

El manguito de los rotadores

José Máximo Gómez Acevedo*

RESUMEN

El mango de los rotadores es una compleja estructura miotendinosa que forma parte de un sistema articular en el que se genera una cantidad inusitada de fuerzas que producen movimiento en todos los sentidos posibles y es origen también de síndromes dolorosos y lesiones que representan la patología dolorosa más frecuente del hombro. En este artículo revisamos la estructura del mango de los rotadores y su patología examinando su patogenia y tratamiento actualizados.

Palabras clave: Mango de los rotadores, ruptura, tendinitis, supraespinoso, hombro.

SUMMARY

The rotator cuff is a myotendinous complex structure that is part of a coordinate system in which an unusual amount of movement forces produced in every possible way is also generated and is source of pain syndromes and painful lesions which represent more frequent shoulder pathology. In this paper we review the structure of the rotator cuff and its pathology, reviewing its pathogenesis and current treatment.

Key words: Rotator cuff, rupture, tendinitis, supraspinatus, shoulder.

Epidemiología y factores de riesgo: La incidencia de dolor de hombro en la población general es de alrededor de 11.2 casos por 1,000 pacientes por año¹ y el manguito rotador es la causa principal de dolor del hombro. La incidencia estimada de lesiones del mango rotador es de 3.7 por 100,000 por año con una ocurrencia mayor durante la quinta década de vida entre los hombres y en la sexta entre las mujeres.² Es conocido que las afecciones del mango rotador aumentan con el paso del tiempo, ya que tienen una relación directa con un proceso de deterioro progresivo más que con un evento traumático único y específico. El problema aumenta con la edad y los pacientes ancianos se ven, por lo tanto, más afectados. La incidencia de dolor de hombro en trabajadores llega a ser de hasta 18%,³ especialmente en trabajadores manuales cuya actividad laboral exige un gran número de repeticiones de movimientos específicos y cualquiera de los tendones del mango rotador puede estar afectado, pero el más común es el supraespinoso.

* Cirujano Ortopedista. Profesor de Ortopedia y Traumatología en la Facultad de Medicina de la Universidad de Guadalajara.

Dirección de correspondencia:
Dr. José Máximo Gómez Acevedo
Gabriel Castaños No. 26,
Col. Arcos Sur, 44130, Guadalajara, Jalisco, México.
Correo electrónico: maxgomeza@hotmail.com

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/orthotips>

Anatomía y funciones: Se conoce como mango rotador a un grupo de cuatro tendones que hacen inserción común en la metafase proximal del húmero originados de los músculos subescapulares, que se insertan en la tuberosidad menor, supraespinoso, infraespinoso y redondo menor, que se insertan en la tuberosidad mayor y cuyo origen muscular se encuentra en la escápula teniendo como función la restricción dinámica de la cabeza humeral y el impulso rotacional en sinergia con las fuerzas generadas en el deltoides, consiguiéndose arcos de movimiento tan amplios como 180 grados de flexión y abducción y una combinación de movimientos que llevan a una circunducción de 360 grados. La contracción coordinada de los músculos del manguito rotador mantiene centrada la cabeza humeral en la glenoides a lo largo de todos los arcos de movimiento jugando de esta manera un papel muy importante a través del concepto de compresión cóncava⁴ en el mantenimiento de la estabilidad del hombro.⁵ Estudios recientes han demostrado las contribuciones del manguito de los rotadores en la estabilidad del hombro, permitiendo identificar una relación muy íntima con los ligamentos glenohumerales y la cápsula articular y que consiste en una mayor contracción coordinada, que aumenta las fuerzas de compresión cuando hay mayor relajamiento de la cápsula y los ligamentos;⁶ se identifica al músculo supraespinoso como el más efectivo en esta actividad.⁷

Factores de riesgo: La continua repetición de movimientos por arriba de la cabeza (abducción y rotación externa) ya sea por actividades laborales o deportivas es uno de los factores de riesgo más importantes para el desarrollo de la tendinopatía del mango rotador. Otros factores de riesgo que deben tenerse siempre presentes incluyen el consumo de tabaco, la obesidad con aumento del índice de masa corporal, hipercolesterolemia, factores genéticos, variaciones anatómicas, discinesia escapular, inestabilidad glenohumeral e hiperlaxitud.⁸⁻¹¹

Patogenia: En general, aunque hay varias hipótesis acerca del origen de la lesión del mango de los rotadores el problema se considera multifactorial y predominan dos teorías: la primera enfatiza en el inicio de la lesión en forma intrínseca debido a una avascularidad localizada en la porción terminal del tendón del supraespinoso a un centímetro de su inserción;¹² sin embargo, estudios actuales han demostrado que por lo común la lesión inicia a 15 mm de la cordera bicipital.¹³ Los cambios en la estructura del tendón que han sido postulados como promotores de las alteraciones que llevarán al tendón a la falla mecánica final son los siguientes:

1. Aumento de matriz metaloproteinasas (MMP).
2. Reducción de inhibidores tisulares (TIMPs) de la (MMP).
3. Apoptosis celular.
4. Metaplasia condroide.
5. Presencia de óxido nítrico sintetasa.

Y una segunda causa extrínseca en la que la lesión se explica a través del atrapamiento que el tendón sufre entre la tuberosidad mayor del húmero y el acromion y que con el tiempo provoca un proceso inflamatorio seguido por uno

degenerativo y llegando al punto de ruptura espontánea.¹⁴ De esta manera, la lesión sería producida en la interferencia provocada por el choque del tendón contra las superficies óseas de dos maneras: una en forma primaria por alteraciones en la forma y contenido del conducto del supraespinoso a nivel de la articulación acromioclavicular o el arco acromial, y una segunda forma consistente en el choque secundario a alteraciones en la función muscular o en el tejido de soporte glenohumeral, dando como consecuencia una movilidad anormal y un atrapamiento.

Presentación y examen clínico: De acuerdo con la etapa evolutiva en la que se encuentre el paciente los datos más característicos del padecimiento en mayor o menor intensidad son la presencia de dolor y restricción de la movilidad. La mayoría de los pacientes acude a valoración por haber iniciado con dolor algunas semanas antes de la entrevista inicial mientras la intensidad del mismo se ha venido incrementando progresivamente; muchos de ellos no aquejan dolor directamente en la articulación del hombro sino en el tercio medio proximal del brazo de predominio en la superficie posterolateral que aumenta por las noches e incluso les interrumpe el sueño espontáneamente. Hay evidencia de que el dolor tiene relación directa con la magnitud de la lesión y la presencia de alteraciones capsulares tipo capsulitis adhesiva o contractura de la cápsula posterior y se despierta también con movimientos específicos de las actividades diarias como peinarse, colocarse la camisa, la blusa o el sostén y el lavado de dientes. El aseo corporal se dificulta por las restricciones de la movilidad que el dolor produce. La rotación externa es el primer movimiento que se restringe y le sigue la abducción.

Examen físico: El examen clínico debe iniciar pidiendo al paciente que se descubra el torso de manera que podamos observar sus movimientos con cuidado para poder identificar modificaciones inherentes a la presencia de dolor o movilidad restringida. La observación de la simetría de la cintura escapular y el volumen muscular, especialmente del supraespinoso e infraespinoso puede dar datos muy importantes de la evolución del padecimiento. La palpación en general del hombro y la búsqueda de puntos dolorosos ayuda al explorador a identificar estructuras afectadas. Los arcos de movimiento deben ser siempre medidos y comparados con el contralateral para tener una idea clara de las pérdidas funcionales; la presencia de dolor y el momento de su inicio dentro del arco de movimiento nos pueden orientar acerca del padecimiento; la movilidad glenohumeral y el recorrido escapular se documentarán minuciosamente.

Pruebas específicas: En el *cuadro 1* se resumen las pruebas que se practican en el hombro doloroso para buscar y descartar las diferentes entidades, así como su sensibilidad y especificidad.

Estudios radiográficos: Aunque los estudios radiográficos simples normalmente no aportan datos directos de la tendinopatía del mango rotador sino hasta estados avanzados del padecimiento, son útiles para identificar alteraciones coexistentes o signos indirectos tales como alteraciones en la forma del acromion, procesos deformantes de la articulación acromioclavicular, calcificaciones, alteraciones degenerativas de la articulación glenohumeral o ascenso de la cabeza

Cuadro I. Pruebas clínicas de hombro.			
Prueba	(%) Valor diagnóstico	Prueba	(%) Valor diagnóstico
Subescapular		Redondo menor	
Life-off	Sensibilidad 17-100 Especificidad 60-98	Hornblower	Sensibilidad 100 Especificidad 93
Belly press	Sensibilidad 40-43 Especificidad 93-98	Tendón bicipital	
Belly off	Sensibilidad 14-86 Especificidad 91-95	Speed	Sensibilidad 53 Especificidad 67
Bear hug	Sensibilidad 60 Especificidad 92	Pellizcamiento	
Supra e infraespinoso		Neer	Sensibilidad 68-89 Especificidad 49-98
Rotación externa	Sensibilidad 46-98 Especificidad 72-98	Hawkin	Sensibilidad 72-92 Especificidad 44-78
Jobe	Sensibilidad 53-89 Especificidad 65-82		
Drop arm	Sensibilidad 10-73 Especificidad 77-98		

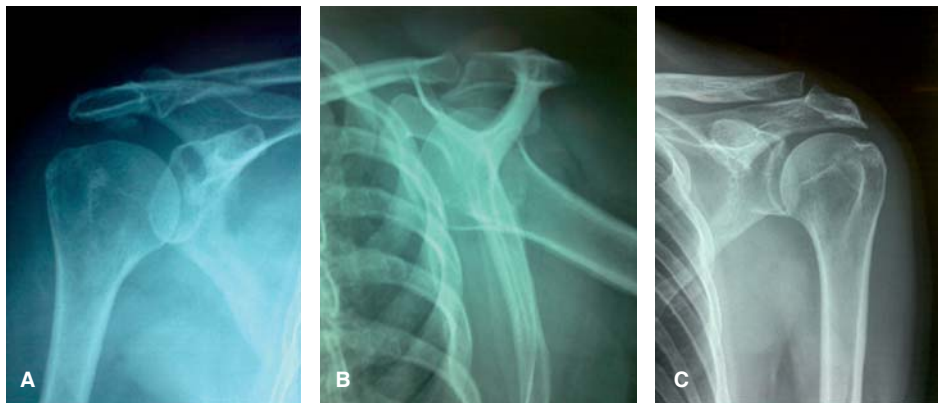


Figura 1. La presencia de alteraciones como calcificaciones subacromiales y osteofitos en la articulación acromioclavicular (A) modificaciones de la forma del acromion en la proyección en Y del omoplato (B) y en la proyección A-P (C) son datos indirectos de la posibilidad de alteraciones en el mango de los rotadores.

humeral (Figura 1). Las proyecciones básicas deberían incluir una radiografía anteroposterior y la exploración del arco acromial para encontrar alteraciones en el conducto del supraespinoso. Además de la documentación de la forma del acromion, que está directamente relacionada con la incidencia de lesiones del mango rotador,¹⁵ el ángulo de inclinación del acromion en relación al plano escapular debe ser medido, ya que sus variaciones se relacionan también con la presencia de lesiones.¹⁶

Ultrasonografía: El ultrasonido es una técnica apropiada para la valoración del estado del manguito rotador, ya que tiene una buena sensibilidad (0.84) y especificidad (0.89) en las lesiones parciales y mejores resultados en la valoración de lesiones totales (sensibilidad 0.96 y especificidad 0.93).¹⁷ Tiene ventajas en el sentido de que puede hacerse comparativo si es necesario al hombro contralateral y realizar pruebas dinámicas.

Resonancia magnética: La resonancia magnética es usada ya sea para descartar lesiones del mango rotador cuando ha fallado el tratamiento no quirúrgico o para confirmar la sospecha de su existencia y clasificar la lesión con el objetivo también de planear el acto quirúrgico. La resonancia magnética ha demostrado una gran exactitud para la identificación de rupturas completas y una menor eficacia en las lesiones incompletas, las cuales son más perceptibles en aparatos con mayor potencia (3.0 T).¹⁸ La artroresonancia tiene mayor sensibilidad y especificidad para lesiones parciales que la resonancia magnética simple y puede ser empleada para la búsqueda de lesiones específicas.¹⁹ La resonancia magnética, además, tiene un valor importante en la toma de decisiones para el tratamiento quirúrgico de las lesiones del mango rotador porque podemos establecer el grado de retracción y atrofia muscular con infiltración grasa, condiciones que tienen valor funcional pronóstico en la recuperación postquirúrgica.

Clasificación: Existen muchos sistemas de clasificación de las lesiones del mango rotador; en el *cuadro II* se muestran algunas; quedará en manos del cirujano y con base en su experiencia utilizar lo que mejor cumpla con los valores diagnósticos, apoyado en un pronóstico que ayude a tomar las decisiones correctas en el tratamiento. Es fundamental, para elegir la mejor opción terapéutica en las lesiones del mango rotador, conocer su morfología, su extensión, si existe retracción y el grado de afección muscular que la lesión haya provocado. El tendón más comúnmente afectado es el supraespinoso y el progreso más notorio de la lesión es hacia la región posterior, por lo que se podría decir que las lesiones posterolaterales son las segundas más frecuentes con afección del supraespinoso y del infraespinoso. La afección hacia la región anterior del mango rotador es menos frecuente e implica una disociación del canal bicipital y del subescapular. Con todos estos datos estaremos en condiciones de realizar el plan terapéutico correcto para nuestro paciente. La presencia de una lesión parcial, por ejemplo, combinada con alteraciones anatómicas en el conducto del supraespinoso será mejor tratada con una reparación del tendón combinada con la descompresión del espacio subacromial que con cualquiera de los gestos quirúrgicos individualmente.

Tratamiento: El tratamiento de las lesiones del mango rotador está basado tanto en las características de la lesión como en los factores extrínsecos que pudieran contribuir en su persistencia o en una mayor afectación. Además de la reparación del o los tendones dañados, es necesario corregir los defectos anatómicos que sean determinantes en la presencia de la lesión. En general, la reparación puede ser hecha en forma artroscópica o por técnica mini-open de acuerdo a la experiencia del cirujano; ambas técnicas ofrecen resultados comparables en cuanto a solución del dolor y función ante la vida diaria.²⁰⁻²² La fijación del tendón a la tuberosidad mayor en el caso de supra espinoso e

Cuadro II. Resumen de los sistemas de clasificación del desgarro de mango rotador.			
Estudio	Variable	Grupo/etapa/grado	Clasificación
Palte ¹⁵	Extensión del desgarro	Grupo I	Desgarros parciales o totales < 1 cm en su diámetro sagital
		Grupo II	Desgarros totales del tendón supraespinoso completo
		Grupo III	Desgarros totales de más de un tendón
		Grupo IV	Desgarros masivos con osteoartritis secundaria
Palte ¹⁵	Topografía sagital del desgarro	Segmento 1	Desgarro del subescapular
		Segmento 2	Desgarro del ligamento coracohumeral
		Segmento 3	Desgarro aislado del tendón supraespinoso
		Segmento 4	Desgarro total del supraespinoso incluyendo la mitad del infraespinoso
		Segmento 5	Desgarro de ambos supra e infraespinosos
		Segmento 6	Desgarro del subescapular y de los supra e infraespinosos
Habemeyer et al ¹⁹	Topografía sagital del desgarro	Zona A - Anterior	Intervalo del rotador, porción larga del bíceps (LHB), y tendón subescapular
		Zona B - Central	Tendón supraespinoso completo
		Zona C - Posterior	Infraespinoso y tendones menores
Palte ¹⁵	Topografía coronal del desgarro	Etapas 1	Grado de retracción del tendón: margen lateral cerca del área de unión
		Etapas 2	Grado de retracción del tendón: margen lateral a nivel de la cabeza del húmero
		Etapas 3	Grado de retracción del tendón: margen lateral a nivel de la cavidad glenoidea
Thomazeau et al ²³	Atrofia muscular	Etapas 1	Normal o con atrofia ligera (a)
		Etapas 2	Atrofia moderada (b)
		Etapas 3	Atrofia severa (c)
Goutalier et al ¹⁶	Infiltración de grasa	Etapas 0	Músculo normal sin vetas de grasa
		Etapas 1	Algunas vetas de grasa

Continua cuadro II. Resumen de los sistemas de clasificación del desgarro de mango rotador.			
		Etapa 2	Más músculo que grasa
		Etapa 3	Cantidades iguales de grasa y músculo
		Etapa 4	Más grasa que músculo
Ellman ⁵	Profundidad de los desgarros de espesor parcial	Grado 1	Desgarro < 3 mm de profundidad
		Grado 2	Desgarro de 3 a 6 mm de profundidad (no excede la mitad del grueso del tendón)
		Grado 3	Desgarro > 6 mm de profundidad (involucra más de la mitad del grueso del tendón)
Snyder et al ²⁴	Desgarros parciales y de espesor total	Tipo A	Desgarro parcial del lado articular
		Tipo B	Desgarro parcial del lado bursal
		Tipo C	Desgarro completo
		Grado 0	Desgarros parciales (A y B): Superficie del manguito normal
		Grado I	Desgarros parciales (A y B): Mínima irritación sinovial/bursal en una área pequeña
		Grado II	Desgarros parciales (A y B): Irritación sinovial/bursal con deshilachado de algunas fibras del manguito
		Grado III	Desgarros parciales (A y B): Deshilachado y fragmentación de las fibras del manguito involucrando toda la superficie del tendón del manguito
		Grado IV	Desgarros parciales (A y B): Deshilachado y fragmentación además de la presencia de un desgarro con colgajo involucrando más de un tendón
		Grado I	Desgarros completos (C): Desgarro completo, pequeño
		Grado II	Desgarros completos (C): Desgarro moderado (< 2 cm) involucrando sólo un tendón del rotador del manguito
		Grado III	Desgarros completos (C): Desgarro grande (> 2 cm) con algo de retracción del tendón
		Grado IV	Desgarros completos (C): desgarro masivo involucrando más de un tendón con retracción significativa

infraespinoso o a la tuberosidad menor en el caso del subescapular puede ser hecha con base en anclajes metálicos o absorbibles armados con suturas y en una o en dos filas, o bien con suturas transóseas.^{23,24} Ambos métodos de fijación se pueden utilizar en forma artroscópica o en forma abierta ofreciendo los mismos resultados funcionales después del proceso de rehabilitación sin ninguna diferencia en el control del dolor postoperatorio.²⁵ Para fines prácticos debemos tomar en cuenta en el tratamiento de las lesiones del mango rotador si ésta es incompleta o completa, no retraída o retraída, si es menor a o mayor de 3 cm, masiva, con o sin infiltración grasa y en qué porcentaje. Cada una de estas variantes merece una atención específica para su óptima resolución cuando se ha elegido el tratamiento quirúrgico como opción. Las lesiones pequeñas y de corta evolución tienen un mejor pronóstico funcional en vista de que no hay grandes cambios en la estructura tendinosa y se mantiene el funcionamiento muscular íntegro, y el manejo artroscópico ha demostrado ventajas sobre la técnica abierta. En contraste, las lesiones crónicas tienen más tendencia al fracaso del tratamiento quirúrgico con un índice de falla que va de 35 hasta 90% de nuevas rupturas, especialmente si han desarrollado laminación o degeneración grasa, por lo que requieren de una minuciosa valoración y una elección quirúrgica correcta para evitar las catástrofes funcionales a las que se arriesga a estos pacientes. El desarrollo de artropatía por mango rotador es la expresión máxima del daño causado por la lesión completa y progresiva del mango rotador y el tratamiento con el remplazo total inverso es la opción para estos pacientes. Muchos casos pueden tener mejores resultados con manejos no quirúrgicos que con cirugías aparentemente heroicas en las que el beneficio que se obtiene es mínimo en relación a los riesgos a que se somete al paciente. En el *cuadro III* resumimos las posibles combinaciones de lesiones y su probable tratamiento.

El manejo postoperatorio tiene vital importancia para optimizar el resultado de una buena decisión quirúrgica; un periodo de reposo o inmovilización de dos a tres semanas posterior a la cirugía es necesario y sólo se permiten movimientos simples sin resistencia ni contra gravedad, ya que la carga cíclica tiene un efecto nocivo sobre la fijación provocando un leve aflojamiento que puede llegar a ser determinante para el proceso de curación. De acuerdo al tipo de lesión que se haya tratado y la firmeza conseguida en la fijación, la inmovilización podría llegar a posiciones extremas en abducción y rotación externa que deberán adecuarse a cada paciente.²⁶ Después del periodo de inmovilización o reposo, el trabajo para conseguir movilidad completa sin dolor y posteriormente el fortalecimiento muscular proporcionará el resultado óptimo en un periodo que varía desde tres hasta seis meses después de la cirugía.

Derivados biológicos: El uso de derivados de sangre, células troncales y suplementos biológicos se ha vuelto una práctica común aun sin haber una clara indicación para su uso, y en la mayoría de los casos su aplicación es meramente empírica. Aunque hay estudios que demuestran procesos de curación tendinosa facilitados mediante la aplicación de plasma rico en plaquetas (PRP), mostrando aumento de los tenocitos y la producción de colágeno (tipos 1 y 3),²⁷ un metaanálisis²⁸ sugiere que estos productos no aportan beneficios clínicos

Cuadro III. Diferentes lesiones del mango rotador y su tratamiento.

Lesión	Técnica	Fijación	Extra
Parcial A	Artroscópica	1 Ancla	Descompresión subacromial
Parcial B	Artroscópica	1 Ancla	Descompresión subacromial
Total < 1 cm	Artroscópica	1 Ancla	Descompresión subacromial
1-3 cm	Artroscópica mini-open	1 Ancla transósea	Descompresión subacromial
> 3 cm	Artroscópica mini-open	Doble fila transósea	Descompresión subacromial
Masiva	Artroscópica mini-open convencional	Doble fila transósea	Descompresión subacromial
Retracción < 3 cm	Artroscópica	1 Ancla	Descompresión subacromial
3-5 cm	Artroscópica mini-open	Doble fila transósea	Descompresión subacromial
> 5 cm	Artroscópica mini-open convencional		
Infiltración grasa < 50%	Artroscópico mini-open convencional	Doble Fila	Debridamiento Prótesis CTA Prótesis reversa
> 50%	Artroscópico convencional	Imposible	Debridamiento Prótesis CTA Prótesis reversa

ni reducen el ritmo de re-rupturas en lesiones de espesor completo y masivas tratadas quirúrgicamente; sin embargo, sí parecen tener algún efecto benéfico sobre las lesiones pequeñas del mango rotador tratadas artroscópicamente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Clayton RA, Court-Brown CM. The epidemiology of musculoskeletal tendinous and ligamentous injuries. *Injury*. 2008; 39: 1338-1344. [PubMed: 19036362]
2. Urwin M, Symmons D, Allison T, et al. Estimating the burden of musculoskeletal disorders in the community: the comparative prevalence of symptoms at different anatomical sites, and the relation to social deprivation. *Annals Rheum Dis*. 1998; 57 (11): 649-655.
3. Silverstein BA, Viikari-Juntura E, Fan ZJ, et al. Natural course of nontraumatic rotator cuff tendinitis and shoulder symptoms in a working population. *Scand J Work Environ Health*. 2006; 32: 99-108.
4. Lippitt SB, Vanderhooft JE, Harris SL, et al. Glenohumeral stability from concavity-compression: a quantitative analysis. *J Shoulder Elbow Surg*. 1993; 2: 27-35.
5. Bigliani LU, Kelkar R, Flatow EL, et al. Glenohumeral stability: biomechanical properties of passive and active stabilizers. *Clin Orthop Relat Res*. 1996; 330: 13-30.
6. Soslowky LJ, Malicky DM, Blasier RB. Active and passive factors in inferior glenohumeral stabilization: a biomechanical model. *J Shoulder Elbow Surg*. 1997; 6: 371-379.
7. Lazarus MD, Sides JA, Harryman DT, et al. Effect of a chondral-labral defect on glenoid concavity and glenohumeral stability: a cadaveric model. *J Bone Joint Surg Am*. 1996; 78A: 94-102.
8. Carbone S, Gumina S, Arceri V, Campagna V, Fagnani C, Postacchini F. The impact of preoperative smoking habit on rotator cuff tear: cigarette smoking influences rotator cuff tear sizes. *J Shoulder Elbow Surg*. 2012; 21 (1): 56-60.

9. Gumina S, Candela V, Passaretti D, Latino G, Venditto T, Mariani L, et al. The association between body fat and rotator cuff tear: the influence on rotator cuff tear sizes. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014; pii: S1058-2746(14)00205-5. doi: 10.1016/j.jse.2014.03.016.
10. Santiago-Torres J, Flanigan DC, Butler RB, Bishop JY. The effect of smoking on rotator cuff and glenoid labrum surgery: a systematic review. *Am J Sports Med.* 2014; pii: 0363546514533776.
11. Codman EA, Akerson IB. The pathology associated with rupture of the supraspinatus tendon. *Ann Surg.* 1931; 93: 348-359.
12. Habermeyer P, Magosch P, Lichtenberg S. Classifications of rotator cuff, in classifications and scores of the shoulder. Berlin, Germany, Springer Publishing, 2006.
13. Kim HM, Dahiya N, Teefy SA, et al. Location and initiation of degenerative cuff tears: an analysis of three hundred and sixty shoulders. *J Bone Joint Surg Am.* 2010; 92: 1088-1096.
14. Neer CS II. Impingement lesions. *Clin Orthop Relat Res.* 1983; 173: 70-77.
15. Nicholson GP, Goodman DA, Flatow EL, Bigliani LU. The acromion: morphologic condition and age-related changes. A study of 420 scapulas. *J Shoulder Elbow Surg.* 1996; 5: 1-11.
16. Ogawa K, Yoshida A, Inokuchi W, Naniwa T. Acromial spur: relationship to aging and morphologic changes in the rotator cuff. *J Shoulder Elbow Surg.* 2005; 14: 591-598.
17. Smith TO, Back T, Toms AP, Hing CB. Diagnostic accuracy of ultrasound for rotator cuff tears in adults: a systematic review and meta-analysis. *Clin Radiol.* 2011; 66 (11): 1036-1048.
18. Smith TO, Daniell H, Geere JA, Toms AP, Hing CB. The diagnostic accuracy of MRI for the detection of partial-and full-thickness rotator cuff tears in adults. *Magn Reson Imaging.* 2012; 30 (3): 336-346.
19. Tawfik AM, El-Morsy A, Aboelnour BM. Rotator cuff disorders: how to write a surgically relevant magnetic resonance imaging report? *World J Radiol.* 2014; 6 (6): 274-283.
20. Lindley K, Jones GL. Outcomes of arthroscopic versus open rotator cuff repair: a systematic review of the literature. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2010; 39 (12): 592-600. Review
21. Shan L, Fu D, Chen K, Cai Z, Li G. All-arthroscopic versus mini-open repair of small to large sized rotator cuff tears: a meta-analysis of clinical outcomes. *PLoS One.* 2014; 9 (4): e94421.
22. Aleem AW, Brophy RH. Outcomes of rotator cuff surgery: what does the evidence tell us? *Clin Sports Med.* 2012; 31 (4): 665-674. doi: 10.1016/j.csm.2012.07.004. Review
23. Zhang Q, Ge H, Zhou J, Yuan C, Chen K, Cheng B. Single-row or double-row fixation technique for full-thickness rotator cuff tears: a meta-analysis. *PLoS One.* 2013; 8 (7): e68515.
24. Mascarenhas R, Chalmers PN, Sayegh ET, Bhandari M, Verma NN, Cole BJ, et al. Is double-row rotator cuff repair clinically superior to single-row rotator cuff repair: a systematic review of overlapping meta-analyses. *Arthroscopy.* 2014; 9: 1156-1165.
25. Williams G Jr, Kraeutler MJ, Zmistowski B, Fenlin JM Jr. No difference in postoperative pain after arthroscopic versus open rotator cuff repair. *Clin Orthop Relat Res.* 2014; 472 (9): 2759-2765.
26. Jackson M, Tétreault P, Allard P, Begon M. Optimal shoulder immobilization postures following surgical repair of rotator cuff tears: a simulation analysis. *J Shoulder and Elbow Surg.* 2013; 22 (8): 1011-1018.
27. Zhang J, Wang JH. Platelet-rich plasma releasate promotes differentiation of tendon stem cells into active tenocytes. *Am J Sports Med.* 2010; 38 (12): 2477-2486.
28. Zhang Q, Ge H, Zhou J, Cheng B. Are platelet-rich products necessary during the arthroscopic repair of full-thickness rotator cuff tears: a meta-analysis. *PLoS One.* 2013; 8 (7): e69731.