

Artículo original

Estudio comparativo de la reparación de la rotura de espesor completo del supraespinoso mediante técnica «hilera simple» o «suture bridge»

Arroyo-Hernández M,* Mellado-Romero MA,* Páramo-Díaz P,*
Martín-López CM,* Cano-Egea JM,* Vilá y Rico J*.*.*

Hospital Universitario 12 de Octubre de Madrid

RESUMEN. *Objetivo:* Analizar si existen diferencias clínicas entre las técnicas «hilera simple» versus «suture bridge» en la reparación artroscópica de roturas de espesor completo del supraespinoso. *Material y métodos:* Estudio retrospectivo de 123 pacientes con rotura de espesor completo del supraespinoso, intervenidos entre Enero de 2009 y Enero de 2013 (60 hilera simple y 63 suture bridge). La edad media en el grupo suture bridge fue 63.3 años y en el grupo hilera simple, 62.9. Predominio de mujeres (67%) en ambos grupos. En todos los casos, se reparó la hilera medial con anclajes Bio-Corkscrew y la hilera lateral con implantes Bio-PushLock (Arthrex, Naples, FL). *Resultados:* El valor del test de Constant medio en individuos intervenidos mediante suture bridge fue 76.7 (ponderado 96.5). En hilera simple, fue 72.4 (ponderado 92.8). Se realizó también un análisis estadístico comparativo de cada ítem del test de Constant por separado. La fuerza es el único parámetro del test de Constant estadísticamente significativo y es mayor en el grupo suture bridge. *Conclusiones:* La reparación de las roturas de espesor completo del supraespinoso mediante suture bridge proporciona resultados clínicos superiores a la reparación en hilera simple, sin existir diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.298$).

Palabras clave: Manguito rotador, doble hilera, hilera simple, reparación artroscópica.

ABSTRACT. *Purpose:* The purpose of this study is to analyze if there is any difference between the arthroscopic repair of full-thickness supraspinatus tears with simple row technique versus suture bridge technique. *Material and methods:* We accomplished a retrospective study of 123 patients with full-thickness supraspinatus tears between January 2009 and January 2013 in our hospital. There were 60 simple row reparations, and 63 suture bridge ones. *Results:* The mean age in the simple row group was 62.9, and in the suture bridge group was 63.3 years old. There were more women than men in both groups (67%). All patients were studied using the Constant test. The mean Constant test in the suture bridge group was 76.7, and in the simple row group was 72.4. We have also accomplished a statistical analysis of each Constant item. Strength was higher in the suture bridge group, with a significant statistical difference ($p < 0.04$). The range of movement was also greater in the suture bridge group, but was not statistically significant. *Conclusions:* Suture bridge technique has better clinical results than single row reparations, but the difference is not statistically significant ($p = 0.298$).

Key words: Rotator cuff, double row, single row, arthroscopic repair.

Nivel de evidencia: IV

* Unidad de Artroscopia. Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitario 12 de Octubre de Madrid. España.

** Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Cirugía. España.

Dirección para correspondencia:

Marta Arroyo-Hernández

C/ Bravo Murillo Núm. 4, piso 3º derecha,
28015, Madrid, España. Tel: 0034-658638162

E-mail: marta_mts6@hotmail.com

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

Introducción

La lesión del manguito rotador es una de las patologías del hombro más frecuentes y es una de las principales causas de dolor persistente glenohumeral, así como de disminución de la fuerza y el balance articular.

Existen diversas técnicas artroscópicas desarrolladas para la reparación de las roturas de los tendones del manguito rotador. Clásicamente, encontramos la reparación en hilera simple (Figura 1). Posteriormente, se creó la reparación en doble hilera y, recientemente, se han desarrollado suturas

equivalentes a la reparación abierta con sutura transósea, llamadas «suturas transóseas equivalentes» (TOE) o suturas *suture bridge* (Figuras 2A-C).^{1,2,3}

En numerosos estudios *in vitro* y en cadáver,^{4,5,6} se ha demostrado la superioridad biomecánica tanto de la sutura en doble hilera como de la TOE frente a la sutura en hilera simple. Con estas técnicas en doble hilera, se consigue mayor superficie de contacto tendón-hueso y resistencia ante las cargas; en definitiva, es una sutura más fuerte y resistente que la hilera simple, lo que mejoraría la cicatrización de la lesión.⁷ Clínicamente, cabe esperar un mejor resultado con la reparación en doble hilera que con la reparación en hilera simple; sin embargo, no se ha logrado demostrar esta diferencia en la bibliografía.^{1,6,8} Únicamente se ha demostrado que la sutura en doble hilera proporciona mejores resultados funcionales a largo plazo en aquellos pacientes con roturas del tendón supraespinoso mayores de 3 cm en sentido anteroposterior.^{9,10,11}

El objetivo de esta revisión es comparar clínicamente la sutura con hilera simple frente a aquella en doble hilera con técnica TOE o *suture bridge* en roturas de espesor completo del tendón supraespinoso.

Material y métodos

Se realizó un estudio retrospectivo de 123 pacientes intervenidos en nuestro hospital entre Enero de 2009 y Ene-

ro de 2013. El seguimiento medio obtenido fue de 37.8 meses (15-60 meses). No se registraron pérdidas durante el seguimiento.

Se incluyeron todos los individuos con rotura de espesor completo del tendón supraespinoso (Figura 3) intervenidos mediante sutura con hilera simple o TOE por cirujanos pertenecientes a la Unidad de Artroscopía de nuestro hospital. Todas las lesiones cumplían las siguientes características: ser roturas aisladas de espesor completo del tendón supraespinoso, tener un tamaño menor a 30 mm, roturas con una retracción tendinosa menor a 15 mm, ausencia de atrofia muscular.

En todos los casos se consideró también un criterio de inclusión la consecución de una reparación anatómica de la lesión tras la cirugía, sin necesidad de realización de suturas de convergencia ni ningún otro gesto quirúrgico asociado.

Se excluyeron todos aquellos sujetos que presentaban roturas masivas del manguito rotador, así como aquellos con cirugías previas en el hombro intervenido y las personas con patologías inflamatorias articulares asociadas.

En cuanto a la distribución por género de la población estudiada, en el grupo tratado mediante sutura en hilera simple, se obtuvo 65% de mujeres y 35% de varones. La edad media fue de 62.9 años (con una desviación estándar de 9.7). Por lo que respecta a la lateralidad, 56.7% de los hombros intervenidos correspondieron al lado dominante.

En el grupo tratado con reparación mediante sutura en doble hilera TOE, existió también un predominio del sexo femenino, con 66.67% de mujeres frente a 33.33% de varones. La edad media fue de 63.33 años (con una desviación estándar de 8.6) y el porcentaje de lado dominante fue de 71.43%.

Ambos grupos demostraron no tener diferencias estadísticamente significativas entre ellos, siendo, por tanto, comparables.

Técnica quirúrgica: Todas las reparaciones se hicieron de forma artroscópica por tres cirujanos de la Unidad de Artroscopía de nuestro hospital. De las 123 intervenciones, 60



Figura 1.

Reparación en hilera simple del manguito rotador.

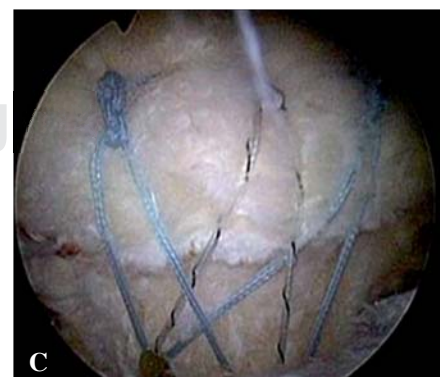
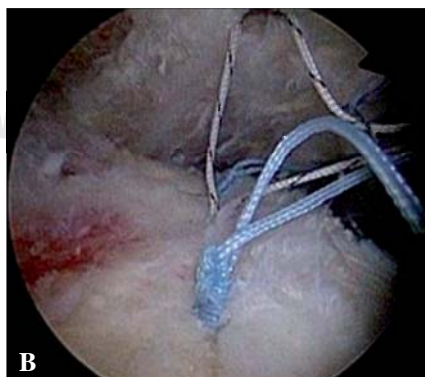
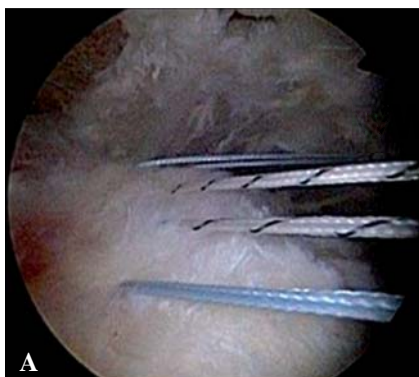


Figura 2. Reparación con técnica *suture bridge*. A) Inserción de los anclajes Bio-Corkscrew. B) Sutura inicial del tendón supraespinoso. C) *Suture bridge*.

fueron llevadas a cabo mediante sutura en hilera simple y 63 por medio de sutura en doble hilera TOE. La realización de una técnica u otra fue en función de las preferencias del cirujano.

Todos los pacientes fueron intervenidos bajo anestesia general, en posición de silla de playa y empleando los portales habituales de artroscopía de hombro (portal posterior, laterales y anterior).

La reparación en la técnica en hilera simple se llevó a cabo con dos anclajes Bio-Corkscrew (Arthrex, Naples FL) de 5.5 o 6.5 mm, en función de la calidad ósea del húmero proximal. En los casos en los que se realizó reparación con sutura en doble hilera, a la hilera medial de anclajes Bio-Corkscrew (Arthrex, Naples FL) se le asoció una hilera lateral, que se conformó con dos anclajes Bio-PushLock SP (Arthrex, Naples FL).

En cuanto al protocolo postoperatorio, todos los individuos fueron inmovilizados por un período de cuatro semanas, en las que se les permitió realizar ejercicios de movilidad activa del codo y ejercicios isométricos. A las cuatro semanas fueron remitidos al servicio de rehabilitación hospitalario.

Los sujetos fueron valorados en consultas externas de traumatología a las dos, cuatro, ocho y 12 semanas de forma protocolizada, añadiendo una consulta extra en el momento en el que recibían el alta por parte del Servicio de Rehabilitación. Las consultas sucesivas tuvieron lugar a los seis, 12 y 18 meses.

En 31 personas fue posible realizar una resonancia magnética del hombro intervenido durante el seguimiento en consultas externas. Dicha resonancia fue realizada a los 18 meses postoperatorios. Estos pacientes no presentaban recidiva de la sintomatología; la resonancia fue solicitada de forma rutinaria para valorar la integridad de la reparación artroscópica realizada. En cuanto a la distribución de estos casos, 15 pertenecían al grupo hilera simple y 16 al grupo doble hilera.



Figura 3. RM donde se muestra una rotura de espesor completo del tendón supraespinoso.

La hipótesis del trabajo es que los resultados clínicos y funcionales de las roturas de espesor completo aisladas del tendón supraespinoso son superiores con la técnica doble hilera TOE.

Realizamos un análisis de la situación clínica y funcional de los pacientes mediante la valoración del test de Constant,¹² realizado en el momento del estudio. También se valoró el test de Constant categorizado, el cual se divide en función de los resultados en malos (inferiores a 50 puntos), regulares (entre 50-64 puntos), buenos (entre 65-79 puntos) y excelentes (superiores a 80 puntos). Por último, se valoró el resultado del test de Constant ponderado por edad y sexo.¹³

A continuación, se llevó a cabo un análisis estadístico comparativo mediante la técnica χ^2 y la técnica T-test, utilizando una técnica u otra en función de la naturaleza de la variable. Se comparó tanto el resultado global del test de Constant de cada uno de los grupos como el resultado de cada uno de los ítems que constituyen el test de Constant de forma individual.

Resultados

En cuanto a los valores globales del test de Constant, el valor medio para los individuos intervenidos mediante sutura hilera simple fue de 72.46 (DE 20.20); mientras que para los sujetos intervenidos mediante sutura doble hilera TOE fue de 76.67 (DE 19.33). Es cierto que el valor medio es mayor en las personas en quienes se llevó a cabo una reparación con sutura TOE; sin embargo, no obtuvimos diferencias estadísticamente significativas entre ambas reparaciones ($p = 0.298$).

Los valores medios del test de Constant ajustado a la edad y sexo de cada paciente fueron superiores a 90 en ambos grupos; en el grupo intervenido mediante hilera simple fue de 92.78 (DE 25.45), y en el intervenido con doble hilera fue de 96.51 (DE 24.79); esta diferencia a favor del grupo doble hilera tampoco resultó estadísticamente significativa ($p = 0.164$).

El test de Constant categorizado se resume en la *tabla 1*. A continuación, se llevó a cabo un análisis de cada uno de los ítems que constituyen el test de Constant para cada uno de los grupos.

Tabla 1. Test de Constant categorizado para HS y DH.

Técnica	Test de Constant			
	Malo	Regular	Bueno	Excelente
HS	n = 10 18%	n = 13 23%	n = 8 14%	n = 25 45%
SB	n = 5 8%	n = 8 13%	n = 15 25%	n = 33 54%

HS = hilera simple; SB = suture bridge.

Test de Constant subjetivo (/35)

Al analizar el dolor y la capacidad para realizar las actividades básicas de la vida diaria, obtenemos resultados medios mayores en el grupo de pacientes intervenidos mediante hilera simple, sin ser estadísticamente significativos ($p = 0.442$). En este grupo, el test de Constant subjetivo medio es de 26 sobre 35 (DE 8.28); mientras que en el grupo intervenido mediante reparación en doble hilera TOE es de 24.69 (DE 8.44).

Balance articular (/40)

Estudiamos los rangos de movilidad medios de abducción, flexión, rotación interna y rotación externa. Los resultados se muestran en la *tabla 2*. En todos los rangos de movilidad, los valores medios son mayores en los individuos intervenidos mediante reparación con doble hilera TOE; sin embargo, en ninguno de los casos existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

Fuerza (/25)

La fuerza media de los sujetos intervenidos mediante hilera simple fue de 13.60 libras (DE 7.35 lbs), mientras que la fuerza media de las personas intervenidas mediante doble hilera TOE fue de 16.27 lbs (DE 6.83 lbs). Esta diferencia sí resultó ser estadísticamente significativa ($p = 0.045$).

Ante este resultado, nos planteamos la posibilidad de haber incurrido en un sesgo, ya que si analizamos el número de hombros dominantes existentes en un grupo y otro, vemos un mayor número de hombros dominantes —y por tanto, con mayor fuerza— en el grupo doble hilera. Al analizar esta diferencia de forma estadística mediante un análisis multivariante de regresión lineal, ambos grupos demostraron no tener diferencias estadísticamente significativas entre ellos y, por tanto, demostraron ser grupos comparables.

Tabla 2. Rango de balance articular.

Balance articular				
Técnica	Abducción	Flexión	Rotación interna	Rotación externa
HS	8	8.25	7.04	7.75
SB	8.49	8.72	7.74	8.1
Variable		Análisis	Valor p	
Abducción		$\text{Pr} > \chi^2$	0.261126	
Flexión		$\text{Pr} > \chi^2$	0.138241	
Rotación interna		$\text{Pr} > \chi^2$	0.152733	
Rotación externa		$\text{Pr} > \chi^2$	0.302920	
HS = hilera simple; SB = suture bridge.				

En este punto del estudio, se realizó un nuevo subanálisis estadístico. La hipótesis que surgió en este momento fue la siguiente: para pacientes intervenidos de su brazo dominante, ¿es mayor la fuerza con reparación doble hilera TOE que con reparación hilera simple?

Los resultados obtenidos para el brazo dominante fueron los siguientes: la fuerza media de individuos intervenidos con reparación hilera simple fue de 12.72 lbs (DE 7.23 lbs); mientras que la fuerza media de sujetos intervenidos con reparación doble hilera TOE fue de 16.96 lbs (DE 6.95 lbs). Esta diferencia también resultó ser estadísticamente significativa ($p = 0.011$) y confirmó la nueva hipótesis.

Pruebas de imagen postoperatorias

En 31 de los 123 pacientes fue posible la realización de una prueba de imagen en el seguimiento postoperatorio. Se realizó una resonancia magnética a los 18 meses de la cirugía a 15 individuos pertenecientes al grupo hilera simple y a 16 sujetos pertenecientes al grupo doble hilera.

En el grupo hilera simple, nueve personas (60%) presentaron rerotura objetivada en la resonancia (siete casos de rotura parcial y dos casos de rotura completa); mientras que en el grupo doble hilera TOE, cinco casos (31%) presentaron rerotura (tres casos de rotura parcial y dos casos de rotura completa). Por motivos ajenos al estudio, no fue posible realizar pruebas de imagen para valorar la integridad del manguito durante el seguimiento postoperatorio en el resto de los pacientes (*Tabla 3*).

Discusión

La sutura ideal para la reparación de la rotura del manguito rotador debe tener una gran fuerza de fijación inicial, dejar el mínimo defecto tendinoso posible y mantener la mecánica y estabilidad glenohumeral hasta que se consiga la cicatrización de la rotura.⁶ Además, para optimizar la cicatrización de la lesión, la sutura ideal debe ser lo más anatómica posible y mantener la huella nativa de inserción del tendón supraespinoso.¹⁴ Así, a lo largo de los años, se han desarrollado numerosas técnicas con el fin de lograr estos objetivos.

Tabla 3. Resultados de RMN realizada a los 18 meses postoperatorios.

Técnica	Pacientes	Supraespinoso cicatrizado	Rotura parcial	Rotura completa
SB	16	11	3	2
HS	15	6	7	2
HS = hilera simple; SB = suture bridge.				

La reparación de las roturas del supraespinoso mediante cirugía abierta, realizando una sutura abierta transósea, es lo que ha demostrado proporcionar una mayor resistencia frente a las cargas, así como dar lugar a un menor defecto tendinoso residual tras la reparación. Las desventajas de esta técnica se deben a la mayor agresividad del acto quirúrgico, con mayor lesión de partes blandas, derivada de ser una cirugía abierta intraarticular. La reparación artroscópica en doble hilera TOE o *suture bridge* es una técnica quirúrgica equivalente a la sutura abierta transósea y con la que se consigue una fuerza de fijación inicial comparable, con las ventajas de ser una cirugía artroscópica.⁶

En estudios biomecánicos y en cadáver se ha demostrado que con la reparación en doble hilera se consigue mayor presión del tendón intervenido en su huella ósea que con la reparación en hilera simple. Además, la reparación en doble hilera TOE o *suture bridge* ha demostrado mantener más anatómicamente la huella de inserción del tendón supraespinoso que la reparación en doble hilera y la reparación en hilera simple.⁴ Sin embargo, también se sabe que puede reducir el flujo sanguíneo intratendinoso en el momento de la fijación inicial,¹⁵ aunque continúa sin conocerse el significado clínico de esta disminución del flujo sanguíneo a corto y largo plazo.

Todas estas supuestas ventajas biomecánicas de la reparación en doble hilera —y, especialmente, de la reparación en doble hilera TOE o *suture bridge*— sobre la reparación en hilera simple no se han visto reflejadas en la situación clínica del paciente hasta la fecha.

Existen numerosos artículos publicados donde se refleja esta discordancia entre la superioridad biomecánica de la reparación en doble hilera y la situación clínica final de los individuos intervenidos mediante ambas técnicas quirúrgicas. En nuestro estudio, obtenemos mejores resultados en el test de Constant global de los sujetos intervenidos mediante sutura TOE, pero esta diferencia no es estadísticamente significativa. Resultados similares se reflejan en lo publicado en la bibliografía.

Franceschi y colaboradores¹⁶ publican un estudio prospectivo y aleatorizado de 60 personas intervenidas mediante reparación artroscópica del manguito rotador; en dicho estudio no obtienen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la situación clínica de los pacientes a los dos años de seguimiento. Únicamente observan un mayor porcentaje de rerrotura en los casos intervenidos con reparación en hilera simple. Este trabajo tiene ciertas limitaciones, como el escaso número de individuos al finalizar el estudio, ya que sólo 22 sujetos de cada grupo cumplieron con el seguimiento postoperatorio de dos años; además, sólo se incluyeron roturas pequeñas/medianas del tendón supraespinoso, con una amplitud media de las roturas de 2 cm.

Grasso y su grupo¹⁷ publican, por su parte, una mayor serie de pacientes intervenidos: en total, 72 personas con un seguimiento de dos años, donde tampoco encuentran di-

ferencias estadísticamente significativas en los resultados funcionales finales de ambos grupos.

En estudios similares, Burks,¹⁸ Koh,¹⁹ Lapner y sus respectivos colaboradores²⁰ tampoco encuentran diferencias clínicas entre ambos grupos. Park y su equipo²¹ son los primeros autores en objetivar diferencias clínicas estadísticamente significativas entre ambas técnicas. Realizan un estudio prospectivo de 78 pacientes donde se llevó a cabo una reparación artroscópica del manguito rotador mediante sutura en hilera simple y en doble hilera. Obtienen mejores resultados clínicos en la escala *American Shoulder and Elbow Surgeons* (ASES) y el test de Constant en los individuos intervenidos mediante sutura en doble hilera cuando la rotura del manguito rotador es masiva (mayor de 3 cm). Cuando la rotura es menor de 3 cm no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

En cuanto a la calidad de la cicatrización de la lesión, es de esperar que sea superior con la técnica de sutura en doble hilera. Gartsman y sus colegas⁷ publican un estudio prospectivo y aleatorizado donde visualizan ecográficamente la situación de la lesión reparada a los 10 meses postoperatorios. Existe un mayor porcentaje de cicatrización ecográfica en el grupo de la reparación en doble hilera TOE comparado con el grupo de la reparación en hilera simple, siendo esta diferencia estadísticamente significativa. Sin embargo, continúa sin demostrarse que la mejor calidad de la cicatrización de la lesión influya en la situación clínica final del paciente.

Xu y su grupo²² realizan un metaanálisis para comparar ambas técnicas de reparación artroscópica del manguito rotador. Encuentran mejores resultados clínicos en la escala ASES, menor porcentaje de rerrotura y mayor rango de movilidad en rotación interna en los sujetos intervenidos mediante sutura en doble hilera. Analizan, de forma separada, las diferencias en cuanto al porcentaje de rerrotura, el balance articular glenohumeral y la fuerza muscular entre ambas técnicas. En cuanto a la rerrotura tendinosa durante el postoperatorio, obtienen menor porcentaje en los casos intervenidos mediante sutura en doble hilera. En nuestro estudio, también obtenemos menor porcentaje de rerrotura con la sutura en doble hilera; sin embargo, por motivos ajenos a los autores, sólo se realizó resonancia magnética postoperatoria en 31 personas.

En cuanto al balance articular, nosotros obtenemos mayor rango de movilidad en todos los movimientos en los individuos intervenidos mediante sutura doble hilera TOE; sin embargo, no es estadísticamente significativo. En el metaanálisis realizado por Xu y colaboradores, sí se obtienen diferencias significativas, con un mayor rango de movilidad en rotación interna en el grupo intervenido mediante sutura en doble hilera.

En cuanto a la fuerza muscular, nosotros obtenemos diferencias estadísticamente significativas, con resultados de mayor fuerza en los pacientes intervenidos con sutura doble

hilera TOE en su brazo dominante. Esto contrasta con el resultado del metaanálisis publicado, donde no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la fuerza final de los sujetos.

En otro metaanálisis publicado recientemente por Randy y sus colegas,²³ se analizan ocho metaanálisis con niveles I y II de evidencia. Encuentran mejores resultados clínicos y mejor calidad de la reparación tendinosa en las personas intervenidas mediante sutura en doble hilera cuando la rotura tendinosa es mayor de 3 cm. Además, cuando estudian los metaanálisis con mayor nivel de evidencia científica, encuentran que la calidad de la reparación tendinosa es mejor con la reparación en doble hilera, independientemente del tamaño de la rotura inicial.

En el presente trabajo reconocemos ciertas limitaciones. Dado que es un estudio retrospectivo y no aleatorizado, no podemos conocer las características de cada una de las lesiones; sin embargo, hemos llevado a cabo una revisión donde hemos seleccionado únicamente las roturas de espesor completo del supraespinoso que cumplen con los criterios de inclusión expuestos en «material y métodos». Otra limitación es la imposibilidad de realizar pruebas de imagen postoperatorias de forma rutinaria a todos los pacientes incluidos en la investigación. Por otro lado, como puntos fuertes, es de destacar la larga serie de casos estudiados, con un total de 123 individuos distribuidos en dos grupos comparables, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Otro punto importante del estudio es el potente análisis estadístico empleado para analizar los resultados, donde obtenemos significación estadística para el parámetro «fuerza» del test de Constant.

Conclusión

No encontramos diferencias estadísticamente significativas en la situación clínica final de los sujetos intervenidos mediante sutura artroscópica en hilera simple o mediante *suture bridge*. Sí obtenemos que la amplitud del balance articular glenohumeral en todos los movimientos es mayor en los pacientes intervenidos mediante *suture bridge*; sin embargo, esta diferencia no es estadísticamente significativa.

La fuerza es el único parámetro del test de Constant con significación estadística, siendo mayor en aquellas personas intervenidas mediante *suture bridge* ($p < 0.04$).

Agradecimientos

A Javier de la Cruz y David Loras Pablos de la Unidad de Investigación Clínica, Epidemiología Clínica y Bioinformática del Instituto de Investigación del Hospital Universitario 12 de Octubre de Madrid por el tratamiento estadístico descriptivo y analítico.

Bibliografía

1. Trappey GJ, Gartsman GM: A systematic review of the clinical outcomes of single row versus double row rotator cuff repairs. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011; 20(2 Suppl): S14-9.
2. Ostrander RV, McKinney BI: Evaluation of footprint contact area and pressure using a triple-row modification of the suture-bridge technique for rotator cuff repair. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012; 21(10): 1406-12.
3. Kulwicksi KJ, Kwon YW, Kummer FJ: Suture anchor loading after rotator cuff repair: effects of an additional lateral row. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010; 19(1): 81-5.
4. Grimberg J, Diop A, Kalra K, Charoussat C, Duranthon LD, Maurel N: *In vitro* biomechanical comparison of three different types of single- and double-row arthroscopic rotator cuff repairs: analysis of continuous bone-tendon contact pressure and surface during different simulated joint positions. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010; 19(2): 236-43.
5. Wall LB, Keener JD, Brophy RH: Double-row vs single-row rotator cuff repair: a review of the biomechanical evidence. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009; 18(6): 933-41.
6. Prasathaporn N, Kuptniratsaikul S, Kongruekreatiyos K: Single-row repair versus double-row repair of full-thickness rotator cuff tears. *Arthroscopy.* 2011; 27(7): 978-85.
7. Gartsman GM, Drake G, Edwards TB, Elkousy HA, Hammerman SM, O'Connor DP, et al: Ultrasound evaluation of arthroscopic full-thickness supraspinatus rotator cuff repair: single-row versus double-row suture bridge (transosseous equivalent) fixation. Results of a prospective, randomized study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013; 22(11): 1480-7.
8. Aydin N, Kocaoglu B, Guven O: Single-row versus double-row arthroscopic rotator cuff repair in small- to medium-sized tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010; 19(5): 722-5.
9. Denard PJ, Jiwani AZ, Lädermann A, Burkhart SS: Long-term outcome of arthroscopic massive rotator cuff repair: The importance of double-row fixation. *Arthroscopy.* 2012; 28(7): 909-15.
10. Chen M, Xu W, Dong Q, Huang Q, Xie Z, Mao Y: Outcomes of single-row versus double-row arthroscopic rotator cuff repair: a systematic review and meta-analysis of current evidence. *Arthroscopy.* 2013; 29(8): 1437-49.
11. Dines JS, Bedi A, ElAttrache NS, Dines DM: Single-row versus double-row rotator cuff repair: techniques and outcomes. *J Am Acad Orthop Surg.* 2010; 18(2): 83-93.
12. Constant CR, Murley AH: A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res.* 1987; (214): 160-4.
13. Constant CR, Gerber C, Emery RJ, Sjøbjerg JO, Gohlke F, Boileau P: A review of the Constant score: modifications and guidelines for its use. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008; 17(2): 355-61.
14. Vaishnav S, Millett PJ: Arthroscopic rotator cuff repair: scientific rationale, surgical technique, and early clinical and functional results of a knotless self-reinforcing double-row rotator cuff repair system. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010; 19(2 Suppl): 83-90.
15. Christoforetti JJ, Krupp RJ, Singleton SB, Kissenberth MJ, Cook C, Hawkins RJ: Arthroscopic suture bridge transosseous equivalent fixation of rotator cuff tendon preserves intratendinous blood flow at the time of initial fixation. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012; 21(4): 523-30.
16. Franceschi F, Ruzzini L, Longo UG, Martina FM, Zobel BB, Maffulli N, et al: Equivalent clinical results of arthroscopic single-row and double-row suture anchor repair for rotator cuff tears: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2007; 35(8): 1254-60.
17. Grasso A, Milano G, Salvatore M, Falcone G, Deriu L, Fabbriani C: Single-row versus double-row arthroscopic rotator cuff repair: a prospective randomized clinical study. *Arthroscopy.* 2009; 25(1): 4-12.
18. Burks RT, Crim J, Brown N, Fink B, Greis PE: A prospective randomized clinical trial comparing arthroscopic single- and double-row rotator cuff repair: magnetic resonance imaging and early clinical evaluation. *Am J Sports Med.* 2009; 37(4): 674-82.
19. Koh KH, Kang KC, Lim TK, Shon MS, Yoo JC: Prospective randomized clinical trial of single-versus double-row suture anchor repair in 2- to 4-cm rotator cuff tears: clinical and magnetic resonance imaging results. *Arthroscopy.* 2011; 27(4): 453-62.

20. Lapner PL, Sabri E, Rakhra K, McRae S, Leiter J, Bell K, et al: A multicenter randomized controlled trial comparing single-row with double-row fixation in arthroscopic rotator cuff repair. *J Bone Joint Surg Am.* 2012; 94(14): 1249-57.
21. Park JY, Lhee SH, Choi JH, Park HK, Yu JW, Seo JB: Comparison of the clinical outcomes of single- and double-row repairs in rotator cuff tears. *Am J Sports Med.* 2008; 36(7): 1310-6.
22. Xu C, Zhao J, Li D: Meta-analysis comparing single-row and double-row repair techniques in the arthroscopic treatment of rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2014; 23(2): 182-8.
23. Mascarenhas R, Chalmers PN, Sayegh ET, Bhandari M, Verma NN, Cole BJ, et al: Is double-row rotator cuff repair clinically superior to single-row rotator cuff repair: a systematic review of overlapping meta-analyses. *Arthroscopy.* 2014; 30(9): 1156-65.