

# Evaluación biomecánica de la carga final de la tenodesis de bíceps

E. LOPEZ-VIDRIERO<sup>1, 2, 3</sup>, M. MANZANO<sup>2</sup>, C. MOLANO<sup>3</sup>,  
M. CORRALES<sup>1</sup>, D. COLLADO<sup>1</sup>, L. ARRAEZ<sup>4</sup>, M. RODOSKY<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Center for Sports Medicine. Department of Orthopaedic Surgery.  
University of Pittsburgh Medical Center. Pittsburgh. Pennsylvania, USA.

<sup>2</sup>Hospital Universitario Virgen de Valme. Sevilla.

<sup>3</sup>Hospital San Juan de Dios. Sevilla.

<sup>4</sup>Instituto de Ciencias Morfofuncionales. Universidad Complutense de Madrid.

## Resumen

El interés en las diferentes técnicas de tenodesis artroscópica se ha incrementado en los últimos 10 años. Sin embargo, hay muy poca información publicada sobre sus propiedades biomecánicas y clínicas. El objetivo del presente estudio es analizar una de las propiedades biomecánicas de dos tipos diferentes de tenodesis artroscópicas de bíceps: PITT vs Sutura con Arpones.

**Material y métodos:** 15 especímenes cadavéricos frescos congelados se aleatorizaron para ambas técnicas. Una vez realizada la cirugía, los húmeros con el tendón fijado al Ligamento Transverso, se montaron en una máquina de prueba de materiales en paralelo para llevar a cabo el protocolo de carga hasta el fallo a una velocidad de 1.25 mm/sec. Se obtuvo la carga final (N) y se consideró la variable principal. Se compararon ambas técnicas mediante el test paramétrico de la t de Student.

**Resultados:** Ambos tipos de reparaciones mostraron cargas finales adecuadas: 175,46±40,4 N la sutura con arpones y 142,79±30,9 N la técnica PITT ( $p>0.05$ ).

**Conclusión:** La Sutura con Doble Arpón y PITT demostraron una resistencia satisfactoria inicial sin diferencias significativas entre ambos grupos. Ambas técnicas son útiles a la hora de abordar la patología del bíceps, aunque la técnica PITT es más rápida, económica y accesible.

**Palabras clave:** Tenodesis de Biceps, Artroscopia, Biomecánica.

## Introducción

El dolor de hombro es una causa de morbilidad significativa, siendo su prevalencia entre un 16- 26% y la tercera causa en asistencia en la consulta de aparato locomotor en Atención Primaria (1).

Desde que Neer definió el síndrome de «Impingement», la porción larga del bíceps se ha considerado una de las causas del dolor en el hombro (2).

Con las técnicas de imagen cada vez más precisas, como la artroscopia, ha aumentado el interés por la función de la porción larga del Bíceps,

tanto por su papel fisiológico como por su patología y tratamiento.

La porción larga del Bíceps es un importante estabilizador secundario de la Articulación Glenohumeral (3). Por tanto, en caso de lesionarse puede alterarse su función y además producir molestias, por lo que la tenotomía y posterior tenodesis de bíceps puede reducir la sintomatología conservando el tono del tendón..

La indicación más clara de dicha técnica sería por tanto, la lesión del manguito de los rotadores por inestabilidad del tendón de la porción larga del Bíceps (4-6), así como la degeneración del propio tendón o hipertrofia que además son focos de dolor(4).

Todavía hay controversia sobre que técnica es mejor utilizar, si tenotomía asilada o tenotomía y tenodesis de la porción larga del Bíceps. La

Correspondencia:

UPMC SPORTS MEDICINE

3200 South Water Street, Pittsburgh, PA 15203, USA

E-mail: [dremiliolv@gmail.com](mailto:dremiliolv@gmail.com)

tenotomía asilada es una buena técnica para aliviar el dolor, pero puede dejar una deformidad y un déficit en la supinación y flexión del codo, así como fasciculaciones en el músculo (7). Sin embargo, la tenodesis de bíceps puede evitar dichos problemas y conservar la estética del brazo evitando la deformidad en «popeye»..

A pesar de que hay varias técnicas descritas para realizar la tenodesis, tanto con cirugía abierta como artroscópicas, no hay muchos trabajos que evalúen las diferencias de resistencia biomecánica de dichas técnicas.

Por todo lo anterior, nuestro objetivo en este trabajo es evaluar las propiedades biomecánicas de 2 técnicas diferentes de tenodesis artroscópica que no han sido evaluadas antes en la literatura: PITT (Percutaneous intra-articular transtendon technique) (8) y la Sutura con Arpones.

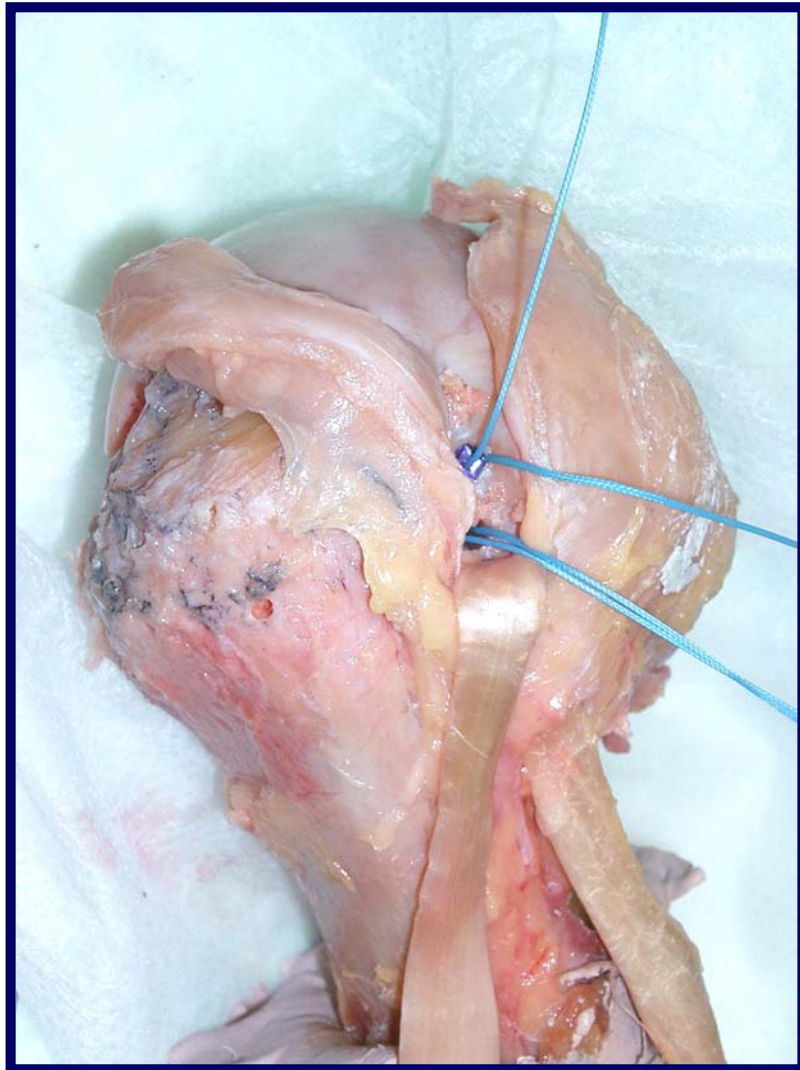
## Materiales y Métodos

Utilizamos para el estudio 15 húmeros frescos de cadáver. La media de edad era de 50 +/- 6 años. Se descongelaron los especímenes 24 horas antes del estudio. Cada húmero fue disecado dejando la porción larga del bíceps libre. En ninguno de ellos se observó patología alguna en los tendones del manguito y se tuvo cuidado en preservar el ligamento transversal.

Se aleatorizaron los húmeros para las dos técnicas quirúrgicas, en Sutura con Doble Arpón (n=7) y PITT (n=8).

### *Sutura con Doble Arpón*

Consiste en implantar 2 arpones bioreabsorbibles (Figura 1) separados 6 mm uno del otro en el surco bicapital. Cada arpón iba cargado con un hilo no



**Figura 1.** La técnica con anclajes mostrando la localización de ambos arpones separados por 6mm de distancia el uno del otro

reabsorbible trenzado, que se hacían pasar atravesando el Tendón del Bíceps y el Ligamento Transverso y se anudaban mediante el nudo deslizante artroscópico de tipo Nicky, conformando con ambos una sutura en cruz. (Figura 1)

### *PITT*

Consiste en pasar 2 agujas cargadas con sutura de PDS monofilamento a través del Ligamento Transverso y el tendón del Bíceps desde la porción anterolateral del Acromion (Figura 2). Este PDS se utiliza como shuttle para retrotraer un hilo no reabsorbible trenzado que será el que fije el tendón al ligamento transverso. Este procedimiento se repite para formar una sutura en cruz con el mismo tipo de nudo artroscópico deslizante Nicky (Figura 2b).

### *Test biomecánico*

Para la realización del test biomecánico, los húmeros se colocaron en un clamp relleno de una resina de Epoxi para fijarlo al clamp y se colocó en la base de una máquina de fatiga de materiales (Adelaide Testing Machines, Model TTS-25 Series, Toronto, Canada). La porción distal del Tendón del Bíceps fue fijada a un clamp móvil y

ambos sistemas se colocaron en paralelo y se empezó a traccionar del clamp móvil. Durante el ensayo se hidrató abundantemente el Tendón y se mantuvo la habitación a 22°C.

La precarga inicial fue de 5 N para darle tensión al sistema. El protocolo de fallo de carga fue el estándar a una velocidad de 1.25 mm/s.

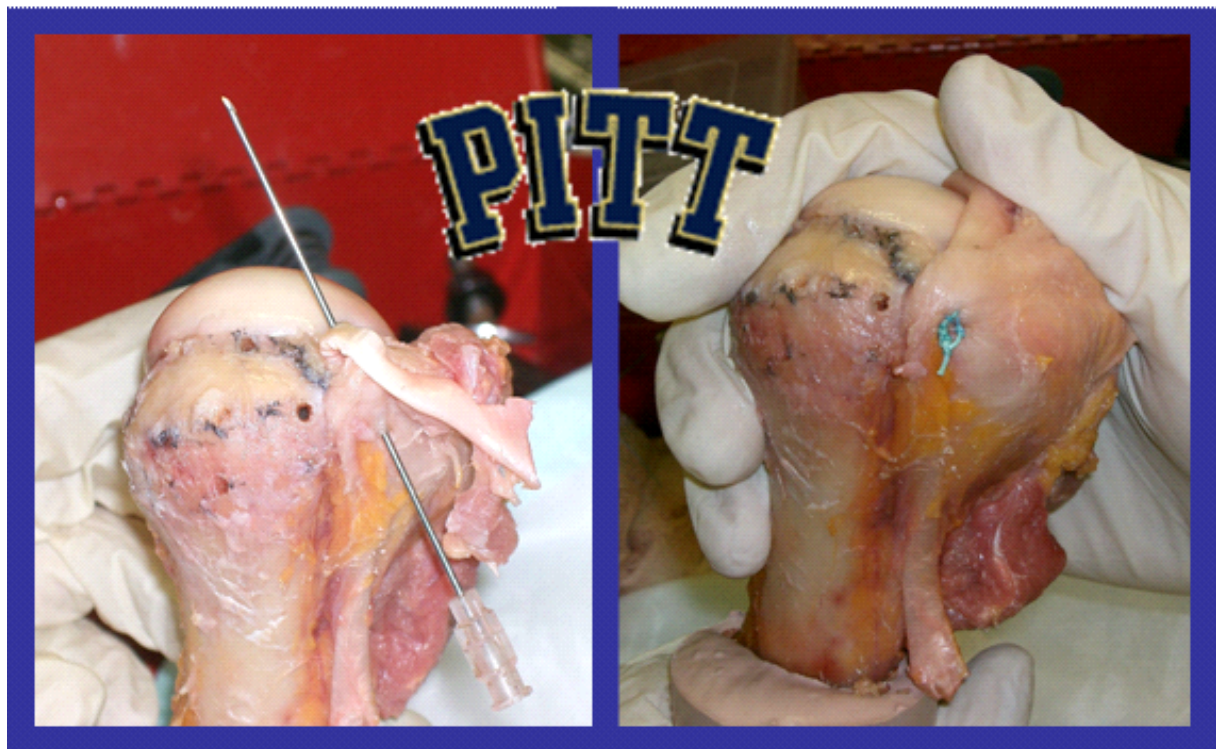
Entre las propiedades biomecánicas a estudiar se incluyó la carga máxima a la que se rompía el sistema.

### *Análisis estadístico*

El análisis de la normalidad fue con el Test de Shapiro-Wilk debido a que había menos de 50 casos. Una vez asumida el comportamiento gaussiano de la distribución, fueron comparados ambas técnicas con el test paramétrico de Student situando la  $p < 0.05$ . Los datos se presentan como media +/- desviación estándar (SD).

### **Resultados**

La carga máxima de la Sutura con Doble Arpón fue 142.79 +/- 30.9 N y la de PITT fue 175.46 +/- 40.4 N sin diferencias significativas entre ambas ( $p > 0.05$ ) (Figura 3).



**Figura 2.**

- A) Técnica PITT: con la aguja espinal atravesando el tendón del Bíceps y el Ligamento Transverso  
B) Apariencia final de la tenodesis con la conformación en cruz y los nudos de tipo Nicky

## Discusión

Hace años, la Tenodesis de Bíceps se realizaba mediante cirugía abierta, con un orificio perforado en el Húmero proximal denominada «keyhole technique». Esta técnica se ha abandonado prácticamente por el riesgo de fracturas humerales que conllevaba.

Debido a la introducción de la Artroscopia en la cirugía de hombro, se han desarrollado muchas técnicas de reparación de la porción larga del Bíceps. Más aún, debido al gran aumento de cirujanos artroscopistas de hombro se han desarrollado diferentes técnicas de Tenodesis dependiendo del tipo de fijación y el material utilizado en la cirugía. Así, el tipo de fijación del Tendón de la porción larga del Bíceps puede ser ósea, de partes blandas o técnicas mixtas como la de arpón (9, 10).

En la década de los 90 aparece una nueva técnica artroscópica con fijación única a partes blandas que se denominó PITT.

Aunque sabemos que estas técnicas tienen buena evolución clínica, hay poca literatura que nos

describa las diferencias entre ellas, tanto clínicas (5, 6) como biomecánicas (11-15).

Debido a la posibilidad de interacción entre diferentes técnicas se decidió aleatorizar el estudio entre las 2 técnicas. El estudio se decidió hacer en el peor escenario, es decir, en la situación en la que es necesaria menor fuerza para llegar a la carga máxima, motivo por el cual se utiliza tracción continua y no-tracción cíclica, ya que con ésta pueden cambiar las propiedades mecánicas del tendón.

Como hemos visto en los resultados, no encontramos diferencias significativas entre la Sutura con Doble Arpón y PITT, siendo dichos resultados similares a otros estudios.

Todo esto se puede tener en cuenta para la rehabilitación postoperatoria. En términos de fuerza, el Tendón del Bíceps oscila entre 75 N, para soportar la gravedad de la flexión del codo hasta 300 N si se realiza el ejercicio con un peso en la mano de 20 N. Debido a que las pruebas realizadas nos muestran una carga máxima de 150 N aproximadamente, no sería necesaria la inmovilización absoluta del hombro y se podrían

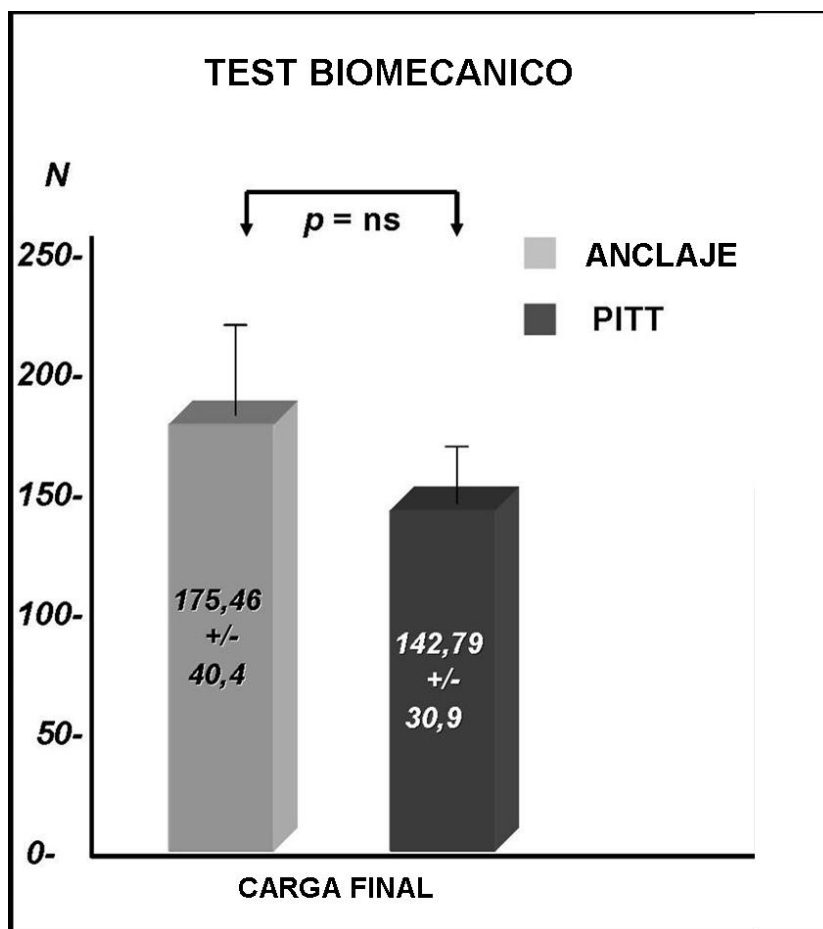


Figura 3. Resultados del test biomecánico mostrando la carga final de ambos tipos de tenodesis



empezar con ejercicios pasivos desde el momento de la cirugía. Además, teniendo en cuenta que elegimos el peor escenario, podemos considerar que en la vida real la resistencia del sistema será menor que en nuestro ensayo.

Teniendo en cuenta dichos resultados, la PITT es tan resistente como otras técnicas tanto abiertas como artroscópicas, evitando las complicaciones propias de la cirugía abierta.

En cuanto a los posibles límites del estudio, el hecho de haber utilizado especímenes de cadáver no permite tener en cuenta el proceso dinámico de la cicatrización del tendón, sin embargo, sí podemos analizar el tiempo cero postoperatorio, momento en el cual empezamos la rehabilitación postoperatoria.

El hecho de que no analizáramos la densidad ósea podría afectar a la Sutura con Doble Arpón por tener fijación ósea, aunque también es verdad que no encontramos fallos del sistema arpón-hueso en nuestro estudio.

## Conclusiones

La Sutura con Doble Arpón y PITT demostraron una resistencia satisfactoria inicial sin diferencias significativas entre ambos grupos. Esto es importante a la hora de decidir el tipo de rehabilitación inicial del enfermo

Ambas técnicas son útiles a la hora de abordar la patología del Bíceps, aunque la técnica PITT es más rápida, económica y accesible.

## Bibliografía

1. **Dinnes J, Loveman E, McIntyre L, Waugh N.** The effectiveness of diagnostic tests for the assessment of shoulder pain due to soft tissue disorders: a systematic review. *Health Technol Assess* 2003; **7**(29): 1-166.
2. **Neer CS.** 2nd, Impingement lesions. *Clin Orthop Relat Res* 1983; **173**: 70-7.
3. **Rodosky MW, Harner CD, Fu FH.** The role of the long head of the biceps muscle and superior glenoid labrum in anterior stability of the shoulder. *Am J Sports Med* 1994; **22**(1): 121-30.
4. **Berlemann U, Bayley I.** Tenodesis of the long head of biceps brachii in the painful shoulder: improving results in the long term. *J Shoulder Elbow Surg* 1995; **4**(6): 429-35.
5. **Elkousy HA, Fluhme DJ, O'Connor DP, Rodosky MW.** Arthroscopic biceps tenodesis using the percutaneous, intra-articular trans-tendon technique: preliminary results. *Orthopedics* 2005; **28**(11): 1316-9.
6. **Boileau P, Krishnan SG, Coste JS, Walch G.** Arthroscopic biceps tenodesis: a new technique using bioabsorbable interference screw fixation. *Arthroscopy* 2002; **18**(9): 1002-12.
7. **Gill TJ, McIrvin E, Mair SD, Hawkins RJ.** Results of biceps tenotomy for treatment of pathology of the long head of the biceps brachii. *J Shoulder Elbow Surg* 2001; **10**(3): 247-9.
8. **Neviasser TJ.** The role of the biceps tendon in the impingement syndrome. *Orthop Clin North Am* 1987; **18**(3): 383-6.
9. **Gartsman GM, Hammerman SM.** Arthroscopic biceps tenodesis: operative technique. *Arthroscopy* 2000; **16**(5): 550-2.
10. **Castagna A, Conti M, Mouhsine E, Bungaro P, Garofalo R.** Arthroscopic biceps tendon tenodesis: the anchorage technical note. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006; **14**(6): 581-5.
11. **Ozalay M, Akpınar S, Karaeminogullari O, Balcik C, Tasci A, Tandogan RN, Gecit R.** Mechanical strength of four different biceps tenodesis techniques. *Arthroscopy* 2005; **21**(8): 992-8.
12. **Jayamoorthy T, Field JR, Costi JJ, Martin DK, Stanley RM, Hearn TC.** Biceps tenodesis: a biomechanical study of fixation methods. *J Shoulder Elbow Surg* 2004; **13**(2): 160-4.
13. **Mazzocca AD, Bicos J, Santangelo S, Romeo AA, Arciero RA.** The biomechanical evaluation of four fixation techniques for proximal biceps tenodesis. *Arthroscopy* 2005; **21**(11): 1296-306.
14. **Wolf RS, Zheng N, Weichel D.** Long head biceps tenotomy versus tenodesis: a cadaveric biomechanical analysis. *Arthroscopy* 2005; **21**(2): 182-5.
15. **Richards DP, Burkhart SS.** A biomechanical analysis of two biceps tenodesis fixation techniques. *Arthroscopy* 2005; **21**(7): 861-6.