



ORIGINAL

Lesiones masivas del manguito de los rotadores



Paulo José Llinás Hernández

Profesor titular y director del programa de segunda subespecialidad en cirugía de hombro y rodilla, Convenio de la Universidad ICESI - Fundación Valle del Lili, Cali, Colombia

Recibido el 30 de agosto de 2016; aceptado el 5 de septiembre de 2016

Disponible en Internet el 28 de septiembre de 2016

PALABRAS CLAVE

Roturas masivas del manguito de los rotadores;
Manguito de los rotadores en riesgo de rerrotura;
Cirugía de aumento

Resumen En las últimas décadas, las lesiones del manguito de los rotadores, incluidas las lesiones masivas de este, se han convertido en un problema de salud pública por su alto impacto económico en los servicios de salud y por las incapacidades laborales que causan. En la población general, el riesgo de sufrir roturas completas es del 12%, mientras que dicha cifra alcanza el 48% en los mayores de 60 años, independientemente de si hay síntomas o no. Para que haya una cicatrización postoperatoria adecuada, se deben presentar las condiciones de sangrado en el hueso y el tendón que sirvan de base al proceso biológico de integración. Dichas condiciones no se presentan en las lesiones masivas, pues en ellas hay una incidencia elevada de osteopenia en la tuberosidad mayor y la calidad del tejido remanente es mala, con grados variables de infiltración grasa y atrofia muscular, que generan un medio ambiente biológico pobre que, a su vez, favorece el gran porcentaje de roturas recurrentes, independientemente del tipo de cirugía practicada. En años recientes, los aumentos con tejidos biológicos, sintéticos o una combinación de ambos en sutura del manguito de los rotadores en riesgo de rerrotura (MRRR) ha sido promisorio, con una base teórica fuerte basada en conseguir un aporte biológico y mecánico al tejido comprometido.

Nivel de evidencia clínica: Nivel IV.

© 2016 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Massive rotator cuff injuries;
Rotator cuff at risk of re-rupture;
Augmentation surgery

Massive rotator cuff tears

Abstract In recent decades, rotator cuff injuries, including massive injuries of it, have become a public health problem because of its high economic impact on health services and labor disabilities caused by these injuries. In general population, the risk of complete rupture is 12%, while in those over 60 years it reaches 48% regardless of symptomatic or asymptomatic presentation of the pathology. To have adequate postoperative scarring of the rotator cuff,

Correo electrónico: paulollinas@yahoo.com

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rccot.2016.09.007>

0120-8845/© 2016 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

many given conditions of bleeding at bone and tendon has to be present as a determining factor on the basis of the biological process of integration. These conditions do not exist in massive injuries as there is a high incidence of osteopenia in the greater tuberosity of the humerus as well as the quality of the remaining tendon tissue is poor, with varying degrees of fatty infiltrates and muscle atrophy, both generating a poor biological environment that favors a large percentage of recurrence. In recent years, the augmentation surgery with biological, synthetic or a combination of both on a stitch placed at the rotator cuff at risk of re-rupture (MRRR) has been promising, supported with a strong theoretical basis in order to achieve a given a biological and mechanical contribution to the compromised rotator cuff tissue.

Evidence level: IV.

© 2016 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

En las últimas décadas, las lesiones del manguito de los rotadores, incluidas las lesiones masivas de este, se han convertido en un problema de salud pública por su alto impacto económico en los servicios de salud y por las incapacidades laborales que causan. Solo en Estados Unidos se realizan 300.000 cirugías al año. Esta tendencia será mayor en la medida en que la población vaya envejeciendo¹. La etiología es múltiple, con una fuerte asociación entre la edad y el número de roturas²⁻⁵. A mayor edad, el porcentaje de lesiones se incrementa de forma exponencial de manera que en la población general el riesgo de sufrir roturas completas es del 12%, mientras que dicha cifra alcanza el 48% en los mayores de 60 años, independientemente de si hay síntomas o no. Adicionalmente, hay evidencia de que estas lesiones se obtienen de la combinación resultante entre degeneración debida al proceso de envejecimiento normal del ser humano y un factor genético que predetermina no solo la aparición de las lesiones sino también su evolución a lesiones masivas⁶⁻⁸.

Las lesiones masivas representan entre el 10 y el 40% de todas las roturas⁹. A pesar de la mejora de los métodos de diagnóstico, técnicas quirúrgicas e investigación biológica, el porcentaje de rerroturas en pacientes sometidos a cirugía continúa siendo inaceptablemente alto entre el 20 y el 90%¹⁰. Otros factores asociados con una alta frecuencia de rerroturas son el tamaño de la lesión, la cronicidad, la infiltración grasa y la degeneración muscular¹¹⁻¹⁴.

Además, para que haya una cicatrización postoperatoria adecuada, se deben presentar las condiciones de sangrado en el hueso y el tendón que sirvan de base al proceso biológico de integración. Dichas condiciones no se presentan en las lesiones masivas, pues en ellas hay una incidencia elevada de osteopenia en la tuberosidad mayor y la calidad del tejido remanente es mala, con grados variables de infiltración grasa y atrofia muscular que generan un medio ambiente biológico pobre que, a su vez, favorece el gran porcentaje de roturas recurrentes, independientemente del tipo de cirugía practicada¹⁵.

En la década pasada se hicieron grandes esfuerzos para mejorar la técnica quirúrgica, la biomecánica y la resistencia de las suturas empleadas en la reparación del manguito de los rotadores. La aparición de las

«supersuturas», la mejora de los anclajes con materiales más compatibles, la implementación de construcciones en fila única, doble fila y equivalentes transóseos han mejorado sustancialmente la parte mecánica de las cirugías.

En la actualidad, los esfuerzos están encaminados hacia la mejora de los aspectos biológicos involucrados en la integración hueso-tendón. Las posibilidades quirúrgicas incluyen el desbridamiento, reparaciones parciales o totales con tenotomía/tenodesis del bíceps, transferencias tendinosas, uso de parches de aumento e interposición de tejidos. En el campo experimental se han estudiado los efectos del plasma rico en plaquetas (PRP), células madre y manipulación genética para mejorar la cicatrización. Los resultados de estos esfuerzos son aún contradictorios.

Con todo, debemos reconocer que algo pasa más allá de lo que hoy se sabe y que la cirugía convencional no ofrece las soluciones esperadas, es decir, ante nosotros se encuentra el gran reto de perfeccionar la cirugía de hombro durante los próximos 15 años. En el futuro deben mejorarse las condiciones biológicas para evitar el gran porcentaje de rerroturas y disminuir el número de pacientes que llegan a desarrollar artropatía a causa de las lesiones del manguito de los rotadores.

Parches

Se trata de la utilización de andamios biológicos o sintéticos estructurales para reforzar la cicatrización de un manguito de los rotadores en riesgo de rerrotura (MRRR). En teoría, este refuerzo provee de la capacidad de absorber parte de las cargas mecánicas de un manguito suturado y tener la capacidad de integrarse en la cicatrización del receptor^{16,17}. Estos parches pueden ser utilizados «encima» de la reparación (aumento) como refuerzo de un manguito suturado o como injertos intercalares, donde este material sustituye la inserción del manguito irreparable en la tuberosidad mayor (interposición).

En general, estos parches pueden ser biológicos, sintéticos o una combinación de ambos. Dentro de los biológicos están los derivados de matriz extracelular (MEC) de mamíferos que, por sus propiedades naturales, cumplen con los objetivos de integración y resistencia¹⁸⁻²⁵. A diferencia de los aloinjertos y los xenoinjertos, estos tejidos están libres

de células y se obtienen de la dermis, pericardio o submucosa intestinal. Estos parches generan respuesta celular de grados variables en el huésped dependiendo del origen del parche y los métodos de esterilización. Algunos de los que se comercializan incluyen GraftJacket (Wright Medical, Arlington, TN, Estados Unidos), Permacol (Tissue Science Laboratories, Covington, GA, Estados Unidos), Zimmer Collagen Repair Patch (Zimmer, Warsaw, IN, Estados Unidos), TissueMend (Stryker Orthopedics, Mahwah, NJ, Estados Unidos) y Conexa (Tornier, Inc., Edina, MN, Estados Unidos)²⁶, manguito de los rotadores congelado en seco^{27,28}, parches de periostio²⁹ y autoinjerto de fascia lata³⁰ o de bíceps³¹ son las otras opciones de tratamiento como parches biológicos.

Los sintéticos, la gran mayoría elaborados con polímeros de poliéster, solo proveen de resistencia mecánica inicial para que las condiciones de cicatrización del paciente se presenten en mejores condiciones. Algunos de los que se comercializan incluyen X-Repair (Synthasome, San Diego, CA, Estados Unidos), Poly-Tape (Neoligaments, Leeds, Reino Unido), BioFiber (Tornier, Inc., Edina, MN, Estados Unidos), Gore-Tex (Gore-Tex Expanded PTFE Patch: W.L. Gore & Associates, Flagstaff, AZ, Estados Unidos)³² y LARS Ligament (LARS, Arc-sur-Tille, Borgoña, Francia). Recientemente han aparecido los parches biosintéticos, como el BioFiber-CM (Tornier, Inc., Edina, MN, Estados Unidos), que es tejido sintético cubierto de colágeno bovino en un intento por reunir propiedades mecánicas y biológicas en un mismo injerto.

Esta gran variedad de parches dificulta la comparación de resultados de los estudios preclínicos y su uso en seres humanos. Además, no existe un modelo estándar de tendón entre los usados en las fases experimentales que se asemeje a un manguito enfermo. Por ello, los resultados obtenidos mediante el uso de modelos *in vitro* con tendones sanos o inflamados artificialmente no concuerda con los resultados clínicos de la vida real.

En estudios de animales, los parches biológicos de MEC han demostrado tener una buena integración biológica con remodelación parecida al tenocito del receptor, pero con propiedades biomecánicas muy deficientes para la cicatrización. De igual manera, los parches sintéticos han probado provocar una respuesta inflamatoria aguda, seguida de inflamación crónica y formación de tejidos de granulación, con lo que han demostrado buena integración con propiedades biomecánicas que favorecen la resistencia de la cicatrización^{33,34}.

Sin embargo, estos resultados no se replican en los estudios clínicos en seres humanos, en especial con los parches derivados de la submucosa de intestino delgado porcino (xenoinjerto), los cuales no han demostrado favorecer la cicatrización o disminuir la frecuencia de rerrotura con una frecuencia de complicaciones inaceptables^{35,36}.

A pesar de estos resultados desfavorables iniciales, ha existido un reciente interés en la utilización de parches, en especial con aloinjertos humanos de matrices dérmicas acelulares^{37,38}. Barber reportó sus resultados satisfactorios con matriz dérmica acelular GraftJacket en 22 pacientes con seguimiento a 2 años con mejoría en las escalas funcionales y en los controles de resonancia magnética (RM). Hubo cicatrización en el 85% de los pacientes con parche frente al 40% del grupo control³⁹. Estos resultados han sido confirmados en trabajos recientes asociados con estimulación de

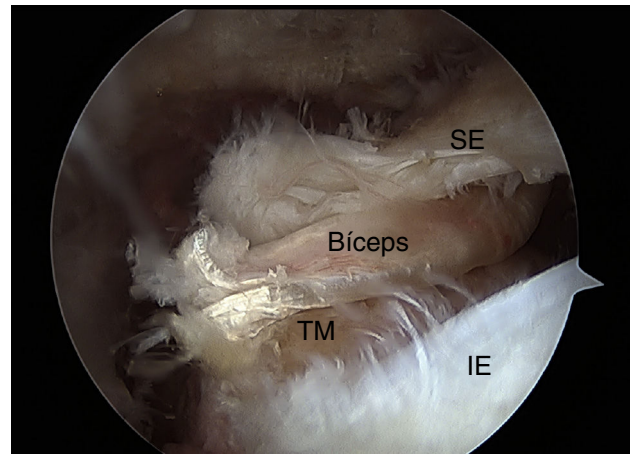


Figura 1 Visión por portal posterior de una lesión del manguito de los rotadores en riesgo de rerrotura y el bíceps tenotomizado distalmente para aumento y reconstrucción capsular superior. IE: infraespinoso; SE: supraespinoso; TM: tuberosidad mayor.

la médula ósea a través de perforaciones en la tuberosidad mayor⁴⁰.

Los reportes clínicos de parches sintéticos han probado beneficios en mejora de la fuerza e integración cuando son utilizados en cirugía de MRRR sin que se entienda completamente los mecanismos de cómo funcionan⁴¹. Cuando se comparan los parches de polipropileno con parches de colágeno, los primeros han demostrado ser superiores en evitar las rerroturas a los 36 meses de seguimiento⁴². Sin embargo, hay reportes de infección postoperatoria y de pérdida de la resistencia a largo plazo⁴³.

Una fuente de tejido autólogo vascularizado que refuerce la sutura de los MRRR es el tendón del bíceps^{44,45}. En la mayoría de las lesiones masivas, este tendón está comprometido de forma secundaria al realizar una actividad que no le corresponde (deprimir la cabeza humeral a falta de manguito). Durante la tenotomía se retira este efecto mecánico que lo llevó a su daño, pero permanece con la capacidad para cicatrizar al ser incluido en la reparación de las lesiones masivas y ofrece una fuente de tenocitos autólogos que refuerzan la cicatrización⁴⁶⁻⁴⁸. Además, nuestra técnica permite no solo el aumento de la reparación, sino que refuerza la capsula inferior, en un intento por evitar el ascenso adicional de la cabeza humeral. Los aumentos con tendón del bíceps por vía artroscópica son nuestra opción de tratamiento en suturas de MRRR (figs. 1 y 2).

La técnica quirúrgica de aumento con bíceps en sutura de MRRR se puede descargar u observar en: <https://www.vumedi.com/video/superior-capsule-superior-capsular-reconstruction-and-augmentation-with-biceps-autograft-in-massive-/>.

La bibliografía actual sobre el tema es confusa. Los trabajos reportados no presentan evidencia convincente y no son comparables porque difieren en el número de pacientes incluidos, la clasificación de los parches, la estandarización de su manufactura, los orígenes de los tejidos, la respuesta e integración a los tejidos del huésped, pero sobre todo por los beneficios obtenidos en los pacientes.

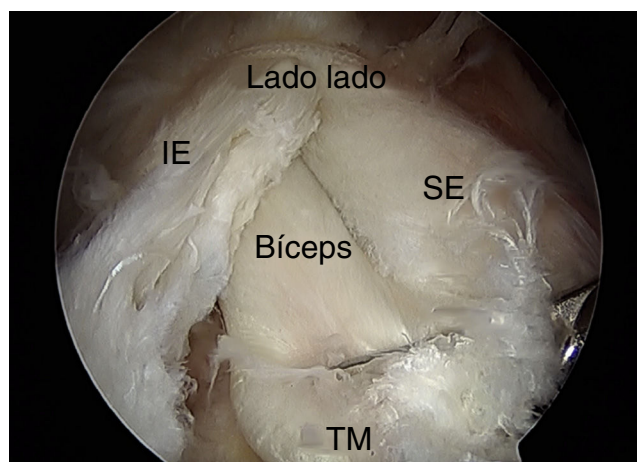


Figura 2 Visión por portal lateral del manguito de los rotadores en riesgo de rerrotura después del cierre de lado a lado con el aumento del bíceps antes de la inserción a hueso. IE: infraespinoso; SE: supraespinoso; TM: tuberosidad mayor.

En años recientes, los aumentos con tejidos biológicos, sintéticos o una combinación de ambos en sutura del MRRR ha sido promisorio, con una base teórica fuerte basada en lograr un aporte biológico y mecánico a un tejido que presenta alta frecuencia de rerroturas. Esto ha sido apoyado por los reportes de trabajos *in vitro* y en animales que han mostrado resultados, en general, satisfactorios. Sin embargo, a pesar de ser aprobados por la Food and Drug Administration (FDA) y de existir un número creciente de opciones en el mercado, hay muchas dudas sobre sus indicaciones, aplicaciones quirúrgicas, seguridad, mecanismos de acción y efectividad en seres humanos. La evidencia clínica es aún muy contradictoria y los resultados clínicos no han igualado a los resultados obtenidos en animales, pues no han logrado disminuir de manera coherente la frecuencia de roturas recurrentes, ni evitar, a largo plazo, el progreso de la enfermedad.

En general, los parches biológicos de MEC tienen buen comportamiento en estudios *in vitro*, pero los resultados *in vivo* muestran pobre resistencia mecánica y una alta tasa de complicaciones. En este grupo, los extraídos de dermis humana acelular son los de mejor comportamiento y los de peores resultados son los xenoinjertos, donde existe un consenso de no uso. Los parches sintéticos presentan excelentes propiedades mecánicas, pero con una alta tasa de complicaciones asociadas con infección y reacciones inflamatorias. Los sintéticos biocompatibles aún no tienen trabajos que apoyen su uso de forma habitual.

El uso de parches de interposición o intercalares para lesiones masivas irreparables del manguito son una opción de tratamiento con mejora de las actividades de la vida diaria y baja frecuencia de rerroturas⁴⁹.

En conclusión, los parches no tienen una indicación para su uso habitual hasta que no haya una estandarización de su manufactura y los resultados a largo plazo sean coherentemente buenos. En nuestro medio, la disponibilidad de los parches es limitada y como alternativa viable y práctica existe el uso de aloinjertos o de autoinjertos de bíceps como aumento.

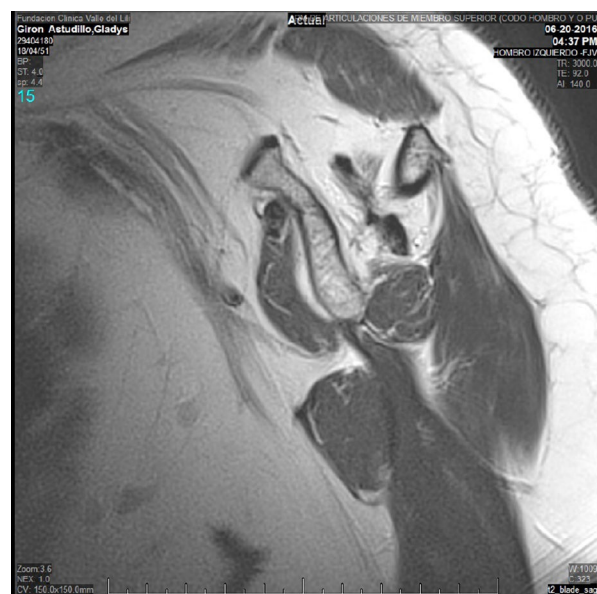


Figura 3 Lesión masiva e irreparable del supraespinoso de grado 4 de la clasificación de Goutallier.

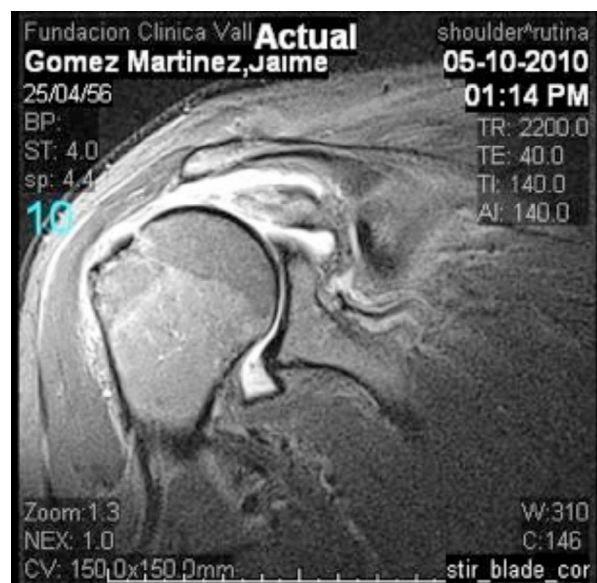


Figura 4 Resonancia magnética con lesión masiva e irreparable del supraespinoso que llega hasta el borde de la glenoides.

Transferencias tendinosas

Las transferencias tendinosas presentan indicaciones en pacientes jóvenes con lesiones masivas e irreparables del manguito de los rotadores. El término masivo está en relación con una lesión que comprometa más dos tendones o mayor de 5 cm. Sin embargo, debe diferenciarse masivo de la condición de irreparabilidad, donde hay imposibilidad de realizar la sutura del manguito a la tuberosidad. Los signos prequirúrgicos que pronostican este estado son la degeneración grasa del grado 3 o 4 de Goutallier (fig. 3) o la existencia de un tendón retraído en sentido medial a la glenoides en la RM (fig. 4). Afortunadamente, solo cerca del 10% de los pacientes con reparación del

manguito presentan lesiones irreparables sin que haya datos sobre cuántos involucran a la población menor de 60 años⁵⁰. Existen múltiples opciones terapéuticas que incluyen el desbridamiento quirúrgico, reparaciones parciales, tenotomía del bíceps/tenodesis, parches intercalares al manguito de los rotadores y transferencias tendinosas. El elemento que define el tipo de tratamiento es la existencia de artrosis glenohumeral. Si la artrosis es incipiente en un paciente joven, las transferencias son una opción. En los casos en que existe artropatía instaurada, la indicación precisa es un reemplazo articular. La reconstrucción capsular superior es una alternativa reciente para lesiones irreparables en un intento por retrasar la progresión de la degeneración articular y la indicación de un reemplazo inverso⁵¹.

Existen dos patrones definidos de las lesiones irreparables: las posterosuperiores, que involucran al supraespinoso e infraespinoso, y las anterosuperiores, que involucran al tendón subescapular.

Transferencia del latissimus dorsi

El patrón de lesión posterosuperior es, por mucho, el más frecuente y compromete al supraespinoso, al infraespinoso y, en menor frecuencia, al redondo menor. Al dañarse irreversiblemente ambos tendones, se pierde la capacidad de realizar abducción y rotación externa, lo que ocasiona un desequilibrio de fuerzas que termina con el ascenso de la cabeza humeral y la consecuente artropatía por manguito de los rotadores. En la bibliografía hay descritas transferencias a la tuberosidad mayor del tendón del subescapular, redondo menor, deltoides anterior y trapecio. Sin embargo, las series son pequeñas y con resultados contradictorios y poco seguimiento⁵².

La transferencia del *latissimus dorsi* (LD) asociada con el redondo mayor (RM) o no es la cirugía más aceptada y con mejor evidencia. Se trata de una transferencia descrita inicialmente para el manejo de las secuelas de la parálisis del plexo braquial obstétrico por L'Episcopo. Desde la primera descripción de Gerber en 1988, el procedimiento ha alcanzado popularidad como opción en las lesiones masivas e irreparables posterosuperiores⁵³.

Funcionalmente, el LD realiza rotación interna, aducción y retropulsión del húmero. Potencialmente es un tendón ideal por su longitud (10 cm por término medio), gran excursión (hasta 33 cm) y su capacidad en convertirse en rotador externo. El pedículo vasculonervioso puede moverse lo suficiente para que, al ser reinsertado en la tuberosidad, no se comprometa su viabilidad (fig. 5)⁵⁴.

La asociación de ambos tendones (LD y RM) en la transferencia es atractiva aunque hay pocos estudios que indiquen cuál es la opción más benéfica para los pacientes. El RM tiene la desventaja de poseer menor excursión, muy poco tendón y ser muy grueso, lo que produce un efecto de masa en el espacio subacromial. Al parecer, la transposición solo del LD ofrece mejor abducción y flexión, pero pierde fuerza cuando se compara con el uso de ambos tendones. Además, la transposición única del LD parece que surge mayor efecto protector sobre el desarrollo de la artropatía por manguito de los rotadores⁵⁵.

La técnica quirúrgica se realiza en pacientes en decúbito lateral tras realizar una incisión en el pliegue axilar

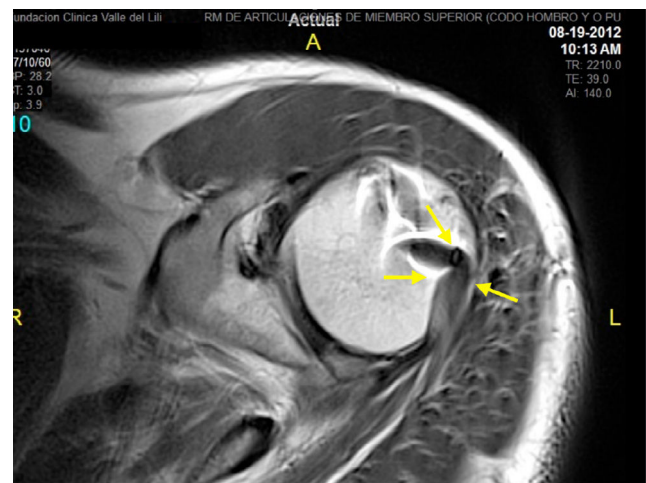


Figura 5 Control por resonancia magnética a los 6 meses de la transferencia del *latissimus dorsi* a la inserción del infraespinoso. El tendón se observa viable e inserto en el hueso.

posterior, siguiendo el borde del músculo LT. Se disecciona hasta encontrar el LD y el RM, siguiendo su recorrido hasta su inserción en labio interno de la corredera bicipital. Allí se desinserta y repara con puntos de Krackow. Se libera el tendón para darle mayor excursión, hasta encontrar el paquete vasculonervioso preservándolo cuidadosamente. Se hace entonces una incisión lateral mínima en el hombro (tipo "mini-open"), preparando la tuberosidad mayor con una fresa hasta dejarla sangrante. En este momento se localizan los remanentes del supra e infraespinoso se reparan con suturas. Quizás el paso más importante es la tunelización del espacio entre el remanente del infraespinoso y el redondo menor y la fascia profunda del deltoides posterior, de tal forma que permita el paso con facilidad del tendón del LT. Se pasa una pinza vascular a través de este túnel y se recogen las suturas de reparación del LD para transferirlo hacia la tuberosidad mayor ya preparada. Se fija con dos o tres anclajes con técnica de doble fila y se cubre la mayor parte de la inserción del supraespinoso y el infraespinoso. En lo posible debe realizarse una sutura término-terminal de los remanentes del manguito al injerto⁵⁶.

La técnica quirúrgica de transferencia del *latissimus dorsi* se puede descargar u observar en: <https://www.vumedi.com/video/transfer-of-latissimus-dorsi-for-irreparable-rotator-cuff-tears/>.

El paciente ideal para una transferencia del LD es una persona menor de 60 años, en activo, con lesión posterosuperior irreparable, con mínima artropatía, subescapular y deltoides intactos, y de preferencia redondo menor con degeneración grasa de grado 1-2. Al alejarse de esta indicación, los resultados se deterioran en especial cuando se trata de reganar función y evitar la artrosis.

Actualmente hay un interés renovado en la transferencia del LD y RM asociado con prótesis reversas en pacientes en quienes previamente hay ausencia de la rotación externa activa en el preoperatorio (*positive external rotation lag sign*). La técnica quirúrgica consiste en tomar el LT y el RM por la misma incisión deltopectoral extendida que se usa para la prótesis reversa. Se libera el pectoral mayor y se deja un borde de este para su reinsertación posterior, y se expone el

borde medial del húmero. Se toman los tendones del *latissimus dorsi* y el redondo mayor, y se los repara con puntos de Mason-Allen. Con el húmero luxado para mayor facilidad, se disecan los tendones para ganar distancia y excursión, y se los lleva alrededor del húmero, hasta el borde lateral de este, para reinsertarlos con suturas transóseas a la tuberosidad mayor en el sitio de inserción del redondo menor o al mismo nivel del pectoral mayor⁵⁷. Los resultados son alentadores con mejora de las pruebas funcionales de rotación externa y elevación en seguimientos de hasta 5 años⁵⁸⁻⁶¹.

Otro avance tecnológico es la transferencia asistida por artroscopia en lesiones masivas e irreparables, lo que favorece la mínima incisión y mayor precisión en la toma del tendón. Los resultados preliminares son comparables con las técnicas abiertas en rangos de movilidad y escalas funcionales. Sin embargo, hay que esperar la evolución a largo plazo para instaurar habitualmente esta técnica quirúrgica^{62,63}.

En conclusión, la transferencia del LD y el RM en pacientes jóvenes, en activo, sin artropatía y con lesiones posterosuperiores irreparables del manguito de los rotadores presenta buenos resultados en mejora de la fuerza y los arcos de movilidad. Hay evidencia para su uso habitual y seguro con una baja tasa de complicaciones.

Transferencia del pectoral mayor

Las lesiones del subescapular asociadas con el supraespinoso son raras. Sin embargo, cuando se presentan, producen gran incapacidad funcional ya que el paciente es incapaz de realizar actividades de la vida diaria. Biomecánicamente, el tendón del subescapular es de importancia radical ya que es el único rotador interno localizado en la parte anterior del hombro que se contrapone en fuerza al infraespinoso y al redondo menor, y, en menor proporción, al supraespinoso. El diagnóstico incluye el antecedente de un traumatismo no reciente con datos en la RM que muestran infiltración grasa y retracción del tendón del subescapular. Este patrón anterosuperior es menos frecuente que el posterosuperior, por lo cual el diagnóstico muchas veces se realiza de forma tardía^{64,65}.

El *pectoralis major* (PM) es, con mucho, el tendón más estudiado para transferir a la tuberosidad menor en casos de lesión irreparable del subescapular en pacientes jóvenes. Este gran tendón posee dos orígenes, uno clavicular y otro esternal (fig. 6), que se insertan en el labio externo de la correa de la correa. El haz esternal, que pasa por debajo y en sentido proximal al haz clavicular, es el que mejor se comporta biomecánicamente en la transferencia a la tuberosidad menor⁶⁶.

La técnica quirúrgica consiste en realizar un abordaje deltopectoral, rechazar en sentido medial el tendón conjunto y en sentido lateral la vena cefálica y el deltoides. Una tenodesis del bíceps y la exposición de la tuberosidad menor se realizan como preparación para la transferencia. Se localiza y se corta el haz esternal del PM del labio externo de la correa bicipital y se sutura con puntos de Krackow para movilizarlo. Posteriormente, se pasa por debajo del tendón conjunto y la coracoides, tratando en este paso de no lesionar el nervio musculocutáneo o axilar. Después se fija

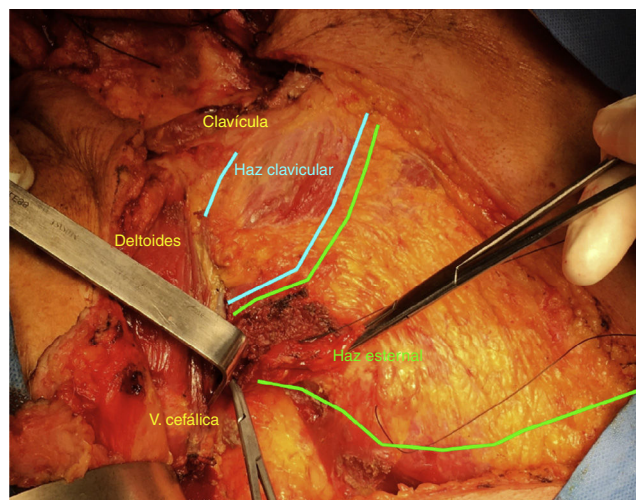


Figura 6 El haz clavicular y esternal del *pectoralis major* (PM) en una transferencia del PM al cuello por cáncer. Cortesía del Dr. Fernando Tintinago.

a la tuberosidad menor con 2 o 3 anclajes en doble hilera y se cubre la mayor parte posible de la huella plantar del subescapular.

El paciente ideal es aquel con una lesión irreparable del tendón del subescapular, menor de 60 años, en activo, con el músculo deltoides íntegro y con rotadores externos competentes. En la medida en que haya artrosis y se avance en la edad, las prótesis reversas son una opción terapéutica.

La evidencia clínica demuestra de manera coherente la mejora en las escalas funcionales, la fuerza y los arcos de movilidad⁶⁷. Sin embargo, Elhassan demostró, en una serie de casos divididos en tres grupos (revisiones de inestabilidad, prótesis fallidas y lesión crónica masiva), que los resultados son inferiores en especial cuando prequirúrgicamente existe subluxación anterior de la cabeza humeral, lo que debe alertar al ortopedista cuando este estado está presente⁶⁸.

En conclusión, la transferencia del pectoral mayor en lesiones irreparables del subescapular está recomendada. Está claro que los mejores resultados se obtienen en lesiones aisladas y que estos se deterioran en la medida en que esta se aplique para revisiones de inestabilidad o prótesis fallida.

Espaciadores subacromiales

Recientemente ha surgido como alternativa para el manejo de lesiones masivas del manguito de los rotadores el uso de espaciadores subacromiales. La primera descripción de esta técnica fue realizada por Savarese en 2012⁶⁹. Se trata de un balón fabricado en poli(L-láctido-co-caprolactona), cuyas propiedades permiten que sea biodegradable en el lapso de 12 meses aproximadamente. Este dispositivo se inserta en el espacio subacromial mediante técnica artroscópica y, una vez allí, se rellena de solución salina. También se ha descrito su inserción mediante técnica fluoroscópica con anestesia local⁷⁰. Actúa como una barrera mecánica que teóricamente evita el ascenso de la cabeza humeral y el desarrollo de artropatía. Además, reduce la fricción subacromial durante

la abducción del hombro al descender la cabeza del húmero y restaurar la biomecánica del hombro. Este sistema posee el nombre comercial de InSpace system (OrthoSpace, Caesarea, Israel)^{71,72}.

Se indica como alternativa terapéutica en las lesiones irreparables del manguito de los rotadores. Las contraindicaciones son alergia a los materiales del dispositivo, infección activa o latente, o signos de necrosis tisular en el espacio subacromial.

También se ha descrito su uso en el contexto de reparaciones de lesiones masivas del manguito de los rotadores como mecanismo de soporte de dicha reparación sin mostrar resultados clínicos. Los riesgos descritos acerca de este procedimiento son respuesta a cuerpo extraño, irritación local de la herida quirúrgica, infección, inflamación y necrosis tisular. También puede haber desplazamiento del dispositivo a un lugar no adecuado con aumento del dolor.

Según nuestro conocimiento, solo existe un trabajo donde se evalúan objetivamente los resultados de la técnica de espaciador subacromial. Senekovic en 2013 evaluó a 20 pacientes (11 hombres y 9 mujeres; media de edad: 70,5 años; rango de edad: de 54 a 85 años) con lesiones masivas irreparables del manguito de los rotadores con falla en el manejo conservador, a los cuales se les implantó el sistema InSpace. Estos pacientes tuvieron un seguimiento posquirúrgico de 3 años y se encontró mejora significativa en el Constant Score ($P < 0,0001$) al final del seguimiento, por lo que el procedimiento se describe como simple y reproducible⁷³. Sin embargo, estos resultados deben ser evaluados con precaución ya que se trata de un estudio con un nivel IV de evidencia, patrocinado por los fabricantes del producto.

En conclusión, en la actualidad no existe una evidencia fuerte en la bibliografía que apoye el uso habitual de este procedimiento y será necesario la realización de estudios prospectivos con mayor tamaño de la muestra para demostrar la utilidad del espaciador subacromial.

Reconstrucción de la cápsula superior

Los pacientes con lesiones masivas irreparables del manguito de los rotadores presentan un defecto de la cápsula superior que se encuentra ubicada en la superficie articular del supraespinoso y el infraespinoso. Esto produce inestabilidad y ascenso de la cabeza humeral, con pinzamiento subacromial, dolor, debilidad muscular y desventaja mecánica, con la subsiguiente limitación para la elevación y desarrollo de artropatía por manguito de los rotadores. Mihata en 2012 realizó un estudio en 8 piezas cadavéricas en que evaluó la traslación superior del húmero, la presión de contacto subacromial y la fuerza de la articulación glenohumeral en 5 escenarios diferentes: manguito intacto; tenotomía del supraespinoso; injerto parche para reconstrucción del supraespinoso; injerto para reconstrucción de la cápsula superior, e injerto parche para reconstrucción de la cápsula superior y el supraespinoso. Encontró que la estabilidad superior se había restablecido parcialmente al realizar la reconstrucción del supraespinoso y completamente en los escenarios en que se reconstruyó formalmente la cápsula superior.

En otro estudio cadavérico llevado a cabo por Ishihara, en el cual se evaluaba la función como estabilizador pasivo de la cápsula superior en 7 piezas cadavéricas, encontró que la rotura de la cápsula superior en su inserción en la tuberosidad mayor incrementó de manera significativa la traslación anterior e inferior de la cabeza humeral. Cuando se resecó completamente la cápsula superior, la traslación glenohumeral se incrementó en todas las direcciones con aumento de la presión de contacto subacromial a 30° de abducción. Igual efecto surgió en la rotación externa e interna, comparado con aquellas piezas con cápsula superior intacta⁷⁴.

Sobre la base de su experiencia previa en cadáveres, Mihata desarrolló una técnica quirúrgica artroscópica, en la cual se realiza reconstrucción de la cápsula superior con el fin de restaurar la estabilidad de la cabeza humeral. Consiste en usar autoinjerto de *fascia lata* que fija lateralmente a la tuberosidad mayor del húmero y medialmente al tubérculo superior de la glenoides mediante suturas de anclaje. Adiciona suturas de lado a lado entre el injerto y el tendón del infraespinoso en sentido posterior, y entre el injerto y el supraespinoso residual o el subescapular en sentido anterior. Esta técnica fue usada en 25 pacientes con lesiones irreparables del manguito de los rotadores con un seguimiento promedio de 34,1 meses. La irreparabilidad se definió cuando el tendón roto no podía llevarse a su huella de inserción en el momento de la evaluación artroscópica. Excluyó a aquellos pacientes con artropatía de grado V de la clasificación de Hamada, con ascenso grave de la cabeza humeral que no podía descenderse con la tracción, lesión del plexo cervical o del nervio axilar, parálisis del deltoides o infección activa. Encontró que la elevación del hombro aumentó de 84 a 148° ($p < 0,001$) y la rotación externa mejoró de 26 a 40° ($p < 0,01$), la distancia acromiohumeral aumentó de $4,6 \pm 2,2$ mm a $8,7 \pm 2,6$ mm, sin casos de progresión de la osteoartritis y con unos valores de la escala American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) que mejoraron de 23,5 a 92,9 puntos ($p < 0,0001$). La conclusión es que la reconstrucción de la cápsula superior restaura la estabilidad glenohumeral superior y la función del hombro en pacientes con lesiones irreparables del manguito de los rotadores⁷⁵. Petri describe una técnica similar usando parche dérmico acelular humano (ArthroFlex; Arthrex) sin que se conozcan los desenlaces en los pacientes⁷⁶.

En conclusión, si bien es cierto que los resultados a 3 años del estudio de Mihata son alentadores, no se encuentran trabajos que igualen a esta técnica. Por consiguiente, la recomendación es esperar a tener nuevos reportes con seguimientos a más largo plazo para instaurar su uso de forma habitual.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses

Agradecimientos

Quiero agradecer a mis colegas, los doctores Alejandro Ramírez Gallego (ICESI-FVL) y Giuseppe Aguado Gómez (Diplomado CES), por la aportación inestimable en la revisión y análisis de la bibliografía.

Bibliografía

1. Aurora A, McCarron J, Iannotti JP, Derwin K. Commercially available extracellular matrix materials for rotator cuff repairs: state of the art and future trends. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16:S171-8.
2. Boileau P, Brassart N, Watkinson DJ, Carles M, Hatzidakis AM, Krishnan SG. Arthroscopic repair of full-thickness tears of the supraspinatus: does the tendon really heal? *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:1229-40.
3. Cole BJ, McCarty LP, Kang RW, Alford W, Lewis PB, Hayden JK. Arthroscopic rotator cuff repair: prospective functional outcome and repair integrity at minimum 2-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16:579-85.
4. Flurin P-H, Landreau P, Gregory T, Boileau P, Brassart N, Courage O, et al. Arthroscopic repair of full-thickness cuff tears: a multicentric retrospective study of 576 cases with anatomical assessment. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2005;91:S31-42.
5. Yamamoto A, Takagishi K, Osawa T, Yanagawa T, Nakajima D, Shitara H, et al. Prevalence and risk factors of a rotator cuff tear in the general population. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19:116-20.
6. Tashjian RZ, Granger EK, Zhang Y, Teerlink CC, Cannon-Albright LA. Identification of a genetic variant associated with rotator cuff repair healing. *J Shoulder Elb Surg.* 2016;25:865-72.
7. Kluger R, Burgstaller J, Vogl C, Brem G, Skultety M, Mueller S. A candidate gene approach identifies six SNPs in tenascin-C (TNC) associated with degenerative rotator cuff tears. *J Orthop Res.* 2016 Jun 1, doi: 10.1002/jor.23321. [Epub ahead of print].
8. Motta G, da R, Amaral MV, Rezende E, Pitta R, dos Santos Vieira TC, Duarte MEL, et al. Evidence of genetic variations associated with rotator cuff disease. *J Shoulder Elb Surg.* 2014;23:227-35.
9. Zumstein MA, Jost B, Hempel J, Hodler J, Gerber C. The clinical and structural long-term results of open repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg.* 2008;90:2423-31.
10. Galatz LM, Ball CM, Teefey SA, Middleton WD, Yamaguchi K. The outcome and repair integrity of completely arthroscopically repaired large and massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86-A:219-24.
11. Harryman DT, Mack LA, Wang KY, Jackins SE, Richardson ML, Matsen FA. Repairs of the rotator cuff. Correlation of functional results with integrity of the cuff. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73:982-9.
12. Coleman SH, Fealy S, Ehteshami JR, MacGillivray JD, Altchek DW, Warren RF, et al. Chronic rotator cuff injury and repair model in sheep. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A:2391-402.
13. Killian ML, Cavinatto LM, Ward SR, Havlioglu N, Thomopoulos S, Galatz LM. Chronic degeneration leads to poor healing of repaired massive rotator cuff tears in rats. *Am J Sports Med.* 2015;43:2401-10.
14. Gasbarro G, Ye J, Newsome H, Jiang K, Wright V, Vyas D, et al. Morphologic Risk factors in predicting symptomatic structural failure of arthroscopic rotator cuff repairs: Tear size, location, and atrophy matter. *Arthroscopy.* 2016 Apr 27. pii: S0749-8063(16)00121-3. doi: 10.1016/j.arthro.2016.01.067. [Epub ahead of print].
15. Cadet ER, Hsu JW, Levine WN, Bigliani LU, Ahmad CS. The relationship between greater tuberosity osteopenia and the chronicity of rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17:73-7.
16. Aurora A, McCarron JA, van den Bogert AJ, Gatica JE, Iannotti JP, Derwin KA. The biomechanical role of scaffolds in augmented rotator cuff tendon repairs. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012;21:1064-71.
17. McCarron JA, Milks RA, Mesiha M, Aurora A, Walker E, Iannotti JP, et al. Reinforced fascia patch limits cyclic gapping of rotator cuff repairs in a human cadaveric model. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012;21:1680-6.
18. Adams JE, Zobitz ME, Reach JS, An K-N, Steinmann SP. Rotator cuff repair using an acellular dermal matrix graft: an in vivo study in a canine model. *Arthroscopy.* 2006;22:700-9.
19. Badhe SP, Lawrence TM, Smith FD, Lunn PG. An assessment of porcine dermal xenograft as an augmentation graft in the treatment of extensive rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17:S35-9.
20. Rotini R, Marinelli A, Guerra E, Bettelli G, Castagna A, Fini M, et al. Human dermal matrix scaffold augmentation for large and massive rotator cuff repairs: preliminary clinical and MRI results at 1-year follow-up. *Musculoskelet Surg.* 2011;95:S13-23.
21. Iannotti JP, Codsi MJ, Kwon YW, Derwin K, Ciccone J, Brems JJ. Porcine small intestine submucosa augmentation of surgical repair of chronic two-tendon rotator cuff tears. A randomized, controlled trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:1238-44.
22. Nicholson GP, Breur GJ, Van Sickle D, Yao JQ, Kim J, Blanchard CR. Evaluation of a cross-linked acellular porcine dermal patch for rotator cuff repair augmentation in an ovine model. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16:S184-90.
23. Schlegel TF, Hawkins RJ, Lewis CW, Motta T, Turner AS. The effects of augmentation with Swine small intestine submucosa on tendon healing under tension: histologic and mechanical evaluations in sheep. *Am J Sports Med.* 2006;34:275-80.
24. Sclamberg SG, Tibone JE, Itamura JM, Kasraeian S. Six-month magnetic resonance imaging follow-up of large and massive rotator cuff repairs reinforced with porcine small intestinal submucosa. *J Shoulder Elbow Surg.* 2004;13:538-41.
25. Soler JA, Gidwani S, Curtis MJ. Early complications from the use of porcine dermal collagen implants (Permacol) as bridging constructs in the repair of massive rotator cuff tears a report of 4 cases. *Acta Orthop Belg.* 2007;73:432-6.
26. Smith RD, Carr A, Dakin SG, Snelling SJ, Yapp C, Hakimi O. The response of tenocytes to commercial scaffolds used for rotator cuff repair. *Eur Cell Mater.* 2016;30:107-18.
27. Nasca RJ. The use of freeze-dried allografts in the management of global rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;228:218-26.
28. Neviaser JS, Neviaser RJ, Neviaser TJ. The repair of chronic massive ruptures of the rotator cuff of the shoulder by use of a freeze-dried rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am.* 1978;60:681-4.
29. Chang CH, Chen CH, Su CY, Liu HT, Yu CM. Rotator cuff repair with periosteum for enhancing tendon-bone healing: A biomechanical and histological study in rabbits. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc.* 2009;17:1447-53.
30. Mori D, Funakoshi N, Yamashita F, Wakabayashi T. Effect of fatty degeneration of the infraspinatus on the efficacy of arthroscopic patch autograft procedure for large to massive rotator cuff tears. *Am J Sports Med.* 2015;43:1108-17.
31. Encalada-Diaz I, Cole BJ, Macgillivray JD, Ruiz-Suarez M, Kercher JS, Friel NA, et al. Rotator cuff repair augmentation using a

- novel polycarbonate polyurethane patch: preliminary results at 12 months' follow-up. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011;20:788-94.
32. Hirooka A, Yoneda M, Wakaitani S, Isaka Y, Hayashida K, Fukushima S, et al. Augmentation with a Gore-Tex patch for repair of large rotator cuff tears that cannot be sutured. *J Orthop Sci.* 2002;7:451-6.
 33. Anderson JM, Rodriguez A, Chang DT. Foreign body reaction to biomaterials. *Semin Immunol.* 2008;20:86-100.
 34. Derwin KA, Codsí MJ, Milks RA, Baker AR, McCarron JA, Iannotti JP. Rotator cuff repair augmentation in a canine model with use of a woven poly-L-lactide device. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91:1159-71.
 35. Walton JR. Restore orthobiologic implant: Not recommended for augmentation of rotator cuff repairs. *J Bone Jt Surg.* 2007;89:786.
 36. Sears BW, Choo A, Yu A, Greis A, Lazarus M. Clinical outcomes in patients undergoing revision rotator cuff repair with extracellular matrix augmentation. *Orthopedics.* 2015;38:e292-6.
 37. Gupta AK, Hug K, Berkoff DJ, Boggess BR, Gavigan M, Malley PC, et al. Dermal tissue allograft for the repair of massive irreparable rotator cuff tears. *Am J Sports Med.* 2012;40:141-7.
 38. Modi A, Singh HP, Pandey R, Armstrong A. Management of irreparable rotator cuff tears with the GraftJacket allograft as an interpositional graft. *Shoulder Elb.* 2013;5:188-94.
 39. Barber FA, Burns JP, Deutsch A, Labbe MR, Litchfield RB. A prospective, randomized evaluation of acellular human dermal matrix augmentation for arthroscopic rotator cuff repair. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg.* 2012;28:8-15.
 40. Yoon JP, Chung SW, Kim JEJYEY, Lee BJ, Kim H-SH-S, Kim JEJYEY, et al. Outcomes of combined bone marrow stimulation and patch augmentation for massive rotator cuff tears. *Am J Sports Med.* 2016;44:963-71.
 41. Audenaert E, Van Nuffel J, Schepens A, Verhelst M, Verdonk R. Reconstruction of massive rotator cuff lesions with a synthetic interposition graft: a prospective study of 41 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14:360-4.
 42. Ciampi P, Scotti C, Nonis A, Vitali M, Di Serio C, Peretti GM, et al. The benefit of synthetic versus biological patch augmentation in the repair of posterosuperior massive rotator cuff tears: A 3-year follow-up study. *Am J Sports Med.* 2014;42:1169-75.
 43. Nada AN, Debnath UK, Robinson DA, Jordan C. Treatment of massive rotator-cuff tears with a polyester ligament (Dacron) augmentation: clinical outcome. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92:1397-402.
 44. Nassos JT, Chudik SC. Arthroscopic rotator cuff repair with biceps tendon augmentation. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2009;38:279-81.
 45. Obma PR. Free biceps tendon autograft to augment arthroscopic rotator cuff repair. *Arthrosc Tech.* 2013;2:e441-5.
 46. Cho NS, Yi JW, Rhee YG. Arthroscopic biceps augmentation for avoiding undue tension in repair of massive rotator cuff tears. *Arthroscopy.* 2009;25:183-91.
 47. Rhee YG, Cho NS, Lim CT, Yi JW, Vishvanathan T. Bridging the gap in immobile massive rotator cuff tears: augmentation using the tenotomized biceps. *Am J Sports Med.* 2008;36:1511-8.
 48. Pietschmann MF, Wagenhäuser MU, Gülecüyü MF, Ficklscherer A, Jansson V, Müller PE. The long head of the biceps tendon is a suitable cell source for tendon tissue regeneration. *Arch Med Sci.* 2014;10:587-96.
 49. Steinhilber ME, Makhni E, Cole BJ, Romeo AA, Verma NN. Outcomes after patch use in rotator cuff repair. *Arthroscopy.* 2016;32:1676-90.
 50. Grimberg J, Kany J. Latissimus dorsi tendon transfer for irreparable postero-superior cuff tears: current concepts, indications, and recent advances. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2014;7:22-32.
 51. Mihata T, McGarry MH, Pirolo JM, Kinoshita M, Lee TQ. Superior capsule reconstruction to restore superior stability in irreparable rotator cuff tears: a biomechanical cadaveric study. *Am J Sports Med.* 2012;40:2248-55.
 52. Donaldson J, Pandit A, Noorani A, Douglas T, Falworth M, Lambert S. Latissimus dorsi tendon transfers for rotator cuff deficiency. *Int J Shoulder Surg.* 2011;5:95-100.
 53. Gerber C, Vinh TS, Hertel R, Hess CW. Latissimus dorsi transfer for the treatment of massive tears of the rotator cuff. A preliminary report. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;232:51-61.
 54. Henry PDG, Dwyer T, McKee MD, Schemitsch EH. Latissimus dorsi tendon transfer for irreparable tears of the rotator cuff: An anatomical study to assess the neurovascular hazards and ways of improving tendon excursion. *Bone Joint J.* 2013;95-B: 517-22.
 55. Lichtenberg S, Magosch P, Habermeyer P. Are there advantages of the combined latissimus-dorsi transfer according to L'Episcopo compared to the isolated latissimus-dorsi transfer according to Herzberg after a mean follow-up of 6 years? A matched-pair analysis. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012;21:1499-507.
 56. Qadir R, Romine L, Yao DC, Duncan SFM. Latissimus dorsi tendon transfer for massive, irreparable posterosuperior rotator cuff tears: surgical technique. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2014;18:125-30.
 57. Boileau P, Chuinard C, Roussanne Y, Bicknell RT, Rochet N, Trojani C. Reverse shoulder arthroplasty combined with a modified latissimus dorsi and teres major tendon transfer for shoulder pseudoparalysis associated with dropping arm. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466:584-93.
 58. Puskas GJ, Germann M, Catanzaro S, Gerber C. Secondary latissimus dorsi transfer after failed reverse total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015;24:e337-44.
 59. Gerber C, Pennington SD, Lingenfelter EJ, Sukthankar A. Reverse Delta-III total shoulder replacement combined with latissimus dorsi transfer. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:940-7.
 60. Boughebbi O, Kilinc A, Valenti P. Reverse shoulder arthroplasty combined with a latissimus dorsi and teres major transfer for a deficit of both active elevation and external rotation. Results of 15 cases with a minimum of 2-year follow-up. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2013;99:131-7.
 61. Boileau P, Rumian AP, Zumstein MA. Reversed shoulder arthroplasty with modified L'Episcopo for combined loss of active elevation and external rotation. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19:S20-30.
 62. Grimberg J, Kany J, Valenti P, Amaravathi R, Ramalingam AT. Arthroscopic-assisted latissimus dorsi tendon transfer for irreparable posterosuperior cuff tears. *Arthroscopy.* 2015;31:599-6070.
 63. Goldstein Y, Grimberg J, Valenti P, Chechik O, Drexler M, Kany J. Arthroscopic fixation with a minimally invasive axillary approach for latissimus dorsi transfer using an endobutton in massive and irreparable postero-superior cuff tears. *Int J Shoulder Surg.* 2013;7:79-82.
 64. Lyons RP, Green A. Subscapularis tendon tears. *J Am Acad Orthop Surg.* 2005;13:353-63.
 65. Resch H, Povacz P, Ritter E, Matschi W. Transfer of the pectoralis major muscle for the treatment of irreparable rupture of the subscapularis tendon. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82: 372-82.
 66. Valenti P, Boughebbi O, Moraiti C, Dib C, Maqdes A, Amouyel T, et al. Transfer of the clavicular or sternocostal portion of the pectoralis major muscle for irreparable tears of the subscapularis. Technique and clinical results. *Int Orthop.* 2015;39:477-83.
 67. Gavrilidis I, Kircher J, Magosch P, Lichtenberg S, Habermeyer P. Pectoralis major transfer for the treatment of irreparable anterosuperior rotator cuff tears. *Int Orthop.* 2010;34:689-94.
 68. Elhassan B, Ozbaydar M, Massimini D, Diller D, Higgins L, Warner JJP. Transfer of pectoralis major for the treatment of

- irreparable tears of subscapularis: does it work? *J Bone Joint Surg Br.* 2008;90:1059–65.
69. Savarese E, Romeo R. New solution for massive, irreparable rotator cuff tears: the subacromial “biodegradable spacer”. *Arthrosc Tech.* 2012;1:e69–74.
 70. Gervasi E, Cautero E, Dekel A. Fluoroscopy-guided implantation of subacromial “Biodegradable Spacer” using local anesthesia in patients with irreparable rotator cuff tear. *Arthrosc Tech.* 2014;3:e455–8.
 71. Bozkurt M, Akkaya M, Gursoy S, Isik C. Augmented Fixation With Biodegradable Subacromial Spacer After Repair of Massive Rotator Cuff Tear. *Arthroscopy Association of North America*; 2015;4:471–4.
 72. Szöllösy G, Rosso C, Fogerty S, Petkin K, Lafosse L. Subacromial spacer placement for protection of rotator cuff repair. *Arthrosc Tech.* 2014;3:e605–9.
 73. Senekovic V, Poberaj B, Kovacic L, Mikek M, Adar E, Dekel A. Prospective clinical study of a novel biodegradable sub-acromial spacer in treatment of massive irreparable rotator cuff tears. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2013;23:311–6.
 74. Ishihara Y, Mihata T, Tamboli M, Nguyen L, Park KJ, McGarry MH, et al. Role of the superior shoulder capsule in passive stability of the glenohumeral joint. *J Shoulder Elb Surg.* 2014;23:642–8.
 75. Mihata T, Lee TQ, Watanabe C, Fukunishi K, Ohue M, Tsujimura T, et al. Clinical results of arthroscopic superior capsule reconstruction for irreparable rotator cuff tears. *Arthroscopy.* 2013;29:459–70.
 76. Petri M, Greenspoon JA, Millett PJ. Arthroscopic Superior capsule reconstruction for irreparable rotator cuff tears. *Arthrosc Tech.* 2015;4:e751–5.