

Point d'anatomie : focus sur la coiffe des rotateurs de l'épaule



Anatomy focus: Focus on the shoulder rotator's cuff

Frédéric Srour^{a,b}
Stéphane Evelinger^a
Xavier Dufour^b
Arnaud Cerioli^b

^aIFMK CEERRF, 36, rue Pinel, 93200 Saint-Denis, France

^b148, rue de Charenton, 75012 Paris, France

ANATOMIE ET BIOMÉCANIQUE DE LA COIFFE DES ROTATEURS

La coiffe des rotateurs est composée de cinq muscles qui s'insèrent au niveau de l'épaule par l'intermédiaire de leur tendon respectif. Leur action combinée est essentielle à la coaptation et à la stabilité de l'articulation glénohumérale (Fig. 1A, B).

Le supra-épineux

Le supra-épineux s'insère dans la fosse supra-épineuse de la scapula et chapeaute la partie supérieure de la tête humérale pour se terminer à la partie supérieure du tubercule majeur. Il se contracte essentiellement lors des mouvements de flexion, d'abduction et de rotation latérale [1,2]. Les contraintes augmentent sur son tendon lors de l'abduction, avec un pic d'activité entre 90° et 100° [3]. Ces contraintes sont hétérogènes au sein de la structure tendineuse, ce qui peut expliquer les lésions intratendineuses [4]. Sa contraction en amont des mouvements de flexion et d'abduction

semble démontrer une stabilisation de la tête humérale avant que le mouvement ne débute [3]. Sa paralysie ne paraît pas provoquer d'ascension de la tête humérale [5]. Souvent lésé à l'imagerie, il n'est pas pour autant systématiquement symptomatique [6]. Il a été considéré pendant longtemps comme *starter* de l'abduction, ce qui n'est plus le cas aujourd'hui.

L'infra-épineux

L'infra-épineux s'insère au niveau de la fosse infra-épineuse de la scapula et se termine par son tendon à la partie postérieure du tubercule majeur. Il est rotateur latéral de l'articulation gléno-humérale, en synergie avec le petit rond et le deltoïde postérieur [7,8]. L'infra-épineux développe également une force coaptatrice sur l'articulation gléno-humérale lors des premiers degrés d'abduction [9]. Sa rupture complète est associée à une perte de force en rotation latérale et peut nécessiter une suture chirurgicale.

Le subscapulaire

Le subscapulaire s'insère au niveau de la face antérieure de la scapula. Son insertion humérale au niveau du tubercule mineur comporte deux parties : l'une par des fibres tendineuses au niveau de la partie supérieure du tubercule mineur (prolongement des 2/3 supérieurs du muscle), l'autre par des fibres musculaires qui s'insèrent directement à la partie inférieure du tubercule mineur [10]. Cette partie a été appelée petit subscapulaire pour son analogie d'insertion avec le petit rond à la partie postérieure du tubercule majeur [10]. C'est le muscle le plus puissant de la coiffe des

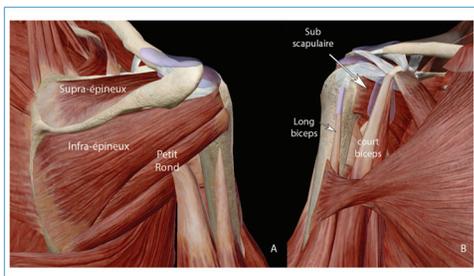


Figure 1. Muscles de la coiffe.

MOTS CLÉS

Anatomie
Clinique
Épaule
Évaluation

KEYWORDS

Anatomy
Clinical
Shoulder
Assessment

Auteur correspondant :

S. Evelinger,
36, rue Pinel, 93320 Saint-Denis,
France
Adresse e-mail :
s.evelinger@ceerrf.fr

rotateurs. Il est rotateur médial et stabilisateur antérieur de la gléno-humérale. Il est coaptateur de l'articulation, notamment par l'action de ses fibres inférieures qui se contractent plus intensément que les supérieures lors de l'élévation du bras [11,12]. Il contrôle la rotation latérale, par exemple lors du geste de l'*armer* grâce à son travail excentrique [11,13]. Il peut être lésé, par exemple, après une luxation antérieure ou un geste d'*armer contrôlé*. Sa rupture complète nécessite, le plus souvent, une suture chirurgicale.

Le petit rond

Le petit rond s'insère à la partie inférieure du bord latéral de la scapula et se termine directement par ses fibres musculaires à la partie postérieure du tubercule majeur accolé à l'infra-épineux. Il est rotateur latéral de l'épaule. Ce muscle, qui a suscité beaucoup moins de publications que le supra-épineux, commence à faire l'objet de plus d'intérêt, notamment de la part des chirurgiens [7,14,15]. Des travaux récents ont permis de comprendre son rôle important dans la stabilisation de la glénohumérale, en particulier en cas de rupture du supra-épineux et de l'infra-épineux [16-19]. Il semble que son intégrité influence les résultats fonctionnels post-opératoires en cas d'arthroplastie inversée de l'épaule [18,20,21].

La longue portion du biceps

Bien que le tendon de la longue portion du biceps ne s'insère pas sur la tête humérale comme les autres tendons de la coiffe des rotateurs, il est le plus souvent intégré anatomiquement et fonctionnellement à cette structure musculo-tendineuse [22]. La longue portion du biceps s'insère sur le tubercule supra-glénoïdien et sur la partie supérieure du labrum. Son étirement brutal, lors d'un geste d'*armer contrôlé*, au handball, peut être à l'origine d'un arrachement partiel de la partie supérieure du labrum (*slap lesion*) [23]. Sa fonction essentielle se situe au niveau de la flexion et de la supination du coude. Son implication au niveau de l'épaule est plus réduite, que ce soit dans la flexion de l'épaule ou pour son rôle de stabilisateur de la tête humérale, actuellement controversé [24,25]. Il peut être le siège d'une tendinite, d'une ténosynovite, d'une instabilité ou d'une rupture. Un des traitements des douleurs persistantes d'épaule en lien avec une souffrance de la longue portion du biceps consiste en sa section chirurgicale avec réinsertion (ténodèse) ou sans (ténotomie).

Innervation

Le nerf supra-scapulaire, issu du tronc supérieur du plexus brachial (racine C5-C6), innerve le muscle supra-épineux et le muscle infra-épineux.

Le nerf subscapulaire supérieur (racine C5-C6) innerve la partie supérieure du muscle subscapulaire. Le nerf subscapulaire inférieur (racine C5-C6), issu du rameau du grand rond et du grand dorsal, innerve la partie inférieure du muscle subscapulaire.

Le nerf axillaire (racine C5-C6) innerve le muscle petit rond. Le nerf musculocutané, branche terminale de la paire de racines rachidiennes cervicales C5-C6 du tronc antéroexterne du plexus brachial innerve le muscle biceps brachial.

PALPATION

La palpation des muscles et des tendons de la coiffe des rotateurs n'est pas toujours possible sur toute leur longueur. La palpation du corps musculaire du supra-épineux s'effectue au travers du trapèze supérieur (Fig. 2A). Pour la palpation tendineuse, il est nécessaire de dégager ce tendon de la face inférieure de la voûte acromiale par une extension du bras (Fig. 2B). La palpation s'effectue sur la facette supérieure du tubercule majeur.

On peut aisément palper les muscles petit rond et infra-épineux à la face postérieure de la scapula. Cependant, la différenciation n'est pas toujours facile. La réalisation de mouvements alternatifs actifs de rotation latérale puis médiale permet de discriminer le grand rond du petit rond (Fig. 3A). La palpation des insertions tendineuses peut être facilitée par une flexion de l'épaule de 30° (Fig. 3B).

La palpation du corps musculaire du subscapulaire est possible dans le creux axillaire, soit en décubitus, soit en latéro-cubitus (Fig. 4)

Dans sa gouttière, le long biceps est recouvert par le ligament transverse, ce qui empêche sa palpation.

TESTS TENDINEUX ET LEURS NIVEAUX DE PREUVE

Les tests tendineux ont pour objectif de mettre en évidence les lésions des tendons de la coiffe des rotateurs, et donc de poser un diagnostic patho-anatomique (souvent éloigné du diagnostic fonctionnel du kinésithérapeute) [26,27]. Ces tests ne permettent pas de conclure quant à une éventuelle douleur

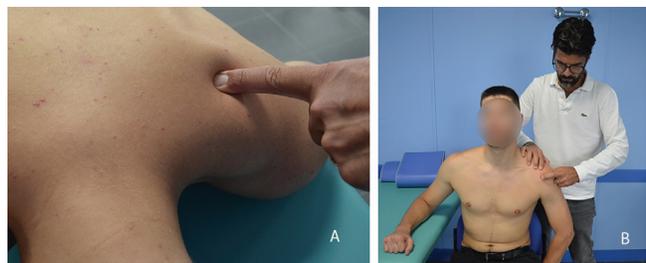


Figure 2. Palpation du muscle supra-épineux.



Figure 3. Palpation des muscles l'infra-épineux et petit rond.



Figure 4. Palpation du muscle subscapulaire.

d'origine tendineuse ; ils sont peu fiables quant à l'existence d'une lésion partielle d'un tendon de la coiffe des rotateurs [26–28]. La douleur pour laquelle le patient consulte n'est d'ailleurs pas forcément en lien avec la structure lésée, dont on retrouve l'existence chez des sujets asymptomatiques [6], mais avec d'autres paramètres. Le kinésithérapeute s'efforce de les identifier afin de mettre en œuvre un traitement adapté, basé sur des déficits (force, endurance, mobilité, contrôle neuromoteur...) ainsi que sur les facteurs psychosociaux, et pas uniquement sur le diagnostic patho-anatomique [28,29]. Les tests ci-après sont présentés avec leurs caractéristiques clinimétriques, en termes de sensibilité (SE) et spécificité (SP). Pour rappel, la sensibilité d'un test désigne la probabilité que le résultat du test soit positif dans une population de sujets malades ; la spécificité indique la probabilité que le test soit négatif dans une population de sujets non malades.

Le supra-épineux

Le test de Jobe (Fig. 5) (SE 77–95 %, SP 65–68 %), censé évaluer l'intégrité du tendon supra-épineux, est probablement le plus populaire des tests de l'épaule [30]. Cependant, il paraît difficile, voire impossible, d'isoler la contraction du muscle supra-épineux de celle des autres muscles de l'épaule lors de ce test [31]. Plusieurs variantes ont été proposées afin de le rendre plus spécifique (*Empty Can*, *Full Can*, *Lateral Jobe Test*), sans grand succès en termes de performances clinimétriques [27].

L'infra-épineux

Le test de Patte (Fig. 6) (SE 79 %, SP 67 %) présente une faible spécificité et l'inconvénient de devoir porter le bras du patient en abduction à 90°, coude fléchi, ce qui n'est pas toujours réalisable [32]. Dans ce cas, il est possible de tester ce muscle en rotation latérale, coude au corps, au moyen du



Figure 5. Test de Jobe en position Empty Can.



Figure 6. Test de Patte.

l'External Rotation Lag Sign (ERLS) (SE 91 %, SP 100 %) qui présente l'avantage d'être facile à réaliser et est indolore [33].

Le petit rond

La rupture isolée du petit rond n'existe pas. Il peut être testé dans le cadre d'une rupture massive de la coiffe des rotateurs.

L'External Rotation lag Sign à 30° d'abduction, avec un retour de l'avant-bras de plus de 40°, semble permettre de diagnostiquer une rupture du petit rond (Fig. 7) (SE : 100 %, SP 92 %) [15].

Le subscapulaire

Trois tests sont fréquemment décrits pour tester l'intégrité du tendon subscapulaire : le *lift off test* (SE 22 %, SP 94 %), le *belly press test* (SE 28 %, SP 87 %), et le *bear hug test* (Fig. 8) (SE 32, SP 81 %) [34]. Ces trois tests sont hautement spécifiques, mais présentent une sensibilité variable selon que le tendon est partiellement ou complètement rompu. Dès lors, il peut être intéressant de les utiliser afin de valider le diagnostic de rupture tendineuse, mais ils ne permettent pas de l'exclure s'ils sont négatifs de façon isolée. D'après Barth et al., qui ont étudié la plus grosse série de patients atteints d'une rupture du subscapulaire, la positivité des trois tests (*belly press, lift off test et bear hug test*) permet de diagnostiquer une rupture complète du tendon avec rétraction tendineuse, ce qui justifie-rait l'orientation rapide vers un chirurgien [35].

TRAITEMENT

Les pathologies tendineuses de la coiffe des rotateurs sont largement décrites dans la littérature. Il semblerait que les traitements les plus efficaces consistent à mettre en œuvre des programmes de rééducation qui exposent les tendons à des contraintes graduelles [36,37].

La revue de la littérature de Littlewood et al. (2015) montre qu'il n'existe pas d'uniformité en termes de fréquence des



Figure 7. Test en rotation.



Figure 8. Bear Hug test.

séances de kinésithérapie, d'exercices proposés aux patients douloureux, de nombre de répétitions lors de la réalisation des exercices, et qu'il convient de prendre en compte les habitudes du kinésithérapeute ainsi que les préférences du patient, notamment sa motivation [37].

Néanmoins, cette revue permet tout de même de recommander :

- la réalisation quotidienne d'exercices et l'apprentissage d'un programme d'auto-rééducation ;
- la réalisation d'exercices contre résistance des muscles stabilisateurs de la scapula et de la coiffe des rotateurs. Il semblerait que les muscles de la coiffe postérieure soient régulièrement sollicités dans les exercices proposés ;
- de ne pas interdire l'apparition de la douleur durant la réalisation des exercices ;
- de prendre en compte l'indicateur de fatigue à la fin d'une série d'exercices comme un indicateur positif ;
- de mettre en œuvre les programmes de rééducation pendant au moins 12 semaines avant de juger de leur efficacité.

CONCLUSION

La coiffe des rotateurs est un ensemble musculo-tendineux à l'origine de bon nombre de pathologies de l'épaule. La connaissance de l'anatomie et des caractéristiques clinimétriques des tests permet au kinésithérapeute de garder un esprit critique entre les données patho-anatomiques, les résultats de son évaluation et son raisonnement clinique. Cet article rappelle qu'aucun test ne permet, de façon isolée, de poser un diagnostic [27]. Il convient donc d'enrichir les tests d'un interrogatoire précis et d'un examen basé sur la modification des symptômes du patient, afin de se rapprocher des objectifs fonctionnels du kinésithérapeute [28].

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.
Xavier Dufour est directeur d'une société de formation continue.

RÉFÉRENCES

- [1] Wattanaprakomkul D, Halaki M, Boettcher C, Cathers, Ginn KA. A comprehensive analysis of muscle recruitment patterns during shoulder flexion: an electromyographic study. *Clin Anat* 2011;24:619-26.
- [2] Gerber C, Blumenthal S, Curt A, Werner CM. Effect of selective experimental suprascapular nerve block on abduction and external rotation strength of the shoulder. *J Shoulder Elbow Surg* 2007;16:815-20.
- [3] Wickham J, Pizzari T, Stansfeld K, Burnside A, Watson L. Quantifying "normal" shoulder muscle activity during abduction. *J Electromyogr Kinesiol* 2010;20:212-22.
- [4] Huang CY, Wang VM, Pawluk RJ, Bucchieri JS, Levine WN, Bigliani LU, et al. Inhomogeneous mechanical behavior of the human supraspinatus tendon under uniaxial loading. *J Orthop Res* 2005;23:924-30.
- [5] Werner CM, Weishaupt D, Blumenthal S, Curt A, Favre P, Gerber C. Effect of experimental suprascapular nerve block on active glenohumeral translations in vivo. *J Orthop Res* 2006; 24:491-500.
- [6] Miniaci A, Dowdy PA, Willits KR, Vellet AD. Magnetic resonance imaging evaluation of the rotator cuff tendons in the asymptomatic shoulder. *Am J Sports Med* 1995;23:142-5.
- [7] Hamada J, Nimura A, Yoshizaki K, Akita K. Anatomic study and electromyographic analysis of the teres minor muscle. *J Shoulder Elbow Surg* 2017;26:870-7.
- [8] Heuberger P, Kranzl A, Laky B, Anderl W, Wurnig C. Electromyographic analysis: shoulder muscle activity revisited. *Arch Orthop Trauma Surg* 2015;135:549-63.
- [9] Escamilla RF, Yamashiro K, Paulos L, Andrews JR. Shoulder muscle activity and function in common shoulder rehabilitation exercises. *Sports Med* 2009;39:663-85.
- [10] Collin P, Lädermann A, Le Bourg M, Walch G. Subscapularis minor – an analogue of the Teres minor? *Orthop Traumatol Surg Res* 2013;99(4 Suppl):S255-8.
- [11] Halder A, Zobitz ME, Schultz E, An KN. Structural properties of the subscapularis tendon. *J Orthop Res* 2000;18:829-34.
- [12] Wickham J, Pizzari T, Balster S, Ganderton C, Watson L. The variable roles of the upper and lower subscapularis during shoulder motion. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2014;29:885-91.
- [13] Werner CM, Favre P, Gerber C. The role of the subscapularis in preventing anterior glenohumeral subluxation in the abducted, externally rotated position of the arm. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2007;22:495-501.
- [14] Ichinose T, Yamamoto A, Kobayashi T, Shitara H, Shimoyama D, Iizuka H, et al. Compensatory hypertrophy of the teres minor muscle after large rotator cuff tear model in adult male rat. *J Shoulder Elbow Surg* 2016;25:316-21.
- [15] Collin P, Treseder T, Denard PJ, Neyton L, Walch G, Lädermann A. What is the Best Clinical Test for Assessment of the Teres Minor in Massive Rotator Cuff Tears? *Clin Orthop Relat Res* 2015; 473:2959-66.
- [16] Williams MD, Edwards TB, Walch G. Understanding the importance of the Teres minor for shoulder function: functional anatomy and pathology. *J Am Acad Orthop Surg* 2018;26:150-61.
- [17] Melis B, DeFranco MJ, Lädermann A, Barthelemy R, Walch G. The teres minor muscle in rotator cuff tendon tears. *Skeletal Radiol* 2011;40:1335-44.
- [18] Costouros JG, Espinosa N, Schmid MR, Gerber C. Teres minor integrity predicts outcome of latissimus dorsi tendon transfer for irreparable rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg* 2007;16:727-34.
- [19] Kikukawa K, Ide J, Kikuchi K, Morita M, Mizuta H, Ogata H. Hypertrophic changes of the teres minor muscle in rotator cuff tears. Quantitative evaluation by magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg* 2014;23:1800-5.
- [20] Boileau P, Watkinson DJ, Hatzidakis AM, Balg F. Grammont reverse prosthesis: design, rationale, and biomechanics. *J Shoulder Elbow Surg* 2005;14(1 suppl S):147S-61S.
- [21] Boughebi O, Kilinc A, Valenti P. Reverse shoulder arthroplasty combined with a latissimus dorsi and teres major transfer for a deficit of both active elevation and external rotation: Results of 15 cases with a minimum of 2-year follow-up. *Orthop Traumatol Surg Res* 2013;99:131-7.
- [22] Virk MS, Cole BJ. Proximal biceps tendon and rotator cuff tears. *Clin Sports Med* 2016;35:153-61.
- [23] Manske R, Prohaska D. Superior labrum anterior to posterior (SLAP) rehabilitation in the overhead athlete. *Phys Ther Sport* 2010;11:110-21.
- [24] Itoi E, Kuechle DK, Newman SR, Morrey BF, An KN. Stabilising function of the biceps in stable and unstable shoulders. *J Bone Joint Surg (Br)* 1993;75:546-50.
- [25] Walch G. The long head of the biceps. *Rev Chir Orthop Traumatol* 2005;91:14-7.
- [26] Papadonikolakis A, McKenna M, Warne W, Martin BI, Matsen 3rd FA. Published evidence relevant to the diagnosis of impingement syndrome of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* 2011;93: 1827-32.
- [27] Hegedus EJ. Which physical examination tests provide clinicians with the most value when examining the shoulder? Update of a systematic review with meta-analysis of individual tests. *Br J Sports Med* 2012;46:964-78.
- [28] Lewis JS. Rotator cuff tendinopathy/subacromial impingement syndrome: is it time for a new method of assessment? *Br J Sports Med* 2009;4:259-64.
- [29] George SZ, Wallace MR, Wright TW, Moser MW, Greenfield 3rd WH, Sack BK, Herbstman DM, Fillingim RB. Evidence for a biopsychosocial influence on shoulder pain: pain catastrophizing and catechol-O-methyltransferase diplotype predict clinical pain ratings. *Pain* 2008;136:53-61.
- [30] Itoi E, Kido T, Sano A, Urayama M, Sato K. Which is more useful the "full can test" or the "empty can test", in detecting the torn supraspinatus tendon? *Am J Sports Med* 1999;27:65-8.
- [31] Boettcher CE, Ginn KA, Cathers I. The "empty can" and "full can" tests do not selectively activate supraspinatus. *J Sci Med Sport* 2009;12:435-9.
- [32] Patte D, Goutaillier D. La grande libération antérieure dans les épaules douloureuses par conflit antérieur. *Rev Chir Orthop* 1988;74:306-11.
- [33] Hertel R, Ballmer FT, Lambert SM, Gerber C. Lag signs in the diagnosis of rotator cuff rupture. *J Shoulder Elbow Surg* 1996;5: 307-13.
- [34] Jain NB, Luz J, Higgins LD, Dong Y, Warner JJ, Matzkin E, Katz JN. The diagnostic accuracy of special tests for rotator cuff tear: The ROW Cohort Study. *Am J Phys Med Rehabil* 2017;96:176-83.
- [35] Barth J, Audebert S, Toussaint B, Charoussat C, Godeneche A, Graveleau N, et al. Diagnosis of subscapularis tendon tears: are available diagnostic tests pertinent for a positive diagnosis? *Orthop Traumatol Surg Res* 2012;98(8 Suppl):S178-85.



[36] Littlewood C, May S, Walters S. A review of systematic reviews of the effectiveness of conservative interventions for rotator cuff tendinopathy. *Shoulder Elb* 2013;5:151–67.

[37] Littlewood C, Malliaras P, Chance-Larsen K. Therapeutic exercise for rotator cuff tendinopathy: a systematic review of contextual factors and prescription parameters. *Int J Rehabil Res* 2015;38:95–106.