

Influencia de la flexibilidad corporal total en la reconstrucción de lesiones masivas del manguito rotador

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Dr. José Mauro Minig, Dr. Leonardo Bruno, Dr. Maximiliano Viola, Dr. Rafael Martinez Gallino, Dr. Guillermo J. Allende, Dr. Pablo A. Narbona

RESUMEN: Introducción: La pérdida de flexibilidad con el envejecimiento biológico del ser humano puede ser explicada a nivel tisular. El grado de flexibilidad podría relacionarse con las variaciones en la degeneración de los tejidos y la fuerza muscular en la reconstrucción de rupturas masivas del manguito rotador (RMMR). El objetivo es evaluar el efecto de la variabilidad de la flexibilidad corporal global en la fuerza obtenida después de la reconstrucción de RMMR. **Material y Método:** Se evaluaron 22 RMMR operados entre enero del 2006 y diciembre del 2008. Se utilizó la prueba de sentado en una silla tocarse la punta del pie (Chair Sit-And-Reach) para medir la FCG y la fuerza en abducción de la escala de Constant. **Resultados:** La evaluación de los pacientes se realizó a los 23 meses promedio (DS: 9,4). El coeficiente de Pearson entre la prueba de sentado en una silla tocarse la punta del pie y la fuerza en abducción fue 0,5646. En pacientes que no realizaban ejercicios de elongación de isquiotibiales el coeficiente de Pearson fue de 0,6398 (r^2 lineal= 0,4093; r^2 polinomial= 0,4516). **Conclusión:** La FCG podría representar un factor pronóstico de recuperación de la fuerza muscular en pacientes con rupturas masivas del manguito rotador. Nivel de evidencia: Nivel IV. Estudio pronóstico, retrospectivo, serie de casos.

Palabras claves: flexibilidad corporal global- ruptura manguito rotador masiva – fuerza muscular

ABSTRACT: Introduction: The loss of flexibility in human biological aging can be explained at the tissue level. The degree of flexibility could be related to variations in the degeneration of tissues and muscle strength in the reconstruction of massive rotator cuff tears (RMRCT). The aim of this study is to assess the effect of overall body flexibility (OBF) on the muscle strength after reconstruction of the RMRCT. **Methods:** We evaluated 22 RMRCT that had been performed between January 2006 and December 2008. The Chair Sit-And-Reach was used to measure the OBF and the strength in abduction to calculate the muscle strength. **Results:** The evaluation of patients was performed at 23 months on average (SD: 9.4). Pearson's coefficient between the Chair Sit-And-Reach and strength in abduction was 0.5646. In patients who did not perform stretching exercises for hamstrings the Pearson's coefficient was 0.6398 (r^2 lineal= 0,4093; r^2 polinomial= 0,4516). **Conclusion:** FCG could be a predictor the strength's recovery in patients with massive rotator cuff rupture. Level of Evidence: Level IV. Prognostic Study, retrospective case series.

Keys Words: overall body flexibility – massive rotator cuff tears – strength

INTRODUCCION

Se considera una ruptura masiva del manguito rotador si supera los 5 cm (1) o si involucra a más de dos tendones completamente (2). El espacio acromio-humeral radiográfico <7mm (3), el índice acromial (4) y la infiltración grasa del tendón infraespinoso en las imágenes por resonancia magnética o tomo-

grafía (5, 6) han demostrado ser predictores de integridad en la cirugía del manguito rotador. Sin embargo en la actualidad no contra-indican la cirugía reconstructiva (7). Si bien se ha demostrado buenos resultados clínicos en la cirugía reconstructiva; la tasa re-ruptura continua siendo alta (57%) asociada con una pérdida de la fuerza en abducción (4). La prescripción preventiva de ejercicios de flexibilidad no está demostrado que disminuya la tasa de lesiones (8) sin embargo, la falta o exceso de movilidad corporal puede predisponer a lesiones (9). La pérdida de flexibilidad con el envejecimiento o patologías de-

Dr. Pablo A. Narbona
Jefe del Departamento de Cirugía de Hombro
Sanatorio Allende - Córdoba Argentina
Tel: +5493516195141 - E-mail:narbonapablo@yahoo.com

pendiente de la edad pueden ser explicado a nivel tisular (10). El grado de flexibilidad podría relacionarse con las variaciones en la degeneración de los tejidos, la fuerza muscular y capacidad de cicatrización en la reconstrucción del manguito rotador.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es determinar si la variabilidad de la flexibilidad corporal global influye en la fuerza obtenida después de la reconstrucción de rupturas masivas manguito rotador.

MATERIAL Y METODOS

Diseño del estudio: Estudio pronóstico, retrospectivo, serie de casos. Nivel IV de evidencia.

Entre enero del 2006 y diciembre del 2008 fueron realizadas 271 intervenciones quirúrgicas por ruptura del manguito rotador. Todas fueron efectuadas por un mismo cirujano autor (P.A.N.), ortopedista especializado en cirugía de hombro y artroscopia. Cincuenta y ocho de los 271 pacientes fueron debido a ruptura masiva del manguito rotador; de los cuales 22 pacientes cumplieron los criterios de inclusión (Fig. 1).

Los criterios de inclusión fueron pacientes entre 50 y 80 años, que se les realizó reconstrucción de ruptura del manguito rotador de más 5 cm.

Los criterios de exclusión fueron pacientes con antecedente de fractura expuesta de tibia o fémur, cirugía de columna lumbar, patología degenerativa o cirugía de cadera.

Se realizó registro por entrevista directa de los pacientes del peso, altura, lado de la lesión, hombro

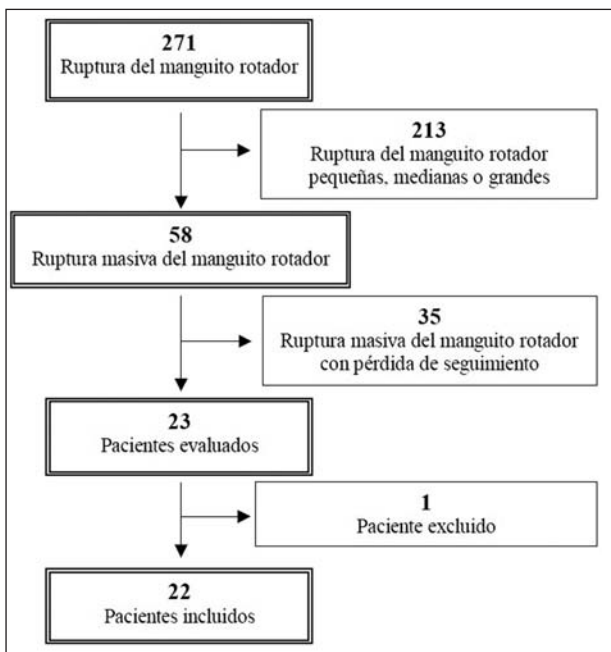


Figura 1: Selección de pacientes.

dominante, realización de ejercicios de elongación de isquiotibiales y enfermedades crónicas (hipertensión arterial, dislipemia, diabetes, tabaquismo).

Protocolo de reconstrucción de las rupturas masivas del manguito rotador

La indicación de cirugía fue dolor moderado o severo con imágenes por RMN que evidenciaban una ruptura del manguito rotador. Las lesiones masivas fueron divididas en antero-superior si comprometía el tendón subescapular en forma completa y en postero-superior cuando el tendón subescapular no estaba comprometido o solo en forma parcial. Se registró la realización de acromioplastia, resección del extremo distal de la clavícula o tenotomía del bicep. Todas las reconstrucciones del manguito rotador fueron realizadas por artroscopia. La técnica quirúrgica se realizó según Burkhart (11, 12). Las primeras 6 semanas post-operatorio los pacientes fueron inmovilizados con un cabestrillo con rotación neutra. Durante este período solo se realizó rotación externa pasiva cuando el tendón subescapular no estaba afectado. Todos los pacientes descontinuaron el cabestrillo y comenzaron movimientos de flexibilidad por encima de la cabeza después de la sexta semana post-operatoria. Los ejercicios de fortalecimiento de los músculos peri-escapulares se iniciaron luego de los 2 meses de operado y el fortalecimiento del manguito rotador con bandas de tensión posterior a los 3 meses de operado.

Flexibilidad corporal global

Se utilizó el prueba de sentado en una silla tocarse la punta del pie (Chair Sit-And-Reach) para evaluar la flexibilidad global (13, 14) (Fig. 2). El resultado de mediciones de flexibilidad se expresó en percentiles de acuerdo a las tablas de sexo y edad de Rikli y Jones (14). El paciente se sienta sobre el borde de una silla de 40 cm de altura. Manteniendo una pierna en flexión, la otra pierna debe permanecer en máxima extensión y el pie flexionado aproximadamente



Figura 2: Prueba sentado tocarse la punta del pie.

te 90°. Las manos se colocan una sobre la otra, de manera que los dedos más largos coincidan uno encima del otro, y se desplazan hacia abajo sobre la pierna extendida intentando tocar los dedos de los pies. Esto debe mantenerse al menos durante 2 segundos. Si la pierna estirada comienza a doblarse, se le pide al participante que se siente lentamente hacia atrás hasta que la rodilla esté estirada completamente antes de puntuar. El evaluador no puede poner su mano encima de la rodilla para evitar que la doblen ni ayudar al participante (empujando la espalda). El paciente no debe realizar movimientos con rebotes ni estirarse hasta un punto doloroso. Con una regla de 40 cm se registra el número de cm que le faltan a la persona para tocar la punta del hallux (puntuación negativa) o los que llega más allá de dicho dedo (puntuación positiva). Se repitió la prueba tres veces en cada pierna y se registró la mejor puntuación.

Evaluación de la fuerza

La evaluación post-operatoria se realizó con el Escala de Constant-Murley (15). Se registró el resultado global de la Escala de Constant-Murley en valores relativos a la edad y sexo según Constant (16). La fuerza en abducción se registró en valores relativos a la edad y sexo según Constant (16) y Gerber (17). Se utilizó el método validado por Boehm (18) para medir la fuerza en abducción. El participante

en bipedestación sitúa el brazo en 90° de abducción en el plano escapular con la muñeca en pronación y la cara palmar de la mano hacia abajo. Se coloca una correa sobre la muñeca y se le aporta peso con discos en múltiplos de un kilo. Se registra el máximo peso sostenido durante 5 segundos.

Análisis estadístico

Se utilizó el coeficiente de Pearson y el coeficiente de determinación lineal y el coeficiente de determinación polinomial para describir la asociación entre las variables, con una significancia estadística $p < 0,05$. El análisis estadístico fue realizado con el programa WINKS SDA 6.0.5.

RESULTADOS

La evaluación de los pacientes se realizó a los 23 meses promedio (DS: 9,4). Dieciséis pacientes (73%) fueron sexo masculino mientras que los restantes 6 (27%) fueron femeninos. Nueve pacientes (45,5%) presentaron una lesión masiva antero-superior y doce (54,5%) una lesión postero-superior. Los resultados de la Escala de Constant fueron nueve (40,91%) excelentes, cinco (22,73%) bueno, seis (27,27%) satisfactorio, uno (4,5%) adecuado y uno (4,5%) pobre (Tabla 1). Tres de los 22 pacientes (13,6%) realizaban ejercicios de elongación de isquiotibiales.

	Edad (años)	Sexo	Lado	Dominancia	Cronicidad (meses)	Configuración de la lesión	Configuración de la reconstrucción Postero-Superior	Reconstr. subescap	N° de arpones	Reconstr. Parcial	Acromioplastia	Resección extremo distal clavícula	Bicep	Post-Operatorio (meeses)	Escala de Constant
1	60	M	D	Dominante	60	Antero-Superior	Doble fila diamante inv	SI	5		SI		Tenotomía	13	Bueno
2	63	F	D	Dominante	3	Antero-Superior	Doble fila diamante inv	SI	5				Rupt Espont	9	Satisfactorio
3	76	M	D	Dominante	3	Antero-Superior	Simple fila	SI	4	SI			Tenotomía	23	Excelente
4	66	F	D	Dominante	8	Postero-Superior	Doble fila diamante		4				Tenotomía	26	Excelente
5	66	M	I	Dominante	48	Postero-Superior	Doble fila rectangular		4				Tenotomía	19	Pobre
6	66	F	D	Dominante	60	Postero-Superior	Doble fila suture bridge)		4				Tenotomía	25	Bueno
7	54	M	D	Dominante	34	Postero-Superior	Doble fila diamante inv	SI	4				Tenotomía	30	Satisfactorio
8	61	M	D	Dominante	120	Postero-Superior	Doble fila rectangular		4		SI		Tenotomía	29	Satisfactorio
9	61	M	D	Dominante	3	Postero-Superior	Doble fila diamante inv		3				Tenotomía	39	Excelente
10	62	F	D	Dominante	60	Postero-Superior	Doble fila rectangular		4				Tenotomía	22	Satisfactorio
11	57	M	D	Dominante	1	Antero-Superior	Doble fila rectangular	SI	5		SI		Tenotomía	10	Bueno
12	58	M	D	Dominante	36	Postero-Superior	Simple fila		1		SI	SI	Rupt Espont	27	Satisfactorio
13	50	M	I	No dominante	3	Postero-Superior	Doble fila rectangular		4		SI		Tenotomía	23	Excelente
14	58	M	I	No dominante	2	Antero-Superior	Doble fila diamante	SI	4		SI		Tenotomía	9	Satisfactorio
15	56	M	I	Dominante	18	Postero-Superior	Doble fila diamante	SI	4				Tenotomía	29	Excelente
16	64	M	D	Dominante	6	Postero-Superior	Simple fila		1				Tenotomía	19	Bueno
17	61	F	D	Dominante	2	Antero-Superior	Simple fila	SI	4				Tenotomía	24	Excelente
18	62	F	I	Dominante	24	Postero-Superior	Doble fila diamante	SI	4		SI		Tenotomía	28	Adecuado
19	70	M	D	Dominante	3	Antero-Superior	Simple fila	SI	4				Tenotomía	38	Excelente
20	60	M	D	Dominante	12	Antero-Superior	Simple fila	SI	5				Tenotomía	44	Bueno
21	59	M	D	Dominante	24	Antero-Superior	Simple fila	SI	4				Tenotomía	12	Excelente
22	61	M	D	Dominante	25	Antero-Superior	Doble fila rectangular	SI	5				Tenotomía	16	Excelente

Tabla 1: Resumen descriptivo de pacientes con ruptura masiva manguito rotador.

	Promedio	Coficiente de Pearson		
		Fuerza (Gerber)	Fuerza (Constant)	Escore de Constant
Edad (años)	61,4 (DS=5,46)	-0,1822 (p=0,417)	-0,0848 (p=0,707)	-0,0364 (p=0,872)
Cronicidad (meses)	25,2 (DS=29,56)	-0,2564 (p=0,249)	-0,2284 (p=0,307)	0,4304 (p=0,046)
Enfermedades crónicas				
Hipertensión	0,55	0,0989 (p=0,662)	0,0387 (p=0,864)	0,0738 (p=0,744)
Dislipemia	0,45	0,1610 (p=0,474)	0,1257 (p=0,577)	-0,1550 (p=0,491)
Tabaquismo	0,23	0,1108 (p=0,623)	0,1406 (p=0,533)	-0,0438 (p=0,846)
Total	1,23 (DS=0,92)	0,1952 (p=0,384)	0,1562 (p=0,487)	-0,0652 (p=0,773)
Índice masa corporal	29 (DS=3,79)	-0,3212 (p=0,139)	-0,3498 (p=0,105)	0,2551 (p=0,241)
Flexibilidad (percentilo)				
Total (n=22)	40,68 (DS=29,53)	0,5646 (p=0,006)	0,5243 (p=0,012)	-0,3522 (p=0,108)
Pac sin ejercicios flexibilidad (n=19)	38,95 (DS=29,98)	0,6398 (p=0,003)	0,6046 (p=0,006)	-0,4784 (p=0,038)

Tabla 2: Coeficiente de Pearson en Factores Pronósticos para Fuerza obtenida post-operatoria y Escala de Constant en pacientes con reconstrucción de ruptura masiva de manguito rotador.

Flexibilidad corporal global

La mejor correlación se obtuvo en pacientes que no realizaban ejercicios de elongación de isquiotibiales utilizando la fuerza en abducción con valores relativos a la edad y sexo según Gerber (Tabla 2). El coeficiente de Pearson fue de 0,6398, el coeficiente de determinación lineal de 0,4248 y el coeficiente de determinación polinomial de 0,4516 (Gráfico 1). Existe correlación estadísticamente significativa ($r = -0,4784$; $p = 0,038$; r^2 lineal 0,2289; r^2 polinomial = 0,2737) entre la prueba de sentado en una silla tocarse la punta del pie y la Escala de Constant en pacientes que no realizaban ejercicios de elongación de isquiotibiales (Gráfico 2).

Edad, cronicidad de la lesión, enfermedades crónicas e índice masa corporal

No se encontró correlación entre la edad, cronicidad de la lesión, enfermedades crónicas o índice de masa corporal y la fuerza en abducción. Sólo se obtuvo una

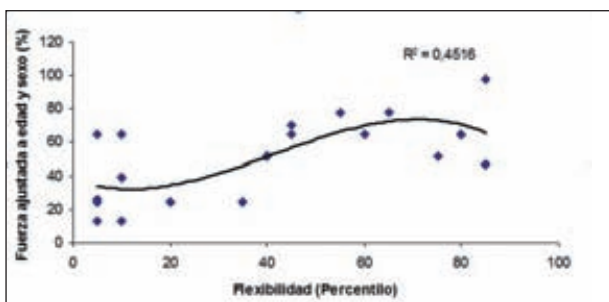


Gráfico 1: Coeficiente de determinación polinomial entre Fuerza post-op y Flexibilidad en pacientes con ruptura masiva manguito rotador.

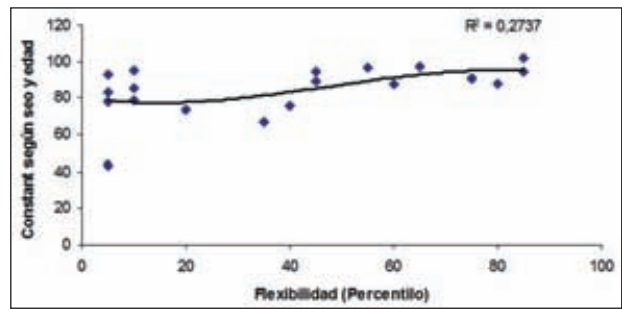


Gráfico 2: Coeficiente de determinación polinomial entre Escala de Constant y Flexibilidad en pacientes con ruptura masiva manguito rotador.

correlación estadísticamente significativa entre la cronicidad de la lesión y la Escala de Constant ($r = -0,4388$; r^2 lineal = 0,1926; r^2 polinomial = 0,2477).

DISCUSION

Este estudio demuestra que la flexibilidad corporal global posee correlación con la fuerza obtenida en las reconstrucciones de lesiones masivas del manguito rotador.

La mejor correlación se obtuvo en pacientes que no realizaban ejercicios de elongación de isquiotibiales con un coeficiente de Pearson de 0,6398 ($p = 0,038$). Este resultado puede ser comparado con otros buenos indicadores pronósticos de re-ruptura tales como el índice acromial ($r = 0,509$, $p = 0,013$)⁴ o la degeneración grasa del infraespinoso ($p = 0,0001$)⁽¹⁹⁾. Actualmente sabemos que las rupturas del manguito rotador no tratadas pueden llevar a una fibrosis e infiltración grasa mio-tendinosa. Está demostrado que tales cambios crónicos del manguito rotador llevan a una pérdida de la elasticidad y de la recuperación del músculo afectado (20, 21). En modelos animales también se ha demostrado la pérdida de la tensión máxima de contracción y aumento de la fatiga muscular (22, 23). Nuestros resultados evidencian que la flexibilidad global de cada paciente influyó en este proceso degenerativo local en el 45% de los pacientes; y que no existe una correlación directa entre la cronicidad de la lesión referida por el paciente y la recuperación de la fuerza luego de la reconstrucción. Se obtuvo resultados significativos pero con una baja correlación clínica entre cronicidad de la lesión y la Escala de Constant post-operatoria al igual que los obtenidos por Barclay (24). En la práctica diaria parecería ser difícil precisar cuando comienza la lesión del manguito rotador. Estudios demuestran rupturas asintomáticas en pacientes ancianos (25). Los cambios degenerativos del man-

guito rotador se relacionarían más directamente con la velocidad del proceso biológico de envejecimiento de los tejidos que con el tiempo cronológico de la lesión o la edad del paciente.

El concepto de una correcta unión tendón-hueso con un balance de las cuplas de fuerza representado en un esquema de puente colgante (26) ha influido notoriamente en las técnicas actuales de reconstrucción de rupturas de manguito rotador. Con el concepto de flexibilidad se busca introducir el valor de la ductibilidad de un puente colgante. Bajo la acción de una fuerza contráctil o tensiva dicha reconstrucción debe ser capaz de deformarse sostenidamente sin romperse. Nuestro estudio intenta evidenciar que la ductibilidad de la matriz extracelular permite obtener mayor capacidad de fuerza. Pacientes con más flexibilidad de estructuras capsulares y ligamentarias ofrecerían menos probabilidad de falla de la reconstrucción tendinosa debido a una menor tensión a vencer con cada movimiento. Estudios futuros deberían evaluar si pacientes con menor flexibilidad se beneficiarían con una liberación capsulo-ligamentaria y movilización precoz.

Las ventajas de la prueba sentado tocarse la punta del pie es que es un método sencillo con percentilos para edad y sexo. Su desventaja principal estaría dada por ser un método poco aplicable en la rutina de un cirujano ortopédico. Futuros estudios podrían evaluar otro indicador de la flexibilidad corporal global.

Las limitaciones del estudio fueron la pérdida de seguimiento de 35 pacientes debido principalmente a estar radicados en otras localidades o provincias y no analizar en forma conjunta todas las variables que influyen en la recuperación de la fuerza tales como infiltración grasa, atrofia muscular, índice acromial y el espacio acromio-humeral.

CONCLUSION

La flexibilidad corporal global podría representar un factor pronóstico en la recuperación de fuerza muscular en pacientes con ruptura masiva del manguito rotador.

BIBLIOGRAFIA

1. Cofield, R. H: Current concepts review. Rotator cuff disease of the shoulder. *J. Bone and Joint Surg.*, 67-A: 974-979. 1985.
2. Gerber C, Fuchs B, Hodler J: The results of repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am.*82(4):505-15. 2000.
3. Jones, BH, Knapik JJ: Physical training and exercise related injuries. Surveillance, research and injury prevention in military populations. *Sports Med.* 27:111-125. 1999.
4. Labat-Robert J, Kern P, Robert L: Biomarkers of connective tissue aging: biosynthesis of fibronectin, collagen type III, and elastase. *Ann N Y Acad Sci.* 26;673:16-22. 1992.
5. Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC: Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res.* 304:78-83. 1994.
6. Oh JH, Kim SH, Ji HM, Jo KH, Bin SW, Gong HS: Prognostic factors affecting anatomic outcome of rotator cuff repair and correlation with functional outcome. *Arthroscopy.* 25(1):30-9. 2009.
7. Burkhart SS, Barth JR, Richards DP, Zlatkin MB, Larsen M: Arthroscopic repair of massive rotator cuff tears with stage 3 and 4 fatty degeneration.. *Arthroscopy.* 23(4):347-54. 2007.
8. Thacker SB, Gilchrist J, Stroup DF, Kimsey CD Jr: The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Med Sci Sports Exerc.* 36(3):371-8. 2004.
9. Walch G, Marechal E, Maupas J, Liotard JP: Surgical treatment of rotator cuff rupture. Prognostic factors. *Rev Chir Orthop.* 78:379-88. 1992.
10. Zumstein MA, Jost B, Hempel J, Hodler J, Gerber C: The clinical and structural long-term results of open repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am.* 90(11):2423-31. 2008.
11. Burkhart SS: Current concepts: A stepwise approach to arthroscopic rotator cuff repair based on biomechanical principles. *Arthroscopy.* 16:82-90. 2000.
12. Lo IKY, Burkhart SS: Current concepts in arthroscopic rotator cuff repair. *Am J Sports Med.* 31:308-324. 2003.
13. Jones CJ, Rikli RE, Max J, Noffal G: The reliability and validity of a chair sit-and-reach test as a measure of hamstring flexibility in older adults. *Res Q Exerc Sport.* 69(4):338-43. 1998.
14. Rikli RE, Jones CJ: *En Senior fitness test manual.* Editorial Human Kinetics. Champaign, IL. 2001.
15. Constant CR, Murley AH: A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res.* 214:160-4. 1987.
16. Constant CR: *Age related recovery of shoulder function after injury.* Cork, Ireland: University College; 1986.
17. Yian EH, Ramappa AJ, Arneberg O, Gerber C: The Constant score in normal shoulders. *J Shoulder Elbow Surg.* 14(2):128-33. 2005.
18. Boehm D, Wollmerstedt N, Doesch M, Handwerker M, Mehling E, Gohlke F: Development of a questionnaire based on the Constant-Murley-Score for

- self-evaluation of shoulder function by patients. *Unfallchirurg*. 107(5):397-402. 2004.
19. Goutallier D, Postel JM, Gleyze P, Leguilloux P, Van Driessche S: Influence of cuff muscle fatty degeneration on anatomic and functional outcomes after simple suture of full-thickness tears. *J Shoulder Elbow Surg*. 12(6):550-4. 2003.
 20. Gerber C, Meyer DC, Schneeberger AG, Hoppeler H, von Rechenberg B: Effect of tendon release and delayed repair on the structure of the muscles of the rotator cuff: an experimental study in sheep. *J Bone Joint Surg Am*. 86:1973-82. 2004.
 21. Hersche O, Gerber C: Passive tension in the supraspinatus musculotendinous unit after long-standing rupture of its tendon: a preliminary report. *J Shoulder Elbow Surg*. 7:393-6. 1998.
 22. Fabis J, Kordek P, Bogucki A, Synder M, Kolczynska H: Function of the rabbit supraspinatus muscle after detachment of its tendon from the greater tubercle- observations up to 6 month. *Acta Orthop Scand*. 69:570-4. 1998.
 23. Matsumoto F, Uhthoff HK, Trudel G, Loehr JF: Delayed tendon reattachment does not reverse atrophy and fat accumulation of the supraspinatus—an experimental study in rabbits. *J Orthop Res*. 20:357-63. 2002.
 24. Barclay F: Rupturas masivas del Manguito Rotador. Técnica quirúrgica y resultados en relación a factores pronósticos. Sesión Científica Extraordinaria AAOT-SOTC. Septiembre 2009.
 25. Tempelhof S, Rupp S, Seil R: Age related prevalence of rotator cuff tears in asymptomatic shoulders. *J Shoulder Elbow Surg*. 8:296-299. 1999.
 26. Burkhart SS: Fluoroscopic comparison of kinematic patterns in massive rotator cuff tears. A suspension bridge model. *Clin Orthop Relat Res*. 284:144-52. 1992.