



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
DI GENOVA



**Università degli Studi di Genova**

**Facoltà di Medicina e Chirurgia**

**Master in Riabilitazione dei Disturbi Muscoloscheletrici**

**A.A 2011 / 2012**

**Campus Universitario di Savona**

**Titolo tesi**

**Intervallo dei rotatori e capo lungo del bicipite:  
influenze sui processi patologici della spalla**

**Candidato:**

**Michele Spinosa**

**Relatore:**

**Diego Arceri**

## INDICE

<b>Abstract.....</b>	<b>pag. 3</b>
<b>Introduzione.....</b>	<b>pag. 4</b>
<b>Materiali e metodi.....</b>	<b>pag. 5</b>
<b>Risultati.....</b>	<b>pag. 6</b>
<b>Conclusioni.....</b>	<b>pag. 24</b>
<b>Referenze.....</b>	<b>pag. 26</b>

## **Intervallo dei rotatori e capo lungo del bicipite: influenze sui processi patologici della spalla**

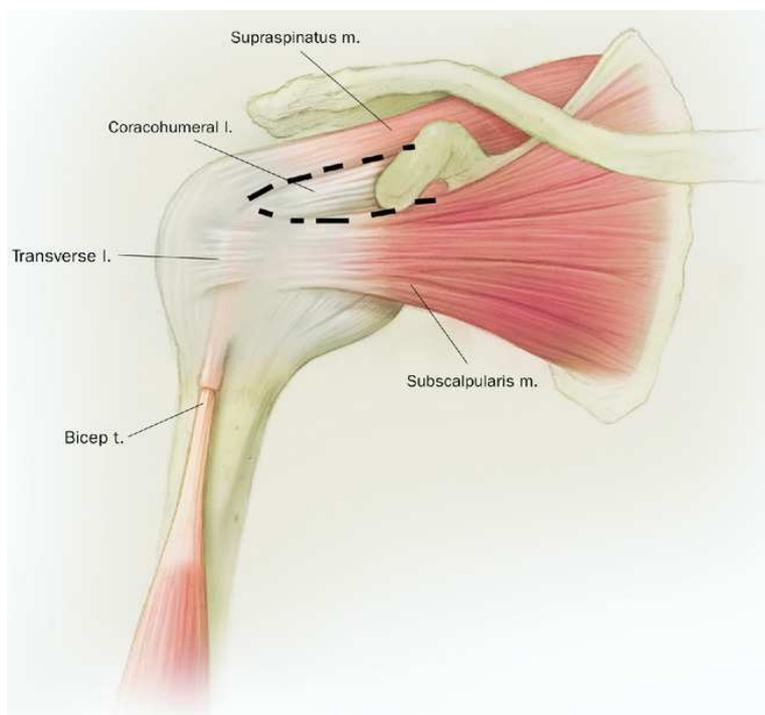
### **ABSTRACT**

**Introduzione:** l'intervallo dei rotatori è una regione anatomica localizzata all'interno della capsula articolare gleno-omeroale tra la porzione anteriore del muscolo sovraspinato e il bordo superiore del muscolo sottoscapolare. Ha una anatomia complessa dovuta alla presenza in un'area relativamente ristretta del legamento coraco-omeroale, dei legamenti gleno-omeroali superiore e medio, del tendine del capo lungo del bicipite e di un sottile strato di capsula articolare. **Materiali e metodi:** sono stati selezionati 24 articoli dalla letteratura scientifica utilizzando come database per lo studio di revisione PubMed, Web of Knowledge e Scopus. I criteri di inclusione riguardavano la data di pubblicazione successiva al 1990 e la lingua esclusivamente inglese. I criteri di esclusione si identificavano nella mancata adesione degli articoli al quesito iniziale e alla loro validità interna. **Risultati:** l'intervallo dei rotatori e il capo lungo del bicipite presentano una stretta relazione sul piano funzionale e patologico per cui la presenza di una lesione a carico di una singola struttura necessita in ambito diagnostico della valutazione dell'intero complesso anatomico. Il trattamento, date le numerose possibili presentazioni cliniche derivanti da questa complessa area anatomica dovrà necessariamente indirizzarsi alla specificità patologica presente all'interno del singolo caso. **Conclusioni:** il ruolo svolto dall'intervallo dei rotatori e del capo lungo del bicipite sul piano funzionale e patologico non mostra un consenso univoco nella letteratura scientifica. La diagnosi delle lesioni di questa regione anatomica rimane pertanto difficile e viene generalmente derivata da una combinazione tra i dati dell'esame fisico, degli esami strumentali e delle procedure chirurgiche. Ulteriori ricerche saranno necessarie nel prossimo futuro per approfondire e chiarire il complesso ruolo svolto da questa complessa regione anatomica.

**Keywords:** rotator interval, long head biceps, shoulder instability, pulley lesion, impingement, capsulitis

## INTRODUZIONE

La definizione di “intervallo dei rotatori” (IR) è stata utilizzata per la prima volta da Neer per descrivere, all’interno della capsula articolare gleno-omeroale, lo spazio antero-superiore localizzato tra la porzione anteriore del muscolo sovraspinato (SSp) e il bordo superiore del muscolo sottoscapolare (Gaskill, Braun, & Millett, 2011). La sua anatomia è complessa se si pensa che in un’area relativamente ristretta sono contenuti il legamento coraco-omeroale (CHL), i legamenti gleno-omeroali superiore e medio (SGHL / MGHL), il tendine del capo lungo del bicipite e un sottile strato di capsula articolare (Petchprapa & al., 2010). L’IR presenta una forma triangolare o trapezoidale la cui base è costituita dal processo coracoide e l’apice dal legamento trasverso omeroale al livello del solco bicipitale (Plancher, Johnston, Peterson, & Hawkins, 2005). L’IR viene rappresentato come una zona che interrompe la continuità nella cuffia dei rotatori (CDR) per la protrusione del processo coracoide tra il tendine SSp e SSc. Inoltre a questo livello la capsula dell’articolazione GO non è rinforzata dalla presenza dei muscoli della CDR (Gaskill et al., 2011).



**Figura 1. Rappresentazione sul piano coronale dell’ubicazione anatomica dell’intervallo dei rotatori**

Il ruolo biomeccanico dell’IR è stato messo in evidenza da numerosi studi condotti su preparati anatomici che hanno cercato di dimostrarne l’importanza nella stabilità antero-inferiore e posteriore dell’articolazione gleno-omeroale (Petchprapa et al., 2010). Inoltre è

stata messa in risalto la sua importanza come struttura stabilizzante per il tendine del capo lungo del bicipite (TLHB) all'interno del solco bicipitale (Hunt, Kwon, & Zuckerman, 2007). Tutte le strutture costituenti l'IR e cioè il TLHB, il SGHL, il CHL, il margine anteriore del tendine del sovraspinato, il margine superiore del tendine del sottoscapolare e la capsula articolare mostrano una relazione molto stretta tra loro e costituiscono una unità anatomica e funzionale. Pertanto ogni lesione a carico di una di queste componenti strutturali può costituire in realtà parte di un ben più complesso e ampio spettro di condizioni patologiche. L'obiettivo della presente ricerca è quello di analizzare dal punto di vista anatomico e biomeccanico le varie componenti costitutive dell'IR e del capo lungo del bicipite (LHB) e di metterne in evidenza le possibili implicazioni nei processi patologici della spalla.

## **MATERIALI E METODI**

La strategia seguita per questo studio di revisione ha previsto la ricerca di articoli che avevano come oggetto le strutture dell'intervallo dei rotatori in ambito anatomico, biomeccanico, di diagnosi e trattamento. Successivamente la ricerca è stata ampliata reperendo articoli sulla patologia del capo lungo del bicipite e la sua relazione con l'intervallo dei rotatori. I database interrogati per la ricerca degli articoli sono stati "PubMed", "Web of Knowledge" e "SCOPUS".

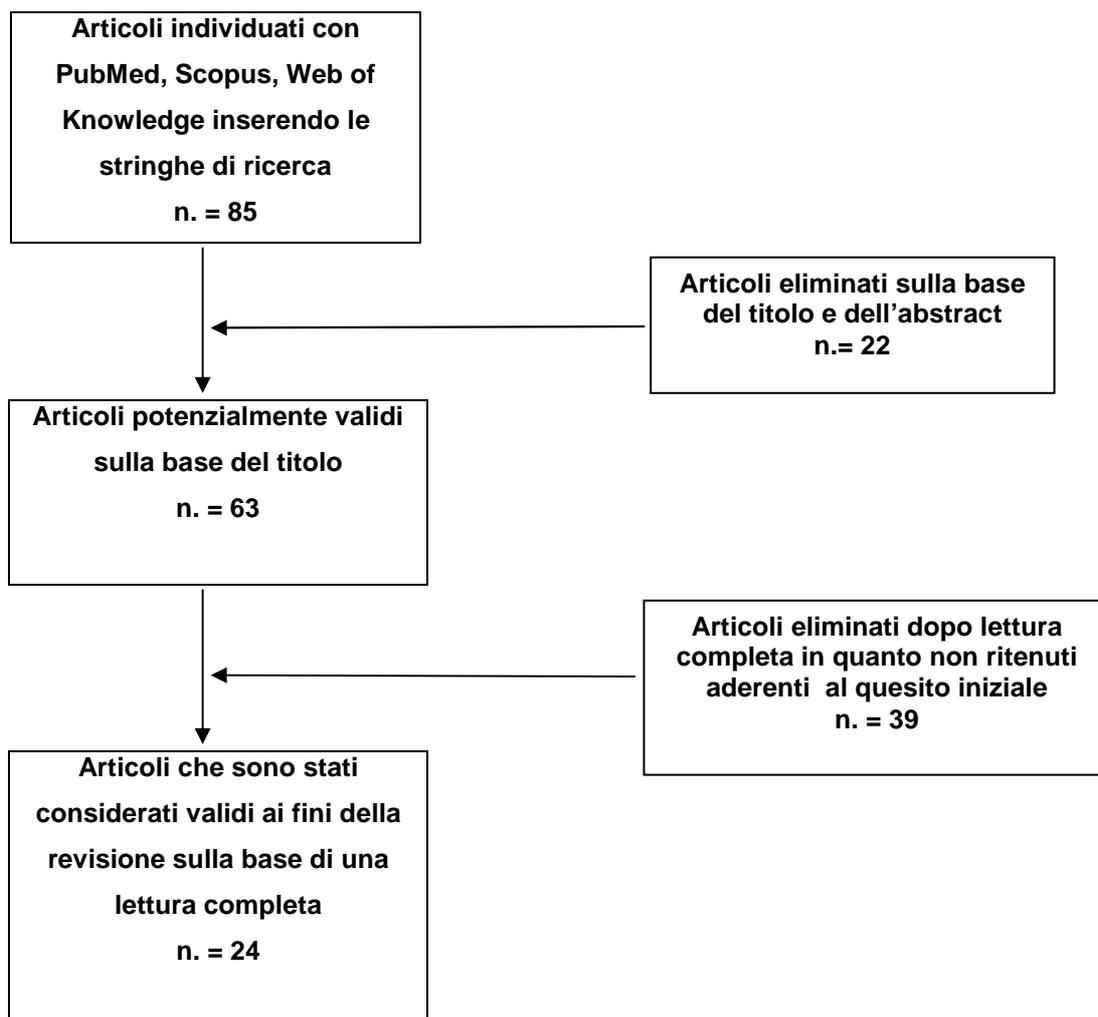
Le stringhe di ricerca adottate sono state:

<b>rotator interval review</b>	<b>(rotator interval) AND capsulitis</b>
<b>(rotator interval) AND anatomy</b>	<b>(rotator interval) AND instability</b>
<b>(rotator interval) AND physiology</b>	<b>(rotator interval) AND impingement</b>
<b>(rotator interval) AND management</b>	
<b>(long head of biceps) AND anatomy</b>	
<b>(long head of biceps) AND physiology</b>	
<b>(long head of biceps) AND pulley lesion</b>	
<b>(long head of biceps) AND disorder</b>	

I criteri di inclusione hanno previsto come limiti alla ricerca la data di pubblicazione successiva al 1990 e la lingua esclusivamente inglese. Inizialmente sono stati ottenuti dalla letteratura 85 articoli che rispondevano ai criteri della ricerca, di cui solo uno di revisione relativo agli esami di imaging dell'intervallo dei rotatori. Inizialmente è stata fatta una prima scrematura degli articoli in base ai titoli e all'abstract in riferimento al quesito iniziale e si sono ottenuti 63 articoli. Successivamente si è approfondita la valutazione del materiale ottenuto attraverso una lettura completa degli articoli stessi. Le motivazioni che hanno portato all'esclusione degli articoli sono stati inerenti alla mancanza di correlazione con il quesito iniziale. Alla fine si sono ottenuti dalla letteratura scientifica 24 articoli utili al lavoro di revisione.

## RISULTATI

Flow chart relativa al procedimento metodologico in base al quale è stata effettuata la selezione degli articoli ritenuti validi per la revisione.



## Quadro sinottico degli articoli selezionati

Titolo articolo	Oggetto dello studio
<p>Arai, R., Mochizuki, T., Yamaguchi, K., Sugaya, H., Kobayashi, M., Nakamura, T., &amp; Akita, K. (2010). <b>Functional anatomy of the superior glenohumeral and coracohumeral ligaments and the subscapularis tendon in view of stabilization of the long head of the biceps tendon.</b> Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 19(1), 58-64. doi: 10.1016/j.jse.2009.04.001</p>	<p>Relazione significativa tra le strutture legamentose e muscolari dell'intervallo dei rotatori e il capo lungo del bicipite</p>
<p>Baumann, B., Genning, K., Bohm, D., Rolf, O., &amp; Gohlke, F. (2008). <b>Arthroscopic prevalence of pulley lesions in 1007 consecutive patients.</b> Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 17(1), 14-20. doi: 10.1016/j.jse.2007.04.01</p>	<p>Mette in evidenza l'importanza delle lesioni della puleggia bicipitale</p>
<p>Braun, S., Horan, M. P., Elser, F., &amp; Millett, P. J. (2011). <b>Lesions of the Biceps Pulley.</b> American Journal of Sports Medicine, 39(4), 790-795. doi: 10.1177/0363546510393942</p>	<p>Da una visione esplicativa delle lesioni a carico della puleggia bicipitale</p>
<p>Braun, S., Millett, P. J., Yongpravat, C., Pault, J. D., Anstett, T., Torry, M. R., &amp; Giphart, J. E. (2010). <b>Biomechanical Evaluation of Shear Force Vectors Leading to Injury of the Biceps Reflection Pulley A Biplane Fluoroscopy Study on Cadaveric Shoulders.</b> American Journal of Sports Medicine, 38(5), 1015-1024. doi: 10.1177/0363546509355142</p>	<p>Fornisce una serie di informazione di carattere biomeccanico sui potenziali meccanismi lesionali della puleggia bicipitale</p>
<p>Dumontier, C., Sautet, A., Gagey, O., &amp; Apoil, A. (1999). <b>Rotator interval lesions and their relation to coracoid impingement syndrome.</b> Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 8(2), 130-135. doi: 10.1016/s1058-2746(99)90005-8</p>	<p>Mette in relazione l'impingement coracoideo con le lesioni dell'intervallo dei rotatori</p>
<p>Field, L. D., Warren, R. F., O'Brien, S. J., Altchek, D. W., &amp; Wickiewicz, T. L. (1995). <b>ISOLATED CLOSURE OF ROTATOR INTERVAL DEFECTS FOR SHOULDER INSTABILITY.</b> American Journal of Sports Medicine, 23(5), 557-563. doi: 10.1177/036354659502300507</p>	<p>Mette in evidenza il ruolo dell'intervallo dei rotatori nella genesi della instabilità multidirezionale della spalla</p>
<p>Gaskill, T. R., Braun, S., &amp; Millett, P. J. (2011). <b>The Rotator Interval: Pathology and Management.</b> Arthroscopy-the Journal of Arthroscopic and Related Surgery, 27(4), 556-567. doi: 10.1016/j.arthro.2010.10.004</p>	<p>Rappresenta l'articolo che più degli altri affronta in modo esaustivo gli aspetti riguardanti la patologia e il trattamento dell'intervallo dei rotatori</p>

<p>Giphart, J. E., Elser, F., Dewing, C. B., Torry, M. R., &amp; Millett, P. J. (2012). <b>The Long Head of the Biceps Tendon Has Minimal Effect on In Vivo Glenohumeral Kinematics A Biplane Fluoroscopy Study.</b> <i>American Journal of Sports Medicine</i>, 40(1), 202-212. doi: 10.1177/0363546511423629</p>	<p>Analizza il ruolo funzionale in vivo del tendine del capo lungo del bicipite nella cinematica dell'articolazione gleno-omeroale</p>
<p>Habermeyer, P., Magosch, P., Pritsch, M., Scheibel, M. T., &amp; Lichtenberg, S. (2004). <b>Anterosuperior impingement of the shoulder as a result of pulley lesions: A prospective arthroscopic study.</b> <i>Journal of Shoulder and Elbow Surgery</i>, 13(1), 5-12. doi: 10.1016/j.jse.2003.09.013</p>	<p>Relaziona le lesioni a carico delle strutture della puleggia bicipitale con l'impingement anterosuperiore della gleno omerale</p>
<p>Harryman, D. T., Sidles, J. A., Harris, S. L., &amp; Matsen, F. A. (1992). <b>THE ROLE OF THE ROTATOR INTERVAL CAPSULE IN PASSIVE MOTION AND STABILITY OF THE SHOULDER.</b> <i>Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume</i>, 74A(1), 53-66.</p>	<p>Analizza il ruolo stabilizzante della capsula articolare dell'intervallo dei rotatori</p>
<p>Hunt, S. A., Kwon, Y. W., &amp; Zuckerman, J. D. (2007). <b>The rotator interval: Anatomy, pathology, and strategies for treatment.</b> <i>Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons</i>, 15(4), 218-227.</p>	<p>Descrive l'anatomia e la patologia dei tessuti dell'intervallo dei rotatori focalizzando l'attenzione sulle strategie di trattamento.</p>
<p>Jost, B., Koch, P. P., &amp; Gerber, C. (2000). <b>Anatomy and functional aspects of the rotator interval.</b> <i>Journal of Shoulder and Elbow Surgery</i>, 9(4), 336-341. doi: 10.1067/mse.2000.106746</p>	<p>Pone enfasi sugli aspetti biomeccanici delle strutture dell'intervallo dei rotatori</p>
<p>Karistinos, A., &amp; Paulos, L. E. (2007). <b>Anatomy and function of the tendon of the long head of the biceps muscle.</b> <i>Operative Techniques in Sports Medicine</i>, 15(1), 2-6. doi: 10.1053/j.otsm.2006.12.004</p>	<p>Descrive l'anatomia e il ruolo funzionale del tendine del capo lungo del bicipite.</p>
<p>Khazzam, M., George, M. S., Churchill, R. S., &amp; Kuhn, J. E. (2012). <b>Disorders of the long head of biceps tendon.</b> [Article]. <i>Journal of Shoulder and Elbow Surgery</i>, 21(1), 136-145. doi: 10.1016/j.jse.2011.07.016</p>	<p>Rappresenta l'articolo di punta per quanto concerne la patologia del tendine del capo lungo del bicipite</p>
<p>Kim, K. C., Rhee, K. J., &amp; Shin, H. D. (2009). <b>Adhesive capsulitis of the shoulder: Dimensions of the rotator interval measured with magnetic resonance arthrography.</b> <i>Journal of Shoulder and Elbow Surgery</i>, 18(3), 437-442. doi: 10.1016/j.jse.2008.10.018</p>	<p>Studia le relazioni tra la dimensione dell'intervallo dei rotatori nei soggetti normali e in quelli affetti da capsulite adesiva</p>

<p>Krupp, R. J., Kevern, M. A., Gaines, M. D., Kotaru, S., &amp; Singleton, S. B. (2009). <b>Long Head of the Biceps Tendon Pain: Differential Diagnosis and Treatment.</b> <i>Journal of Orthopaedic &amp; Sports Physical Therapy</i>, 39(2), 55-70. doi: 10.2519/jospt.2009.2802</p>	<p>Presenta un'analisi relativa alla patologia, diagnosi e trattamento del tendine del capo lungo del bicipite</p>
<p>Kwon, Y. W., Hurd, J., Yeager, K., Ishak, C., Walker, P. S., Khan, S., . . . Jazrawi, L. M. (2009). <b>Proximal biceps tendon--a biomechanical analysis of the stability at the bicipital groove.</b> <i>Bulletin of the NYU hospital for joint diseases</i>, 67(4), 337-340.</p>	<p>Fornisce una descrizione anatomica dettagliata delle strutture anatomiche che fungono da vincolo per il capo lungo del bicipite</p>
<p>Lee, J. C., Guy, S., Connell, D., Saifuddin, A., &amp; Lambert, S. (2007). <b>MRI of the rotator interval of the shoulder.</b> <i>Clinical Radiology</i>, 62(5), 416-423. doi: 10.1016/j.crad.2006.11.017</p>	<p>Analizza l'anatomia e la patologia dei tessuti dell'intervallo dei rotatori attraverso la RMN</p>
<p>McGough, R. L., Debski, R. E., Taskiran, E., Fu, F. H., &amp; Woo, S. L. (1996). <b>Mechanical properties of the long head of the biceps tendon.</b> <i>Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA</i>, 3(4), 226-229. doi: 10.1007/bf01466622</p>	<p>Analizza le proprietà meccaniche del tendine del capo lungo del bicipite nel contesto funzionale dell'articolazione della spalla</p>
<p>Morag, Y., Jacobson, J. A., Shields, G., Rajani, R., Jamadar, D. A., Miller, B., &amp; Hayes, C. W. (2005). <b>MR arthrography of rotator interval, long head of the biceps brachii, and biceps pulley of the shoulder.</b> <i>Radiology</i>, 235(1), 21-30. doi: 10.1148/radiol.2351031455</p>	<p>Fornisce importanti nozioni riguardanti l'anatomia e la patologia dell'intervallo dei rotatori e del tendine del capo lungo del bicipite brachiale</p>
<p>Petchprapa, C. N., Beltran, L. S., Jazrawi, L. M., Kwon, Y. W., Babb, J. S., &amp; Recht, M. P. (2010). <b>The Rotator Interval: A Review of Anatomy, Function, and Normal and Abnormal MRI Appearance.</b> <i>American Journal of Roentgenology</i>, 195(3), 567-576. doi: 10.2214/ajr.10.4406</p>	<p>Fornisce una esaustiva descrizione degli aspetti anatomici, biomeccanici e patologici dell'intervallo dei rotatori</p>
<p>Plancher, K. D., Johnston, J. C., Peterson, R. K., &amp; Hawkins, R. J. (2005). <b>The dimensions of the rotator interval.</b> <i>Journal of Shoulder and Elbow Surgery</i>, 14(6), 620-625. doi: 10.1016/j.jse.2005.02.022</p>	<p>Mette in relazione la dimensione dell'intervallo dei rotatori con la patologia dei tessuti gleno-omerale</p>
<p>Provencher, M. T., Dewing, C. B., Bell, S. J., McCormick, F., Solomon, D. J., Rooney, T. B., &amp; Stanley, M. (2008). <b>An analysis of the rotator interval in patients with anterior, posterior, and multidirectional shoulder instability.</b> <i>Arthroscopy-the Journal of Arthroscopic and Related Surgery</i>, 24(8), 921-929. doi: 10.1016/j.arthro.2008.03.005</p>	<p>Relaziona la patologia dell'intervallo dei rotatori con l'instabilità della spalla nelle varie direzioni</p>

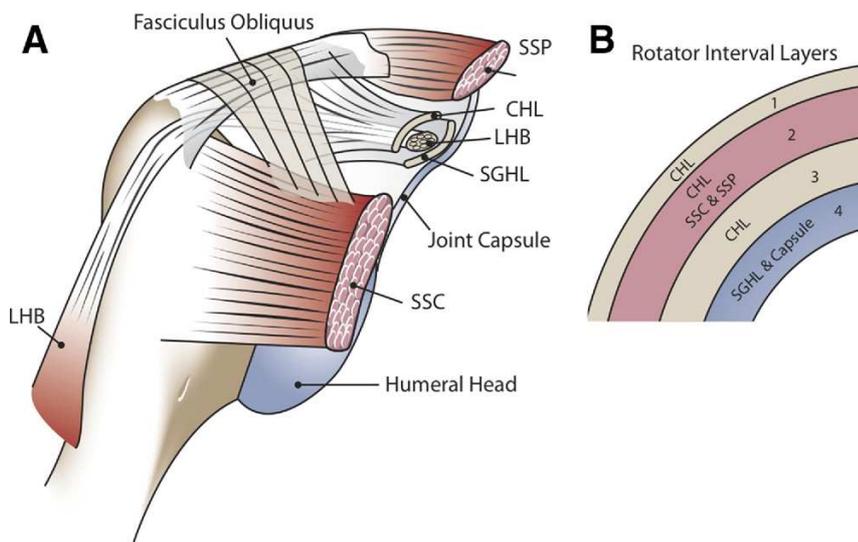
<p>Werner, A., Mueller, T., Boehm, D., &amp; Gohlke, F. (2000). <b>The stabilizing sling for the long head of the biceps tendon in the rotator cuff interval - A histoanatomic study.</b> <i>American Journal of Sports Medicine</i>, 28(1), 28-31.</p>	<p>Fornisce una descrizione dettagliata delle strutture dell'intervallo dei rotatori che formano la puleggia bicipitale</p>
---	---

**Anatomia dell'intervallo dei rotatori.** L'IR è una regione anatomica complessa contenente diverse strutture importanti per la stabilità e per il corretto funzionamento biomeccanico della spalla. Tali strutture sono rappresentate dal SGHL, dal MGHL, dal CHL, dal TLHB e dal legamento trasverso omerale. La maggior parte delle descrizioni anatomiche riguardanti le strutture legamentose dell'IR sono limitate al CHL ma esistono recenti pubblicazioni che esaltano l'importanza sul piano anatomico e clinico del SGHL e la sua stretta connessione anatomo-funzionale con il CHL (Petchprapa et al., 2010). Il SGHL è descritto dalla maggior parte degli studiosi come una struttura anatomica "stabile" che origina dal polo superiore della cavità glenoidea o dal tubercolo sopraglenoideo appena anteriormente all'origine del tendine del capo lungo del bicipite. Alcuni autori sostengono l'esistenza di una "connessione" tra il SGHL e il MGHL nel punto della loro origine nella regione del tubercolo sopraglenoideo. L'inserzione distale del SGHL si trova a livello della fovea capitis dell'omero. Lateralmente il SGHL forma una bandeletta connettivale a forma di "U" che passa al di sotto del TLHB per inserirsi sulla piccola tuberosità dove si mischia con le fibre del CHL (Jost, Koch, & Gerber, 2000). Inoltre a livello della sua inserzione le fibre del SGHL si estendono inferiormente al margine superiore del tendine del SSc e si mescolano con le fibre del suddetto tendine al livello della piccola tuberosità. Pertanto il SGHL presenta una stretta connessione con la banda mediale del CHL e si fonde con la capsula del IR insieme con le fibre superiori del tendine del SSc. Sul piano funzionale il ruolo del SGHL è quello di limitare la traslazione inferiore della testa omerale e la rotazione esterna durante l'adduzione e la traslazione posteriore durante la flessione, l'adduzione e la rotazione interna (Arai et al., 2010). Il SGHL insieme con il CHL costituisce un complesso legamentoso che circonda l'aspetto mediale e inferiore della porzione intra-articolare del TLHB prima del suo ingresso nel solco bicipitale. Infatti, le più recenti descrizioni anatomiche mettono in evidenza una sorta di "fascia sospensoria" con funzione stabilizzante per il TLHB formata principalmente dal SGHL e dal CHL. In particolare il SGHL rappresenta il rinforzo legamentoso più importanti di questa "fascia stabilizzante" per il TLHB e lo protegge contro le forze di taglio anteriore.

(Werner, Mueller, Boehm, & Gohlke, 2000). Sebbene alcuni autori considerino il CHL come la struttura chiave per l'allineamento e la stabilizzazione del TLHB nel solco bicipitale l'esistenza e l'orientamento di questa sorta di fascia fibrosa composta principalmente da fibre del SGHL spiega l'importante ruolo funzionale svolto da tale legamento come stabilizzatore per la porzione intrarticolare del TLHB (Habermeyer, Magosch, Pritsch, Scheibel, & Lichtenberg, 2004). Una lesione in questa area potrebbe condurre ad una instabilità anteriore del TLHB nella rotazione esterna e a lungo andare il manifestarsi di una sintomatologia dolorosa alla spalla (Werner et al., 2000). Le fibre del tendine del SSp e quelle del SSc partecipano alla costituzione di questo importante meccanismo sospensorio. Il **CHL** si trova localizzato nel contesto dell' IR e ne rinforza esternamente la capsula. Rappresenta la struttura capsulare più superficiale dell'IR e a livello della sua inserzione le fibre si mescolano con quelle dei tendini del SSc e SSp. Origina dall'aspetto laterale della base del processo coracoideo e poi si divide in due bande: una mediale più piccola ed una laterale più larga che circonda la parte superiore e laterale della porzione intra-articolare del tendine del LHB prima della sua inserzione sulla grande tuberosità omerale e sul margine anteriore del tendine del SSp. Infatti le fibre del CHL non possono essere separate da quelle dei tendini del sopraspinato anteriormente e del sottoscapolare superiormente con le quali si interdigita e da quelle della capsula dell'IR (Petchprapa et al., 2010). Mentre l'origine sul processo coracoideo è costante si sono riscontrate delle varianti nella sua inserzione distale. Infatti il CHL si può inserire direttamente nell'intervallo dei rotatori, nel tendine del SSp mentre in altri casi si trova diviso e inserito sia sul tendine del SSp che del SSc. Dal punto di vista biomeccanico il CHL viene considerato insieme con la capsula inferiore come un importante stabilizzatore della traslazione gleno-omeroale inferiore con il braccio addotto (Gaskill et al., 2011).. Una contrattura dell'IR che interessa il CHL riduce approssimativamente del 50% la rotazione esterna della GHJ a 0 gradi di elevazione (Harryman et al 1992). Inoltre è stato ipotizzato un ruolo importante del CHL nella genesi della capsulite adesiva poiché in tale patologia il CHL risulta spesso in una condizione di "accorciamento" limitando di fatto la rotazione esterna per cui in tale circostanza è raccomandata la sua valutazione e trattamento. Nei pazienti con una severa contrattura capsulare il release chirurgico del CHL determina un miglioramento dell'abduzione e della elevazione della GHJ. Inoltre il CHL ha un ruolo nel limitare lo "shift" posteriore della testa omerale (Harryman, Sidles, Harris, & Matsen, 1992). Se si considera il contributo dell'IR nella stabilità della spalla il SGHL e il CHL sembrano avere un ruolo complementare nel resistere alla traslazione inferiore della testa

omero e alla rotazione esterna a braccio addotto (Harryman et al., 1992). Il sottoscapolare (SSc) è il più largo e potente muscolo della CDR e rappresenta il limite inferiore dell'intervallo dei rotatori. Origina dai due terzi antero-mediali della scapola e presenta bande tendinee multiple che si intercalano nel ventre muscolare e si fondono lateralmente in un tendine appiattito nei due terzi superiori del muscolo. Questa porzione tendinea ha una inserzione variabile sulla piccola tuberosità, sul solco bicipitale e sulla grande tuberosità e inoltre le sue fibre si mescolano con quelle della capsula articolare. Il terzo inferiore del SSc si inserisce quasi direttamente sull'aspetto inferiore della piccola tuberosità e sull'aspetto anteriore della metafisi omerale attraverso una sottile struttura membranosa. La porzione superiore ed inferiore del muscolo sono innervati dai nervi subscapolari superiore ed inferiore rispettivamente e tale differente innervazione fa supporre che le due porzioni del SSc possano funzionare come unità indipendenti durante i movimenti attivi della spalla (Gaskill et al., 2011). Ci sono delle differenze sul piano meccanico tra le porzioni superiore e inferiore del tendine SSc; infatti nella porzione tendinea inferiore del SSc si registra un minore carico e una minore rigidità in seguito ai movimenti attivi della spalla. Le fibre superiori del tendine del SSc si interdigitano con le fibre anteriori del tendine del SSp e contribuiscono alla costituzione dell'intervallo dei rotatori (Arai et al., 2010). Inoltre queste fibre del SSc si mescolano con la porzione mediale del CHL e del SGHL per formare la puleggia di sospensione per il TLHB (Jost et al., 2000). Infatti il tendine del SSc è anche in relazione con la porzione orizzontale del CHL che si inserisce sull'aspetto laterale della guaina del tendine bicipitale e con le fibre del tendine del SSp (Morag et al., 2005). Una banda di tessuto si stacca dal tendine per inserirsi sulla piccola e grande tuberosità al di sopra del solco bicipitale divenendo parte costituente del legamento trasverso. Infatti da recenti studi si è avanzata l'ipotesi che nella maggior parte dei casi il legamento trasverso non è una struttura distinta ma sembrerebbe prendere origine dal tendine del SSc o da una espansione fibrosa dal tendine del muscolo pettorale maggiore (Arai et al., 2010). Il ruolo primario del SSc nei movimenti della spalla è la rotazione interna. In diverse posizioni della spalla esso può assistere l'adduzione, l'abduzione, la flessione e l'estensione. Le fibre SSc superiori assistono l'abduzione mentre quelle inferiori assistono l'adduzione. Il SSc gioca un importante ruolo nella stabilità articolare attiva e passiva della articolazione gleno-omeroale. Infatti questo muscolo mostra un'azione dominante nella stabilizzazione attiva della testa omerale durante la rotazione esterna e abduzione. Recenti studi hanno enfatizzato l'importanza di un perfetto bilanciamento tra le coppie di forze agenti sull'articolazione GO caratterizzata

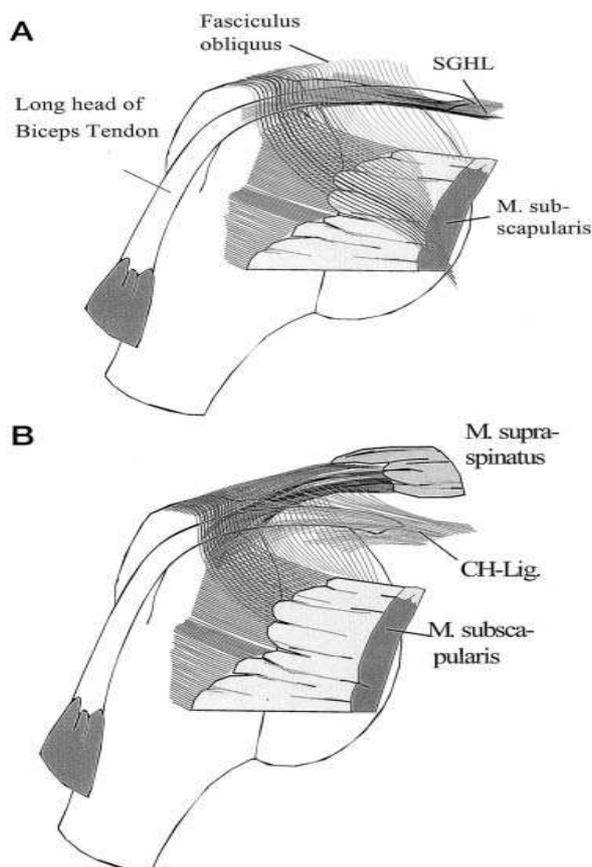
dalla resistenza offerta dal SSc all'azione del muscolo sottospinato nel piano assiale e alle forze di taglio del deltoide sul piano coronale. Tale resistenza viene offerta attraverso il tensionamento delle fibre inferiori che esercitano un'azione di depressione sulla testa omerale per bilanciare l'azione del muscolo deltoide. Inoltre la massa muscolare del SSc fornisce anche una componente passiva alla stabilità GO resistendo alla dislocazione anteriore per cui una eventuale lassità della porzione inferiore del muscolo è stata messa in relazione con le dislocazioni anteriori ricorrenti di spalla (Petchprapa & al., 2010).



**FIGURA 2.** Rappresentazione dell'intervallo dei rotatori in due differenti sezioni.

**Anatomia del capo lungo del bicipite.** Il tendine del capo lungo del bicipite (TLHB) attraversa la parte laterale dell' IR prima di emergere dall'articolazione GO, profondamente al CHL. Origina per circa il 50% delle sue fibre dal tubercolo glenoideo superiore e la rimanente parte dal labbro superiore con 4 differenti varianti osservate (Karistinos & Paulos, 2007). Il TLHB decorre in profondità rispetto al CHL e la porzione extra-articolare attraversa il solco bicipitale per poi continuarsi con il ventre muscolare. Il solco bicipitale ha una profondità di appena 4 mm con un angolazione del bordo mediale di circa 56°. Nel suo decorso il LHB curva dal solco intertubercolare alla tuberosità sopra-glenoidea descrivendo un angolo acuto. Tale angolazione predispone il TLHB alla dislocazione antero-mediale che viene impedita dalla presenza di strutture anatomiche che stabilizzano il suddetto tendine all'interno del solco bicipite (Kwon et al., 2009). Il TLHB contrae stretti rapporti anatomici con diverse strutture tra cui le inserzioni del tendine del SSc, del SGHL e del CHL (Giphart, Elser, Dewing, Torry, & Millett, 2012). Di grande importanza è il ruolo svolto dalla parte superiore, intramuscolare, del tendine del SSc come elemento stabilizzante per il TLHB. Infatti, una rottura del tendine del SSC è spesso associata con

una dislocazione antero-mediale del TLHB (Kwon et al., 2009). Inoltre da tale inserzione origina una sottile banda tendinea che si inserisce sulla fovea capitis dell'omero e insieme alla inserzione superiore del SSC ha la funzione di allungare superiormente il solco bicipitale (Arai et al., 2010). Infatti la porzione intra-articolare del TLHB è parzialmente stabilizzata dalla cosiddetta puleggia di riflessione bicipitale, ossia una sorta di fascia stabilizzante di tessuto molle. Questa fascia tendineo-legamentosa rappresenta una parte importante dell'intervallo dei rotatori ed è formata dalle quattro maggiori strutture ossia dalle fibre del SGHL, del CHL e da quelle profonde del tendini del SSc e SSp (Werner et al., 2000). Il ruolo funzionale svolto dal legamento trasverso omerale rimane controverso e molti autori sostengono che svolga un'azione marginale nella stabilizzazione del TLHB all'interno del solco bicipitale (Morag et al., 2005).



**FIGURA 3. Strato profondo (A) e superficiale (B) dell'intervallo dei rotatori e formazione della puleggia di riflessione bicipitale.**

Per quanto concerne l'innervazione, recenti studi hanno messo in evidenza l'esistenza di una ricca rete di fibre nervose sensitive e simpatiche a livello del TLHB. Tali strutture nervose non sono distribuite in maniera omogenea nella totalità del corpo tendineo ma si trovano principalmente nella sua parte prossimale vicino alla inserzione (Werner, 2000).

Pertanto il TLHB può rappresentare una fonte di disfunzione e di dolore e i “disordini” a carico del TLHB generalmente si presentano in associazione con diverse altre patologie della spalla (Khazzam, 2012). L’apporto vascolare del TLHB è fornito dall’arteria toraco-acromiale e dall’arteria brachiale attraverso le loro branche muscolo-tendinee. Una zona di ipovascolarizzazione si trova da 1.2 a 3 cm dall’origine del tendine ed è correlata con la porzione del tendine che inizia all’interno dell’articolazione e corre attraverso la puleggia bicipitale terminando vicino il solco bicipitale prossimale (Karistinos & Paulos, 2007).

**Fisiologia dell’intervallo dei rotatori e del capo lungo del bicipite.** Nelle ultime due decadi è stata accettata la definizione di IR come entità anatomica distinta, con un ruolo potenzialmente importante sulla funzionalità complessiva della spalla. L’IR è una regione anatomica formata da un complesso di strutture legamentose e tendinee agenti come una singola unità funzionale. Infatti a questo livello esiste una complessa interazione di fibre tra il CHL, il SGHL, la capsula GH e i tendini del SSp e del SSc. Dal punto di vista funzionale è possibile distinguere due distinte parti dell’IR: una parte mediale ed una parte laterale. La parte mediale è costituita da uno strato superficiale formato dal CHL e da uno profondo formato dal SGHL e dalla capsula articolare. La porzione laterale risulta composta da quattro strati che dalla superficie alla profondità sono costituiti: dalle fibre superficiali del CHL che coprono l’IR e si estendono alle inserzioni del SSc a SSp (strato I); dalle fibre del SSp e SSc che attraversano l’IR per mescolarsi tra loro e unirsi con parti del CHL (strato II); dalle fibre profonde del CHL del quale la parte principale si inserisce sulla grande tuberosità omerale e la porzione più piccola sulla piccola tuberosità (strato III); il IV strato risulta formato dalle fibre del SGHL e dalla capsula articolare (Jost et al., 2000). La porzione mediale sembra controllare maggiormente la traslazione inferiore della testa omerale con il braccio addotto e in misura minore la rotazione esterna mentre la parte laterale controlla la rotazione esterna con il braccio tenuto sempre nella stessa posizione (Jost et al., 2000). Comunque, per quanto concerne il ruolo svolto dall’IR nella stabilizzazione articolare GO i dati forniti dalla letteratura sono piuttosto discordanti. Alcuni autori attribuiscono all’IR una funzione rilevante nel limitare le traslazioni della testa omerale in direzione inferiore e posteriore (Jost et al., 2000). Il suo ruolo stabilizzante è stato messo in evidenza anche da altri autori (Field, Warren, Obrien, Altchek, & Wickiewicz, 1995) che identificano nel CHL l’elemento stabilizzante primario nel limitare la traslazione in direzione inferiore della testa omerale. In altri studi invece si è posta enfasi

sul ruolo stabilizzante del SGHL che viene additato come il principale stabilizzatore nella traslazione inferiore con il braccio addotto mentre altri sostengono che i due legamenti lavorino in perfetta sinergia nel stabilizzare la spalla. In base agli studi svolti il CHL e il SGHL sono considerati le strutture macroscopicamente più importanti di questa regione anatomica (Gaskill et al., 2011). Una lassità di queste strutture anatomiche può contribuire alla instabilità della spalla e risultare in una sintomatologia dolorosa. Infatti alcuni autori hanno messo in evidenza una stretta associazione tra le lesioni dell'intervallo dei rotatori e i pazienti con instabilità ricorrenti della spalla. Per quanto concerne il ruolo dell'IR nel prevenire la traslazione posteriore della testa omerale il SSc viene considerato come lo stabilizzatore dinamico principale. Tra gli stabilizzatori statici il complesso anatomico dell'IR viene considerato anche se in modo controverso come un fattore limitante la traslazione posteriore della testa omerale con il braccio in adduzione mentre probabilmente gioca un ruolo minore nella posizione provocativa della spalla in flessione e rotazione interna (Harryman et al., 1992). Alcuni autori hanno dimostrato come il MGHL e SGHL supportino il fascio posteriore del legamento gleno-omeroale inferiore nel limitare la traslazione posteriore nel range articolare medio di abduzione e in adduzione. Comunque il ruolo svolto dall'IR nella stabilizzazione posteriore della spalla non viene considerato preminente dalla maggior parte degli autori anche se una contrattura dell'IR esita sempre in un riduzione della traslazione postero-inferiore a livello GH è questo dato indirettamente avalla il ruolo stabilizzante di tale struttura (Lee, Guy, Connell, Saifuddin, & Lambert, 2007). Inoltre, secondo il "concetto circolare" della stabilità GO, una dislocazione posteriore è possibile solo con una concomitante lesione delle strutture anteriori presenti a livello dell'IR. Nonostante queste correlazioni, il preciso contributo sul piano funzionale delle strutture dell'IR è ancora molto dibattuto. Un'altra e meno ovvia funzione dell'IR è il suo ruolo nel mantenere una adeguata pressione intra-articolare negativa; la perdita di tale pressione a livello articolare determina un incremento delle traslazioni della testa omerale per cui una lesione dell'IR a livello capsulare potrebbe contribuire al determinarsi di una instabilità multi direzionale (Provencher et al., 2008). Un'altra importante funzione attribuita alle strutture dell'IR è il contributo nella stabilità del TLHB all'interno del solco bicipitale. Infatti il CHL, SGHL e la parte superiore del SSc formano una puleggia di riflessione per stabilizzare il TLHB all'interno del solco bicipitale (Arai et al., 2010). L'integrità di queste strutture assume un ruolo critico per la stabilità TLHB considerando che il legamento trasverso omerale è una struttura anatomica inconsistente che fornisce solo un piccolo supporto biomeccanico nonostante la sua prominente ubicazione (Braun et al., 2010). Sul

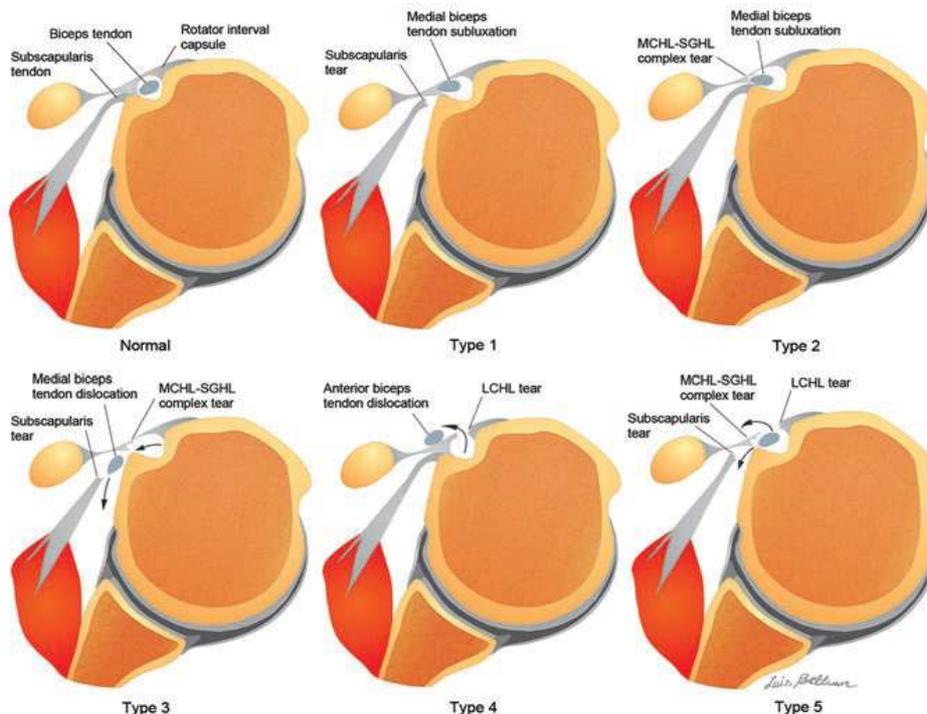
piano funzionale il ruolo svolto dal LHB è ancora molto dibattuto ed in letteratura esiste un consenso modesto sulla funzione complessiva del TLHB al livello dell'articolazione GO, che tuttavia rimane sostanzialmente irrisolta (Giphart et al., 2012). Alcuni investigatori affermano che il tendine non abbia nessuna particolare influenza sulla funzionalità della spalla, mentre altri sostengono che esso giochi un ruolo significativo come depressore della testa omerale e che di fatto ne aumenti la stabilità soprattutto in presenza di una patologia della cuffia dei rotatori o del labbro glenoideo (Karistinos & Paulos, 2007). In vivo il ruolo stabilizzante del TLHB è scarsamente conosciuto; le diverse prove sperimentali condotte in vitro ne hanno invece evidenziato il ruolo meccanico come stabilizzatore della GO (Giphart et al., 2012). Pertanto le uniche evidenze relative alla capacità del LHB di limitare il movimento dell'articolazione GO sono basate su studi condotti su cadaveri che ne pongono in risalto il ruolo stabilizzante sulla testa omerale in tutti i piani di movimento. Tale constatazione può far supporre che il TLHB eserciti, come meccanismo primario per la stabilità, un'azione di compressione a livello articolare. In uno studio che si proponeva di indagare le proprietà meccaniche del TLHB è emerso che tale struttura presenta una lassità intrinseca tale da accomodare l'ampio range di movimento al quale è sottoposto durante i movimenti della spalla. In caso di una instabilità della GO o di una coesistente lesione della CDR il TLHB risulta capace, per le sue caratteristiche meccaniche, di compensare l'eccessivo stress supportando un grosso carico meccanico (McGough, Debski, Taskiran, Fu, & Woo, 1996)

**Patologia dell'intervallo dei rotatori e del capo lungo del bicipite.** Nobuhara e Ikeda per primi hanno descritto il termine di "lesione dell'intervallo dei rotatori" come una potenziale causa per l'instaurarsi di una sindrome dolorosa a livello scapolo-omerale (Lee et al., 2007). Le lesioni a carico dell'IR possono interessare in modo isolato o associato le varie strutture che costituiscono questa complessa regione anatomica. Lesioni a carico di una singola struttura all'interno dell' IR necessitano di un'attenta valutazione dell'intero sistema (Petchprapa et al., 2010). Inoltre le manifestazioni cliniche derivanti da lesioni a carico delle strutture dell'IR possono essere non-specifiche e alcune possono sfuggire sia alle indagini diagnostiche strumentali che artroscopiche (Baumann, Genning, Bohm, Rolf, & Gohlke, 2008). Lesioni dell'intervallo dei rotatori possono esistere in due condizioni apparentemente opposte; infatti può determinarsi sia una instabilità più o meno marcata della spalla che una riduzione del normale range di movimento (Lee et al., 2007). Inoltre una lesione a carico delle strutture dell'IR può condurre ad una instabilità intra-capsulare

del TLHB o un impingement del SSc a livello del processo coracoideo (Hunt, Kwon, & Zuckerman, 2007). Poiché la puleggia bicipitale giace all'interno dell'IR non possono esserci sostanziali differenze tra le lesioni riportate dell'IR e le lesioni della puleggia bicipitale (Braun, Horan, Elser, & Millett, 2011). Altri autori hanno descritto lesioni dell'IR in associazione con una instabilità della spalla che esitano in un impingement antero-superiore a livello coraco-acromiale (Habermeyer et al., 2004). Comunque la presenza di una lesione isolata è stata raramente descritta in letteratura. La classificazione delle lesioni dell'IR attualmente proposta prevede IV differenti tipologie ognuna delle quali risulta associata ad una caratteristica manifestazione clinica (Gaskill et al., 2011). Il tipo I consiste in una lesione infiammatoria che nel tempo esita in uno stato di retrazione/contrattura del tessuto all'interno dello spazio delimitato dal SSp e dal SSc. Il tipo II è caratterizzata da una lassità dei tessuti dell'IR associata ad una instabilità dell'articolazione GO. Il tipo III può essere distinto in due sottogruppi: il IIIa include le lesioni traumatiche dei tessuti all'interno dell'IR mentre il IIIb è associato ad un impingement coracoideo. Infine nel tipo IV sono comprese le lesioni che esitano in una instabilità del tendine del LHB e che interessano in modo isolato o associato le strutture costituenti la puleggia bicipitale (Lee et al., 2007). Per quanto concerne le lesioni del I° tipo è stato clinicamente osservato che una infiammazione a livello dell'IR esita in una reazione fibrotica e i cambiamenti patologici più rilevanti sono rappresentati da un ispessimento e retrazione dei tessuti, seguiti poi da fenomeni aderenziali a carico della capsula, della sinovia e delle strutture legamentose circostanti. La retrazione di tali strutture è responsabile di uno spettro molto ampio di disordini dei quali la capsulite adesiva rappresenta la forma maggiormente debilitante (Gaskill, Braun, & Millett, 2011). L'eziologia della capsulite adesiva non è ancora ben conosciuta ed è stata avanzata l'ipotesi che il primum movens di tale patologia sia rappresentato da un evento lesivo che innesca di fatto il processo infiammatorio capsulare e i conseguenti esiti cicatriziali. In questo contesto, alcuni autori sostengono che la "retrazione" del CHL sia la lesione macroscopica "essenziale" della capsulite adesiva (Kim, Rhee, & Shin, 2009). Inoltre è stato osservato come nelle spalle affette da capsulite adesiva la dimensione complessiva dell'IR sia significativamente differente se comparata con quella dei soggetti sani. Una comprensione dell'anatomia patologica dell'IR nella capsulite adesiva della spalla può essere utile per una corretta diagnosi ed un corretto trattamento delle lesioni in questa regione (Kim et al., 2009). Per quanto riguarda le lesioni di II° tipo il ruolo svolto dall'IR nella instabilità della spalla è stata a lungo dibattuto (Provencher et al., 2008). È stato ipotizzato che la capsula

e le strutture dell'IR giocano un ruolo nella stabilità della spalla sia mantenendo la pressione intra-articolare negativa sia resistendo alla traslazione postero-inferiore della testa omerale. Alcuni autori identificano l'IR come un'area di debolezza tissutale che potenzialmente può andare incontro a lassità o subire eventi lesivi in caso di mancanza di stabilità della spalla, conducendo di fatto ad una situazione di instabilità cronica della articolazione gleno-omerale (Petchprapa et al., 2010). Infatti una lassità capsulare o legamentosa dell'IR spesso è correlata ad una storia di trauma acuto o di micro-traumatismi che conducono nel tempo ad una insufficienza funzionale dei tessuti e quindi ad una più o meno evidente instabilità e precoce fatica muscolare (Provencher et al., 2008). Altri autori sostengono che un incremento dimensionale dell'IR sia un riscontro tipico nei pazienti con una instabilità cronica della spalla rispetto alla popolazione sana mentre altri affermano che tali misurazioni non sono significative tra i patterns di instabilità e il gruppo dei soggetti sani (Provencher et al., 2008). Rimane comunque difficile riconoscere clinicamente e oggettivamente attraverso esami strumentali differenze tra una dimensione normale dell'IR ed una di maggiore ampiezza. Per le lesioni di III tipo di particolare interesse è la relazione tra l'insufficienza funzionale dell'IR e l'impingement dei tessuti molli attorno all'apofisi coracoide (tipo IIIb). L'impingement coracoideo è una condizione relativamente ben accertata anche se meno comune rispetto alle altre cause di dolore anteriore alla spalla. (Dumontier, Sautet, Gagey, & Apoil, 1999). Il dolore si presume sia evocato dall'impingement del SSc tra il processo coracoideo e la piccola tuberosità omerale. Questa condizione può essere di natura idiopatica o risultare da un evento traumatico, da un'instabilità o da cause iatrogene (Gaskill et al., 2011). È stata avanzata l'ipotesi che la sindrome da impingement coracoideo si verifichi con più frequenza a causa di un sovraccarico cronico con la spalla in posizione di flessione anteriore, adduzione e rotazione interna (Dumontier, Sautet, Gagey, & Apoil, 1999). Tipicamente si osserva un dolore sordo nella parte anteriore della spalla esacerbato dalle posizioni che portano la piccola tuberosità contro il processo coracoideo e sembra che l'impingement sia più comune nella posizione intermedia di flessione della spalla. È stato ipotizzato che pazienti con una "instabilità anteriore minore" della spalla potrebbero sviluppare sintomi da impingement subcoracoideo e che in questi casi tale conflitto sia secondario alla traslazione della testa omerale per una insufficienza del SGHL e del MGHL (Gaskill et al., 2011). Altri autori riportano la presenza di una debolezza complessiva dell'IR in una grande percentuale di pazienti con sindrome da impingement subcoracoideo (Dumontier et al., 1999). Per quanto concerne le lesioni del IV tipo esse

sono di particolare rilevanza clinica poiché correlano l'integrità della puleggia bicipitale (SGHL, CHL, SSc e SSp) con la stabilità del TLHB. La puleggia bicipitale rappresenta una parte fondamentale dell'IR ed è stata messa in evidenza come una lesione di questa complessa struttura anatomica esiti in una instabilità del TLHB (Petchprapa et al., 2010). Lesioni della puleggia bicipitale e le condizioni di instabilità del TLHB ad essa associate si riscontrano sovente nei pazienti con dolore anteriore della spalla (Braun et al., 2011). Ancora non esistono informazioni esaustive per quanto concerne la patomeccanica inerente alle lesioni della puleggia e delle lesioni associate a carico della CDR (Braun et al., 2010). Bennet ha proposto un sistema di classificazione delle lesioni della puleggia di riflessione bicipitale basato sul tipo di struttura anatomica interessata. Se vi è una "insufficienza" isolata della porzione profonda intra-articolare del SSc (tipo 1) o della banda mediale del CHL (tipo 2) il TLHB mostrerà una aumentata mobilità all'interno della sua porzione articolare. Se entrambe queste strutture risultano lese (tipo 3) il TLHB si lusserà con una certa facilità all'interno dell'articolazione. Se la lesione interessa la porzione laterale del CHL e il bordo anteriore del SSc (tipo 4), si avrà la dislocazione del TLHB anteriormente al SSc ma questa rappresenta una condizione di non frequente osservazione. Infine il tipo V è caratterizzato dall'interessamento di tutte le strutture sopracitate e determina la perdita completa dell'integrità strutturale del TLHB all'interno del solco bicipitale (Petchprapa et al., 2010).



**Figura 4. Classificazione dell'instabilità bicipitale di Bennett**

I disordini del il TLHB comprendono uno spettro molto ampio di condizioni che vanno dalle tendinopatie, alle instabilità e alle dislocazioni intrarticolari ed extrarticolari del suddetto tendine. Si possono anche avere delle rotture complete o parziali che generalmente si manifestano in concomitanza con diverse altre patologie della spalla (Khazzam, George, Churchill, & Kuhn, 2012). Infatti si trovano più spesso associate con le lesioni della CDR soprattutto del SSC e anche con l'osteoartrosi dell'articolazione GO. Le tendinopatie bicipitali, le rotture tendinee isolate e le sublussazioni sono spesso associate a lesioni che interessano le strutture dell'intervallo dei rotatori (Khazzam et al., 2012). I disordini del TLHB possono essere classificati in tre ampi gruppi: il primo annovera le lesioni di origine infiammatoria, il secondo le instabilità e il terzo lesioni di natura traumatica (Khazzam et al., 2012). Esistono in realtà numerose classificazioni dei disordini del TLHB ma la più interessante ai fini dello studio in questione è quella che prende in considerazione "lo stato" della puleggia di riflessione bicipitale (Habermeyer et al., 2004). Infatti, si può riscontrare una lesione isolata del SGHL, una lesione del SGHL in associazione a rotture parziali della porzione articolare laterale del tendine del SSp (PASTA) che esitano spesso in una sublussazioni laterale del TLHB. Un'altra possibile causa di lesione della puleggia di riflessione è correlata alla lesione del tendine del SSc in seguito ad un impingment antero-superiore dell' articolazione GO. Infatti con il braccio in adduzione e rotazione interna la superficie inferiore della puleggia di riflessione e del tendine del sottoscapolare urtano contro la rima glenoidea antero-superiore (Habermeyer et al., 2004). Lesioni del sistema a puleggia, del TLHB e del tendine del SSp come pure del SSc sono comunemente associate. Le lesioni della puleggia possono essere causate sia da traumi che da processi degenerativi ed esitano in un' instabilità del TLHB nel suo decorso intrarticolare che a sua volta può sub-lussarsi medialmente (Petchprapa et al., 2010). Dal punto di vista funzionale il TLHB è pensato per essere uno stabilizzatore dell'articolazione GO durante i movimenti di rotazione del braccio. La sublussazione del TLHB determina la perdita dell'effetto di stabilizzazione anteriore della articolazione GO e permette una traslazione omerale anteriore che sembra essere l'episodio iniziale di una progressiva cascata di eventi che esiterebbe poi nell'impingement antero-superiore (Habermeyer et al., 2004). Inoltre alcuni autori trovano statisticamente significativa la correlazione tra le lesioni del tendine del SSc e la presenza di lesioni del LHB (Lee et al., 2007). Una parziale lesione del "lato articolare" del tendine SSc è stata associata ad una sublussazione mediale del LHB e inoltre tale lesione determinerebbe una traslazione antero-superiore della testa omerale risultante in un impingment antero-superiore (Habermeyer et al., 2004) . Un'altra classificazione per i

disordini del TLHB prende in considerazione la direzione ed il grado dell'instabilità, le lesioni macroscopiche a carico TLHB e lo stato dei tendini della CDR. Questo sistema di classificazione è il primo che riconosce l'importanza della instabilità posteriore del TLHB e la sua relazione con le lesioni del tendine del SSp (Krupp, Kevern, Gaines, Kotaru, & Singleton, 2009)

**Diagnosi e trattamento.** La diagnosi delle lesioni dell'IR richiede un vasto bagaglio di conoscenze sulla funzione e sull'ampio spettro di condizioni patologiche che possono originare da questo complesso anatomico, ognuna delle quali necessita di un percorso diagnostico specifico per l'esatta identificazione e l'appropriato trattamento (Petchprapa & al., 2010). Per quanto concerne le lesioni di II° tipo ossia quelle legate ad una insufficienza dell'IR con l'instabilità della GO la diagnosi si basa in larga misura sull'esame fisico attraverso il cosiddetto "test del solco" (Provencher et al., 2008). Infatti la trazione inferiore del braccio lungo il suo asse longitudinale in caso di lassità o deficit strutturale delle componenti dell'IR determinerà una sublussazione inferiore della testa omerale (segno del solco positivo) che non si ridurrà con la rotazione esterna della spalla e quindi con la messa in tensione delle strutture dell'IR e principalmente del CHL (Provencher et al., 2008). Infatti, durante l'esame clinico, si può rilevare un segno del solco positivo che però tende a scomparire introducendo una rotazione esterna, a causa della messa in tensione dell'intervallo dei rotatori. La presenza di un segno del solco persistente nonostante la concomitante rotazione esterna della GH è suggestivo per una lassità patologica delle strutture dell'IR (Provencher et al., 2008).

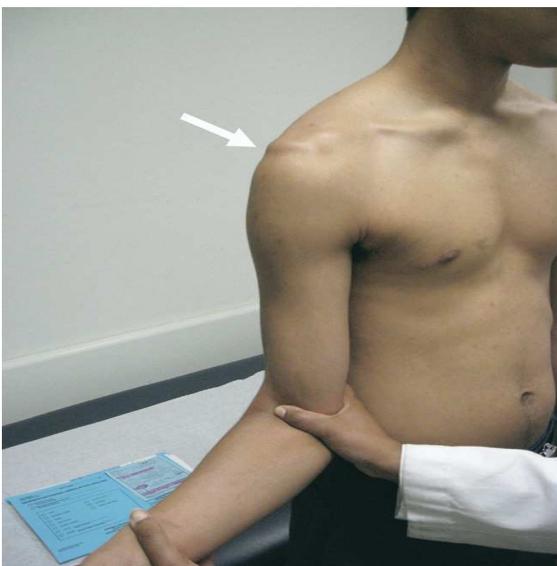


Figura 5. Segno del solco positivo in rotazione esterna

I risultati dell'esame fisico per la lassità o insufficienza dell'IR possono anche essere associati con la positività dei test per la instabilità anteriore, posteriore o multi direzionale della spalla. Sebbene la diagnosi delle lesioni dell'IR si basa sostanzialmente sull'esame fisico essa può essere confermata da una astrografia con RM che rappresenta lo studio di "imaging" più sensibile attualmente a disposizione o da una valutazione artroscopia (Plancher, 2005). Per quanto riguarda la diagnosi delle lesioni della puleggia bicipitale essa presenta notevoli difficoltà a causa delle diverse strutture anatomiche che si mescolano insieme a livello della loro inserzione distale. Non solo la puleggia bicipitale ma anche le strutture muscolo-tendinee circostanti (TLHB, labbro glenoideo, ancora bicipitale e CDR) dovrebbero essere considerate nel processo diagnostico in quanto facenti parte di un' unica unità funzionale ed anatomica. Nonostante l'astrografia con RM sia considerata l'esame diagnostico di prima scelta per identificare l'anatomia normale e le lesioni della puleggia bicipitale esse sono frequentemente trascurate o inaccuratamente valutate e se non trattate possono esitare in un dolore cronico alla spalla. Infatti l'appropriata diagnosi della puleggia bicipitale necessita di una approfondita conoscenza dell'intricato complesso di strutture anatomiche che ne fanno parte, delle strette relazioni con le strutture anatomiche circostanti e la comprensione dei meccanismi lesionali. E' stato anche ipotizzato un coinvolgimento dell'IR nella genesi delle capsuliti adesive. Infatti, nonostante che l'IR non sia l'unica struttura ad essere interessata nel processo infiammatorio, alcuni autori hanno attribuito un ruolo chiave delle strutture costituenti l'IR nello sviluppo della capsulite adesiva (Gaskill et al., 2011). Non esiste un accordo univoco relativo ai criteri diagnostici per le capsuliti e la diagnosi si basa sulla storia clinica e sui risultati dell'esame fisico. Ci sono state numerose pubblicazioni in merito ai criteri per diagnosticare una capsulite adesiva attraverso la RM convenzionale (Kim et al., 2009). L'infiammazione della sinovia con susseguente fibrosi ed inspessimento della capsula articolare al livello del recesso ascellare sono stati descritti come segni caratteristici di capsulite adesiva ma non tutti gli investigatori concordano che l'interessamento del recesso ascellare sia in realtà un segno così attendibile. Esistono numerosi studi artroscopici che mettono in evidenza come una infiammazione dell'IR, una sinovite nella porzione articolare antero-superiore e un inspessimento del CHL siano segni più validi per la formulazione della diagnosi (Petchprapa, 2010). Altri autori hanno descritto l'inspessimento del CHL e della capsula a livello dell'IR e la completa obliterazione del triangolo adiposo sotto il processo coracoideo come il più caratteristico segno per le capsuliti adesive osservabile attraverso la RM. Per quanto riguarda l'impingement subcoracoideo una dolenzia può essere evocata alla

palpazione attorno al processo coracoideo e alla piccola tuberosità ma attualmente non esistono criteri diagnostici validati per questa sindrome da impingement per cui tale condizione rimane per lo più una diagnosi di esclusione. (Gaskill et al., 2011). Dato l'ampio spettro di condizioni patologiche che possono derivare dalle strutture contenute nell'intervallo dei rotatori e dal TLHB le indicazioni terapeutiche devono basarsi essenzialmente sullo specifico patologico. Nei pazienti con evidenze cliniche consistenti per una insufficienza funzionale dell'IR (es. eccessiva traslazione inferiore con la spalla in adduzione e rotazione esterna) i tessuti di questa area possono essere "imbricati" attraverso un intervento in artroscopia o "a cielo aperto" (Field, Warren, Obrien, Altchek, & Wickiewicz, 1995). Nella maggior parte dei pazienti l'intervento di chiusura dell'IR rappresenta una tecnica di stabilizzazione supplementare che è eseguita in associazione con la riparazione di altre lesioni. In pazienti che mostrano sintomi consistenti per una instabilità senza una precedente dislocazione della GO una chiusura isolata dell'IR può anche essere considerata sufficiente per stabilizzare l'articolazione della spalla. Quest'ultima evenienza costituisce una presentazione clinica rara (Field et al., 1995). Nella maggior parte dei pazienti con instabilità di spalla è presente una ridondanza capsulare o una lesione labrale che deve essere affrontata chirurgicamente. Se vi è la compresenza di un deficit dell'IR rilevato clinicamente o attraverso esami strumentali deve essere appropriatamente trattato mediante intervento chirurgico di chiusura e rinforzo dell'IR (Hunt et al., 2007). Per quanto concerne le lesioni della puleggia bicipitale la scelta del trattamento rimane alquanto controversa e nonostante esistano pochi studi pubblicati sul trattamento chirurgico della puleggia la letteratura indica la tenodesi del bicipite per questi pazienti (Petchprapa et al., 2010). La capsulite adesiva è considerata un processo patologico auto-limitante che progredisce attraverso differenti fasi. Sebbene la completa risoluzione è rara la capsulite adesiva lascia degli esiti debilitanti solo in una piccola percentuale di casi. Il trattamento è pertanto conservativo in quasi tutti i casi e consiste in una chinesiterapia passiva e attiva dosata in base alla reattività tissutale e nella somministrazione di FANS (Petchprapa, 2010).

## **CONCLUSIONI**

L'intervallo dei rotatori è una complessa regione anatomica che per la sua importanza sul piano funzionale e patologico è stata oggetto negli ultimi venti anni di numerosi studi. Il ruolo svolto dall'IR sul piano funzionale non mostra un consenso univoco nella letteratura

scientifico. Infatti, nonostante esistano sempre maggiori evidenze sul piano biomeccanico che ne sostengono l'importanza nella stabilità multidirezionale della articolazione gleno-omerale, persistono tuttavia numerose controversie sull'effettiva importanza attribuita all'IR nell'assolvere a tale funzione. Dal punto di vista patologico, l'IR può essere fonte di una grande varietà di sintomi e segni clinici che hanno alimentato un interesse sempre crescente verso criteri di diagnosi clinica e strumentale. Infatti, nonostante la possibilità di indagare clinicamente le lesioni a carico di dell'IR (Field et al., 1995) persiste tuttavìa una certa difficoltà nel determinare se tali lesioni siano da considerarsi rilevanti sul piano patologico o meno poiché sia l'esame clinico che strumentale possono essere non specifici. Tali considerazioni pongono in evidenza la complessità per eseguire una diagnosi competente di questa intricata regione anatomica. La valutazione diagnostica delle lesioni dell'IR rimane pertanto difficile e viene generalmente eseguita mediante una combinazione di informazioni derivate dall'esame fisico, dagli esami strumentali e dai risultati provenienti dalle procedure chirurgiche. Per la stretta relazione che esiste fra tutte le componenti anatomiche dell'IR il sospetto di una lesione a carico di una singola struttura dovrebbe comportare sempre l'attenta valutazione di tutto il complesso anatomico per stabilire una corretta diagnosi e un appropriato trattamento. Ulteriori ricerche saranno necessarie nel prossimo futuro per approfondire e chiarire il complesso ruolo svolto dalle strutture dell'IR sul piano fisiologico e patologico.

## Referenze

- Arai, R., Mochizuki, T., Yamaguchi, K., Sugaya, H., Kobayashi, M., Nakamura, T., & Akita, K. (2010). Functional anatomy of the superior glenohumeral and coracohumeral ligaments and the subscapularis tendon in view of stabilization of the long head of the biceps tendon. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, *19*(1), 58-64. doi: 10.1016/j.jse.2009.04.001
- Baumann, B., Genning, K., Bohm, D., Rolf, O., & Gohlke, F. (2008). Arthroscopic prevalence of pulley lesions in 1007 consecutive patients. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, *17*(1), 14-20. doi: 10.1016/j.jse.2007.04.01
- Braun, S., Horan, M. P., Elser, F., & Millett, P. J. (2011). Lesions of the Biceps Pulley. *American Journal of Sports Medicine*, *39*(4), 790-795. doi: 10.1177/0363546510393942
- Braun, S., Millett, P. J., Yongpravat, C., Pault, J. D., Anstett, T., Torry, M. R., & Giphart, J. E. (2010). Biomechanical Evaluation of Shear Force Vectors Leading to Injury of the Biceps Reflection Pulley A Biplane Fluoroscopy Study on Cadaveric Shoulders. *American Journal of Sports Medicine*, *38*(5), 1015-1024. doi: 10.1177/0363546509355142
- Dumontier, C., Sautet, A., Gagey, O., & Apoil, A. (1999). Rotator interval lesions and their relation to coracoid impingement syndrome. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, *8*(2), 130-135. doi: 10.1016/s1058-2746(99)90005-8
- Field, L. D., Warren, R. F., O'Brien, S. J., Altchek, D. W., & Wickiewicz, T. L. (1995). ISOLATED CLOSURE OF ROTATOR INTERVAL DEFECTS FOR SHOULDER INSTABILITY. *American Journal of Sports Medicine*, *23*(5), 557-563. doi: 10.1177/036354659502300507
- Gaskill, T. R., Braun, S., & Millett, P. J. (2011). The Rotator Interval: Pathology and Management. *Arthroscopy-the Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, *27*(4), 556-567. doi: 10.1016/j.arthro.2010.10.004
- Giphart, J. E., Elser, F., Dewing, C. B., Torry, M. R., & Millett, P. J. (2012). The Long Head of the Biceps Tendon Has Minimal Effect on In Vivo Glenohumeral Kinematics A Biplane Fluoroscopy Study. *American Journal of Sports Medicine*, *40*(1), 202-212. doi: 10.1177/0363546511423629
- Habermeyer, P., Magosch, P., Pritsch, M., Scheibel, M. T., & Lichtenberg, S. (2004). Anterosuperior impingement of the shoulder as a result of pulley lesions: A prospective arthroscopic study. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, *13*(1), 5-12. doi: 10.1016/j.jse.2003.09.013
- Harryman, D. T., Sidles, J. A., Harris, S. L., & Matsen, F. A. (1992). THE ROLE OF THE ROTATOR INTERVAL CAPSULE IN PASSIVE MOTION AND STABILITY OF THE SHOULDER. *Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume*, *74A*(1), 53-66.
- Hunt, S. A., Kwon, Y. W., & Zuckerman, J. D. (2007). The rotator interval: Anatomy, pathology, and strategies for treatment. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, *15*(4), 218-227.
- Jost, B., Koch, P. P., & Gerber, C. (2000). Anatomy and functional aspects of the rotator interval. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, *9*(4), 336-341. doi: 10.1067/mse.2000.106746
- Karistinos, A., & Paulos, L. E. (2007). Anatomy and function of the tendon of the long head of the biceps muscle. *Operative Techniques in Sports Medicine*, *15*(1), 2-6. doi: 10.1053/j.otsm.2006.12.004
- Khazzam, M., George, M. S., Churchill, R. S., & Kuhn, J. E. (2012). Disorders of the long head of biceps tendon. [Article]. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, *21*(1), 136-145. doi: 10.1016/j.jse.2011.07.016
- Kim, K. C., Rhee, K. J., & Shin, H. D. (2009). Adhesive capsulitis of the shoulder: Dimensions of the rotator interval measured with magnetic resonance arthrography. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, *18*(3), 437-442. doi: 10.1016/j.jse.2008.10.018

- Krupp, R. J., Kevern, M. A., Gaines, M. D., Kotaru, S., & Singleton, S. B. (2009). Long Head of the Biceps Tendon Pain: Differential Diagnosis and Treatment. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(2), 55-70. doi: 10.2519/jospt.2009.2802
- Kwon, Y. W., Hurd, J., Yeager, K., Ishak, C., Walker, P. S., Khan, S., . . . Jazrawi, L. M. (2009). Proximal biceps tendon--a biomechanical analysis of the stability at the bicipital groove. *Bulletin of the NYU hospital for joint diseases*, 67(4), 337-340.
- Lee, J. C., Guy, S., Connell, D., Saifuddin, A., & Lambert, S. (2007). MRI of the rotator interval of the shoulder. *Clinical Radiology*, 62(5), 416-423. doi: 10.1016/j.crad.2006.11.017
- McGough, R. L., Debski, R. E., Taskiran, E., Fu, F. H., & Woo, S. L. (1996). Mechanical properties of the long head of the biceps tendon. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 3(4), 226-229. doi: 10.1007/bf01466622
- Morag, Y., Jacobson, J. A., Shields, G., Rajani, R., Jamadar, D. A., Miller, B., & Hayes, C. W. (2005). MR arthrography of rotator interval, long head of the biceps brachii, and biceps pulley of the shoulder. *Radiology*, 235(1), 21-30. doi: 10.1148/radiol.2351031455
- Petchprapa, C. N., Beltran, L. S., Jazrawi, L. M., Kwon, Y. W., Babb, J. S., & Recht, M. P. (2010). The Rotator Interval: A Review of Anatomy, Function, and Normal and Abnormal MRI Appearance. *American Journal of Roentgenology*, 195(3), 567-576. doi: 10.2214/ajr.10.4406
- Plancher, K. D., Johnston, J. C., Peterson, R. K., & Hawkins, R. J. (2005). The dimensions of the rotator interval. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 14(6), 620-625. doi: 10.1016/j.jse.2005.02.022
- Provencher, M. T., Dewing, C. B., Bell, S. J., McCormick, F., Solomon, D. J., Rooney, T. B., & Stanley, M. (2008). An analysis of the rotator interval in patients with anterior, posterior, and multidirectional shoulder instability. *Arthroscopy-the Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 24(8), 921-929. doi: 10.1016/j.arthro.2008.03.005
- Werner, A., Mueller, T., Boehm, D., & Gohlke, F. (2000). The stabilizing sling for the long head of the biceps tendon in the rotator cuff interval - A histoanatomic study. *American Journal of Sports Medicine*, 28(1), 28-31.