

Copyright © The Journal of Bone and Joint Surgery, Inc. Todos los derechos reservados. Para obtener permiso para volver a utilizar este artículo en forma parcial o total, contáctese con rights@jbjs.org.

Esta traducción ha sido provista por terceras partes. El texto fuente incluye terminología médica que puede ser difícil de traducir con exactitud. Si tiene alguna pregunta relacionada con la exactitud de la información contenida en la traducción, por favor refiérase a la versión en inglés, que es el texto oficial, en www.jbjs.org o en su versión impresa. Si detecta problemas o errores en esta traducción, por favor contáctese con The Journal en mail@jbjs.org.

RESEÑA SOBRE CONCEPTOS ACTUALES

Lesiones distales del tendón bicipital

Por Ryan G. Miyamoto, MD, Florian Elser, MD y Peter J. Millett, MD, MSc

Investigación realizada en el Steadman Phillipon Research Institute, Vail, Colorado

- Las rupturas distales del tendón bicipital se manifiestan por una sensación inicial de desgarro acompañada de dolor agudo; después, puede haber debilidad. La prueba del gancho es muy fiable para diagnosticar rupturas, y la resonancia magnética puede aportar información acerca de la integridad y cualquier degeneración dentro de la sustancia del tendón.
- Hay diferencias sutiles en los resultados de las reparaciones quirúrgicas por una sola incisión y con la técnica de dos incisiones modificada. Respecto de las complicaciones, hay mayor prevalencia de lesiones nerviosas asociadas con las técnicas de una sola incisión, y mayor prevalencia de osificación heterotópica, con las técnicas de dos incisiones.
- Las técnicas de fijación consisten en la utilización de túneles óseos, suturas de anclaje, tornillos de interferencia y botones corticales de fijación. No hay evidencias clínicas que avalen el uso de un método de fijación sobre otro, aunque la fijación con botón cortical ha mostrado suministrar máxima tolerancia a la carga y rigidez.
- La rehabilitación posoperatoria se ha vuelto más intensiva a medida que han mejorado los métodos de fijación.

El tratamiento de las rupturas distales del tendón bicipital continúa siendo un tema controvertido, a medida que estudios recientes siguen delineando mejor la anatomía nativa del tendón, y la epidemiología, el diagnóstico y el tratamiento de las rupturas. Sobre la base de los estudios biomecánicos y clínicos existentes, se recomienda la fijación quirúrgica de estas lesiones en la mayoría de los casos; sin embargo, se sigue debatiendo el abordaje quirúrgico y la técnica de fijación óptimas para restablecer la inserción anatómica del segmento distal del tendón bicipital. El tratamiento ideal de estas lesiones determinaría morbilidad mínima durante el abordaje quirúrgico y excelente fuerza de fijación a la tuberosidad bicipital, con minimización de complicaciones posoperatorias, como osificación heterotópica y parálisis nerviosas. Mientras el tratamiento de estas lesiones continúa evolucionando, los protocolos de rehabilitación posoperatoria se han vuelto cada vez más intensivos para intentar que los pacientes recuperen antes la función preoperatoria completa. El propósito de esta revisión es presentar los conceptos actuales sobre el diagnóstico y el tratamiento de las lesiones de la inserción distal del tendón del bíceps sobre la base de los mejores estudios publicados en la bibliografía.

EPIDEMIOLOGÍA

La ruptura del segmento distal del tendón bicipital es una lesión relativamente rara que puede tener importantes consecuencias funcionales. La mayoría de estas rupturas se producen en el miembro

dominante de pacientes de sexo masculino de treinta a sesenta años de edad. Safran y Graham realizaron un estudio retrospectivo de catorce pacientes asistidos durante un período de cinco años para ayudar a identificar las variables demográficas, la incidencia de estas lesiones y el efecto del tabaquismo sobre estos cuadros en la población general¹. El sistema de atención médica único utilizado por los pacientes de este estudio ofrece cobertura a una cantidad conocida de personas de una región geográfica definida por código postal y proximidad con un centro médico. Un cirujano ortopédico de la región a la que pertenecía el paciente trató a todos los pacientes con lesiones clínicamente relevantes, como rupturas tendinosas, de manera que fue posible obtener datos demográficos exactos. Los autores de este estudio proyectaron una incidencia de 1,2 rupturas distales del tendón bicipital por 100.000 pacientes por año, con una edad promedio de cuarenta y siete años en el momento de la lesión. El 86% de las veces, se observó compromiso del miembro dominante, y los fumadores presentaron un riesgo de lesión 7,5 veces más alto que los no fumadores. Sólo se identificó a una mujer en la cohorte, y esta fue la primera descripción de esta lesión en la bibliografía, en el sexo femenino.

ETIOLOGÍA

No se conoce bien la patogenia de las rupturas distales del tendón bicipital. Las teorías actuales postulan mecanismos hipovasculares y mecánicos como causas de ruptura en la unión musculotendinosa. Seiler et al. llevaron a cabo un estudio anatómico y radiográfico para ayudar a dilucidar estos mecanismos². La parte anatómica del estudio consistió en inyecciones vasculares a veintisiete cadáveres. Se demostró un patrón vascular uniforme, con una zona hipovascular de alrededor de 2,14 cm de diámetro, que correspondía a áreas de degeneración focal observadas en la microscopia óptica (Fig. 1). Así, una teoría propuso que la ausencia de irrigación del segmento distal del tendón del bíceps lo predisponía a la ruptura. La parte radiográfica del estudio se basó en tomografías computarizadas secuenciales de diez pacientes con el antebrazo en posiciones de supinación máxima, neutral y pronación máxima. Con el antebrazo en pronación completa, la distancia entre el borde lateral del cúbito y la tuberosidad radial, que corresponde al espacio disponible para el tendón, era 48% menor que la distancia en supinación completa (Fig. 2). Además, con el antebrazo en pronación, el tendón del bíceps ocupaba, en promedio, el 85% del espacio radiocubital a la altura de la tuberosidad; así, se propuso el choque mecánico del tendón como segunda teoría para explicar la ruptura del segmento distal del tendón bicipital. Si bien aún se debe establecer la causa definitiva de los desgarros, estas dos teorías siguen siendo las citadas con más frecuencia en la bibliografía como el motivo de la ruptura.

ANATOMÍA

El tendón del bíceps está compuesto por dos cabezas y, en el 61% de los casos, está inervado por una sola rama del nervio musculocutáneo en un punto localizado, en promedio, a 134 mm por debajo del acromion³. Puede haber una segunda rama del nervio musculocutáneo, que inerva el bíceps alrededor de 24 mm por debajo de este punto. La cabeza larga del tendón bicipital se origina en el tubérculo supraglenoideo, mientras que la cabeza corta lo hace en la apófisis coracoides y se fusiona con la cabeza larga a la altura de la tuberosidad deltoidea. Distalmente, la unidad tendinosa se inserta en la tuberosidad bicipital del segmento proximal del radio. Una estructura asociada, el lacertus fibrosus (aponeurosis bicipital), se origina en el segmento distal del tendón cuando éste transcurre por delante de la articulación del codo y se expande en sentido cubital para unirse con la fascia del antebrazo (Fig. 3).

Recientemente, se ha hecho mayor hincapié en la anatomía y función del segmento distal del tendón bicipital y el lacertus fibrosus, en apariencia por un caso comunicado por Sassmannshausen et al.⁴. Esta comunicación describió la ruptura y ulterior reparación de la cabeza medial de un segmento distal bifurcado del tendón bicipital, que presentaba dos unidades tendinosas y uniones musculotendinosas no fusionadas por completo. En un estudio de setenta y cuatro codos cadavéricos, Kulshreshtha et al. no sólo describieron las dimensiones del tendón y su inserción, sino que también observaron que las fibras tendinosas rotaban en el plano coronal con un patrón predecible: a saber, en sentido horario en los codos izquierdos y antihorario en los codos derechos⁵. Además, las fibras anteromediales seguían un recorrido lineal hasta su inserción, en tanto que las fibras posterolaterales se enrollaban por debajo de las fibras mediales hasta su inserción en la tuberosidad (Fig. 4). Kulshreshtha et al. describieron la inserción en el reborde posterior de la tuberosidad como larga, vertical y semilunar.

Eames et al. describieron aun más la unidad tendinosa distal y comunicaron que tenía dos partes distintas (cada una correspondiente a las cabezas larga y corta del músculo) en diez de diecisiete especímenes cadavéricos, con interdigitación de las dos partes en los siete especímenes restantes⁶. La porción distal de la contribución de la cabeza corta del tendón se insertaba más distalmente en la tuberosidad, donde actuaba, desde el punto de vista biomecánico, como un flexor potente del codo. La porción distal de la contribución de la cabeza larga se insertaba más lejos respecto del eje central del antebrazo, lo que determinaba supinación más potente. Se observó que el lacertus fibrosus se originaba en el nivel de la unión musculotendinosa y consistía en tres capas distintas, que envolvían los músculos flexores del antebrazo y servían como estabilizadores del segmento distal del tendón. Los flexores del antebrazo tensan el lacertus a medida que se contraen, lo que causa después una tracción medial sobre el tendón bicipital y contribuye, quizá, a su ruptura. En forma más reciente, Athwal et al.⁷, Mazzocca et al.⁸ y Hutchinson et al.⁹ también se centraron en describir las dimensiones de la inserción y la orientación angular de la tuberosidad. Esto es importante, porque el cirujano debe intentar recrear la anatomía nativa cuando efectúa una reparación.

EVALUACIÓN CLÍNICA

Los pacientes con una ruptura distal del tendón bicipital suelen referir que experimentaron una fuerza de extensión inesperada aplicada al codo flexionado. Esta fuerza es seguida de una contracción excéntrica del bíceps con la consiguiente sensación de desgarro en la fosa antecubital. Si bien el dolor agudo remite, el dolor crónico persiste, y el paciente puede referir debilidad con la flexión del codo, y debilidad marcada con la supinación del antebrazo. Puede haber pérdida del contorno normal del bíceps y deformidad evidente. Pese a esta presentación, la ruptura puede pasar clínicamente inadvertida, en particular, cuando el lacertus fibrosus sigue intacto. Una demora en el diagnóstico puede impedir la reparación primaria o causar debilidad crónica. Dos estudios recientes se han orientado a facilitar el diagnóstico temprano de las rupturas bicipitales distales^{10,11}.

Ruland et al. crearon la prueba de compresión del bíceps para ayudar a dilucidar la integridad del tendón bicipital¹⁰. En esta prueba, que es similar a la prueba de Thompson¹¹ empleada para ayudar a diagnosticar una ruptura del tendón de Aquiles, se comprime el bíceps braquial para provocar supinación del antebrazo si el tendón está intacto. Veintitrés de veinticuatro pacientes con una prueba positiva tenían una ruptura completa, corroborada por cirugía o resonancia magnética, y se confirmó una ruptura completa en veintiuno de los veintidós pacientes sometidos a intervención quirúrgica. Después de la reparación quirúrgica, los veintiún pacientes con un desgarro completo recuperaron la supinación del antebrazo con la prueba de compresión del bíceps, mientras que esto no se observó en la evaluación de seguimiento a los tres meses de aquellos que cumplieron un esquema conservador.

O'Driscoll et al. describieron más tarde la así llamada prueba del gancho para el diagnóstico de avulsiones completas del tendón bicipital¹². Esta prueba se practica introduciendo el dedo bajo el borde lateral del tendón bicipital entre los tendones del braquial y del bíceps, y enganchándolo bajo la estructura cordiforme que abarca la fosa antecubital con el codo del paciente flexionado en 90° (Fig. 5). La prueba se efectuó en cuarenta y cinco pacientes en quienes se iba a realizar una exploración quirúrgica del segmento distal del bíceps, y el resultado fue anormal en los treinta y tres pacientes que resultaron tener una avulsión completa del tendón durante la operación, mientras que fue normal en los cuarenta y cinco brazos contralaterales no lesionados. La sensibilidad y especificidad del 100% fueron más altas que la sensibilidad del 92% (once de doce pacientes) y la especificidad del 85% (once de trece pacientes) observadas con resonancia magnética en un grupo de la misma cohorte de pacientes. Los autores reiteraron que un paso crucial de la prueba es enganchar el borde lateral del tendón bicipital, no el borde medial, porque el examinador podría confundir el lacertus fibrosus con un tendón bicipital intacto. En ocasiones, las radiografías del codo muestran cierto agrandamiento y cambios irregulares alrededor de la tuberosidad radial o una avulsión de la propia tuberosidad radial. La resonancia magnética puede ser útil para delinear la integridad y la posible degeneración intrasustancia del tendón bicipital (Fig. 6). En 2004, Giuffrè y Moss describieron la posición en flexión abducción supinación (FABS) para la resonancia magnética del segmento distal del tendón bicipital¹³. Esta posición consiste en flexión del codo de 90°, abducción del hombro de 180° y supinación del antebrazo. Se estudiaron veintidós codos en esta posición, que fueron evaluados por separado, por dos radiólogos especializados en el sistema

musculoesquelético. En todos los casos, se observó la longitud completa del bíceps desde la unión musculotendinosa hasta la inserción en la tuberosidad radial en uno o dos cortes.

TRATAMIENTO

Reparación conservadora y quirúrgica

Ya en 1941, Dobbie comunicó cincuenta y un casos nuevos de rupturas distales del tendón bicipital y veinticuatro casos previos de ruptura, tratados todos en forma conservadora, y observó que “no es práctico ni conveniente seleccionar un procedimiento más difícil, peligroso y que insume tiempo, cuando se puede obtener el mismo resultado con menos esfuerzo y sin riesgo de complicaciones graves”¹⁴. En 1985, Baker y Bierwagen¹⁵ (en un estudio de trece pacientes) y Morrey et al.¹⁶ (en una serie de diez pacientes) demostraron mejor fuerza de supinación, así como fuerza y resistencia de flexión, después de la intervención quirúrgica. Estos resultados se correspondían con el papel primario del tendón bicipital como supinador y con su papel como flexor secundario del codo. En forma más reciente, un estudio de Chillemi et al. mostró resultados superiores en todos los ítems de la European Society for Surgery of the Shoulder and Elbow Score (Puntuación de la Sociedad Europea de Cirugía del Hombro y el Codo) en un grupo de cinco pacientes tratados quirúrgicamente en comparación con sus homólogos tratados de manera conservadora (cuatro pacientes)¹⁷. Hetsroni et al. examinaron una cohorte de veintidós pacientes con una ruptura distal de tendón bicipital y observaron mejores resultados funcionales y objetivos (investigación isocinética) en pacientes que habían sido sometidos a tratamiento quirúrgico¹⁸.

En un estudio retrospectivo reciente, Freeman et al. evaluaron a dieciocho pacientes con una ruptura distal del tendón bicipital no reparada después de una media de cincuenta y nueve meses de la lesión y los compararon con controles históricos que habían sido tratados quirúrgicamente¹⁹. Las fuerzas medias de supinación y flexión de los pacientes con ruptura no reparada fueron del 74% y 88%, respectivamente, en comparación con las fuerzas del brazo contralateral. Los resultados, en particular, la fuerza de supinación, de los pacientes que se habían lesionado el brazo no dominante eran superiores a los de aquellos con lesiones del brazo dominante (fuerza de supinación media, 83% frente a 60%). Sólo había un caso de pérdida de movimiento persistente, y todos los pacientes se reintegraron al trabajo con su nivel funcional previo tras un promedio de doce semanas. Respecto de la cohorte histórica sometida a tratamiento quirúrgico, los pacientes con una ruptura no reparada presentaron una diferencia significativa de la fuerza de supinación (74% frente a 101%), pero no de la fuerza de flexión (88% frente a 97%). Este efecto fue muy pronunciado en caso de lesión del brazo dominante tratada en forma conservadora. De hecho, los autores observaron que la puntuación por discapacidad del brazo, el hombro y la mano (*Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand*, DASH) media de los pacientes no sometidos a reparación era más baja (lo que indicaba menor discapacidad) que la puntuación de aquellos tratados quirúrgicamente por ruptura distal del tendón bicipital; sin embargo, las puntuaciones DASH medias de la cohorte tratadas con cirugía variaron de manera sustancial (rango, de 10 a 50 puntos). Los autores concluyeron en que se pueden alcanzar resultados satisfactorios con tratamiento conservador de las rupturas distales del tendón bicipital, con el beneficio de evitar complicaciones quirúrgicas.

En la actualidad, el tratamiento conservador se reserva para pacientes sedentarios que no requieren fuerza ni resistencia de flexión y supinación del codo o para pacientes que no están médicamente aptos para el tratamiento quirúrgico. El tratamiento conservador consiste en inmovilización transitoria, control del dolor y fisioterapia. Existe la posibilidad de que pueda persistir cierto dolor del brazo relacionado con la actividad después del tratamiento conservador; sin embargo, es posible lograr, aun así, resultados satisfactorios.

Reparación anatómica y no anatómica

Una vez que se popularizó la intervención quirúrgica para las lesiones distales del tendón bicipital, surgió un debate acerca de la reparación anatómica con inserción en la tuberosidad radial frente a la reinserción no anatómica en el músculo braquial. Meherin y Kilgore analizaron los resultados de un estudio de diecinueve pacientes en el que habían comparado tratamiento conservador (nueve pacientes) con tratamiento quirúrgico anatómico (seis pacientes) y no anatómico (cuatro pacientes)²⁰. Estos autores

comunicaron una tasa de discapacidad más alta en el grupo de tratamiento conservador, pero observaron resultados similares entre los pacientes en quienes se había insertado el tendón en la tuberosidad radial y aquellos en quienes se había insertado el tendón en el músculo braquial.

Rantanen y Orava comunicaron los resultados de diecinueve pacientes que habían sido sometidos a reparación anatómica de una ruptura distal del tendón bicipital; diez rupturas eran crónicas, y nueve, agudas²¹. Dieciocho de los diecinueve pacientes presentaron un resultado bueno o excelente. Los mismos autores también revisaron 147 casos comunicados en la bibliografía y observaron que, a los tres años, en promedio, la tasa de resultados buenos o excelentes era del 90% después de una reinserción anatómica y del 60% después de una reinserción no anatómica. La tasa de resultados buenos o excelentes descendió al 14% en caso de tratamiento conservador.

Más recientemente, Klönz et al. recurrieron a la investigación muscular isocinética para comparar los resultados funcionales de la fijación anatómica y no anatómica en un estudio de catorce pacientes²². Seis pacientes en quienes se había practicado reinserción anatómica con suturas de anclaje recuperaron un 96% de la fuerza de flexión y un 91% de la fuerza de supinación, en comparación con los valores del lado contralateral. Ocho pacientes con reinserción no anatómica en el músculo braquial también recuperaron el 96% de la fuerza de flexión respecto del miembro contralateral, pero cuatro de los pacientes no recuperaron la fuerza de supinación, que varió del 42% al 56% respecto de la del lado contralateral. Los autores no comunicaron complicaciones importantes (como sinostosis radiocubital o lesión nerviosa), pero sí observaron cuatro casos de osificación heterotópica después de la reparación anatómica.

Taylor et al. describieron un método de fijación que combina fijación anatómica y no anatómica²³. En una serie de catorce pacientes, estos autores recurrieron a fijación anatómica con suturas de anclaje aumentadas con una así llamada sutura de reducción de la tensión al músculo braquial. Se considera que esta sutura restablece la alineación anatómica y la tracción isométrica del segmento distal del tendón bicipital. Los catorce pacientes recuperaron por completo la fuerza y la amplitud de movimiento.

Reparación mediante una o dos incisiones

Ya en 1961, había controversia acerca del uso de la técnica de una o dos incisiones²⁴. Ambos abordajes se acompañan de complicaciones, que consisten en un espectro de lesiones nerviosas, que varían de parestesias a parálisis y a síndrome de dolor regional complejo, y cuadros concomitantes, como osificación heterotópica, sinostosis radiocubital, pérdida de la rotación del antebrazo e infección de la herida.

Boyd y Anderson²⁴ desarrollaron su técnica de dos incisiones en respuesta a la alta tasa de lesiones nerviosas observadas con las técnicas de una incisión que habían sido descritas por Dobbie¹⁴ y por Meherin y Kilgore²⁰. Boyd y Anderson observaron que la técnica de dos incisiones disminuía la tasa de lesión nerviosa y permitía una reinserción más anatómica del segmento distal del tendón bicipital. De hecho, esta técnica implica cierto despegamiento de la membrana interósea y reinserción del tendón con uso de túneles óseos para la fijación segura. Después de comunicar una serie de cuatro casos tratados por sinostosis radiocubital sintomática, y en un esfuerzo por reducir la osificación heterotópica sintomática, Failla et al. describieron una modificación del abordaje de Boyd y Anderson clásico²⁵. Su técnica consiste en un abordaje limitado que divide el músculo entre la masa del músculo extensor común y el supinador, sin exposición del periostio cubital proximal.

Varias series han mostrado resultados promisorios con la técnica de dos incisiones. Baker y Bierwagen utilizaron investigación con Cybex para evaluar a diez pacientes sometidos al tratamiento de una ruptura bicipital distal con la técnica de dos incisiones y a tres pacientes sometidos al tratamiento conservador de una ruptura de este tipo¹⁵. De quince meses a seis años después de la lesión, los diez pacientes que habían sido sometidos a intervención quirúrgica con dos incisiones habían recuperado la flexión completa del codo y la fuerza y resistencia de supinación del antebrazo, sin que se comunicaran resultados insatisfactorios. D'Alessandro et al. comunicaron diez deportistas en quienes se había efectuado reinserción anatómica del segmento distal del tendón bicipital mediante una técnica de dos incisiones y que fueron controlados durante un promedio de cincuenta meses²⁶. Se documentaron los resultados subjetivos en una escala de 10 puntos, y también se realizó investigación muscular isocinética. Los diez deportistas reanudaron su actividad completa, sin limitaciones, y la clasificación subjetiva media

fue de 9,75 puntos en una escala de 10. La investigación isocinética demostró fuerza de supinación del antebrazo completa y fuerza de flexión del codo completa, pero 20% menos de resistencia cuando se había lesionado el miembro dominante. En caso de lesión y reparación ulterior del miembro no dominante, la fuerza y resistencia de flexión eran normales, pero la fuerza de supinación era un 25% menor. En una serie de ocho pacientes, Leighton et al.²⁷ comunicaron resultados comparables, en particular, en el miembro no dominante. Davison et al. utilizaron métodos similares y hallaron menor fuerza de supinación en cinco de ocho pacientes tratados con la técnica de dos incisiones; seis de ocho pacientes tenían una puntuación de satisfacción buena o excelente²⁸. Estos resultados fueron corroborados por Moosmayer et al.²⁹.

Hasta donde sabemos, Karunakar et al. comunicaron la serie más grande de rupturas distales del bíceps (veintiún rupturas en veinte pacientes) tratadas con la técnica de dos incisiones, con un seguimiento promedio de cuarenta y cuatro meses³⁰. Todos los resultados de los pacientes fueron evaluados con el cuestionario de resultados DASH, investigación isocinética y puntuaciones subjetivas de los pacientes³¹. La amplitud de movimiento del antebrazo disminuyó en cuatro de los veintiún casos, y la flexión del codo, en uno. La fuerza de supinación se redujo en diez de los casos, y la fuerza de flexión, en tres. Cabe destacar que siete de los veinte pacientes presentaron complicaciones; hubo osificación heterotópica en tres de estos pacientes, que causó una sinostosis radiocubital en uno de ellos. Los veinte pacientes tuvieron un resultado subjetivo excelente o bueno, pese a la disminución de fuerza y resistencia, y a las altas tasas de complicaciones.

Si bien el éxito de la técnica de dos incisiones está bien documentado, también se comunican complicaciones. Katzman et al. describieron una parálisis diferida del nervio interóseo antebraquial posterior que sobrevino cuatro meses después de la reparación y exigió una liberación quirúrgica³². Lin y Leslie observaron un caso de compresión posoperatoria del nervio mediano³³. En un período de diecisiete años, Kelly et al. comunicaron una tasa de complicaciones del 31% después de setenta y cuatro reparaciones consecutivas con la técnica de dos incisiones modificada³⁴. Seis pacientes presentaron dolor persistente en la región anterior del codo; cinco, parestesias de nervios sensitivos (tres comprometían el nervio cutáneo lateral del antebrazo, y dos, el nervio interóseo antebraquial posterior); cuatro, osificación heterotópica; tres, rotación restringida del antebrazo; y tres, infección de la herida superficial. Otras complicaciones fueron una parálisis transitoria del nervio interóseo antebraquial posterior, una ruptura recurrente del tendón y un caso de síndrome de dolor regional complejo. La tasa de complicaciones fue más alta cuando la lesión era crónica (41%) que cuando era aguda (24%). Chavan et al. realizaron una revisión sistemática de la bibliografía sobre reparaciones con dos incisiones del segmento distal del tendón bicipital y observaron una tasa global de complicaciones del 16% (veintitrés de 142), y la mayoría de las complicaciones fueron una pérdida de rotación o de fuerza de rotación del antebrazo³⁵. Cabe destacar que los autores determinaron, arbitrariamente, que la osificación heterotópica no se consideraba una complicación, a menos que se asociara con dolor o pérdida de movimiento >30° en cualquier plano.

Lintner and Fischer comunicaron los resultados de cinco pacientes con una ruptura bicipital distal tratados quirúrgicamente a través de una sola incisión anterior y fijación con suturas de anclaje³⁶. A una media de 2.5 años de posoperatorio, todos los pacientes tenían una amplitud de movimiento simétrica respecto de la del miembro contralateral, y ninguno presentaba evidencia de lesión nerviosa ni de osificación heterotópica. Además, todos habían recuperado su nivel de actividad previo a la lesión a los cinco meses del tratamiento. Los cinco pacientes tenían excelentes puntuaciones de resultados objetivos y subjetivos. Sotereanos et al. comunicaron dieciséis casos de ruptura del tendón bicipital tratados a través de una sola incisión anterior con fijación mediante suturas de anclaje; ocho de las rupturas eran agudas (ocurridas menos de seis semanas antes del tratamiento), y ocho eran crónicas (ocurridas más de seis semanas antes del tratamiento)³⁷. Los autores observaron que los ocho pacientes tratados en la etapa aguda recuperaron la fuerza y la potencia completas del codo y el antebrazo. Los ocho pacientes con un cuadro crónico mostraron, en promedio, una ligera disminución de la potencia de flexión (14%) y de la fuerza de supinación (16%). No hubo casos de sinostosis radiocubital, parálisis del nervio interóseo posterior o reparación fallida. Balabaud et al. llevaron a cabo un estudio prospectivo que incorporó a ocho pacientes con un total de nueve rupturas bicipitales distales que habían sido sometidos a intervención quirúrgica a través de una sola incisión anterior; el tendón se fijó al hueso con suturas de

anclaje en siete y con túneles transóseos en dos³⁸. En los nueve casos, hubo recuperación de la amplitud de movimiento completa del codo y el antebrazo, y los pacientes estaban satisfechos con el resultado clínico. La investigación isocinética demostró sólo una disminución del 6% de la fuerza de flexión del codo, y ninguna reducción de la fuerza de supinación. Los autores no observaron casos de sinostosis radiocubital ni de parálisis nerviosas.

McKee et al. comunicaron los resultados de cincuenta y tres pacientes que habían sido tratados por un cirujano mediante fijación del tendón con suturas de anclaje a través de una sola incisión anterior en un período de ocho años; la duración promedio del seguimiento era de veintinueve meses³⁹. Ninguno de los pacientes perdió más de 5° en el arco de flexoextensión o de pronosupinación. La puntuación DASH promedio era de 8,2 puntos, que no difería en forma sustancial de la puntuación promedio de 6,2 puntos de una serie de controles sanos comunicada con anterioridad³¹. Las puntuaciones DASH de la cohorte tratada quirúrgicamente fueron mejores cuando se excluyó a los pacientes que mantenían litigios por indemnización. Los autores observaron cuatro complicaciones: dos parestesias transitorias del nervio cutáneo lateral del antebrazo, una parálisis transitoria del nervio interóseo antebraquial posterior y una infección de la herida. John et al. también comunicaron cincuenta y tres pacientes tratados por una sola incisión anterior y fijación con suturas de anclaje; el seguimiento era de treinta y ocho meses⁴⁰. Cuarenta y seis pacientes obtuvieron un resultado excelente, y siete, un buen resultado. Ningún paciente tuvo un resultado regular o malo. Se observaron tres complicaciones: una pérdida leve de rotación por osificación heterotópica en dos pacientes y una parálisis transitoria del nervio radial, que se resolvió a las ocho semanas, en uno. Más recientemente, Khan et al. realizaron un estudio retrospectivo de diecisiete pacientes con un total de dieciocho rupturas bicipitales distales que habían sido fijadas con suturas de anclaje mediante una sola incisión anterior⁴¹. Después de un promedio de cuarenta y cinco meses de posoperatorio, se observó una pérdida promedio de 5.3° de extensión y 6.2° de flexión, junto con una pérdida de 11.0° de pronación y 6.4° de supinación. La fuerza de flexión en supinación, determinada mediante pruebas dinamométricas, era del 82,1% respecto de la del lado no lesionado, y la puntuación DASH media era de 14,45 puntos. A los seis meses de posoperatorio, dieciséis de los diecisiete pacientes habían recuperado su nivel de actividad previo a la lesión. Los autores comunicaron dos complicaciones: una parálisis transitoria del nervio radial y un caso de osificación heterotópica.

Hasta donde sabemos, Bain et al. fueron los primeros en comunicar los resultados clínicos de una técnica de una sola incisión con fijación mediante botones corticales para la reparación de rupturas distales del tendón bicipital⁴². Los autores describieron una serie de doce pacientes controlados durante un promedio de diecisiete meses. El arco de flexoextensión medio era de 5° a 146°, con supinación promedio de 81° y pronación promedio de 80°. Todos los pacientes recuperaron por completo la fuerza, y no hubo casos de sinostosis radiocubital ni de lesiones neurológicas. Todos los pacientes estaban satisfechos con el resultado y pudieron reanudar sus actividades cotidianas normales. Una segunda parte de este estudio incluyó cinco disecciones cadavéricas que se realizaron para medir la distancia desde el sitio de inserción distal del tendón bicipital hasta diversas estructuras alrededor del codo. También se hizo avanzar una clavija de Steinmann en diversos ángulos para simular la perforación de un túnel en la tuberosidad bicipital. En promedio, la inserción distal del tendón bicipital se localizaba a 6 mm de la arteria cubital, a 12 mm del nervio mediano y a 18 mm del nervio interóseo posterior. Cuando los autores hicieron avanzar la clavija de Steinmann en un ángulo de 0° (directamente en sentido posterior), la distancia promedio hasta el nervio interóseo antebraquial posterior era de 14 mm. Cuando la clavija de Steinmann avanzaba en dirección posterolateral en un ángulo de 45°, la distancia promedio hasta el nervio interóseo antebraquial posterior era sólo de 8 mm. Así, los autores advirtieron que no se taladrara en sentido lateral ni distal al crear un túnel en la tuberosidad bicipital para la fijación con botones corticales.

Asimismo, Greenberg et al. comunicaron resultados alentadores en catorce pacientes controlados por examen físico e investigación dinamométrica después de un promedio de veinte meses de la reparación del tendón con fijación mediante botones corticales⁴³. El grado de supinación medio era de 74°, igual al del lado contralateral, y la pronación era, en promedio, de 73°, que correspondía al 98% de la del lado contralateral. El arco total de flexoextensión era del 97% en comparación con el del lado contralateral, con una recuperación del 97% de la fuerza de flexión y del 82% de la fuerza de supinación. No hubo casos de sinostosis radiocubital ni de osificación heterotópica sintomática. Los autores sí

observaron tres casos de síntomas transitorios del nervio cutáneo lateral del antebrazo, que se resolvieron, pero ningún caso de lesión del nervio interóseo antebraquial posterior. Una rama separada de este estudio efectuó disecciones cadavéricas, que revelaron una distancia promedio de 9,3 mm desde el botón cortical hasta el nervio interóseo antebraquial posterior y una capa uniforme de músculo supinador interpuesta entre el botón y el nervio en todos los cadáveres.

Hace muy poco, Peeters et al. comunicaron veintitrés pacientes que habían sido sometidos a reparación mediante la técnica de fijación con botones corticales y que fueron controlados durante una media de dieciséis meses⁴⁴. La fuerza de flexión era del 80% y la fuerza de supinación del 91% respecto de las del miembro contralateral, y había un déficit promedio de extensión de 2°. La Mayo Elbow Performance Score (Puntuación Mayo para el desempeño del codo) era de 94 puntos, y todos los pacientes tenían un resultado excelente o bueno, con una puntuación media de satisfacción subjetiva de 9 de 10 (0 = ausencia de satisfacción y 10 = satisfacción completa)⁴⁵. No se observaron complicaciones neurológicas, y dos pacientes presentaron osificación heterotópica asintomática, que no afectaba la rotación del antebrazo. Cabe destacar que tres pacientes tenían posición incorrecta del botón cortical visualizada en las radiografías. Uno de estos botones estaba localizado en la grasa subcutánea de la cara posterior del antebrazo, lo que exigió extracción ulterior, que se realizó sin complicaciones.

Heinzelmann et al. comunicaron una serie de casos de treinta y un pacientes (treinta y dos codos) que habían sido sometidos a una reparación a través de una sola incisión con un método de fijación híbrido que incluyó fijación con botón cortical y fijación con tornillo de interferencia. La duración media del seguimiento era de veinticuatro meses⁴⁶. Los autores sugirieron que la fijación doble permitía un protocolo de rehabilitación más intensivo y más temprano. Además, observaron que colocar el tornillo de interferencia en el borde radial del tendón determinaba, en efecto, una fijación más cubital del tendón y, por lo tanto, más anatómica. Asimismo, la posición del tendón en dirección cubital ofrecía, en teoría, una ventaja mecánica durante la supinación. Los autores comunicaron puntuaciones posoperatorias promedio excelentes y un tiempo promedio hasta el reinicio de actividades normales de 6.5 semanas. De hecho, observaron un caso de osificación heterotópica sintomática que provocaba una disminución del arco de rotación del antebrazo. Además, hubo dos parálisis del nervio radial superficial, que se resolvieron por completo al momento del último seguimiento.

Hay muy pocos estudios que comparen directamente las técnicas de una sola incisión y de dos incisiones. El-Hawary et al. realizaron un estudio prospectivo que comparó a nueve pacientes que habían sido sometidos a fijación con suturas de anclaje mediante una sola incisión con diez pacientes que habían sido tratados con una técnica de dos incisiones de Boyd y Anderson modificada⁴⁷. Al año, el grupo de una incisión había recuperado 11.7 grados más de flexión del codo que el grupo de dos incisiones (142.8° frente a 131.1°). Sin embargo, no había diferencias en la fuerza ni en el movimiento de supinación ni en la fuerza de flexión. De hecho, los autores observaron que el grupo de dos incisiones recuperó más rápido la fuerza de flexión. Cuatro de los nueve pacientes del grupo de una incisión tuvieron una complicación, con tres casos de parestesias del nervio cutáneo lateral del antebrazo y un caso de osificación heterotópica sintomática que causó una contractura en flexión. En el grupo de dos incisiones, uno de los diez pacientes presentó una complicación: una parálisis transitoria del nervio radial superficial.

En un metaanálisis de reparaciones del segmento distal del tendón bicipital a través de una incisión, Chavan et al. comunicaron una tasa global de complicaciones del 18% (veintiuno de 165 codos), y la complicación más común fue la lesión nerviosa (13%)³⁵. Los autores llevaron a cabo un análisis de los resultados clínicos de las técnicas de dos incisiones y una incisión aplicando criterios de inclusión que consistían en reparación aguda (definida como aquella realizada dentro de las seis semanas de la lesión) y seguimiento mínimo de un año, con investigación objetiva de fuerza y movimiento. Los resultados se definieron como satisfactorios si había menos de 30° de pérdida de movimiento en cualquier plano y recuperación de más del 80% de la fuerza respecto del miembro contralateral. Los resultados insatisfactorios se definieron como pérdida de movimiento mayor de 30° en cualquier plano, recuperación de la fuerza inferior al 80% o persistencia de una complicación importante. Los autores comunicaron que la tasa de resultados satisfactorios fue del 69% (sesenta de ochenta y siete codos) con la técnica de dos incisiones y del 94% (135 de 143 codos) con la técnica de una incisión. Esto correspondió a una razón de posibilidades (*odds ratio*) de un resultado insatisfactorio después de un abordaje a través

de dos incisiones de 7,6. La mayoría de los resultados insatisfactorios se debieron a pérdida de rotación o fuerza del antebrazo.

Métodos de fijación quirúrgica

Persiste la controversia acerca del abordaje quirúrgico óptimo para fijar rupturas distales del tendón bicipital, y también hay debates respecto del método de fijación ideal. En la técnica de Boyd y Anderson clásica, se usaban túneles óseos. A medida que se popularizó el abordaje de una sola incisión con uso de suturas de anclaje, tornillos de interferencia y botones corticales de fijación, se realizaron una serie de estudios biomecánicos para intentar esclarecer el tipo de fijación “óptima”.

Berlet et al. compararon las fuerzas de fijación de las suturas de anclaje y los túneles transóseos en antebrazos cadavéricos⁴⁸. Ningún espécimen fracasó durante la investigación cíclica hasta 50 N durante 3600 ciclos; sin embargo, la carga media hasta el fracaso de las suturas transóseas (307 ± 142 N) fue significativamente más alta que para dos tipos de suturas de anclaje (220 ± 54 N y 187 ± 64 N). No se observó ninguna diferencia significativa de la carga hasta el fracaso ni del mecanismo de fracaso entre los dos tipos de suturas de anclaje. Pereira et al. también compararon la reparación con túnel óseo y con suturas de anclaje, y observaron que la rigidez y la resistencia a la tracción eran significativamente mayores con la primera que con la segunda⁴⁹. Lemos et al. utilizaron dos suturas de anclaje en su reparación in vitro y compararon ese tipo de fijación con túneles transóseos en nueve especímenes cadavéricos compatibles⁵⁰. Mostraron que el límite de elasticidad de la fijación con suturas de anclaje (263 N) era superior al de la fijación transósea (203 N), lo que sugiere que la fijación con suturas de anclaje podría determinar una resistencia de la reparación igual, si no superior, a la lograda con túneles óseos. Idler et al. evaluaron las fuerzas biomecánicas de tendones intactos, tendones fijados con túneles transóseos y los tratados con tornillos de interferencia, en nueve especímenes cadavéricos⁵¹. No observaron diferencias significativas de fuerza ni de rigidez entre los tendones intactos y la fijación con tornillos de interferencia. La fuerza hasta el fracaso y la rigidez medias de la fijación transósea fueron significativamente más bajas que las de los tendones intactos y la fijación con tornillos de interferencia.

En un estudio biomecánico, Greenberg et al. evaluaron la resistencia al arrancamiento de las suturas de anclaje, las suturas de túneles transóseos y los botones corticales de fijación⁴³. La resistencia al arrancamiento de los botones corticales de fijación fue del triple que la de las suturas de los túneles óseos (584 N frente a 177 N, $p = 0,0001$) y del doble que la de las suturas de anclaje ($p = 0,0007$), lo que aporta evidencia convincente para el uso de botones corticales de fijación. La fijación superior del constructo botón cortical de fijación, en comparación con suturas de anclaje, suturas de túneles óseos y tornillos de interferencia, se confirmó en estudios de Kettler et al.⁵² y de Mazzocca et al.⁵³. Asimismo, el metaanálisis realizado por Chavan et al. demuestra que, de las técnicas existentes en la actualidad, la fijación con botones corticales suministra carga y rigidez máximas³⁵.

Rehabilitación posoperatoria

Ha habido una amplia variación de los protocolos posoperatorios a medida que los mejores métodos de fijación posibilitaron una amplitud de movimiento más temprana y rehabilitación cada vez más intensiva. Nuestro protocolo actual consiste en inmovilizar el brazo en flexión, con el antebrazo en rotación neutral, durante un período que varía de una a seis semanas. Se inician de manera gradual ejercicios de amplitud de movimiento pasiva y activa asistida, que progresan con el objetivo de alcanzar extensión completa a las seis semanas de posoperatorio. Se aumentan la intensidad del movimiento y el fortalecimiento después de transcurridas seis semanas de la cirugía.

Cheung et al. comunicaron su protocolo posoperatorio después de la fijación con suturas transóseas a través de dos incisiones en 13 pacientes⁵⁴. Todos los pacientes fueron tratados con una ortesis de codo articulada, y se autorizó una amplitud de movimiento pasiva dirigida por el propio paciente de 60° de extensión a flexión completa junto con rotación completa del antebrazo el primer día de posoperatorio. Se permitió que los pacientes aumentaran 20° la extensión cada dos semanas hasta la sexta semana, en la que se recuperó una amplitud de movimiento completa. El fortalecimiento comenzó a las ocho semanas. Después de un seguimiento promedio de treinta y ocho semanas, los pacientes presentaban, en promedio, ausencia de pérdida de extensión, pérdida de flexión de 5.8°, pérdida de supinación de 3.5° y pérdida de pronación de 8.1° en comparación con los valores del lado contralateral. La fuerza de flexión

fue del 91,4%, y la fuerza de supinación, del 89,4%, respecto de las del lado contralateral.

Como se comentó antes, Heinzelmann et al. utilizaron fijación doble con un botón cortical de fijación y un tornillo de interferencia para la reparación del segmento bicipital distal, en parte, para permitir un protocolo de rehabilitación más intensivo⁴⁶. Su protocolo consistió en remover la férula posoperatoria a los tres-cinco días y aplicar una manga compresiva para permitir el tratamiento domiciliario, con pronación, supinación, flexión y extensión activas suaves, a la semana. El fortalecimiento comenzó con pesas de 1 lb (0,45 kg) a la semana del posoperatorio, y se reanudaron las actividades de la vida cotidiana a las dos-tres semanas, con movimiento activo según tolerancia. No se autorizaron resistencias excesivas del codo hasta transcurridos de dos a tres meses del posoperatorio. La mayoría de los pacientes reiniciaron la actividad normal a las cuatro semanas del posoperatorio.

Revisión

Por lo general, los pacientes con una lesión distal del tendón bicipital presentan una sensación de desgarro y dolor de comienzo agudo después de una fuerza de extensión inesperada o masiva aplicada al codo flexionado. Se suele observar dolor y deformidad con debilidad de la supinación. Los pacientes con una ruptura completa tendrán una prueba del gancho positiva. La resonancia magnética también puede ser útil para delinear la integridad y evaluar la calidad del tendón remanente en pacientes con un desgarro parcial o tendinopatía grave.

Hay diferencias en la evolución y en los perfiles de complicaciones entre las técnicas de dos incisiones modificada y de una sola incisión, de manera que la elección de la técnica quirúrgica dependerá de la preferencia y la capacitación del cirujano. Con respecto a las complicaciones, hay una prevalencia más alta de lesiones nerviosas después de las técnicas de una sola incisión y una prevalencia más alta de osificación heterotópica después de las técnicas de dos incisiones.

En la actualidad, no hay evidencia definitiva que avale un método de fijación sobre otro, aunque en el laboratorio, el método híbrido que consiste en usar un botón cortical y un tornillo de interferencia ha parecido optimizar el restablecimiento de la anatomía y suministrar la fijación más segura. Desde el punto de vista clínico, no se han demostrado diferencias con respecto a tasas de ruptura recurrente o a fracaso de los implantes, pero los constructos de fijación biomecánicamente más resistentes, como la fijación por botón cortical o una combinación de fijación por botón cortical y tornillo de interferencia, permiten un protocolo de rehabilitación más intensivo. Los resultados iniciales son promisorios, pero se requieren estudios comparativos más grandes en el futuro.

Nota: Los autores agradecen a Marilee P. Horan, MPH y a Hinrich J.D. Heuer por sus esfuerzos para finalizar este trabajo.

Información: Los autores no recibieron fondos ni subsidios externos para financiar su investigación ni para preparar este trabajo. Uno o más de los autores, o alguno de sus familiares directos, recibieron, en algún año, pagos u otros beneficios inferiores a USD 10.000 o un compromiso o acuerdo para otorgar este tipo de beneficios de una entidad comercial (Arthrex).

Ryan G. Miyamoto, MD
Fair Oaks Orthopaedic Associates, 3650 Joseph Siewick Drive, Suite 300, Fairfax, VA 22033

Florian Elser, MD
Peter J. Millett, MD, MSc
Clinical Research, Steadman Philippon Research Institute, 181 West Meadow Drive, Suite 1000, Vail, CO 81657. Dirección de correo electrónico de P.J. Millett: drmillett@steadmanclinic.net

J Bone Joint Surg Am. 2128-2138 • doi:10.2106/JBJS.I.01213

Referencias

1. Safran MR, Graham SM. *Distal biceps tendon ruptures: incidence, demographics, and the effect of smoking*. Clin Orthop Relat Res. 2002;404:275-83.
2. 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;4:149-56.
3. Pacha Vicente D, Forcada Calvet P, Carrera Burgaya A, Llusá Pérez M. *Innervation of biceps brachii and brachialis: anatomical and surgical approach*. Clin Anat. 2005;18:186-94.
4. Sassmannshausen G, Mair SD, Blazar PE. *Rupture of a bifurcated distal biceps tendon. A case report*. J Bone Joint Surg Am. 2004;86:2737-40.
5. Kulshreshtha R, Singh R, Sinha J, Hall S. *Anatomy of the distal biceps brachii tendon and its clinical relevance*. Clin Orthop Relat Res. 2007;456:117-20.
6. Eames MH, Bain GI, Fogg QA, van Riet RP. *Distal biceps tendon anatomy: a cadaveric study*. J Bone Joint Surg Am. 2007;89:1044-9.
7. Athwal GS, Steinmann SP, Rispoli DM. *The distal biceps tendon: footprint and relevant clinical anatomy*. J Hand Surg Am. 2007;32:1225-9.
8. 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;16:122-7.

9. Hutchinson HL, Gloystein D, Gillespie M. *Distal biceps tendon insertion: an anatomic study*. J Shoulder Elbow Surg. 2008;17:342-6.
10. Ruland RT, Dunbar RP, Bowen JD. *The biceps squeeze test for diagnosis of distal biceps tendon ruptures*. Clin Orthop Relat Res. 2005;437:128-31.
11. Thompson TC. *A test for rupture of the tendo achillis*. Acta Orthop Scand. 1962;32:461-5.
12. O'Driscoll SW, Goncalves LB, Dietz P. *The hook test for distal biceps tendon avulsion*. Am J Sports Med. 2007;35:1865-9.
13. Giuffrè BM, Moss MJ. *Optimal positioning for MRI of the distal biceps brachii tendon: flexed abducted supinated view*. AJR Am J Roentgenol. 2004;182:944-6.
14. Dobbie RP. *Avulsion of the lower biceps brachii tendon: analysis of fifty-one previously unreported cases*. Am J Surg. 1941;51:662-83.
15. Baker BE, Bierwagen D. *Rupture of the distal tendon of the biceps brachii. Operative versus non-operative treatment*. J Bone Joint Surg Am. 1985;67:414-7.
16. 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;67:418-21.
17. Chillemi C, Marinelli M, De Cupis V. *Rupture of the distal biceps brachii tendon: conservative treatment versus anatomic reinsertion—clinical and radiological evaluation after 2 years*. Arch Orthop Trauma Surg. 2007;127:705-8.
18. Hetsroni I, Pilz-Burstein R, Nyska M, Back Z, Barchilon V, Mann G. *Avulsion of the distal biceps brachii tendon in middle-aged population: is surgical repair advisable? A comparative study of 22 patients treated with either nonoperative management or early anatomical repair*. Injury. 2008;39:753-60.
19. Freeman CR, McCormick KR, Mahoney D, Baratz M, Lubahn JD. *Nonoperative treatment of distal biceps tendon ruptures compared with a historical control group*. J Bone Joint Surg Am. 2009;91:2329-34.
20. Meherin JM, Kilgore ES. *The treatment of ruptures of the distal biceps brachii tendon*. Am J Surg. 1960;99:636-40.
21. 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;27:128-32.
22. Klonz A, Loitz D, Wöhler P, Reilmann H. *Rupture of the distal biceps brachii tendon: isokinetic power analysis and complications after anatomic reinsertion compared with fixation to the brachialis muscle*. J Shoulder Elbow Surg. 2003;12:607-11.
23. Taylor CJ, Bansal R, Pimpalnerkar A. *Acute distal biceps tendon rupture—a new surgical technique using a detensioning suture to brachialis*. Injury. 2006;37:838-42.
24. Boyd HB, Anderson LD. *A method for reinsertion of the distal biceps brachii tendon*. J Bone Joint Surg Am. 1961;43:1041-3.
25. Failla JM, Amadio PC, Morrey BF, Beckenbaugh RD. *Proximal radioulnar synostosis after repair of distal biceps brachii rupture by the two-incision technique. Report of four cases*. Clin Orthop Relat Res. 1990;253:133-6.
26. D'Alessandro DF, Shields CL Jr, Tibone JE, Chandler RW. *Repair of distal biceps tendon ruptures in athletes*. Am J Sports Med. 1993;21:114-9.
27. Leighton MM, Bush-Joseph CA, Bach BR Jr. *Distal biceps brachii repair. Results in dominant and nondominant extremities*. Clin Orthop Relat Res. 1995;317:114-21.
28. Davison BL, Engber WD, Tigert LJ. *Long term evaluation of repaired distal biceps brachii tendon ruptures*. Clin Orthop Relat Res. 1996;333:186-91.
29. Moosmayer S, Odinson A, Holm I. *Distal biceps tendon rupture operated on with the Boyd-Anderson technique: follow-up of 9 patients with isokinetic examination after 1 year*. Acta Orthop Scand. 2000;71:399-402.
30. Karunakar MA, Cha P, Stern PJ. *Distal biceps ruptures. A followup of Boyd and Anderson repair*. Clin Orthop Relat Res. 1999;363:100-7.
31. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. *Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG)*. Am J Ind Med. 1996;29:602-8. Erratum in: Am J Ind Med. 1996;30:372.
32. 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;6:393-5.
33. Lin KH, Leslie BM. *Surgical repair of distal biceps tendon rupture complicated by median nerve entrapment. A case report*. J Bone Joint Surg Am. 2001;83:741-3.
34. Kelly EW, Morrey BF, O'Driscoll SW. *Complications of repair of the distal biceps tendon with the modified two-incision technique*. J Bone Joint Surg Am. 2000;82:1575-81.
35. Chavan PR, Duquin TR, Bisson LJ. *Repair of the ruptured distal biceps tendon: a systematic review*. Am J Sports Med. 2008;36:1618-24.
36. Lintner S, Fischer T. *Repair of the distal biceps tendon using suture anchors and an anterior approach*. Clin Orthop Relat Res. 1996;322:116-9.
37. Sotereanos DG, Pierce TD, Varitimidis SE. *A simplified method for repair of distal biceps tendon ruptures*. J Shoulder Elbow Surg. 2000;9:227-33.
38. Balabaud L, Ruiz C, Nonnenmacher J, Seynaeve P, Kehr P, Rapp E. *Repair of distal biceps tendon ruptures using a suture anchor and an anterior approach*. J Hand Surg Br. 2004;29:178-82.
39. McKee MD, Hirji R, Schemitsch EH, Wild LM, Waddell JP. *Patient-oriented functional outcome after repair of distal biceps tendon ruptures using a single-incision technique*. J Shoulder Elbow Surg. 2005;14:302-6.
40. John CK, Field LD, Weiss KS, Savoie FH 3rd. *Single-incision repair of acute distal biceps ruptures by use of suture anchors*. J Shoulder Elbow Surg. 2007;16:78-83.
41. 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;24:39-45.
42. 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;9:120-6.
43. Greenberg JA, Fernandez JJ, Wang T, Turner C. *EndoButton-assisted repair of distal biceps tendon ruptures*. J Shoulder Elbow Surg. 2003;12:484-90.
44. Peeters T, Ching-Soon NG, Jansen N, Sneyers C, Declercq G, Verstreken F. *Functional outcome after repair of distal biceps tendon ruptures using the endobutton technique*. J Shoulder Elbow Surg. 2009;18:283-7.
45. Morrey BF, An KN, Chao EYS. *Functional evaluation of the elbow*. In: Morrey BF, editor. The elbow and its disorders. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1993. p 86-9.
46. Heinzlmann AD, Savoie FH 3rd, Ramsey JR, Field LD, Mazzocca AD. *A combined technique for distal biceps repair using a soft tissue button and biotenodesis interference screw*. Am J Sports Med. 2009;37:989-94.
47. El-Hawary R, Macdermid JC, Faber KJ, Patterson SD, King GJ. *Distal biceps tendon repair: comparison of surgical techniques*. J Hand Surg Am. 2003;28:496-502.
48. Berlet GC, Johnson JA, Milne AD, Patterson SD, King GJ. *Distal biceps brachii tendon repair. An in vitro biomechanical study of tendon reattachment*. Am J Sports Med. 1998;26:428-32.
49. Pereira DS, Kvitne RS, Liang M, Giacobetti FB, Ebrahimzadeh E. *Surgical repair of distal biceps tendon ruptures: a biomechanical comparison of two techniques*. Am J Sports Med. 2002;30:432-6.

50. Lemos SE, Ebrahmedeh E, Kvitne RS. *A new technique: in vitro suture anchor fixation has superior yield strength to bone tunnel fixation for distal biceps tendon repair.* Am J Sports Med. 2004;32:406-10.
51. Idler CS, Montgomery WH 3rd, Lindsey DP, Badua PA, Wynne GF, Yerby SA. *Distal biceps tendon repair: a biomechanical comparison of intact tendon and 2 repair techniques.* Am J Sports Med. 2006;34:968-74.
52. Kettler M, Lunger J, Kuhn V, Mutschler W, Tingart MJ. *Failure strengths in distal biceps tendon repair.* Am J Sports Med. 2007;35:1544-8.
53. 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;35:252-8.
54. Cheung EV, Lazarus M, Taranta M. *Immediate range of motion after distal biceps tendon repair.* J Shoulder Elbow Surg. 2005;14:516-8.

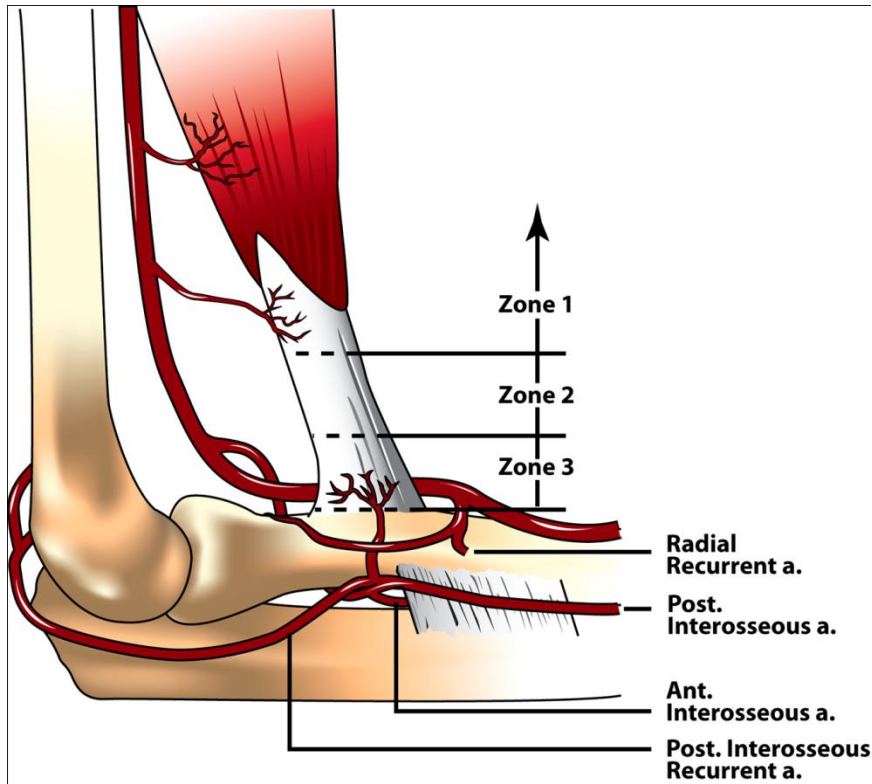


Fig. 1

El dibujo demuestra las tres zonas de vascularidad en la inserción distal del tendón bicipital. La zona 2 es el área hipovascular del tendón. (Modificado de 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.* Reimpreso con autorización de Elsevier. *J Shoulder Elbow Surg.* 1995;4:149-56.)

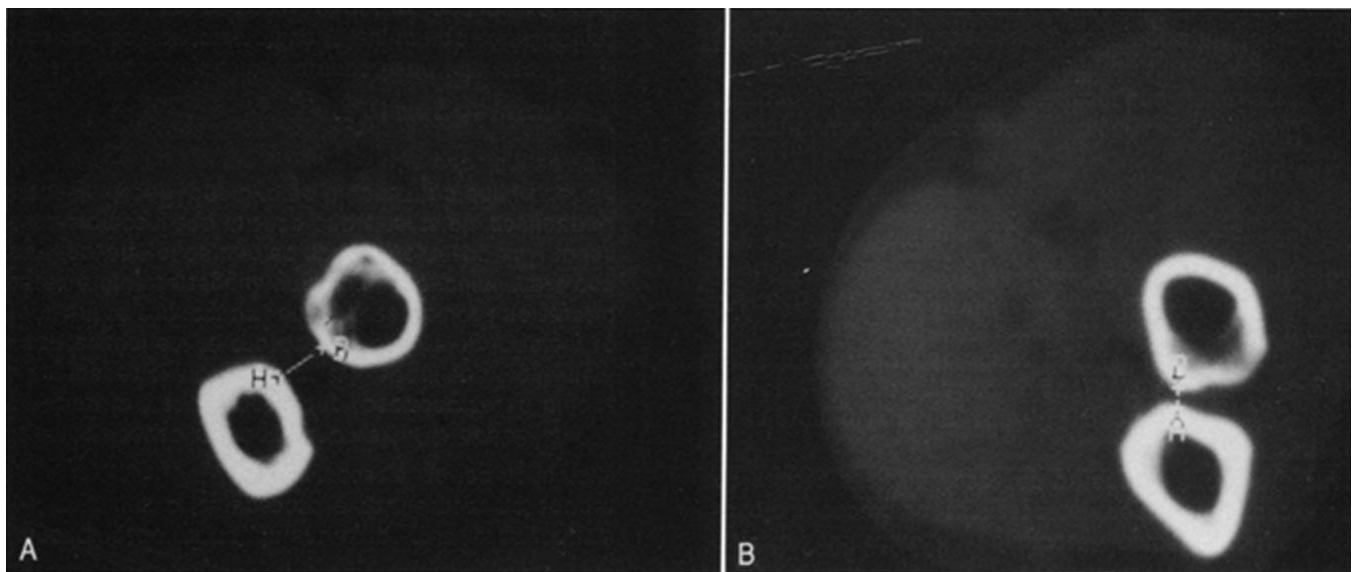


Fig. 2

Tomografía computarizada que muestra la disminución del espacio radiocubital a la altura de la tuberosidad radial a medida que el antebrazo pasa de supinación completa (A) a pronación (B). (Reimpreso con autorización de Elsevier, de 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;4:149-56.)

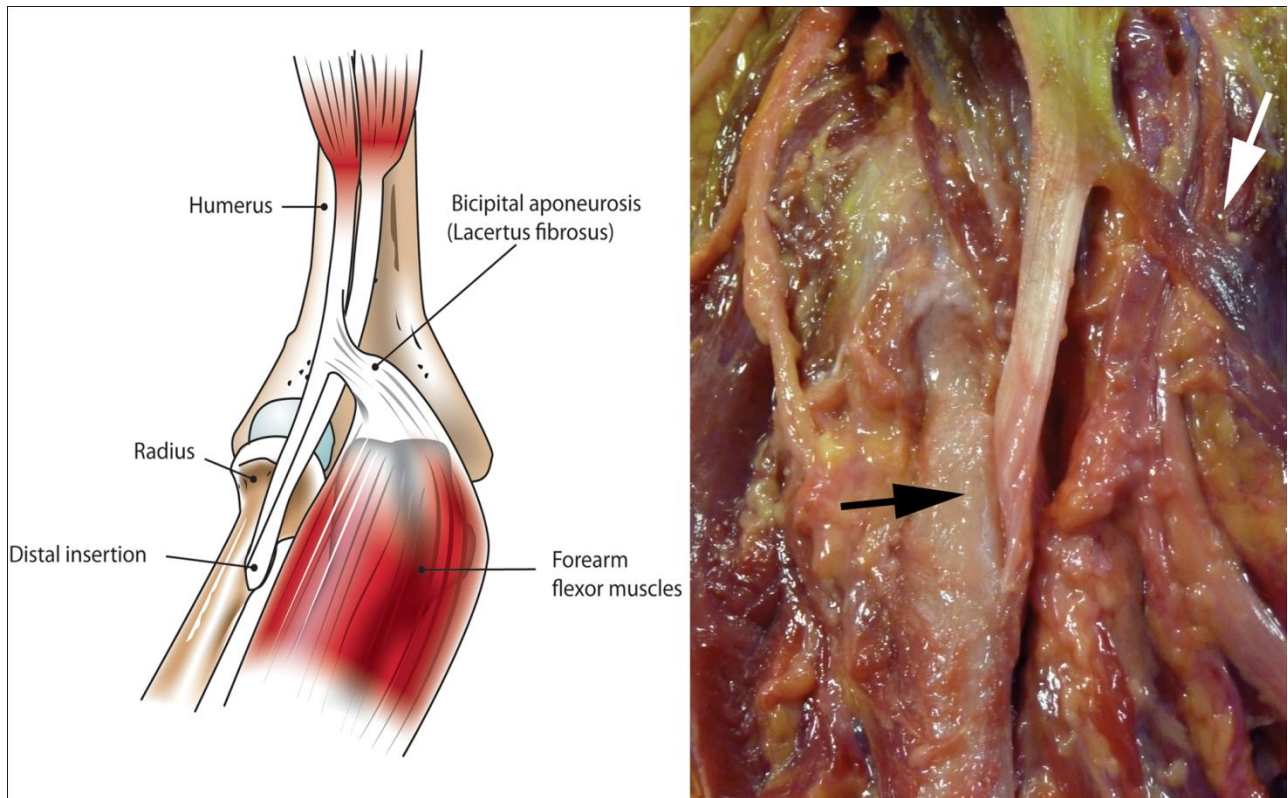


Fig. 3

Esquema de la anatomía bicipital distal (izquierda) y disección cadavérica (derecha) que muestran las mismas estructuras. La flecha negra indica la inserción distal del tendón bicipital, mientras que la flecha blanca indica la aponeurosis bicipital (lacertus fibrosus).

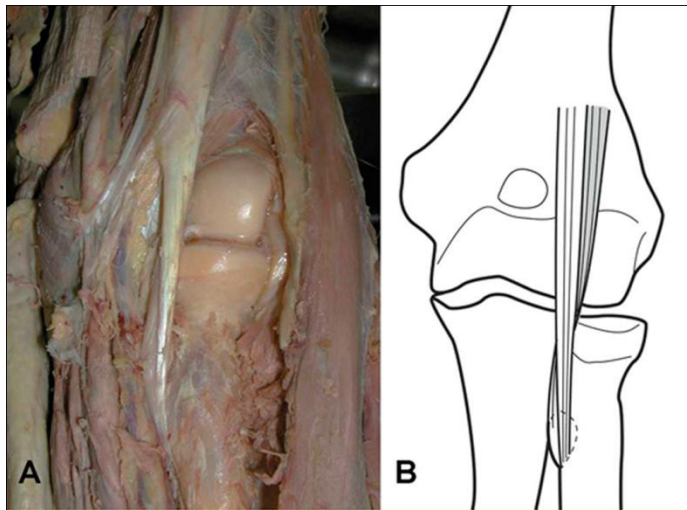


Fig. 4

Fotografía (A) y diagrama (B) que demuestran la rotación de las fibras del tendón bicipital en la inserción del tendón, en un codo izquierdo. (Reimpreso, con autorización, de: Kulshreshtha R, Singh R, Sinha J, Hall S. *Anatomy of the distal biceps brachii tendon and its clinical relevance*. Clin Orthop Relat Res. 2007;456:117-20.)



Fig. 5

Se puede detectar la integridad del tendón bicipital mediante la prueba del gancho.



Fig. 6

Resonancia magnética (3 tesla) de una ruptura bicipital distal completa (flecha). (Cortesía del Dr. Charles Ho, Vail, Colorado).