

Resultados de la reparación quirúrgica de las roturas agudas del tendón distal del bíceps braquial a medio plazo: influencia de la vía de abordaje quirúrgica

Mid-term results of surgical repair of distal biceps rupture: influence of surgical approach

Carnero Martín de Soto, Pablo¹
 Granero Molina, Esther Judith¹
 Santos Maraver, María Teresa¹
 Rodríguez León, Alfredo Ángel²
 Gómez Cáceres, Abel¹
 Villanueva Pareja, Francisco¹

¹Hospital Regional Universitario de Málaga, Málaga

²Arthroport Zaragoza, Zaragoza

pablocarneromds@hotmail.com

Rev. S. And. Traum. y Ort., 2015; 33 (1/4): 53-62

Recepción: 14/02/2016. Aceptación: 15/03/2016

Resumen

Objetivo. Describir los resultados funcionales y las complicaciones a medio plazo de la reparación quirúrgica de la avulsión del tendón distal del bíceps braquial y establecer una relación con la vía de abordaje empleada.

Métodos. 17 pacientes consecutivos fueron intervenidos. Se registró la vía de abordaje empleada. Se recogieron los valores postoperatorios de rango de movilidad articular, capacidad funcional medido como puntuación del cuestionario Quick – DASH score y se registraron las complicaciones.

Resultados. En 14 pacientes se reparó el tendón distal del bíceps. En 3 se confirmó su integridad. En 3 casos se empleó una vía anterior y en 11 una doble vía. Flexión media: 131°43'; extensión: -3°21';

Abstract

Purpose. Describe mid-term functional results and complications rate after surgical reattachment of acute distal biceps tendon ruptures and relate them with the surgical approach employed.

Methods. 17 consecutive patients were evaluated. Surgical approach employed was registered, as well as post-operative range of motion of the elbow, physical function measured as Quick – DASH Score and complications.

Results. Complete rupture of biceps tendon was observed in 14 cases during surgery. The anterior approach was used in 3, the double incision technique was used in 11. Average flexion: 131°43'; extension: -3°21'; pronation: 70°71'; supination: 74°29'; Quick – DASH Score: 17°04. Average

pronación: 70°71°; supinación: 74°29°; puntuación Quick – DASH score: 17°04. Seguimiento: 25°5 meses. Aparecieron complicaciones en el 57°14%. La más frecuente fueron las parestesias locales, con resolución espontánea en todos los casos. Los pacientes intervenidos por doble vía obtuvieron resultados mejores en comparación con los intervenidos por vía única.

Conclusiones. La reparación quirúrgica de las roturas agudas del tendón distal del bíceps braquial presenta aceptables resultados postoperatorios con una alta tasa de complicaciones, si bien estas últimas son en su mayoría de escasa relevancia. Estos resultados mejoran cuando se emplea la técnica de doble vía descrita por Boyd Anderson y modificada por Morrey.

Palabras clave: Codo, Tendón del bíceps, Roturas; Tratamiento quirúrgico.

follow – up: 25°5 months. Complication rate was 57°14%. The more frequent complications were local paresthesias which were solved spontaneously in all cases. The double incision technique group of patients had overall better results compared to the anterior approach group.

Conclusions. Reattachment of acute distal biceps tendon ruptures shows acceptable postoperative results and high complications rate with low clinical relevance. These results seem to be better when the Boyd – Anderson double incision technique modified by Morrey is employed.

Key words: Elbow, Biceps Tendon, Ruptures; Surgical Treatment.

Introducción

La incidencia de las roturas del tendón distal del bíceps oscila entre 1'2-5'35 x 100.000 pacientes al año, lo que supone el 3% del total de lesiones del bíceps braquial¹⁻³. En la mayoría de las ocasiones se identifica un antecedente traumático consistente en una contracción excéntrica con el codo en flexión y supinación de antebrazo. Suele producirse en hombres alrededor de la tercera-quinta década de la vida.

El diagnóstico se basa en una exploración física exhaustiva con un alto índice de sospecha. El *hook test* y el *biceps squeeze test* son maniobras diagnósticas con excelentes tasas de sensibilidad y valor predictivo positivo^{4,5}.

El tratamiento de elección de las roturas agudas del tendón distal del bíceps braquial en personas con alta demanda funcional es la reinserción anatómica a la tuberosidad bicipital del radio. Los resultados del tratamiento conservador evidencian una pérdida de fuerza a la flexión y a la supinación del 30 y del 40% respectivamente, reservándose para pacientes de avanzada edad con pobres demandas funcionales⁶⁻⁸. La inserción no anatómica con tenodesis al tendón del braquial anterior también presenta resultados desalentadores, con pérdida del 50% de la fuerza de supinación⁹.

Existe gran controversia en la actualidad sobre la técnica quirúrgica óptima a emplear. El aborda-

je anterior único se ha asociado históricamente con lesiones del nervio interóseo posterior, por lo que Boyd y Anderson describieron el abordaje de dos incisiones para intentar disminuir la exposición de tejidos blandos. Sin embargo, también se han reportado complicaciones con esta técnica tales como lesiones nerviosas, osificaciones heterotópicas y sinóstosis radiocubitales^{10,11}. Por este motivo, Morrey² introdujo una modificación de la técnica original de Boyd y Anderson para disminuir la exposición subperióstica del cúbito y, de esta forma, evitar las sinóstosis radiocubitales. También se han descrito variaciones del abordaje anterior que, junto con la mejora de los dispositivos de fijación a la tuberosidad, limitan la necesidad de disección y movilización de partes blandas, disminuyendo así las complicaciones¹²⁻¹⁵.

El objetivo principal de este estudio es describir los resultados funcionales y las complicaciones observadas a medio plazo tras la reparación quirúrgica del tendón distal del bíceps braquial en nuestro centro hospitalario. El objetivo secundario es establecer una relación entre dichos resultados y la vía de abordaje empleada para la reinserción.

Material y métodos

Se analizaron de forma retrospectiva las historias clínicas de diecisiete pacientes intervenidos quirúrgicamente en nuestro servicio por rotura aguda

del tendón distal del bíceps braquial entre enero de 2009 y agosto de 2014. En la anamnesis inicial se recogieron datos sobre el mecanismo causal. En la exploración física se determinaron alteraciones del rango de movimiento, fuerza de flexión-extensión del codo y *hook test*. Se valoró de forma individual la necesidad de pruebas complementarias.

Se registraron las variables demográficas básicas tales como género, edad, lado lesionado y número de días transcurridos desde el traumatismo a la cirugía.

La elección de la vía de abordaje quirúrgica, así como del método de fijación del tendón a la tuberosidad corrieron a cargo del cirujano encargado de la intervención en función de su preferencia personal.

En todos los casos se empleó una férula de yeso braquial postoperatoria en flexión y supinación de 90°. El protocolo rehabilitador fue el mismo en todos los pacientes, permitiendo la movilidad pasiva del codo con retirada de la férula a las 2 semanas, momento en que se remitió al paciente al servicio de Rehabilitación. Se introdujeron progresivamente ejercicios de flexión y supinación activas y contrarresistencia hasta permitir libertad de acción y movimiento a los 3 meses de la intervención.

Todos los pacientes fueron reevaluados a las 2, 6, 12 semanas, y 6 meses de la cirugía, momento en el que se les dio de alta si no aparecían complicaciones. En caso contrario, se recogía en la historia la presencia de estas últimas así como la intervención terapéutica empleada.

Tras revisión de las historias clínicas y evaluación presencial de los pacientes, las variables seleccionadas para este estudio han sido: balance articular medido en grados, capacidad funcional subjetiva medida como puntuación en la escala Quick-DASH score, aparición de complicaciones y necesidad de reintervención quirúrgica.

Para el análisis estadístico se empleó el programa SPSS 20.0 (IBM CORPORATION, Armonk, NY, USA). Las variables cuantitativas se expresan en media aritmética y desviación típica. Las cualitativas en porcentaje. La prueba de significación estadística utilizada para comparar variables cualitativas fue el test de Chi-cuadrado. Para variables cuantitativas la prueba de U de Mann-Whitney. Para comprobar la normalidad de la muestra se empleó el test de Shapiro-Wilk. Se consideró una diferencia estadísticamente significativa un valor de $p < 0.05$.

Resultados

El 100% de los casos eran varones, con una media de edad de 41'57 (DS 8'38) años. La mitad de los pacientes se lesionaron el brazo en derecho.

En todos los pacientes se registró un antecedente de traumatismo indirecto en el codo afectado en contracción excéntrica forzada. Los hallazgos exploratorios que se identificaron con más frecuencia fueron la pérdida de fuerza a la pronosupinación y el *hook test* positivo, ambos en el 70'5% de los casos. En 14 casos se emplearon exploraciones complementarias para confirmar el diagnóstico, 14 ecografías y 3 resonancias magnéticas nucleares. En el resto, los datos obtenidos de la historia clínica y exploración física fueron tan evidentes que se obvió la necesidad de más exploraciones.

El tiempo medio desde el traumatismo a la cirugía fue de 7'07 (DS 7'63) días. Tres casos fueron excluidos por constatarse ausencia de rotura del tendón distal del bíceps durante la exploración quirúrgica, por lo que la reparación fue realizada en 14.

En 3 pacientes (21'4%) se empleó una vía de abordaje anterior. La media de edad en este grupo fue de 39'67 años (DS 10'11). En el resto (78'4%) se empleó la doble vía de Boyd y Anderson modificada por Morrey. La media de edad en el último grupo era de 42'09 (DS 8'33) (fig. 1A, 1B, 1C y 2).



Fig. 1A: Individualización del tendón desinsertado a través de la incisión transversal en el brazo según técnica de Boyd Anderson.



Fig. 1B: Segunda incisión en cara posterolateral del antebrazo.



Fig. 1C: Localización con tijera de la huella de inserción del tendón en la tuberosidad bicipital a través de la incisión longitudinal en cara posterolateral de antebrazo según técnica de Boyd Anderson.



Fig. 2: Vía de abordaje anterior de Henry. Individualización de nervio mediano y radial, así como de la arteria braquial. Nótese el extremo avulsionado distal del tendón, de morfología acintada, junto al borde inferior de la herida quirúrgica.

En 3 pacientes se empleó una fijación transósea del tendón a través de la tuberosidad bicipital utilizando hilos de sutura (21'4%). En 10 casos (71'4%) se utilizaron arpones de sutura. En un paciente se realizó una sutura término terminal de los cabos del tendón.

Los resultados del rango de movilidad y de la puntuación Quick-Dash se presentan en la tabla 1. La media de seguimiento fue de 25'5 meses (DS 16'09).

Los resultados en el grupo intervenido por incisión única y por doble vía se presentan en la tabla 2. La puntuación Quick-DASH score en el primer grupo fue de 39'4 (DS 29'67); en el segundo grupo: 10'94 (DS 15'63) con una diferencia estadísticamente significativa ($p=0'048$).

Se registraron un total de 14 complicaciones en 8 pacientes (57'14%). Las parestesias en antebrazo fueron las más frecuentes (100% de los casos), seguidas de la pérdida de fuerza global (37'5%). En la figura 3 se presentan las complicaciones registradas durante el estudio.

Los tres pacientes del grupo de incisión única presentaron complicaciones (100%), por cinco casos del grupo de doble incisión (45'5%) ($p=0'09$). En el primer grupo, en todos los casos aparecieron complicaciones mayores. En el primer paciente fue necesaria la reintervención quirúrgica para corregir la localización del anclaje situado en posición errónea durante la cirugía original. En dicha revisión se empleó un doble abordaje. En el segundo paciente se produjo una lesión iatrogénica del nervio interóseo posterior que precisó tratamiento por parte del servicio de Neurofisiología clínica y Rehabilitación de nuestro hospital para conseguir la recuperación completa, objetivada a los 9 meses. En el tercer caso se produjo una rrruptura del tendón que no se volvió a intervenir por rechazo del paciente. Las com-

plicaciones que aparecieron en el segundo grupo fueron de bajo perfil, resueltas en todos los casos de forma conservadora. La más frecuente fue, de nuevo, la aparición de parestesias locales secundarias a neuroapraxia del nervio cutáneo antebraquial la-

teral. El total de complicaciones en ambos grupos se exponen en la tabla 3. El seguimiento medio en el primer grupo fue de 19'33 meses (DS 8'5) y de 27'18 meses en el segundo (DS 17'37).

Tabla 1. Resultados de rango de movilidad, puntuación Quick-DASH y meses de seguimiento expresados en media (DS)

Resultados	
Flexión (°)	131'43 (14'06)
Extensión (°)	-3'21 (8'22)
Pronación (°)	70'71 (22'34)
Supinación (°)	74'29 (23'52)
Quick – DASH	17'04 (21'68)
Seguimiento	25'5 (16'09)

Tabla 2. Obsérvese el mayor rango de movilidad postoperatorio en el grupo intervenido con doble abordaje. La diferencia es especialmente llamativa en cuanto a pronación y supinación. Resultados estadísticamente significativos

Rango de movilidad postoperatorio			
	Anterior N=3	Doble Abordaje N= 11	p (< 0'05)
Flexión (°)	110 (18'02)	137'27 (4'11)	0'006
Extensión (°)	- 11'67 (16'07)	-0'91 (3'01)	0'04
Pronación (°)	33'33 (5'77)	80'91 (10'44)	0'004
Supinación (°)	43'33 (11'54)	82'73 (18'07)	0'015
Quick – DASH	39'4 (29'67)	10'94 (15'63)	0'048

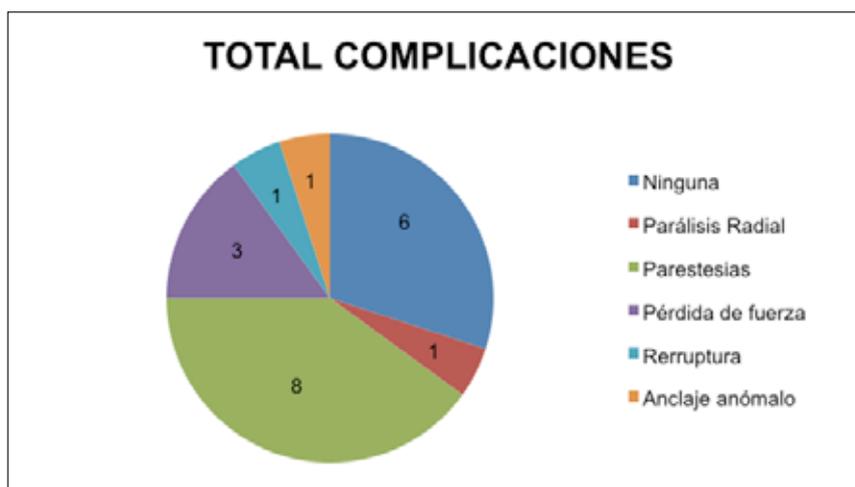


Fig. 3: Complicaciones postquirúrgicas globales. Las parestesias de antebrazo aparecieron en todos los pacientes que presentaron complicaciones.

Tabla 3. Complicaciones postoperatorias tras la reparación del tendón distal del bíceps braquial. Nótese que el total de pacientes del primer grupo presentaron complicaciones de gravedad. En el segundo grupo, en cambio, todas fueron autolimitadas.

Complicaciones postoperatorias		
	Anterior	Doble Abordaje
	N=3	N=11
Pacientes (%)	3 (100)	5 (45'5)
Parálisis radial (%)	1 (33)	0
Parestesias (%)	3 (100)	5 (45'5)
Rruptura (%)	1 (33)	0
Anclaje anómalo (%)	1 (33)	0
Pérdida de fuerza (%)	2 (66)	1 (9)
Reintervención (%)	1 (33)	0

Discusión

En esta serie damos a conocer nuestros resultados en la reparación de las roturas agudas del tendón distal bicipital. El avance en el conocimiento anatómico de la región, la fisiopatología de la lesión, así como el desarrollo de nuevos dispositivos de anclaje ha permitido optimizar los resultados tras la reparación de la lesión.

Conocer la anatomía del tendón distal del bíceps constituye un elemento crítico para comprender su función y los criterios en los que se basa su reparación. Proximalmente, el bíceps braquial se origina en la apófisis coracoides (cabeza corta) y en el tubérculo supraglenoideo de la escápula (cabeza larga). Tradicionalmente, se daba por sentado que de ambos orígenes emergían los vientres musculares que se fusionaban dando como resultado un tendón distal ovalado que se insertaba en la tuberosidad bicipital del radio. Estudios anatómicos y biomecánicos realizados en la última década nos han enseñado que la complejidad de la inserción del bíceps es mayor. Hasta en el 58% de los casos los dos vientres musculares se insertan en la tuberosidad bicipital en forma de 2 tendones independientes¹⁶. Ambos se localizan en la cara cubital de la tuberosidad radial, sorteando la cresta que esta presenta, de manera que el tendón de la cabeza corta se localiza más distal y superficial, y el de la cabeza larga más proximal y posterior.

Desde el punto de vista biomecánico, esta individualización en la inserción de ambos tendones ha intentado correlacionarse con una independencia en la función, de tal manera que al tendón de la porción

corta se le ha atribuido una contribución mayor a la fuerza de flexión del codo por su inserción distal, mientras que al tendón de la porción larga se le ha relacionado con el movimiento de supinación, al localizarse más lejano al centro de rotación del antebrazo¹⁶⁻²⁰. El primer supuesto ha sido confirmado en estudios biomecánicos, mientras que sobre el segundo hay publicaciones contradictorias, debido a la variabilidad de la localización de la inserción de esta porción²¹.

Si ascendemos proximalmente, en el tercio superior del tendón de la cabeza corta, en la cara medial, se origina el lacertus fibroso, que se extiende sobre la masa muscular flexora-pronadora hasta insertarse en el cúbito. La contracción de dicha unidad muscular produce un engrosamiento y tracción secundaria del lacertus, provocando una medialización forzada del tendón. Este hecho ha sido identificado como una de las posibles causas de su ruptura²¹.

Se han identificado diversos agentes etiológicos que contribuyen a la degeneración crónica del tendón, facilitando su rotura posterior, como son el abuso de tabaco, el empleo de anabolizantes esteroides, un índice de masa corporal elevado^{1,2,22}, y la variabilidad anatómica de la tuberosidad¹⁹.

Seiler²³ identificó dos factores etiológicos más: la hipovascularización fisiológica del tercio medio del tendón y el impingement del mismo contra el cúbito producido durante la pronación, en la que se produce, por un lado, la lateralización de éste, y por otro lado, la disminución de un 50% del espacio entre la tuberosidad y el cúbito.

Estos hallazgos, junto con la medialización del tendón llevada a cabo por el lacertus, ya comentada, ponen de manifiesto el origen multifactorial de la degeneración del tendón que predispone a su rotura.

En la literatura científica actual se encuentran resultados contradictorios sobre el abordaje quirúrgico idóneo a emplear.

Se han descrito buenos resultados al emplear tanto la vía de abordaje anterior como la doble vía descrita por Boyd y Anderson y modificada por Morrey^{15,24-26}. En este trabajo tratamos de aportar nuestra experiencia con ambas técnicas. Las características de nuestra población coinciden con el patrón epidemiológico descrito para los pacientes que padecen esta lesión: varones de mediana edad que sufren traumatismo indirecto con contracción excéntrica.

En nuestra serie, el rango de movilidad postoperatorio es muy superior en el grupo intervenido mediante doble incisión respecto al grupo de incisión única, con diferencias estadísticamente significativas, así como en la satisfacción global medida mediante la escala Quick-DASH score.

En cuanto a las complicaciones postquirúrgicas, estas se encuentran con alta frecuencia en ambos grupos, si bien en el de la incisión única aparecen en el 100% de los pacientes. Atribuimos dichas complicaciones a la dificultad para localizar la tuberosidad bicipital en el radio por medio del abordaje único anterior y a la retracción de tejidos que conlleva, lo que concuerda con los resultados de otras publicaciones al respecto²⁷. En el grupo tratado por doble vía el porcentaje de complicaciones también es alto, pero se deben en su mayor parte a neuroapraxias transitorias del nervio cutáneo antebraquial lateral que se resolvieron en pocas semanas. En este grupo no hubo ningún caso de parálisis radial ni rerruptura, así como reintervención.

Nuestros resultados contrastan con los textos publicados al respecto. Sólo existe un ensayo clínico aleatorizado comparando ambos abordajes²⁸, en el cual los autores concluyen que no existen diferencias en cuanto a las tasas de satisfacción postoperatorias, rango de movilidad y fuerza de supinación en ambos grupos. La fuerza de flexión es un 10% mayor en el grupo intervenido por doble vía, lo cual tiene escasa trascendencia clínica. El número de complicaciones, si bien es mayor en el grupo tratado con incisión única, se debe mayoritariamente a lesiones menores como neuroapraxias del nervio cutáneo antebraquial lateral. Nos llama la atención que en este trabajo la incidencia de osificaciones he-

terotópicas es menor que lo reportado en otras publicaciones (2% vs 8-18%), hecho también observado en nuestra serie al no presentar ningún caso.

El-Hawary²⁹ et al, llevaron a cabo uno de los primeros estudios comparativos con ambas técnicas. En este caso, se trató de un estudio observacional retrospectivo. Los resultados en cuanto a rango de movilidad y fuerza postoperatorias no presentan diferencias estadísticamente significativas. El hecho más destacado está en el alto porcentaje de complicaciones observado en el grupo de incisión única, el 44%, consistente en su mayoría en neuroapraxias del cutáneo antebraquial lateral. El porcentaje de complicaciones en el grupo tratado con doble vía fue del 10%, registrando el único caso reportado de neuroapraxia del interóseo posterior.

Chavan³⁰ et al, por su parte, realizaron una revisión sistemática en la que observaron que, si bien el porcentaje de complicaciones era similar en ambos grupos (16% en el grupo de 2 incisiones, 18% en el de una incisión), hasta el 31% de los pacientes tratados por doble vía presentaban resultados no satisfactorios, por un 6% del grupo tratado por vía anterior. La explicación de este hecho se encuentra en que la complicación más frecuente en el grupo intervenido por doble vía, que también se pone de manifiesto en otras publicaciones³¹, era la pérdida de pronosupinación, lo que determina una peor funcionalidad del miembro afecto. Las complicaciones más frecuentes en el grupo de incisión única fueron las lesiones neurológicas transitorias. Estos resultados contrastan de manera notable con nuestra serie en la que observamos mejor función postoperatoria en los pacientes intervenidos por doble vía, así como una mayor puntuación de la escala Quick-DASH Score.

En nuestro ámbito, Montiel-Giménez³² et al, reportaron su experiencia en la reparación del tendón distal del bíceps braquial con ambas técnicas sin apreciar diferencias significativas en la aparición de complicaciones, siendo la más frecuente la lesión del nervio radial. El porcentaje de resultados excelentes fue del 95%.

En lo que se refiere a los procedimientos de reinserción, coincidimos con la afirmación de Montiel-Giménez en cuanto a que la vigencia de los puntos transóseos es cada vez menor ya que, si bien presenta valores de resistencia mecánica aceptables en estudios cadavéricos, se han desarrollado dispositivos muy superiores a este respecto. Los dispositivos de fijación cortical parecen presentar mayor resistencia a la tracción^{30,33}. Sin embargo, tanto los tornillos in-

terferenciales como los arpones de sutura han demostrado ser también suficientemente fuertes para soportar programas de rehabilitación postoperatorios intensos, por lo que el fracaso de la fijación no parece depender tanto del dispositivo empleado sino de la técnica quirúrgica y del lugar de reanclaje³⁴.

Nuestro estudio presenta varias limitaciones. Por un lado, el número de casos es bajo, debido a la baja incidencia de esta entidad. Este hecho hace que sea difícil extrapolar nuestros resultados a la población general. Por otro lado, el número de pacientes incluidos en el grupo de abordaje único anterior es bajo. El motivo de este hecho es que, al observar la gravedad de las complicaciones derivadas de su uso, decidimos realizar mayoritariamente la técnica de doble abordaje, mejorando ostensiblemente los

resultados. Otra limitación a destacar es la ausencia de una medición objetiva en términos numéricos de la fuerza postoperatoria en la flexo extensión y pronosupinación, debido a no disponer del dispositivo necesario para tal fin.

Como conclusión, destacamos que la reparación de las roturas agudas del tendón distal del bíceps braquial presenta aceptables resultados en términos de rango de movilidad y satisfacción con una alta tasa de complicaciones, si bien estas últimas son en su mayoría de escasa relevancia. Estos resultados mejoran cuando se emplea la técnica de doble vía descrita por Boyd Anderson y modificada por Morrey, con menor porcentaje de complicaciones y menor gravedad de los mismos, en comparación con el abordaje único anterior.

Bibliografía

1. D'Alessandro DF, Shields CL Jr, Tibone JE, et al. Repair of distal biceps tendon ruptures in athletes. *Am J Sports Med.* 1993;21:114-119. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8427351>
2. Safran MR, Graham SM. Distal biceps tendon ruptures: incidence, demographics, and the effect of smoking. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;404:275-283. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12439270>
3. Kelly MP, Perkinson SG, Ablove RH, Tueting JL. Distal Biceps Tendon Ruptures: An Epidemiological Analysis Using a Large Population Database. *Am J Sports Med.* 2015 Aug;43(8):2012-7. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26063401>
4. O'Driscoll SW, Goncalves LB, Dietz P. The hook test for distal biceps tendon avulsion. *Am J Sports Med.* 2007 Nov;35(11):1865-9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17687121>
5. Ruland RT, Dunbar RP, Bowen JD. The biceps squeeze test for diagnosis of distal biceps tendon ruptures. *Clin Orthop Relat Res.* 2005 Aug;(437):128-31. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16056039>
6. Baker BE, Bierwagen D. Rupture of the distal tendon of the biceps brachii. Operative versus non-operative treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1985 Mar;67(3):414-7. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3972865>
7. Morrey BF, Askew LJ, An KN, Dobyns JH. Rupture of the distal tendon of the biceps brachii. A biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am.* 1985 Mar;67(3):418-21. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3972866>
8. Quach T, Jazayeri R, Sherman OH, Rosen JE. Distal biceps tendon injuries--current treatment options. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2010;68(2):103-11. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20632985>
9. Rantanen J, Orava S. Rupture of the distal biceps tendon. A report of 19 patients treated with anatomic reinsertion, and a meta-analysis of 147 cases found in the literature. *Am J Sports Med.* 1999 Mar-Apr;27(2):128-32. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10102089>
10. Failla JM, Amadio PC, Morrey BF. Post-traumatic proximal radio-ulnar synostosis. Results of surgical treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1989 Sep;71(8):1208-13. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2777849>
11. Katzman BM, Caligiuri DA, Klein DM, Gorup JM. Delayed onset of posterior interosseous nerve palsy after distal biceps tendon repair. *J Shoulder Elbow Surg.* 1997 Jul-Aug;6(4):393-5. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9285880>
12. Bain GI, Prem H, Heptinstall RJ, Verhellen R, Paix D. Repair of distal biceps tendon rupture: a new technique using the Endobutton. *J Shoulder Elbow Surg.* 2000 Mar-Apr;9(2):120-6. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10810691>
13. Khan AD, Penna S, Yin Q, Sinopidis C, Brownson P, Frostick SP. Repair of distal biceps tendon ruptures using suture anchors through a single anterior incision. *Arthroscopy.* 2008;24:39. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18182200>
14. Fenton P, Qureshi F, Ali A, Potter D. Distal biceps tendon rupture: a new repair technique in 14 patients using the biotenodesis screw. *Am J Sports Med.* 2009;37:2009--15. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19546482>
15. Ramazzini-Castro R, Montiel-Gimenez A, Gallardo-Villares S, Abellán-Miralles C. [Surgical treatment of distal biceps tendon ruptures with bone anchors using a single anterior approach]. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2014 Nov-Dec;58(6):370-6. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25048275>
16. Eames MH, Bain GI, Fogg QA, van Riet RP. Distal biceps tendon anatomy: a cadaveric study. *J Bone Joint Surg Am.* 2007 May;89(5):1044-9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17473142>
17. Cho CH, Song KS, Choi IJ, Kim DK, Lee JH, Kim HT, Moon YS. Insertional anatomy and clinical relevance of the distal biceps tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011 Nov;19(11):1930-5. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21698491>
18. Athwal GS, Steinmann SP, Rispoli DM. The distal biceps tendon: footprint and relevant clinical anatomy. *J Hand Surg Am.* 2007 Oct;32(8):1225-9. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17923307>
19. Mazzocca AD, Cohen M, Berkson E, Nicholson G, Carofino BC, Arciero R, Romeo AA. The anatomy of the bicipital tuberosity and distal biceps tendon. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007 Jan-Feb;16(1):122-7. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17055747>
20. van den Bekerom MP, Kodde IF, Aster A, Bleys RL, Eygendaal D. Clinical relevance of distal biceps insertional and footprint anatomy. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014 Sep 18. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25231429>
21. Jarrett CD, Weir DM, Stuffmann ES, Jain S, Miller MC, Schmidt CC. Anatomic and biomechanical analysis of the short and long head components of the distal biceps tendon. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012 Jul;21(7):942-8. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21813298>
22. Schneider A, Bennett JM, O'Connor DP, Mehlhoff T, Bennett JB. Bilateral ruptures of the distal biceps brachii tendon. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009 Sep-Oct;18(5):804-7. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19362860>

23. Seiler JG 3rd, Parker LM, Chamberland PD, Sherbourne GM, Carpenter WA. The distal biceps tendon. Two potential mechanisms involved in its rupture: arterial supply and mechanical impingement. *J Shoulder Elbow Surg.* 1995 May-Jun;4(3):149-56. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7552670>
24. Gasparella A, Katusic D, Perissinotto A, Miti A. Repair of distal biceps tendon acute ruptures with two suture anchors and anterior mini-open single incision technique: clinical follow-up and isokinetic evaluation. *Musculoskelet Surg.* 2015 Apr;99(1):19-25. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24531927>
25. Guerra-Velez P, Sanz-Hospital FJ, Cano-Egea J, Escalera-Alonso J, Coello-Nogués A. Reparación quirúrgica por vía anterior de la rotura distal del tendón del bíceps braquial. *Rev. esp. cir. ortop. traumatol.* 2008;52:9-14. <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-espaola-ciruga-ortopdica-traumatologa-129-articulo-reparacion-quirurgica-por-via-anterior-13115870?referer=buscador>
26. Tarallo L, Mugnai R, Zambianchi F, Adani R, Catani F. Distal biceps tendon rupture reconstruction using muscle-splitting double-incision approach. *World J Clin Cases.* 2014 Aug 16;2(8):357-61. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25133147>
27. Hasan SA, Cordell CL, Rauls RB, Bailey MS, Sahu D, Suva LJ. Two-incision versus one-incision repair for distal biceps tendon rupture: a cadaveric study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012 Jul;21(7):935-41. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21813297>
28. Grewal R, Athwal GS, MacDermid JC, Faber KJ, Drosdowech DS, El-Hawary R, King GJ. Single versus double-incision technique for the repair of acute distal biceps tendon ruptures: a randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2012 Jul 3;94(13):1166-74. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22760383>
29. El-Hawary R, Macdermid JC, Faber KJ, Patterson SD, King GJ. Distal biceps tendon repair: comparison of surgical techniques. *J Hand Surg Am.* 2003 May;28(3):496-502. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12772111>
30. Chavan PR, Duquin TR, Bisson LJ. Repair of the ruptured distal biceps tendon: a systematic review. *Am J Sports Med.* 2008 Aug;36(8):1618-24. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18658024>
31. Karunakar MA, Cha P, Stern PJ. Distal biceps ruptures. A followup of Boyd and Anderson repair. *Clin Orthop Relat Res.* 1999 Jun;(363):100-7. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10379310>
32. Montiel-Gimenez A, Granell-Escobar F, Gallardo-Villares S. Resultados del tratamiento quirúrgico de las roturas del tendón distal del bíceps braquial con técnicas de una y dos incisiones. *Rev. esp. cir. ortop. traumatol.* 2009;53(3):198-204. <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-espaola-ciruga-ortopdica-traumatologa-129-articulo-resultados-del-tratamiento-quirurgico-las-13137783?referer=buscador>
33. Mazzocca AD, Burton KJ, Romeo AA, Santangelo S, Adams DA, Arciero RA. Biomechanical evaluation of 4 techniques of distal biceps brachii tendon repair. *Am J Sports Med.* 2007 Feb;35(2):252-8. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17192318>
34. Ding DY, Garofolo G, Lowe D, Strauss EJ, Jazrawi LM. The biceps tendon: from proximal to distal: AAOS exhibit selection. *J Bone Joint Surg Am.* 2014 Oct 15;96(20):e176. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25320206>