
Lesiones del Subescapular

Stephen Burkhart, MD

RESUMEN: La incidencia de desgarros del subescapular ha sido marcadamente subestimada en el pasado, y las mejoras en la detección de estas ha resaltado la necesidad de tratamientos adecuados. Esta revisión discute los estudios relevantes de los pasados 18 meses que auxilian al clínico en el momento de enfrentarse a la patología del tendón subescapular de los pasados 18 meses

La literatura más reciente ha elucidado la importancia del subescapular en la estabilidad y función del hombro. Avances en las técnicas de RM y pruebas de examen físico como los signos "bear hug" (abrazo de oso) y "belly off" (panza afuera) han conducido a una mayor sensibilidad y especificidad de diagnóstico de la patología del subescapular. Sumada a las causas traumáticas agudas de daño, nuevas etiologías como el pinzamiento subcoracoideo, falla fibrilar intersticial a la tracción e insuficiencia posoperatoria son ahora mejor comprendidas y ayudan a entender la patología. Series prospectivas más grandes han ayudado a correlacionar la integridad de la reparación con el resultado, han brindado una epidemiología más exacta y enfatizado la importancia de abordar rupturas de grosor parcial. Finalmente, avances en la artroscopía han conducido a una variedad de enfoques y resultados mejorados.

Estos avances son alentadores para el tratamiento de la patología del manguito rotador. Los cirujanos ortopédicos se enfrentan hoy con una creciente población envejecida, más activa y demandante, por lo cual la habilidad de abordar la patología del subescapular apropiadamente se transformará en primordial a la hora de optimizar los resultados.

ABSTRACT: *The incidence of subscapularis tears has been markedly underestimated in the past, and improved detection of these common tears has accentuated the need for proper treatment. This review discusses the relevant studies of the past eighteen months that aid the clinician when addressing subscapularis tendon pathology.*

Recent literature has elucidated the importance of the subscapularis to the stability and function of the shoulder. Advances in MRI imaging and physical examination such as the "bear hug" and "belly off" tests have led to higher sensitivities and specificities in the diagnosis of subscapularis pathology. In addition to acute traumatic causes of subscapularis damage, new etiologies such as subcoracoid impingement, tensile undersurface fiber failure, and postoperative insufficiency have now become clearer. Larger prospective series have helped to correlate repair integrity with outcome, provide more accurate epidemiology and emphasize the importance of addressing partial thickness tears. Lastly, arthroscopic advances have led to a variety of approaches and improved outcomes.

These advances are encouraging for the treatment of rotator cuff pathology. As orthopedic surgeons are faced with an increasingly active and demanding aging population, the ability to properly address subscapularis pathology will become paramount in order to optimize outcomes.

Key words: *Subscapularis, arthroscopy, treatment final.*

INTRODUCCION

Dado que el subescapular es esencial para la función normal y sin dolor del hombro, la necesidad de diagnóstico más certero y modalidades de tratamiento han conducido a un aumento en su investigación. En los pasados dieciocho meses se han producido con-

tribuciones importantes, echando luz sobre características anatómicas importantes, así como herramientas para el diagnóstico que ayudarán al cirujano a mejorar el tratamiento de la patología del subescapular.

I. Anatomía y antecedentes

El subescapular es el más grande de los 4 músculos del manguito rotador. Está innervado por los nervios subescapulares superior e inferior, y tiene 5 puntos de acceso (entry), todos los cuales están a más de 3 centímetros mediales a la glenoides y la punta de la

The San Antonio Orthopaedic Group, LLC
San Antonio, Texas USA
e-mail:ssburkhart@msn.com

coracoides. (1,2) Se origina de los 2/3 mediales de la fosa escapular anterior y cursa hacia lateral por detrás de la coracoides para insertarse en la tuberosidad menor del húmero. El tendón intacto coexiste y se mezcla con varias otras estructuras en su sitio de inserción. Estas estructuras incluyen fibras de la cápsula articular anterior y la parte medial de la correa del tendón de la porción larga del bíceps, que está compuesto por fibras de los ligamentos coracohumeral y glenohumeral superior. (3, 4)

Históricamente, el subescapular ha sido reconocido por ser el responsable de la rotación interna del húmero y de la estabilidad anterior. Estudios biomecánicos recientes han confirmado su rol como estabilizador glenohumeral, particularmente en la dirección anteroinferior. (5,6) Aunque la estabilidad anterior y la rotación interna siguen siendo funciones importantes del subescapular, otras contribuciones igualmente relevantes están siendo mejor comprendidas en la actualidad.

El concepto de que el subescapular y el infraespinoso juegan un importante papel biomecánico al formar un par de fuerza alrededor de la articulación glenohumeral tanto en el plano transversal como en el coronal, ha sido reportado previamente. Está pensado que este par de fuerza permite un punto de apoyo estable y una correcta artrocinética del hombro, incluso cuando se enfrenta a enfermedades avanzadas del manguito rotador con ascenso de su cabeza. Estudios anatómicos recientes por Werner et al. han servido para reforzar este concepto. (7)

En un estudio electromiográfico (EMG) de ocho sujetos, O'Connell y colegas concluyeron que los grupos motores superiores son activados antes y a mayores niveles que los grupos motores inferiores. Este representa el primer estudio de EMG del subescapular que mide la dinámica de la función muscular. Los autores teorizaron que las porciones superiores del subescapular deben jugar un rol más importante en añadir abducción activa y estabilización de la articulación glenohumeral. (8)

Una de las contribuciones más importantes en la literatura reciente ha sido la descripción detallada de la huella de inserción del subescapular. En dos estudios cadavéricos separados, la huella ha demostrado ser más amplia en su borde superior. Los autores han descrito la forma de la huella como trapezoidal. (Fig. 1) El promedio del largo cefalocaudal en ambos estudios ha sido entre 25 y 27mm, y su ancho en un promedio de 18mm en su parte más extensa. (9,10) Estos estudios subrayan la importancia de

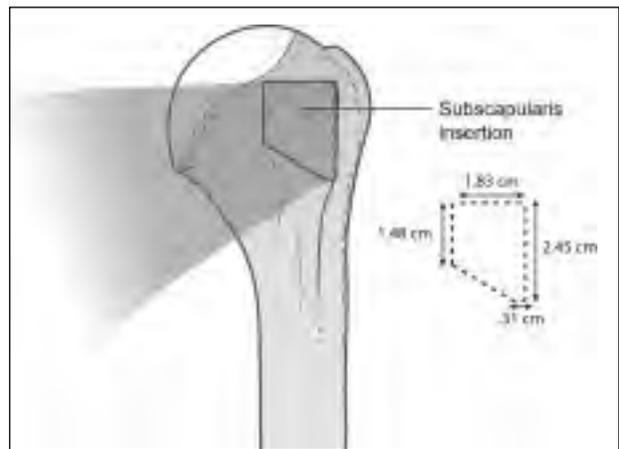


Figura 1: Inserción del subescapular. La inserción del subescapular es más amplia en su parte superior y más ahusada aspecto más inferior. La inserción es trapezoidal y se asemeja a la forma del estado de Nevada.

abordar las lesiones de la porción superior del subescapular y permitirán a cirujanos evaluar con más exactitud la magnitud del daño del tendón en el momento de la cirugía.

II Diagnóstico

Como en el diagnóstico y tratamiento de la mayoría de los padecimientos, entender la etiología básica, la fisiopatología y los diversos mecanismos de lesión, es vital para diagnosticar con precisión a un paciente con dolor de hombro. El tendón subescapular no es excepción a esta regla.

Anatomía patológica

Históricamente, se pensaba que la patología del subescapular era relativamente poco frecuentes y usualmente asociadas a rupturas traumáticas aisladas. (11) Estudios recientes han revelado una incidencia mucho mayor de rupturas del subescapular. Se han reportado incidencias dentro del rango del 37% al 58%, para rupturas en combinación con otras patologías del manguito rotador, y del 4% al 13% para rupturas aisladas del subescapular. (12,14) El incremento en el interés en la patología anterosuperior del manguito rotador y avances en artroscopía, han llevado a teorías más sofisticadas que explican mecanismos potenciales de lesión extrínsecos e intrínsecos. Sumado al trauma directo evidente que cause rotación externa forzada contra un músculo subescapular contraído excéntricamente, se han identificado etiologías más sutiles como causa de lesión articular parcial.

El concepto de que la falla fibrosa traumática profunda (traumatic undersurface fiber failure [TUFF lesions]) puede ser causada por pinzamiento cora-

coideo, ha sido previamente descrito. (15, 16) Este efecto de rolido sobre la coracoides puede explicar los repetidos hallazgos de falla articular degenerativa unilateral articular que han sido presenciado por diversos autores en estudios tanto anatómicos como clínicos. (14, 17) Otras causas extrínsecas de rupturas del subescapular han sido descritas recientemente en diversos reportes de casos. Estos incluyen tendinosis calcificada, osteocondromas avulsiones óseas del húmero como resultado de traumatismo directo. (18,20)

Causas intrínsecas de rupturas del subescapular también han sido implicadas en literatura reciente. En un reciente estudio retrospectivo de RMN, los investigadores encontraron una correlación estadísticamente significativa entre la presencia de edema en la tuberosidad menor y la cronicidad de rupturas del supraespinoso. Los autores teorizaron que la inestabilidad anterior por deficiencia superior del manguito anterior y el estrés en el sitio de inserción del subescapular podrían llevar a falla del lado articular del subescapular. (21) Esta línea de pensamiento concuerda con observaciones previas que demuestran la importancia del subescapular como parte de un par de fuerza.

Historia y examen físico

Los pacientes con lesiones aisladas del subescapular se presentan, típicamente, con una historia de trauma directo o traumatismo. Estos pacientes son predominantemente hombres y tienden a ser más jóvenes que los que presentan lesiones degenerativas. Sin embargo, la gran mayoría de rupturas ocurren en presencia de patologías posterosuperiores del manguito rotador (4,12,13) Tales pacientes probablemente se presenten con los déficits funcionales más comunes vistos en rupturas del supraespinoso e infraespinoso. Esto enfatiza, nuevamente, la importancia de un examen físico completo enfocado en cada músculo del manguito rotador por separado. Históricamente, los pacientes con rupturas del subescapular han presentado fuerza de rotación interna disminuida y rotación externa pasiva aumentada en comparación con el hombro contralateral. Exámenes como el lift off, Napoleon and belly-press han demostrado ser muy inexactos para detectar la mayoría de las rupturas pequeñas o parciales y muchas de las rupturas más grandes. (22, 24) Esto condujo a la introducción de nuevas pruebas. En un reciente estudio artroscópico prospectivo, Lafosse et al. reportaron sensibilidades de un 91.7% y 70.6%

para sus belly-press y lift off modificados, respectivamente. (13) Desafortunadamente, estos estudios incluyen predominantemente rupturas completas del subescapular. El signo belly-off ha sido descrito por Scheibel y ha demostrado tener más de 90% de sensibilidad para todos las magnitudes de rupturas. Sin embargo, requiere de rotadores externos intactos y, por lo tanto, puede no ser apropiada en pacientes con rupturas masivas combinadas del manguito. (24) El bear hug test es, también, un examen relativamente nuevo. (Fig. 2) En un estudio pros-



Figura 2: La prueba del abrazo de oso. La mano en el lado afectado se pone en el hombro opuesto con los dedos extendidos y el codo elevado hacia adelante. El paciente se resiste mientras que el examinador intenta quitar la mano del hombro en una dirección que sea perpendicular al plano del antebrazo (flecha). Si el examinador puede levantar la mano del hombro, es probable que el paciente tenga un tendón superior subescapular razgado (parcial o completo).

pectivo nuevo, se comparó el bear hug test con el lift off, Napoleon y belly-press tests. Los investigadores encontraron que el bear hug es el más exacto, con una sensibilidad del 60% y una especificidad del 91%. (23) Para nuestro conocimiento, este representa el único estudio prospectivo que estudia tanto las rupturas completas como las parciales según lo determinado por artroscopía.

Estudio por imágenes

En las pasadas décadas han habido pocos estudios que busquen específicamente el diagnóstico de rupturas del subescapular. Y, si fueron realizados, confiaron en enfoques desde la cirugía abierta más que en la confirmación artroscópica. (25,26)

Estudios más recientes usando la artroscopía para diagnosticar las rupturas han reportado una mejor sensibilidad que la imagenología preoperatoria. Estos estudios incluyen artroTAC y RM pero no han

incluido análisis estadísticos ni han reportado sobre la especificidad. (12,13) Un estudio retrospectivo diseñado para comparar interpretaciones de resonancias de radiólogos generales y musculo-esqueléticos con evaluaciones artroscópicas del hombro mostró que la imagenología preoperatoria no podía predecir de manera confiable las rupturas del tendón subescapular. No obstante los radiólogos musculo-esqueléticos fueron más exactos que los radiólogos generales, fallaron en diagnosticar más de un 40% de rupturas del subescapular encontradas en cirugía.

III Tratamiento

A pesar de los diversos estudios que buscan la historia natural de las rupturas del manguito rotador, hay muy pocas que buscan específicamente el tratamiento no quirúrgico de rupturas subescapulares aisladas. Un estudio retrospectivo reciente por Edwards et al. concluyó que el desbridamiento artroscópico y la tenotomía del bíceps brindan mejoras y gran satisfacción en pacientes correctamente seleccionados. (28) A pesar de estos resultados, sentimos que el rol del tratamiento no quirúrgico en pacientes con rupturas subescapulares sintomáticas es muy limitado y debería ser considerado sólo para aquellos que no son candidatos para cirugía o para aquellos que se niegan a la misma.

Tratamiento Abierto

La reparación subescapular abierta sigue siendo común en el reemplazo de hombro y en la reparación abierta de inestabilidad. Estudios recientes comparan las fuerzas de fijación subescapular quirúrgicas y han dilucidado la importancia tanto de las reparaciones de tendón a tendón como la de doble fila sobre la técnica transósea. Estas técnicas han mostrado reestablecer mejor la huella nativa y proporcionar una reparación más fuerte. (29) Estos estudios subrayan la validez de otros autores cuyos hallazgos sugieren que reparaciones abiertas acarrear un debilitamiento sustancial del subescapular. (30,31) Asimismo, otros han demostrado que hay una definitiva correlación entre integridad de reparación y resultado posoperatorio. (29,32,33)

Pueden haber rupturas subescapulares que son irreparables pero, en nuestra experiencia, éstas son poco comunes. En estos casos, aumentos posaloinjertos y transferencias del pectoral mayor han sido descritas con anterioridad. En un intento de simular vectores más fisiológicos (anterior inferior) y mejorar

la biomecánica, una nueva técnica de tendón dividido ha sido descrita por Jennings et al. (34)

Artroscopia

Dado que el mecanismo y la historia natural de las rupturas subescapulares han evolucionado, y que las técnicas artroscópicas han mejorado, hemos aprendido la necesidad de diagnosticar y tratar estas lesiones intraarticularmente. La mayoría de los autores concuerdan en que el examen artroscópico ofrece la ventaja de la identificación temprana de lesiones tendinosas del lado articular. Es ahora reconocido que beneficios objetivos y cuantificables pueden ser obtenidos del tratamiento artroscópico temprano de la ruptura parcial y total del subescapular. (4, 13, 32, 35)

Portales y visualización

Tres portales son típicamente usados para la visualización y reparación del tendón del subescapular. Son los portales posterior, anterosuperolateral y anterior accesorio. Recomendamos fuertemente el uso de los artroscopios de 30 y 70 grados para poder visualizar la huella completa desde el portal posterior. Otros autores han descrito el uso del portal lateral para visualización, y esto puede ser necesario si uno no tiene acceso al artroscopio de 70 grados. (12, 13) La mayor parte de la reparación está realizada desde el portal anterosuperolateral funcionante, que está localizado justo al lado del borde anterolateral del acromion, de manera de permitir un ángulo de abordaje de 10-15 grados a la tuberosidad menor. El portal anterior accesorio es usado para colocación de anclajes y el manejo de suturas. Está usualmente algo medial al portal anterior standard, y permite un ángulo de abordaje de 45-50 grados a la tuberosidad menor. (36) (Fig. 3)

Tendón bicapital

Una vez que los portales son establecidos, se debe realizar un examen exhaustivo del bíceps y de sus retenes medial y lateral. Varios autores han mostrado recientemente una alta prevalencia de patología asociada a rupturas del subescapular y supraespiroso anterior (14, 37, 38) Un estudio reciente mostró resultados excepcionalmente buenos en un subgrupo de pacientes de baja demanda con rupturas del subescapular tratadas sólo con tenotomía. (28) Nosotros realizamos tanto tenodesis como tenotomía rutinariamente si el subescapular está desgarrado. Además de abordar una patología dolorosa, permite

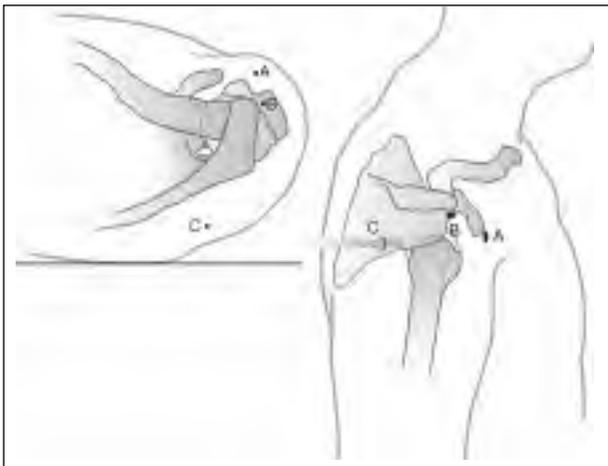


Figura 3: Portales para la reparación artroscópica del tendón del subescapular. El portal anterior (a) se utiliza para la colocación del ancla y el pasaje de la sutura. El portal anterosuperolateral (b) se utiliza para la movilización del tendón del subescapular y la preparación del lecho óseo, así como para la tracción de suturas. El portal posterior (c) se utiliza como portal artroscópico de visión.

una más completa y libre vista del subescapular. Una visualización adecuada del subescapular y de su huella de inserción puede ser mejorada con el auxilio del artroscopio de 70 grados y el posicionamiento correcto del brazo. Una maniobra previamente descrita como el empuje posterior del hombro facilita el traslado posterior del húmero. Esto permite una exposición ideal del lado articular del tendón y de la huella de inserción completa. Esto es particularmente importante ahora que los estudios recientes han demostrado la importancia de la ruptura parcial del tendón en asociación a la función deficitaria. (31,33) Además, ha sido demostrado que las rupturas del tendón comienzan en la superficie articular. (14, 17) Consideramos que sin estas maniobras diagnósticas muchas lesiones parciales articulares subtendinosas clínicamente significativas pueden ser pasadas por alto.

Espacio subcoracoideo

Una vez que la huella de inserción y el subescapular han sido examinados adecuadamente, debe ser abordado el espacio subcoracoideo. En el caso de desgarramiento parcial con tendón no retraído debe hacerse una ventana en el intervalo de los rotadores. Debe realizarse una liberación cuidadosa del ligamento coracohumeral medial en la mayoría de los casos. Una vez que el coracoides es identificado, recomendamos realizar una coracoplastia si hay evidencias de estenosis subcoracoidea (intervalo coracohumeral < 6mm).

Movilización

En el caso de tendón subescapular completamente desgarrado y retraído el “signo de la coma” puede ser útil para encontrar la esquina superolateral del tendón retraído. El signo de la coma es un remanente del reten medial del bíceps, y está compuesta por la cabeza medial del ligamento coracohumeral y el ligamento Glenohumeral superior. (39) (Fig. 4)

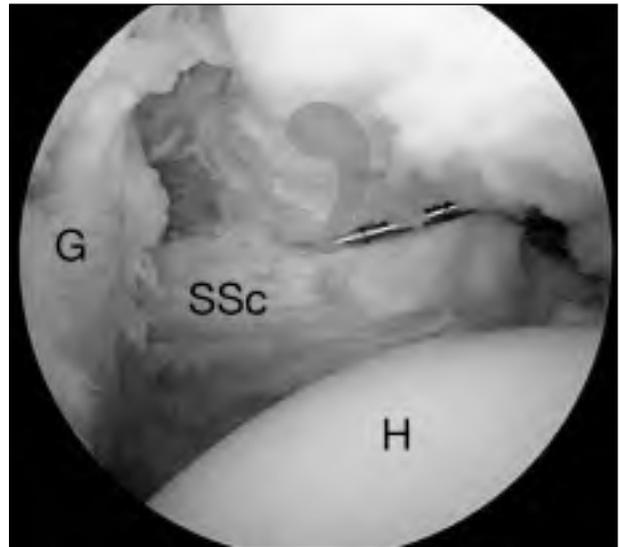


Figura 4: Esta foto artroscópica representa una ruptura subescapular completa. En esta situación, el signo de la coma (,) conduce al borde superolateral del tendón del subescapular (SSc). H, húmero; G, glena.

Para movilizar correctamente el tendón del subescapular recomendamos una liberación de tres lados del subescapular que requiere la visualización de las estructuras neurovasculares bien mediales a la base de la coracoides. (13, 40) Esto pone en riesgo al nervio auxiliar y al cordón lateral del plexo braquial y podría explicar las complicaciones reportadas como el síndrome de dolor regional complejo y deficiencias subescapulares. Creemos que la movilización segura puede ser lograda liberando los bordes anterior, superior y posterior del tendón solamente. Recomendamos, al igual que otros autores, evitar la disección medial a la base del coracoides, para evitar así daño potencial a las estructuras neurovasculares. (31, 36)

Preparación del lecho óseo/ colocación de anclajes

El portal anterosuperolateral ofrece el mejor ángulo de abordaje para preparar el lecho óseo del tendón subescapular en la tuberosidad menor. Recomendamos colocar un anclaje con sutura de doble carga cada 1cm de huella descubierta (10) El portal acceso-rio anterior generalmente ofrece un mejor ángulo de

abordaje (45-60grados) de la tuberosidad menor para la colocación de anclajes.

Pasaje de suturas y atado de nudos

Recomendamos el uso del portal anterosuperolateral para el pasaje de suturas y atado de nudos. Otros autores han recientemente descrito técnicas de pasaje de suturas que involucran técnica de recuperación de suturas retrógradas mediante uso de pasahilos. (12, 13) En nuestra experiencia, un pasador de suturas anterógradas y dispositivo de recuperación tipo Viper o Scorpion (Arthrex Inc., Naples), es ideal, dado el limitado espacio que ofrece la coracoides. Puesto que contamos con un espacio y visualización limitados, también hacemos las suturas, rutinariamente, una por una sin pasar todos los hilos primero.

Cuidados postoperatorios

Un cabestrillo con una almohadilla pequeña es aplicado al costado del brazo en el postoperatorio. Como muchos otros autores que reportan sobre reparaciones artroscópicas, nosotros limitamos típicamente cualquier rotación externa pasiva llevando a una posición neutral durante las primeras seis semanas. (4, 12, 13, 31) Seguido a esto, descontinuamos el uso del cabestrillo y comenzamos el movimiento activo, extensiones pasivas sobre la cabeza y rotaciones externas progresivas hasta los 45 grados. Tres meses después del postoperatorio avanzamos a fortalecimiento y a extensiones más agresivas si es necesario.

CONCLUSION

El tratamiento de lesiones subescapulares continúa evolucionando a medida que nos volvemos más conscientes de su significativa contribución en la función del hombro sin dolor. A la medida que las técnicas y equipamiento artroscópicos mejoren, también lo harán la detección temprana y el tratamiento. Sin embargo, tratamiento abierto (DIC y procedimientos de salvataje como la transferencia del pectoral mayor) seguirán teniendo un rol en el tratamiento de este importante tendón del manguito rotador.

BIBLIOGRAFIA

1. Harrison TP, Sadnicka A, Eastwood DM. Motor points for the neuromuscular blockade of the subscapularis muscle. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007

Mar;88(3):295-7.

2. Ouattara D, Berton C, Wavreille G, Fontaine C. [Contribution to subscapularis nerve supply. 18 dissections]. *Morphologie.* 2006 Dec;90(291):175-9.
3. Dick TP HR. *Gray's Anatomy: The classic collectors edition.* London: Crown; 1977.
4. Adams C BS. The results of arthroscopic subscapularis tendon repairs (intermediate term outcome study). Submitted *Arthroscopy* 2008. Follow up to prior study, represents the only intermediate term study for arthroscopic subscapularis repairs. Authors demonstrated 88% satisfaction rate with maintenance of good functional outcomes.
5. 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 Jun;22(5):495-501. Biomechanical study identifying the importance of the subscapularis as a primary stabilizer for antero-inferiorly directed dislocation force.
6. Marquardt B, Garmann S, Hurschler C, Potzl W, Steens W, Witt KA, et al. The influence of arthroscopic subscapularis tendon and anterior capsular release on glenohumeral translation: a biomechanical model. *J Shoulder Elbow Surg.* 2006 Jul-Aug;15(4):502-8.
7. Werner CM, Zingg PO, Lie D, Jacob HA, Gerber C. The biomechanical role of the subscapularis in latissimus dorsi transfer for the treatment of irreparable rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2006 Nov-Dec;15(6):736-42.
8. O'Connell NE, Cowan J, Christopher T. An investigation into EMG activity in the upper and lower portions of the subscapularis muscle during normal shoulder motion. *Physiother Res Int.* 2006 Sep;11(3):148-51.
9. D'Addesi LL, Anbari A, Reish MW, Brahmabhatt S, Kelly JD. The subscapularis footprint: an anatomic study of the subscapularis tendon insertion. *Arthroscopy.* 2006 Sep;22(9):937-40. Anatomical study accurately measuring the dimensions of the subscapularis footprint with average height of 25.3mm and width of 18mm.
10. Richards DP, Burkhart SS, Tehrany AM, Wirth MA. The subscapularis footprint: an anatomic description of its insertion site. *Arthroscopy.* 2007 Mar;23(3):251-4. Anatomic study also defining the shape of the subscapularis footprint as trapezoidal with 25mm height and 18mm width (widest superiorly). Concluded that the superior portion of the subscapularis is important for load transmission.
11. Flury MP, John M, Goldhahn J, Schwyzer HK, Simmen BR. Rupture of the subscapularis tendon (isolated or in combination with supraspinatus tear): when is a repair indicated? *J Shoulder Elbow Surg.* 2006 Nov-Dec;15(6):659-64.
12. Ide J, Tokiyoshi A, Hirose J, Mizuta H. Arthroscopic

- repair of traumatic combined rotator cuff tears involving the subscapularis tendon. *J Bone Joint Surg Am*. 2007 Nov;89(11):2378-88. Retrospectively examined outcomes of full thickness subscapularis tears combined with other tears. Found improved outcomes in function and pain despite a high failure rate. Used MRI to assess postoperative healing/ failure rates with 35% failure rate.
13. Lafosse L, Jost B, Reiland Y, Audebert S, Toussaint B, Gobezie R. Structural integrity and clinical outcomes after arthroscopic repair of isolated subscapularis tears. *J Bone Joint Surg Am*. 2007 Jun;89(6):1184-93. Used CT arthrogram to retrospectively evaluate arthroscopic repair of isolated subscapularis tears. Improved outcomes with low (12%) failure rate. Introduction of a modified belly press and lift off test with higher sensitivities.
 14. Sakurai G, Ozaki J, Tomita Y, Kondo T, Tamai S. Incomplete tears of the subscapularis tendon associated with tears of the supraspinatus tendon: cadaveric and clinical studies. *J Shoulder Elbow Surg*. 1998 Sep-Oct;7(5):510-5.
 15. Lo IK, Burkhart SS. The etiology and assessment of subscapularis tendon tears: a case for subcoracoid impingement, the roller-wringer effect, and TUFF lesions of the subscapularis. *Arthroscopy*. 2003 Dec;19(10):1142-50.
 16. Richards DP, Burkhart SS, Campbell SE. Relation between narrowed coracohumeral distance and subscapularis tears. *Arthroscopy*. 2005 Oct;21(10):1223-8.
 17. Sano H IH, Trudel G, Uthoff HK. Histologic evidence of degeneration at the insertion of 3 rotator cuff tendons: a comparative study with human cadaveric shoulders. *J Shoulder Elbow Surg*. 1998;7:510-5.
 18. Arrigoni P, Brady PC, Burkhart SS. Calcific tendinitis of the subscapularis tendon causing subcoracoid stenosis and coracoid impingement. *Arthroscopy*. 2006 Oct;22(10):1139 e1-3.
 19. Echlin PS, Plomaritis ST, Peck DM, Skopelja EN. Subscapularis avulsion fractures in 2 pediatric ice hockey players. *Am J Orthop*. 2006 Jun;35(6):281-4.
 20. Reize F, Buess E. Humeral osteochondroma causing a subscapularis tear: a rare source of shoulder dysfunction. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2007 Jan;127(1):67-70.
 21. Bergin D, Parker L, Zoga A, Morrison W. Abnormalities on MRI of the subscapularis tendon in the presence of a full-thickness supraspinatus tendon tear. *AJR Am J Roentgenol*. 2006 Feb;186(2):454-9. Identified lesser tuberosity edema associated with older supraspinatus and infraspinatus tears concluding that the etiology of some subscapularis tears are likely associated with its increased role as a humeral head stabilizer in the presence of large supraspinatus tears.
 22. Armstrong A, Lashgari C, Teefey S, Menendez J, Yamaguchi K, Galatz LM. Ultrasound evaluation and clinical correlation of subscapularis repair after total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2006 Sep-Oct;15(5):541-8.
 23. Barth JR, Burkhart SS, De Beer JF. The bear-hug test: a new and sensitive test for diagnosing a subscapularis tear. *Arthroscopy*. 2006 Oct;22(10):1076-84. Introduced a new test for identifying upper subscapularis tears. When compared to the Napoleon, belly press or lift off tests the bear hug was found to be the most sensitive at identifying tears associated with the upper 30% of the subscapularis.
 24. Scheibel M, Magosch P, Pritsch M, Lichtenberg S, Habermeyer P. The belly-off sign: a new clinical diagnostic sign for subscapularis lesions. *Arthroscopy*. 2005 Oct;21(10):1229-35. Introduced a new test found to have 90% sensitivity when identifying full thickness subscapularis tears. Requires intact teres minor (external rotators) and therefore may not be appropriate for patients with combined massive cuff tears.
 25. Pfirrmann CW, Zanetti M, Weishaupt D, Gerber C, Hodler J. Subscapularis tendon tears: detection and grading at MR arthrography. *Radiology*. 1999 Dec;213(3):709-14.
 26. Tung GA, Yoo DC, Levine SM, Brody JM, Green A. Subscapularis tendon tear: primary and associated signs on MRI. *J Comput Assist Tomogr*. 2001 May-Jun;25(3):417-24.
 27. Adams C BS. Accuracy of preoperative MRI to predict a subscapularis tendon tear based on arthroscopy. Submitted to *Arthroscopy* 2008. Retrospective study comparing the accuracy of community versus musculoskeletal radiologists in identifying subscapularis tears. Authors found sensitivities of 24% and 59% respectively. Both radiologists were more successful with tears greater than 50% thickness.
 28. Edwards TB, Walch G, Nove-Josserand L, Boulahia A, Neyton L, O'Connor DP, et al. Arthroscopic debridement in the treatment of patients with isolated tears of the subscapularis. *Arthroscopy*. 2006 Sep;22(9):941-6. Reported good functional outcomes in patients treated with biceps tenotomy and subscapularis debridement alone in a small subset of patients.
 29. Ahmad CS, Wing D, Gardner TR, Levine WN, Bigliani LU. Biomechanical evaluation of subscapularis repair used during shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2007 May-Jun;16(3 Suppl):S59-64.
 30. Scheibel M, Tsynman A, Magosch P, Schroeder RJ, Habermeyer P. Postoperative subscapularis muscle insufficiency after primary and revision open shoulder stabilization. *Am J Sports Med*. 2006 Oct;34(10):1586-93. Showed increased incidence of fatty degeneration and subscapularis deficiency in patients with revision open shoulder stabilization.
 31. Scheibel M, Nikulka C, Dick A, Schroeder RJ, Popp

- AG, Haas NP. Structural integrity and clinical function of the subscapularis musculotendinous unit after arthroscopic and open shoulder stabilization. *Am J Sports Med.* 2007 Jul;35(7):1153-61. Showed that there was no fatty degeneration or signs of subscapularis dysfunction with arthroscopic approach to shoulder stabilization with significant signs of dysfunction in the open group.
32. Kim SH, Oh I, Park JS, Shin SK, Jeong WK. Intra-articular repair of an isolated partial articular-surface tear of the subscapularis tendon. *Am J Sports Med.* 2005 Dec;33(12):1825-30.
 33. Ozbaydar MU, Altan E, Esenyel CZ, Yalaman O. [Surgical treatment of isolated post-traumatic subscapularis tendon ruptures]. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2006;40(3):214-9. Demonstrated relationship between good outcomes and repair integrity in isolated complete thickness subscapularis tears.
 34. Jennings GJ, Keereweer S, Buijze GA, De Beer J, DuToit D. Transfer of segmentally split pectoralis major for the treatment of irreparable rupture of the subscapularis tendon. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007 Nov-Dec;16(6):837-42.
 35. Kreuz PC, Remiger A, Erggelet C, Hinterwimmer S, Niemeyer P, Gachter A. Isolated and combined tears of the subscapularis tendon. *Am J Sports Med.* 2005 Dec;33(12):1831-7.
 36. Burkhart SS, Brady PC. Arthroscopic subscapularis repair: surgical tips and pearls A to Z. *Arthroscopy.* 2006 Sep;22(9):1014-27.
 37. Edwards TB, Walch G, Sirveaux F, Mole D, Nove-Josserand L, Boulahia A, et al. Repair of tears of the subscapularis. Surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2006 Mar;88 Suppl 1 Pt 1:1-10.
 38. Maier D, Jaeger M, Suedkamp NP, Koestler W. Stabilization of the long head of the biceps tendon in the context of early repair of traumatic subscapularis tendon tears. *J Bone Joint Surg Am.* 2007 Aug;89(8):1763-9.
 39. Bennett WF. Subscapularis, medial, and lateral head coracohumeral ligament insertion anatomy. Arthroscopic appearance and incidence of "hidden" rotator interval lesions. *Arthroscopy.* 2001 Feb;17(2):173-80.
 40. Paribelli G, Boschi S. Complete subscapularis tendon visualization and axillary nerve identification by arthroscopic technique. *Arthroscopy.* 2005 Aug;21(8):1016.