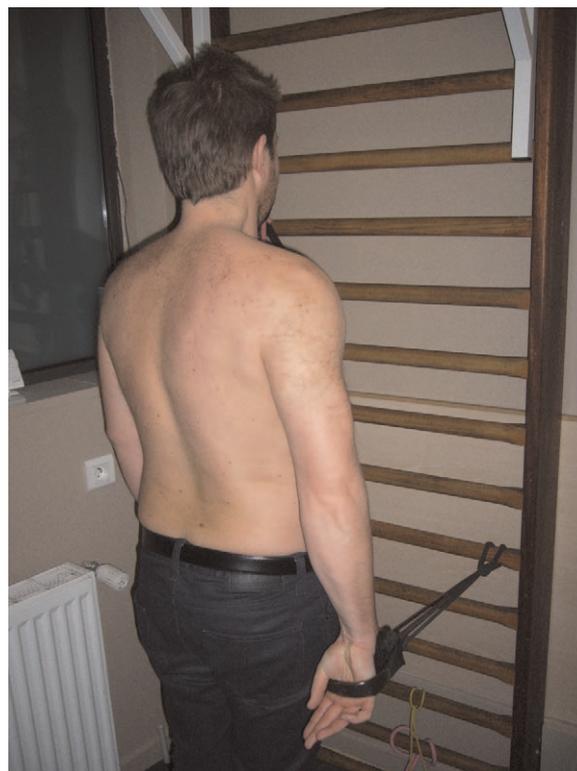


Figure 15. Exercice *low row* contre résistance élastique.

avec un faible ratio trapezius superior/trapezius inferior, et trapezius superior/serratus anterior devraient être privilégiés.

Maenhout et al. [35] ont montré l'influence du positionnement des membres inférieurs sur le recrutement du serratus anterior ou du trapezius inferior lors d'exercices en chaîne fermée de type pompes « plus ». Cet



Figure 16. Recrutement du trapezius inferior (TI) et du serratus anterior (SA) gauche : poussée du membre supérieur gauche sur un ballon afin de solliciter le SA associée à une élévation du membre inférieur controlatéral afin de solliciter le TI.



Figure 17. Renforcement des rotateurs latéraux en position rotation externe en position 1 (RE1).

exercice consiste à effectuer, en position quadrupédique, des mouvements de rétraction et protraction des *scapulae*. Il a été ainsi montré une augmentation de l'activité électromyographique du serratus anterior lors de l'élévation du membre inférieur homolatéral et

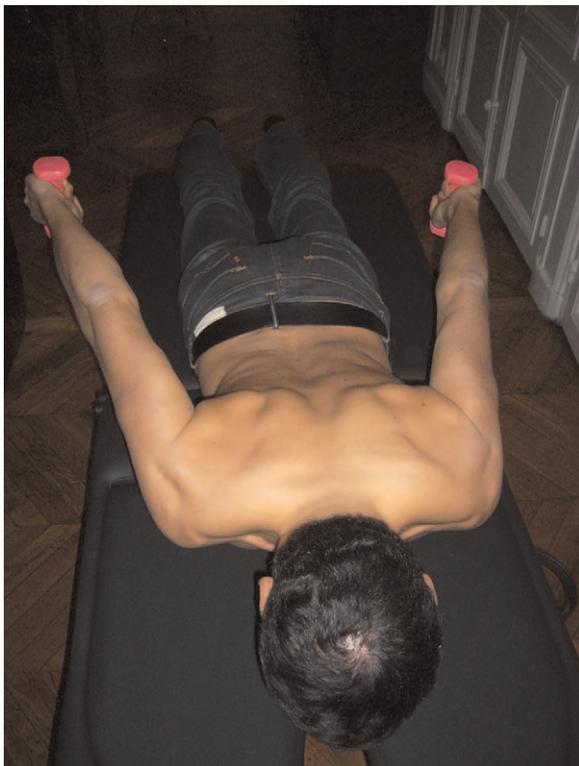


Figure 18. Exercice du « Prone Cobra » en extension des épaules et du rachis en procubitus avec altères pour solliciter entre autre les trapèzes inférieurs.

une augmentation de l'activation du trapezius inferior lors de l'élévation du membre inférieur controlatéral [35] (Fig. 16).

Demey et al. [36] ont montré que certains exercices favorisent un rapport optimal trapezius superior/trapezius inferior et un retard d'activation du trapezius superior par rapport à l'activation du trapezius inferior. Ainsi, par exemple, en latérocubitus controlatéral, la rotation latérale coude au corps avec haltère ou la flexion, montrent un faible ratio trapezius superior/trapezius inferior (Fig. 17). L'extension bilatérale des membres supérieurs en procubitus active de façon plus précoce le trapezius inferior par rapport au trapezius superior (Fig. 18).

### Troisième phase de rééducation musculaire : force et endurance

Enfin, une fois l'équilibre musculaire rétabli, on vise la récupération de la force et de l'endurance par entraînement général des muscles de la région scapulaire.

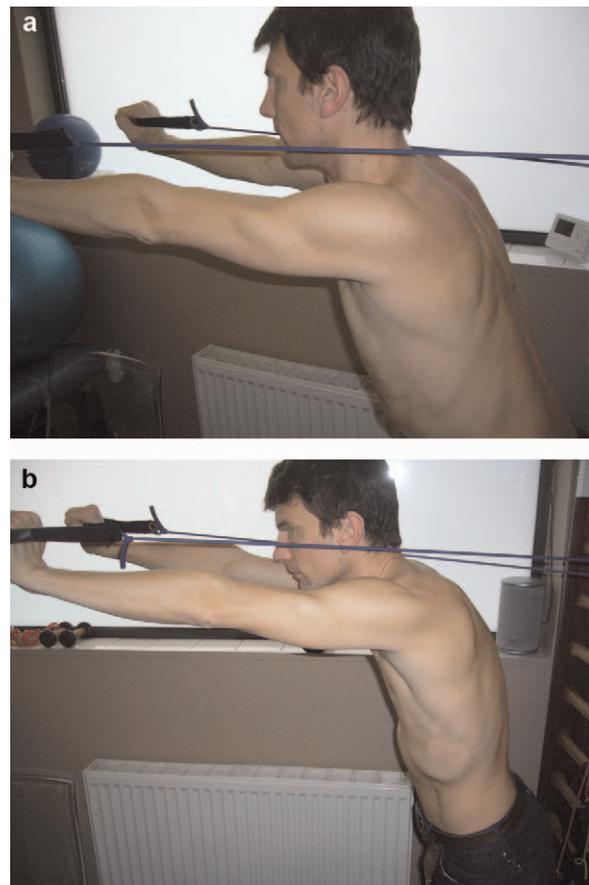


Figure 19. a : position de départ du *Serratus Punch* ; b : position d'arrivée du *Serratus punch*. Le mouvement réalisé correspond à une sagittalisation des *scapulae* afin de solliciter les dentelés antérieurs.

Plusieurs études ont analysé l'activation musculaire lors d'exercices sélectionnés. On trouve une synthèse générale de la littérature dans la revue de Reinold et al. [37]. Les muscles du couple serratus anterior/trapezius inferior sont privilégiés.

Exemples : Decker et al. [38], dans une étude sur 20 sujets sains pratiquant huit exercices courants de rééducation, ont montré une activité électromyographique plus importante du serratus anterior dans les différentes formes de « pompes » (*push-up plus*), le *serratus punch* et le *dynamic hug* :

- *push-up plus* : ce sont les exercices de « pompes » classiques pendant lesquels à la fin de l'extension des coudes est ajouté une protraction des *scapulae*. Concrètement, il est demandé au patient, lorsque les coudes sont en extension, de « bomber le dos » et de « pousser sur le sol » afin de réaliser de sagittaliser les *scapulae*. L'exercice peut se pratiquer en appui sur les mains et les pieds pour la force ou les mains et les genoux pour l'endurance [39] ;
- *serratus punch* : le sujet se tient debout dos à un espalier sur lequel est fixé un élastique tenu par une poignée à hauteur d'épaule, coude en extension et *scapula* rétractée. Le sujet effectue alors une

protraction et un retour lent en rétraction de la *scapula* (Fig. 19a, b). Cet exercice se pratique aussi en décubitus ;

- *dynamic hug* (ou « accolade dynamique ») : le sujet est dos à un espalier sur lequel est fixé un élastique tenu par les deux mains. Les coudes sont fléchis à 45°, les bras en abduction de 60° et rotation médiale de 45°. Le sujet effectue alors une adduction horizontale bilatérale (ou flexion horizontale) dans un geste ressemblant à celui de prendre quelqu'un dans ses bras (accolade). Une fois que les mains se touchent (ou se croisent devant la poitrine), le sujet revient à la position de départ.

Ekstrom et Donatelli [40] ont montré que l'abduction horizontale avec rotation latérale, en procubitus, activait de façon préférentielle le trapezius inferior, surtout si l'alignement du bras se faisait dans le prolongement des fibres du muscle (Fig. 20 et 21). Sur un plan pratique, nous lui préférons l'exercice de rotation latérale coude au corps en latérocubitus controlatéral, présentant une activation moindre du trapezius inferior, mais moins contraignant pour l'articulation glénohumérale (Fig. 17), ou la rotation latérale bilatérale coude au corps avec rétraction et bascule postérieure des *scapulae* [41] (Fig. 22).

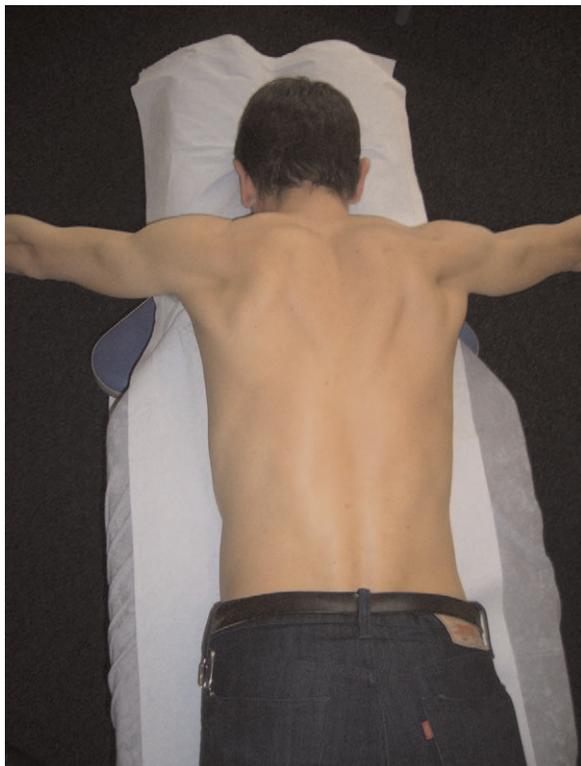


Figure 20. Abduction horizontale et rotation latérale en procubitus afin de solliciter les fixateurs des *scapulae* et préférentiellement des trapèzes inférieurs.



Figure 21. Variante avec les membres supérieurs dans la direction des fibres des trapèzes inférieurs.



Figure 22. Rotation externe bilatérale en RE1 contre résistance élastique.

Cette rééducation musculaire peut intégrer des exercices du style diagonale de Kabat ou *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation* qui reproduisent des mouvements globaux et fonctionnels, associant le buste, le bassin et les membres inférieurs contre résistance élastique [28,29] (Fig. 23 et 24).

## TAPING

Certaines contentions adhésives (*taping*), à effet « mécanique » ou « proprioceptif », ont été proposées pour les anomalies de cinématique et de positionnement de la *scapula* [42].

Dans notre pratique, nous appelons *tape*, la bande appliquée sur la peau qui constitue une contention. Pour plus de commodité, nous utiliserons ce terme dans la suite de l'exposé.

McConnell propose une application des *tape* basée notamment sur sa direction en fonction du muscle sur lequel ils sont posés. Les bandes de *tape* posées perpendiculairement aux fibres favoriseraient leur « inhibition », celles posées dans le sens des fibres favoriseraient leur « activation » [42]. Alexander et al. reviennent sur cette théorie dans une étude EMG sur des sujets sains qui retrouve au contraire qu'un *tape* posé dans le sens des fibres du trapezius inferior en inhiberait l'activité [43].

Nous présentons ici deux types de *tape* :

- les premiers ont pour but d'améliorer l'équilibre musculaire du couple serratus anterior-trapezius. Un *tape* sur le trapezius superior (Fig. 25) vise lors de l'élévation du bras présentant des épaules conflictuelles,



Figure 23. a : position de départ en flexion-adduction-rotation médiale de l'épaule droite ; b : position d'arrivée en extension-abduction-rotation externe.



Figure 24. a : position de départ d'une diagonale mettant en jeu les membres supérieurs, le bassin et les membres inférieurs ; b : position d'arrivée de la diagonale sollicitant entre autre le dentelé antérieur.

à en diminuer l'activité mesurée à l'EMG de surface, et à augmenter l'activité du trapezius inferior [44] ;

- d'autres *tape* sont proposés pour stabiliser la *scapula* contre le grill costal lors de l'élévation du bras [42] (Fig. 26).

Dans notre pratique, nous utilisons ces *tape* lors des séances de rééducation dans l'intention d'optimiser le

travail de la musculature périscapulaire. Ils sont conservés pendant 24 à 48 heures en fonction de la tolérance cutanée des patients, qui est un facteur limitant de l'utilisation de cette technique.

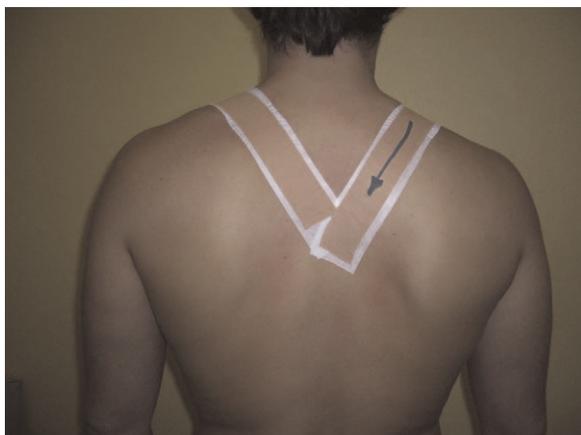


Figure 25. *Tape* bilatéral des trapèzes supérieurs.

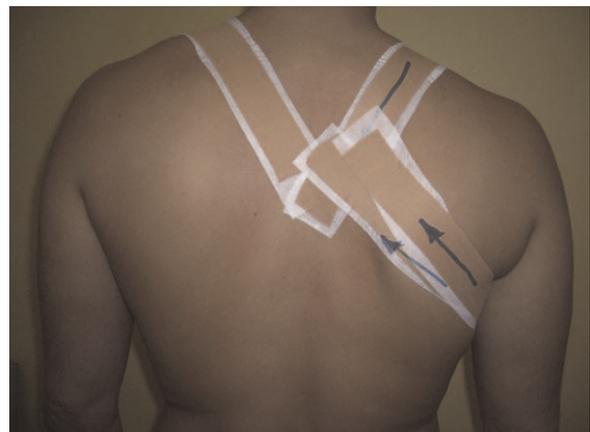


Figure 26. *Tape* complémentaire ayant pour but de stabiliser la *scapula* dans le cadre d'un déficit d'activité du dentelé antérieur.

## CONCLUSION

La prise en charge des dyskinésies scapulo-thoraciques, lorsqu'elles sont identifiées, devrait découler de la compréhension des mécanismes supposés générateurs de ces troubles et sur l'évaluation précise des déficits. Elle s'intègre dans la prise en charge plus spécifique des douleurs et dysfonctions de l'épaule (pathologies de coiffe, instabilités, enraidissement, etc.). Les interventions intéressent principalement les tissus mous et reposent sur les étirements (capsulaires et musculaires), le contrôle et le renforcement musculaires. Si l'action des différents exercices présentés, sur la mobilité scapulaire et l'activation musculaire, est bien établie, leurs effets sur la résolution effective des dyskinésies et l'atténuation des symptômes d'une pathologie donnée restent à montrer.

### Points essentiels

- Les dyskinésies sont souvent la conséquence d'une désorganisation de la coordination musculaire des muscles scapulo-huméraux, cervicoscapulaires et thoracoscapulaires.
- La présence d'une cyphose thoracique avec enroulement des épaules et antéprojection de la tête favorise les anomalies de cinématique scapulaire pouvant générer un conflit sous-acromial.
- Le manque d'extensibilité du pectoralis minor a une incidence sur la cinématique scapulaire en limitant la bascule postérieure lors de l'élévation du bras.
- Il a été montré que le déficit de rotation médiale de la scapulo-huméral perturbe le positionnement et la cinématique scapulaires.
- La rééducation musculaire a pour objectif de stimuler et renforcer la co-contraction du couple serratus anterior/trapezius.

### Déclaration d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

## RÉFÉRENCES

- [1] Warner JJ, Micheli LJ, Arslanian LE, Kennedy J, Kennedy R. Scapulothoracic motion in normal shoulders and shoulders with glenohumeral instability and impingement syndrome: a study using Moire topographic analysis. *Clin Orthop* 1992;285:191–9.
- [2] Cole A, McClure P, Pratt N. Scapular kinematics during arm elevation in healthy subjects and patients with shoulder impingement syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 1996;23:68.
- [3] Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther* 2000;80:276–91.
- [4] McQuade KJ, Dawson J, Smidt GL. Scapulothoracic muscle fatigue associated with alterations in scapulohumeral rhythm kinematics during maximum resistive shoulder elevation. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;28:74–80.
- [5] Kibler WB, McMullen J. Scapular dyskinesis and its relation to shoulder pain. *J Am Acad Orthop Surg* 2003;11(2):142–51.
- [6] Laudner KG, Moline MT, Meister K. The relationship between forward scapular posture and posterior shoulder tightness among baseball players. *Am J Sports Med* 2010;38(10):2106–12.
- [7] McClure PW, Michener LA, Karduna AR. Shoulder function and 3-dimensional scapular kinematics in people with and without shoulder impingement syndrome. *Phys Ther* 2006;86(8):1075–90.
- [8] Srouf F, Nephthali JL. Examen clinique et tests de la scapula. *Kinesither Rev* 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.kine.2012.05.018>.
- [9] McMullen J, Uhl TL. A kinetic chain approach for shoulder rehabilitation. *J Athl Train* 2000;35:329–37.
- [10] Ellenbecker TS, Cools A. Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: an evidence-based review. *Br J Sports Med* 2010;44(5):319–27.
- [11] Thigpen CA, Padua DA, Michener LA, Guskiewicz K, Giuliani C, Keener JD, et al. Head and shoulder posture affect scapular mechanics and muscle activity in overhead tasks. *J Electromyogr Kinesiol* 2010;20(4):701–9.
- [12] Borstad JD. Resting position variables at the shoulder: evidence to support a posture-impairment association. *Phys Ther* 2006;86(4):549–57.
- [13] Bullock MP, Foster NE, Wright CC. Shoulder impingement: the effect of sitting posture on shoulder pain and range of motion. *Man Ther* 2005;10:28–37.
- [14] Finley MA, Lee RY. Effect of sitting posture on 3-dimensional scapular kinematics measured by skin-mounted electromagnetic tracking sensors. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84(4):563–8.
- [15] Kebaetse M, McClure P, Pratt NA. Thoracic position effect on shoulder range of motion, strength, and three-dimensional scapular kinematics. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80(8):945–50.
- [16] Cote P, (van d) V, Cassidy JD, Carroll LJ, Hogg-Johnson S, Holm LW, et al. The burden and determinants of neck pain in workers: results of the Bone and Joint Decade 2000–2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders. *Spine* 2008;33(4 Suppl):S60–74.
- [17] Péninou G, Tixa S. Les tensions musculaires : du diagnostic au traitement. Masson; 2009.
- [18] Pyndt Diederichsen L, Winther A, Dyhre-Poulsen P, Krogsgaard MR, Nørregaard J. The influence of experimentally induced pain on shoulder muscle activity. *Exp Brain Res* 2009;194:329–37.
- [19] Ludewig PM, Reynolds JF. The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. *J Orthop Sports Phys Ther* 2009;39(2):90–104.
- [20] Muraki T, Aoki M, Izumi T, et al. Lengthening of the pectoralis minor muscle during passive shoulder motions and stretching

- techniques: a cadaveric biomechanical study. *Phys Ther* 2009;89:333–41.
- [21] Yang JL, Chen SY, Chang CW, Lin JJ. Quantification of shoulder tightness and associated shoulder kinematics and functional deficits in patients with stiff shoulders. *Man Ther* 2009;14(1):81–7.
- [22] Borich MR, Bright JM, Lorello DJ, Cieminski CJ, Buisman T, Ludewig PM. Scapular angular positioning at end range internal rotation in cases of glenohumeral internal rotation deficit. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006;36(12):926–34.
- [23] Laudner KG, Sipes RC, Wilson JT. The acute effects of sleeper stretches on shoulder range of motion. *J Athl Train* 2008;43(4):359–63.
- [24] Cools AM, Johansson FR, Cagnie B, Cambier DC, Witvrouw EE. Stretching the posterior shoulder structures in subjects with internal rotation deficit: comparison of two stretching techniques. *Shoulder Elbow* 2012;4:56–63.
- [25] McClure P, Balaicuis J, Heiland D, Broersma ME, Thorndike CK, Wood A. A randomized controlled comparison of stretching procedures for posterior shoulder tightness. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007;37(3):108–14.
- [26] Moore SD, Laudner KG, McLoda TA, Shaffer MA. The immediate effects of muscle energy technique on posterior shoulder tightness: a randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther* 2011;41(6):400–7.
- [27] Kibler WB, Ludewig PM, McClure P, Uhl TL, Sciascia A. Scapular Summit 2009: introduction. July 16, 2009, Lexington, Kentucky. *J Orthop Sports Phys Ther* 2009;39(11):A1–3 [Review].
- [28] Kibler WB, Sciascia A. Current concepts: scapular dyskinesis. *Br J Sports Med* 2010;44(5):300–5.
- [29] Uhl TH, Kibler WB. The role of the scapula in rehabilitation. In: Wilk KE, Reinold MM, Andrews JR, editors. *The Athlete's Shoulder*. Churchill Livingstone Elsevier; 2009.
- [30] Phadke V, Camargo P, Ludewig P. Scapular and rotator cuff muscle activity during arm elevation: a review of normal function and alterations with shoulder impingement. *Rev Bras Fisioter* 2009;13(1):1–9.
- [31] Mottram SL. Dynamic stability of the scapula. *Man Ther* 1997;2:123–31.
- [32] Mottram SL, Woledge RC, Morrissey D. Motion analysis study of a scapular orientation exercise and subjects' ability to learn the exercise. *Man Ther* 2009;14:13–8.
- [33] Roy JS, Moffet H, Hébert LJ, et al. Effect of motor control and strengthening exercises on shoulder function in persons with impingement syndrome: a single subject study design. *Man Ther* 2009;14:180–8.
- [34] Kibler WB, Sciascia AD, Uhl TL, et al. Electromyographic analysis of specific exercises for scapular control in early phases of shoulder rehabilitation. *Am J Sports Med* 2008;36:1789–98.
- [35] Maenhout A, Van Praet K, Pizzi L, Van Herzeele M, Cools A. Electromyographic analysis of knee push up plus variations: what is the influence of the kinetic chain on scapular muscle activity? *Br J Sports Med* 2010;44(14):1010–5.
- [36] De Mey K, Cagnie B, Danneels LA, Cools AM, Van de Velde A. Trapezius muscle timing during selected shoulder rehabilitation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther* 2009;39(10):743–52.
- [37] Reinold MM, Escamilla RF, Wilk KE. Current concepts in the scientific and clinical rationale behind exercises for glenohumeral and scapulothoracic musculature. *J Orthop Sports Phys Ther* 2009;39(2):105–17.
- [38] Decker MJ, Hintermeister RA, Faber KJ, Hawkins RJ. Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *Am J Sports Med* 1999;27(6):784–91.
- [39] Van de Velde A, De Mey K, Maenhout A, Calders P, Cools AM. Scapular-muscle performance: two training programs in adolescent swimmers. *J Athl Train* 2011;46(2):160–7 [Discussion 168–9].
- [40] Ekstrom RA, Donatelli RA, Soderberg G. Surface electromyographic analysis of exercises for the trapezius and serratus anterior muscles. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003;33(5):247–58.
- [41] McCabe RA. Surface electromyographic analysis of the lower trapezius muscle during exercises performed below ninety degrees of shoulder elevation in healthy subjects. *N Am J Sports Phys Ther* 2007;2:34–43.
- [42] McConnell J. *The McConnell approach to the problem shoulder*. Course notes; 1999.
- [43] Alexander CM, Stynes S, Thomas A, Lewis J, Harrison PJ. Does tape facilitate or inhibit the lower fibres of trapezius? *Man Ther* 2003;8(1):37–41.
- [44] Selkowitz DM, Chaney C, Stuckey SJ, Vlad G. The effects of scapular taping on the surface electromyographic signal amplitude of shoulder girdle muscles during upper extremity elevation in individuals with suspected shoulder impingement syndrome. *J Orthop Sports Phys Ther* 2007;37(11):694–702.