

# Uso de injertos en reconstrucción de luxación acromioclavicular: revisión de conceptos actuales

Daniela Gutiérrez Zúñiga,<sup>1</sup> Felipe José Valbuena,<sup>1</sup> Mauricio Largacha<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hospital Universitario San Ignacio. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia

<sup>2</sup>Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia

## RESUMEN

Las luxaciones acromioclaviculares son lesiones frecuentes del hombro en jóvenes y deportistas. Luego de tres semanas del trauma inicial, las estructuras ligamentarias tienen un pobre potencial biológico de cicatrización. Por este motivo, en los casos en los que no se diagnostica oportunamente y/o el tratamiento conservador no es exitoso, debe enfrentarse esta dificultad con una técnica de reconstrucción ligamentaria. Para ello, el uso de injertos, además de optimizar la estabilidad mecánica de la reducción de la luxación, mejora la capacidad biológica de cicatrización. Sin embargo, hasta el momento no existe una técnica estandarizada ni un patrón de oro para el tratamiento quirúrgico reconstructivo de las luxaciones crónicas acromioclaviculares.

Se presenta una síntesis de la literatura más reciente y disponible sobre el uso de diferentes tipos de injertos en reconstrucción de luxación acromioclavicular.

**Nivel de evidencia V:** Revisión narrativa

**Palabras clave:** Articulación Acromioclavicular; Luxación Crónica; Reconstrucción Coracoclavicular; Reconstrucción Acromioclavicular; Injertos

## ABSTRACT

Acromioclavicular dislocations are common shoulder injuries in young people and athletes. After three weeks of the initial trauma, the ligament structures have a poor biological healing potential. For this reason, in cases of late diagnosis or unsuccessful conservative management, this difficulty must be addressed with a ligament reconstruction technique. The use of grafts, in addition to optimizing the mechanical stability of the reduction, improves the biological healing capacity. However, to date there is no gold standard among the many techniques described for reconstructive surgical treatment of chronic acromioclavicular dislocations.

A synthesis of the most recent literature available on the use of different types of grafts in reconstruction of acromioclavicular dislocation is presented.

**Keywords:** Acromioclavicular; Chronic Dislocation; Reconstruction; Graft

## INTRODUCCIÓN

La articulación acromioclavicular (AC) es esencial para el comportamiento biomecánico de la articulación del hombro, y ejerce un rol como un punto de soporte y fulcro en la articulación. De acuerdo con lo establecido por Codman<sup>1</sup> y Rockwood,<sup>2</sup> el movimiento de la clavícula y de la escápula se acopla de manera sincrónica, y resulta en un 5 a 8% de movimiento a nivel de la articulación acromioclavicular. La cápsula articular y los ligamentos extraarticulares proveen la estabilidad articular en los planos vertical y horizontal para permitir un deslizamiento suave y un movimiento controlado del hombro.<sup>3</sup>

Las luxaciones acromioclaviculares son lesiones frecuentes, representan hasta un 9% de las lesiones de hombro, en particular en pacientes jóvenes y deportistas.<sup>4</sup> Ocurren como resultado de impactos directos con el hombro en aducción. Usualmente son manejadas de forma aguda y su tratamiento se indica según la severidad de la lesión de acuerdo a la clasificación descripta por Rockwood.<sup>5</sup> Sin

embargo, en luxaciones de presentación tardía o con falla en el tratamiento conservador, después de tres semanas de evolución, los tejidos blandos periarticulares y los ligamentos con ruptura manifiestan retracción y fibrosis.<sup>6</sup> Este tejido fibrótico tiene un menor potencial biológico de reparación. En este contexto, el uso de injertos para reconstruir la articulación cobra importancia ya que logra aproximarse a la rigidez de los ligamentos nativos.<sup>7</sup> Para el caso de luxaciones agudas, las estructuras ligamentarias mantienen su habilidad de cicatrizar cerca de su posición anatómica. Esto se debe a que además existe una menor cantidad de tejido fibrótico de cicatrización, lo que conlleva a una reducción anatómica y estabilización adecuada con el uso de diferentes dispositivos, sin recurrir a injertos para la reconstrucción.

Según Lee, evaluando los desenlaces de cuarenta y siete pacientes llevados a reconstrucción AC con luxaciones agudas, el uso de injertos en luxación aguda no representa diferencias funcionales por puntajes en escala de ASES y SANE, e incluso presenta mayor pérdida de la reducción en el seguimiento radiográfico que las reconstrucciones sin uso de injerto biológico (23% versus 42%).<sup>8</sup> Al reconstruir luxaciones crónicas acromioclaviculares, como indica la revisión sistemática de Saccomanno, el uso de in-

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Daniela Gutiérrez Zúñiga

danielagz92@gmail.com

Recibido: Enero de 2021. Aceptado: Febrero de 2022.

TABLA 1. INJERTOS MÁS FRECUENTEMENTE UTILIZADOS EN RECONSTRUCCIÓN ACROMIOCLAVICULAR Y CORACOCLAVICULAR

Tipo de injerto	Opciones
Sintético	Sistema LARS™ <sup>1</sup>
	LockDown™ <sup>2</sup>
	Injertos vasculares
Biológico	Aloinjerto
	Tibial anterior
	Flexor carpi radialis
	Extensor carpi radialis
	Isquiotibiales
	Autoinjerto
Isquiotibiales	
	Palmaris longus
	Peroneus longus

Otros tipos de injerto sintético o biológico pueden utilizarse para reconstrucción. 1) Ligament augmentation and reconstruction system – (surgical implants and devices, arc-sur-tille, france). 2) Mandaco ltd. (Worcestershire, england).

injertos biológicos o sintéticos ofrece desenlaces superiores a la osteosíntesis con sistema placa-gancho por puntajes en escala de Disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH, por sus siglas en inglés) y Constant para injertos biológicos y en escala de la University of California at Los Angeles (UCLA, por sus siglas en inglés) en injertos sintéticos.<sup>9</sup>

El tratamiento de las luxaciones acromioclaviculares crónicas, teniendo en cuenta la pobre capacidad de cicatrización de los ligamentos nativos es aún un reto al existir más de ciento cincuenta técnicas descritas de reducción y reconstrucción, y sin contar hasta la fecha con un patrón de oro al momento de decidir un tratamiento quirúrgico.<sup>10</sup>

Las opciones de reconstrucción de las luxaciones AC crónicas pueden dividirse entre técnicas no anatómicas y técnicas anatómicas.

## TÉCNICAS NO ANATÓMICAS

Entre estas, en 1972 fue descrito el procedimiento de Weaver-Dunn,<sup>11</sup> en el cual se realiza una resección del tercio distal de la clavícula y se transfiere a este nivel el ligamento coracoacromial. Diferentes modificaciones se han hecho a la técnica original, complementando la fijación con suturas, botones y diferentes dispositivos suspensorios.<sup>12-15</sup> Sin embargo, esta técnica tiene una serie de desventajas biomecánicas al considerar que el ligamento coracoacromial posee solamente el 25% de la resistencia mecánica de los ligamentos coracoclaviculares nativos,<sup>8</sup> y por ello, sacrificar el ligamento coracoacromial podría comprometer la estabilidad superior a nivel glenohumeral,

desencadenando una migración anterosuperior de la cabeza humeral en el contexto de una ruptura masiva del manguito rotador.<sup>16</sup> Adicionalmente, las técnicas no anatómicas utilizan transferencias ligamentarias con un vector de fuerza diferente al de los ligamentos coracoclaviculares (CC) nativos, lo que genera alteraciones en la estabilidad mecánica de la articulación AC.<sup>8</sup>

Otro tipo de reconstrucción no anatómica es la transferencia de tendón conjunto.<sup>17</sup> En esta se evita el compromiso de la estabilidad glenohumeral y la migración de la cabeza humeral al preservar el ligamento coracoacromial. La técnica original fue descrita por Dewear y Barrington<sup>18</sup> y modificada por Sloan con pobres resultados, y más adelante por Jiang, quien realizó la transferencia de la porción más lateral del tendón conjunto de base proximal.<sup>19</sup> Al ser transferido a la clavícula, el tendón conjunto confiere una mayor resistencia a las cargas que el ligamento coracoacromial, aunque es menor a la de los ligamentos nativos coracoclaviculares.<sup>19</sup> Sloan describió que la fuerza tensil de los ligamentos CC es de  $621 \pm 209$  N, la del ligamento coracoacromial es de  $246 \pm 69$  N y la de la porción lateral del tendón conjunto es de  $265 \pm 79$  N.<sup>19</sup> Sin embargo, en esta técnica, la estabilización también se da por un vector diferente al de los ligamentos nativos. Este procedimiento tiene una tasa de recurrencia de la luxación de hasta 21%. Recientemente, Sleim propuso una nueva modificación que incluye un abordaje abierto y la realización de túneles anatómicos claviculares a nivel de la inserción de los ligamentos CC nativos, y no a nivel del extremo distal de la clavícula, utilizando el tendón conjunto a manera de doble haz, con una porción de tendón de la cabeza corta del bíceps y la porción del coracobraquial.<sup>20</sup> Hasta la fecha no existen seguimientos clínicos que evalúen ampliamente los resultados de esta técnica.

## TÉCNICAS ANATÓMICAS

Las opciones de reconstrucción AC anatómica se basan en el uso de injertos; estos pueden dividirse en sintéticos o biológicos, y estos últimos pueden ser autoinjertos o aloinjertos (Tabla 1). Existen hasta ciento cincuenta técnicas diferentes reportadas en la literatura con variaciones, no solo en los tipos de injerto sino también en los métodos de estabilización y abordaje.<sup>21</sup>

### Injertos sintéticos

Su objetivo es generar estabilización de la articulación y permitir la colonización del material poroso por fibroblastos. Se han utilizado múltiples materiales para la reconstrucción a base de fibra de carbono, politetrafluoroetileno y polietiliterefalato, entre otros. En Europa se han usado estos materiales, en particular el sistema LARS® (Liga-

ment augmentation an reconstruction system – Surgical Implants and Devices, Arc-sur-Tille, France). Este sistema, también empleado para reconstrucciones de tendón de Aquiles y ligamento cruzado posterior, se compone de fibras de poliéster diseñadas con propiedades mecánicas resistentes a la fatiga y al estiramiento, simulando las características mecánicas de la articulación AC.<sup>22</sup> Tiefboeck en 2018 describió alcances a 7.4 años en cuarenta y siete pacientes llevados a reconstrucción con este sistema, reportó en todos resultados funcionales buenos a excelentes por escala de ASES y Constant, con un 11% de complicaciones y un 8.5% de revisiones.<sup>23</sup> Lu informó desenlaces satisfactorios con el uso de sistema LARS en veinticuatro pacientes, presentaron mejoría del dolor y recuperación funcional, preservando una reducción anatómica en veinte pacientes a treinta y seis meses.<sup>24</sup> Muccioli describió desenlaces en atletas profesionales y aficionados, en quienes se evidenció una recuperación funcional con un 2% de fallas.<sup>25</sup> Geraci también reportó desenlaces funcionales satisfactorios por escala Constant y mejoría completa del dolor en cuarenta y siete pacientes con reconstrucción con sistema LARS®, con solo dos casos de pérdida de reducción en los primeros días posteriores al procedimiento, asociados a inicio de curva quirúrgica de los cirujanos, sin otras complicaciones.<sup>26</sup> Otro tipo de injertos sintéticos como el Dacron (malla de poliéster utilizada principalmente en prótesis endovasculares) solo han reportado un 53% de éxito y altas tasas de complicaciones, hasta del 45%, con rupturas de los injertos.<sup>27</sup> Otros injertos como el Ligastic® (Orthomed, Saint Jannet – Francia) se han asociado a complicaciones. Mares reportó un 22% de osteólisis de clavícula, por lo cual actualmente este tipo de injerto sintético no es recomendado para reconstrucción AC.<sup>28</sup>

Al comparar el uso de injertos sintéticos o biológicos, Fauci, en 2013, desarrolló un estudio clínico aleatorizado prospectivo con cuarenta pacientes, evaluando injertos biológicos de semitendinoso con el injerto sintético LARS®, encontró que los pacientes con injertos biológicos presentaron mejores desenlaces funcionales por escala de Constant y que aquellos con injertos sintéticos mostraron mayor osteólisis y cambios artrósicos.<sup>29</sup>

### Injertos biológicos

Entre estos existen múltiples opciones de autoinjerto o alonjertos disponibles para la reconstrucción. Al evaluar la evidencia de cada uno en su mayoría corresponden a series de casos de pocos pacientes, sin grupo comparador o aleatorización de tratamientos quirúrgicos. Los autores de las técnicas reportan desenlaces satisfactorios en términos de funcionalidad y desenlaces informados por paciente (PROMS, por sus siglas en inglés). Entre las opciones

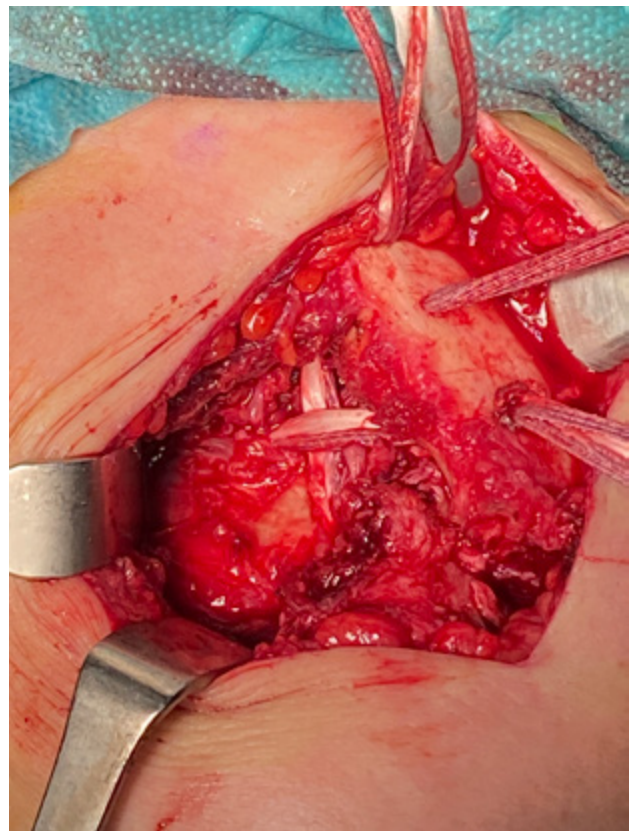


Figura 1: Reconstrucción coracoclavicular con aloinjerto de extensor *carpi radialis* con aumentación con Fibertape® (Arthrex Inc., Naples, FL, EE. UU.) y botón Dog Bone™ (Arthrex Inc., Naples, FL, EE. UU.).

de autoinjertos el más ampliamente utilizado es el de semitendinoso.<sup>30-32</sup> Sin embargo, existen otras opciones, entre las que se encuentran el *palmaris longus* (PL)<sup>33</sup> y *gracilis*<sup>34</sup> y el *peroneus longus*.<sup>35</sup> Entre los aloinjertos también se encuentran el tibial anterior,<sup>36</sup> el semitendinoso y el flexor *carpi radialis* (FCR).<sup>37</sup> El uso de autoinjertos tiene la desventaja de la lesión potencial del sitio donante, así como el impacto cosmético a este nivel.

Existen pocos estudios comparativos que permitan definir con exactitud la mejor opción de autoinjerto a utilizar, teniendo en cuenta que los estudios comparativos incluyen reconstrucciones no anatómicas. Mazzocca evaluó las diferencias biomecánicas de los diferentes tipos de injertos biológicos con semitendinoso contra la reconstrucción de Weaver-Dunn, encontró que la reconstrucción anatómica con injerto biológico logra una mayor estabilidad, mayor resistencia mecánica a la falla y menor traslación en tres planos.<sup>38</sup> Petersen comparó la estabilidad de la reconstrucción con FCR, con PL y con Weaver-Dunn, concluyó que la reconstrucción con FCR es superior, logrando una resistencia mecánica similar a la de los ligamentos coracoclaviculares nativos.<sup>37</sup>

Borbas<sup>39</sup> realizó una revisión sistemática comparando las diferentes técnicas de reconstrucción. Encontró que la tasa de complicaciones es de alrededor de un 15%, y si-

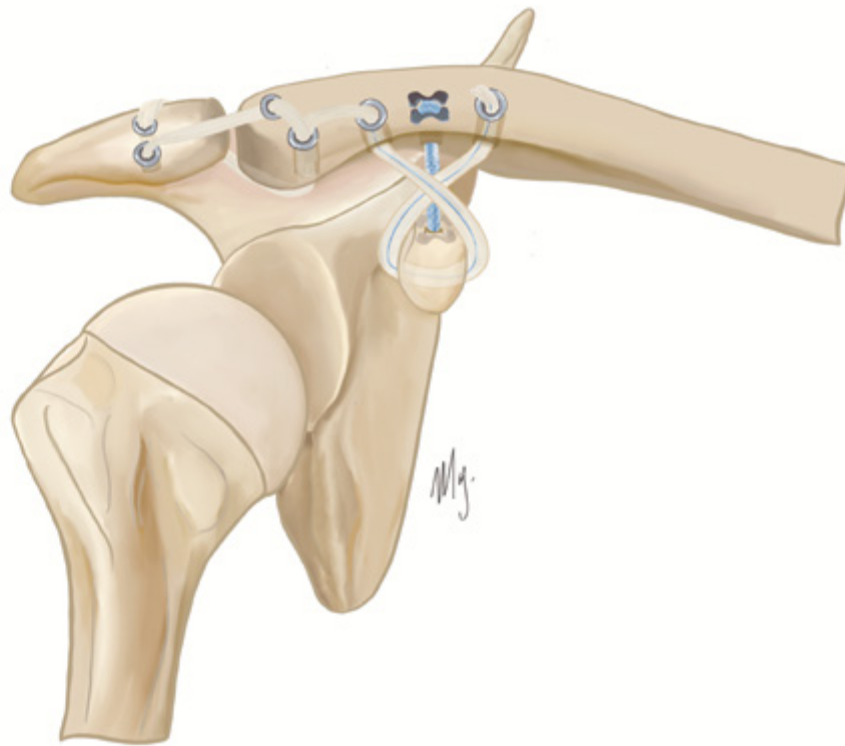


Figura 2: Técnica de reconstrucción en planos vertical y horizontal (tendón extensor isquiotibiales o tibial anterior) con aumentación utilizando Fibertape® (Arthrex Inc., Naples, FL. EE. UU.) y botón Dog Bone™ (Arthrex Inc., Naples, FL. EE. UU.) para la fijación coracoclavicular. La fijación acromioclavicular emplea cuatro túneles y fijación "en 8" del injerto. Ilustración por María José Vergara, MD. – Medicalart.

milar entre las técnicas anatómicas, tanto biológicas como sintéticas, y las técnicas no anatómicas. Las tasas de recurrencia también son similares entre las tres opciones de reconstrucción, entre un 5% y un 8%. Sin embargo, al valorar los desenlaces funcionales, las reconstrucciones con injertos biológicos presentaron mejores resultados por escala de Constant. Entre estas, la más frecuentemente realizada entre los estudios analizados es la reconstrucción con autoinjerto de semitendinoso (66.2% de los injertos biológicos) seguida de autoinjerto de *palmaris longus* (12.7% de los injertos biológicos) (fig. 1). Mendes, en 2019, comparó los resultados de las técnicas anatómicas con las técnicas no anatómicas, halló que las técnicas anatómicas resultan en una mayor recuperación funcional por escala de Constant, aunque no hay diferencias significativas en las tasas de falla o de retorno a la actividad laboral y dolor.<sup>40</sup>

La técnica de reconstrucción debe tener en cuenta la recuperación de la estabilidad en el plano vertical, no solo recuperando la función de los ligamentos coracoclaviculares sino también la estabilidad en el plano horizontal (fig. 2). De acuerdo a lo evaluado por Barth, existe una correla-

ción entre el resultado anatómico con el resultado funcional. Se encontró que el uso de injertos biológicos mejora la estabilidad horizontal y vertical en mediciones radiográficas y logra preservar una reducción anatómica de la luxación.<sup>2</sup> Recomienda abordar la articulación AC de rutina como primer paso del procedimiento de reconstrucción (fig. 3). Kibler reportó, con un seguimiento a tres años, buenos resultados funcionales por escala DASH, con solo uno de quince pacientes con pérdida de reducción por radiografías.<sup>41</sup>

Además de utilizar diferentes tipos de injerto para la reconstrucción coracoclavicular y acromioclavicular, el constructo se suele estabilizar con diferentes tipos de dispositivos suspensorios. Aunque a la fecha no existen estudios comparativos, diferentes autores han señalado éxito con varios tipos de estabilización complementaria con estos dispositivos. Cain evaluó el uso de autoinjerto de *gracilis* contralateral a través de túnel oblicuo acromial complementado con el uso de PDS trenzado, evitó así el uso de tornillos permitiendo una flexibilidad relativa de la fijación.<sup>42</sup> Utilizando aloinjerto de semitendinoso, LaPra-

de evaluó la reducción con sistema TightRope® (Arthrex, Naples, FL, EE. UU.) y Milano con suturas con Fibertape® (Arthrex, Naples, FL, EE. UU.), ambos grupos reportaron mejoría funcional y 11% de recurrencia, aunque sin síntomas.<sup>43</sup> Provencher<sup>44</sup> también informó buenos desenlaces con el uso de autoinjerto o aloinjerto de tibial anterior o semitendinoso aumentados con TightRope® (Arthrex, Naples FL, EE. UU.).

Inicialmente, la asistencia artroscópica fue descrita en reconstrucciones no anatómicas como el Weaver-Dunn por Boileau<sup>14</sup> y LaFosse.<sup>45</sup> Según Scheibel, el uso de la artroscopía, aunque requiere un entrenamiento específico e instrumental especial, tiene la ventaja de detectar lesiones glenohumorales asociadas que se presentan hasta en un 30% de los casos, siendo las más frecuentes las lesiones parciales articulares del manguito rotador, las lesiones en el tendón de la cabeza larga del bíceps y las de SLAP.<sup>46</sup> El autor describió el uso de esta técnica con estabilización con autoinjerto de *gracilis* aumentado con TightRope® (Arthrex, Naples FL, EE. UU.). Ranne evaluó la reconstrucción artroscópica con autoinjerto de semitendinoso con buenos desenlaces funcionales a dos años, reportó dos fracturas de coracoides en un grupo de cincuenta y ocho pacientes, las cuales pueden interpretarse como secundarias al brocado coracoides y no al uso de injertos o la técnica artroscópica.<sup>47</sup>

## COMPLICACIONES

Aunque el uso de injertos representa ventajas, como la integración biológica, y no requiere extracción del material, no son infrecuentes las complicaciones con su uso en reconstrucción de la luxación acromioclavicular. Estas, habitualmente, son difíciles de evaluar ya que existen múltiples opciones de técnicas, materiales e injertos y los desenlaces están reportados en series de casos de pocos pacientes, por lo general con períodos de seguimiento corto, en especial con las técnicas más avanzadas. Sin embargo, las complicaciones de las reconstrucciones de luxaciones AC crónicas pueden elevarse hasta un 27-50%.<sup>51</sup> Entre estas, las más frecuentemente reportadas son la pérdida de la reducción, que en muchos casos no se identifica si es radiográfica o sintomática. Ocurre por falla de material de fijación, como suturas o tornillos, elongación o ruptura de los injertos, o por efecto parabrisas del mismo en los túneles óseos. También pueden presentarse fracturas en los túneles a nivel de la clavícula o de la coracoides.

Millet publicó, en un seguimiento a dos años de treinta y siete pacientes manejados con reconstrucción anatómica con injertos libres, un 20% de complicaciones que requirieron procedimientos quirúrgicos adicionales, en

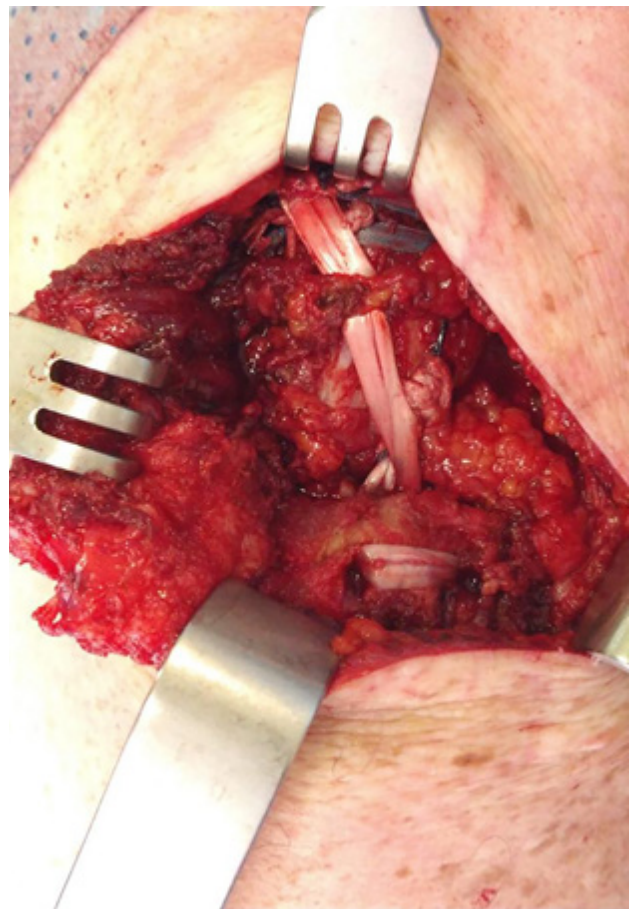


Figura 3: Reconstrucción acromioclavicular con aloinjerto de tibial anterior.

su mayoría por ruptura del injerto o fracturas. No obstante, los pacientes que no necesitaron cirugías de revisión tuvieron excelentes resultados clínicos y reportados en escalas de ASES y SANE.<sup>48</sup> Martetschlager, en cincuenta y cinco hombros con seguimiento a dos años, informó complicaciones en un 28.2% de los pacientes llevados a reconstrucción con injerto biológico, entre las más frecuentes se encontraron rupturas del injerto, fallas de material, fracturas y hombro rígido postoperatorio,<sup>49</sup> reportó desenlaces buenos a excelentes en términos de funcionalidad y calidad de vida solo en pacientes que no presentaron complicaciones. Hasta en un 4 a 6% de los casos de acuerdo a Mazzocca y Milewsky puede haber infección.<sup>50, 51</sup>

## PREFERENCIA DE LOS AUTORES

Consideramos realizar fijación con aumentación de injertos luego de tres semanas del trauma para favorecer los procesos biológicos relacionados con cicatrización. En estas cirugías, efectuamos una fijación coracoclavicular mediante cuatro cintas de supersuturas, y un aloinjerto de tendón flexor o extensor. Las cuatro cintas y el injerto se insertan por la superficie inferior de la coracoides reali-

zando un cerclaje y se identifican dos de estas supersuturas y ambos cabos del injerto, los cuales pasan a través de túneles en la clavícula en sitios aproximados de inserción de los ligamentos coracoclaviculares para prevenir traslación anteroposterior de la clavícula. Los otras dos cintas restantes se avanzan por el borde posterior de la clavícula generando un cerclaje completo coracoclavicular para prevenir traslación en el plano vertical. Si el paciente tiene un componente de inestabilidad horizontal en la articulación AC, identificado por hallazgos de examen físico y radiológicos prequirúrgicos, o hallazgos intraoperatorios, se adiciona una fijación AC con cintas tunelizadas entre el acromion y el extremo distal de la clavícula con configuración cruzada y nudos de niza. Uno de los extremos finales del injerto que ya ha pasado a través de la fijación coracoclavicular se adiciona a esta última reparar-

ción. Los pacientes se inmovilizan con cabestrillo por un período de cuatro a seis semanas durante las cuales se inicia el proceso de rehabilitación.

## CONCLUSIONES

Aunque existen múltiples dispositivos y técnicas quirúrgicas para la reconstrucción en luxaciones acromioclaviculares crónicas, el uso de injertos resulta esencial para optimizar el proceso de cicatrización y recuperar la estabilidad biomecánica. La reconstrucción anatómica en dos planos, tanto a nivel AC como CC con injertos biológicos, sean autoinjertos o aloinjertos, tiende a tener desenlaces clínicos superiores. Complicaciones como pérdida de la reducción, ruptura del injerto o fracturas no son infrecuentes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Codman E. *The shoulder: Rupture of the supraspinatus tendon and other lesions in or about the subacromial bursa*. T. Todd Company, Editor. Boston, Mass; 1934.
- Barth J; Duparc F; Andrieu K; Duport M; Toussaint B; Bertiaux S; et al. Is coracoclavicular stabilisation alone sufficient for the endoscopic treatment of severe acromioclavicular joint dislocation (Rockwood types III, IV, and V)? *Orthop Traumatol Surg Res*, 2015; 101(8 Suppl): S297-303.
- Keener JD. Acromioclavicular joint anatomy and biomechanics. *Oper Tech Sports Med*, 2014; 22(3): 210-3.
- Mazzocca AD; Arciero RA; Bicos J. Evaluation and treatment of acromioclavicular joint injuries. *Am J Sports Med*, 2007; 35(2): 316-29.
- Gorbaty JD; Hsu JE; Gee AO. Classifications in brief: Rockwood classification of acromioclavicular joint separations. *Clin Orthop Relat Res*, 2017; 475(1): 283-7.
- Weinstein DM; McCann PD; McIlveen SJ; Flatow EL; Bigliani LU. Surgical treatment of complete acromioclavicular dislocations. *Am J Sports Med*, 1995; 23(3): 324-31.
- Costic RS; Labriola JE; Rodosky MW; Debski RE. Biomechanical rationale for development of anatomical reconstructions of coracoclavicular ligaments after complete acromioclavicular joint dislocations. *Am J Sports Med*, 2004; 32(8): 1929-36.
- Lee SJ; Nicholas SJ; Akizuki KH; McHugh MP; Kremenich IJ; Ben-Avi S. Reconstruction of the coracoclavicular ligaments with tendon grafts a comparative biomechanical study. *Am J Sports Med*, 2003; 31(5): 648-55.
- Saccomanno MF; Sircana G; Cardona V; Vismara V; Scaini A; Salvi AG; et al. Biologic and synthetic ligament reconstructions achieve better functional scores compared to osteosynthesis in the treatment of acute acromioclavicular joint dislocation. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc*, 2020; 29(7): 2175-93.
- Cano-Martínez JA; Nicolás-Serrano G; Bento-Gerard J; Marín FP; Grau JA; Antón ML. Chronic acromioclavicular dislocations: multidirectional stabilization without grafting. *JSES Int*, 2020; 4(3): 519-31.
- Weaver JK; Dunn HK. Treatment of acromioclavicular injuries, especially complete acromioclavicular separation. *J Bone Joint Surg Am*, 1972; 54(6): 1187-94.
- Boström Windhamer HA; von Heideken JP; Une-Larsson VE; Ekelund AL. Surgical treatment of chronic acromioclavicular dislocations: A comparative study of Weaver-Dunn augmented with PDS-braid or hook plate. *J Shoulder Elbow Surg*, 2010; 19(7): 1040-8.
- Al-Ahaideb A. Surgical treatment of chronic acromioclavicular joint dislocation using the Weaver-Dunn procedure augmented by the TightRope® system. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2014; 24(5): 741-5.
- Boileau P; Old J; Gastaud O; Brassart N; Roussanne Y. All-arthroscopic Weaver-Dunn-Chuinard procedure with double-button fixation for chronic acromioclavicular joint dislocation. *Arthroscopy*, 2010; 26(2): 149-60.
- Galasso O; Tarducci L; De Benedetto M; Orlando N; Mercurio M; Gasparini G; et al. Modified Weaver-Dunn procedure for type 3 acromioclavicular joint dislocation: functional and radiological outcomes. *Orthop J Sports Med*, 2020; 8(3): 2325967120905022.
- Jari R; Costic RS; Rodosky MW; Debski RE. Biomechanical function of surgical procedures for acromioclavicular joint dislocations. *Arthroscopy*, 2004; 20(3): 237-45.
- Jiang C; Wang M; Rong G. Proximally based conjoint tendon transfer for coracoclavicular reconstruction in the treatment of acromioclavicular dislocation. *J Bone Joint Surg Am*, 2007; 89(11): 2408-12.
- Dewar FP; Barrington TW. The treatment of chronic acromioclavicular dislocation. *J Bone Joint Surg Br*, 1965; Feb; 47: 32-5.
- Sloan SM; Budoff JE; Hipp JA; Nguyen L. Coracoclavicular ligament reconstruction using the lateral half of the conjoint tendon. *J Shoulder Elbow Surg*, 2004; 13(2): 186-90.
- Selim NM. Open anatomic coracoclavicular ligament reconstruction by modified conjoint tendon transfer for treatment of acute high-grade acromioclavicular dislocation. *Arthrosc Tech*, 2018; 7(11): e1157-e1165.
- Beitzel K; Obopilwe E; Apostolakis J; Cote MP; Russell RP; Charette R; et al. Rotational and translational stability of different methods for direct acromioclavicular ligament repair in anatomic acromioclavicular joint reconstruction. *Am J Sports Med*, 2014; 42(9): 2141-8.
- Giannotti S; Dell'Osso G; Bugelli G; Cazzella N; Guido G. Surgical treatment of acromioclavicular dislocation with LARS artificial ligament. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2013; 23(8): 873-6.
- Tiefenboeck TM; Boesmueller S; Popp D; Payr S; Joestl J; Binder H; et al. The use of the LARS system in the treatment of AC joint instability - Long-term results after a mean of 7.4 years. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2018; 104(6): 749-54.
- Lu N; Zhu L; Ye T; Chen A; Jiang X; Zhang Z; et al. Evaluation of the coracoclavicular reconstruction using LARS artificial ligament in acute acromioclavicular joint dislocation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2014; 22(9): 2223-7.
- Marcheggiani Muccioli GM; Manning C; Wright P; Grassi A; Zaffagnini S; Funk L. Acromioclavicular joint reconstruction with the LARS ligament in professional versus non-professional athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2016; 24(6): 1961-7.
- Geraci A; Ricciardi A; Pilla D; Montagner IM; Camarda L; D'Arienzo A; et al. Acromion clavicular joint reconstruction with LARS ligament in acute dislocation. *Arch Bone Jt Surg*, 2019; 7(2): 143-50.
- Fraschini G; Ciampi P; Scotti C; Ballis R; Peretti GM. Surgical treatment of chronic acromioclavicular dislocation: Comparison between two surgical procedures for anatomic reconstruction. *Injury*,

- 2010; 41(11): 1103-6.
28. Mares O; Luneau S; Staquet V; Beltrand E; Bousquet PJ; Maynou C. Acute grade III and IV acromioclavicular dislocations: Outcomes and pitfalls of reconstruction procedures using a synthetic ligament. *Orthop Traumatol Surg Res*, 2010; 96(7): 721-6.
  29. Fauci F; Merolla H; Paladini P; Campi F; Porcellini G. Surgical treatment of chronic acromioclavicular dislocation with biologic graft vs synthetic ligament: A prospective randomized comparative study. *J Orthop Traumatol*, 2013; 14(4): 283-90.
  30. Tauber M; Gordon K; Koller H; Fox M; Resch H. Semitendinosus tendon graft versus a modified Weaver-Dunn procedure for acromioclavicular joint reconstruction in chronic cases: A prospective comparative study. *Am J Sports Med*, 2009; 37(1): 181-90.
  31. Hegazy G; Safwat H; Seddik M; Al-shal EA; El-Sebaey I; Negm M. Modified Weaver-Dunn procedure versus the use of semitendinosus autogenous tendon graft for acromioclavicular joint reconstruction. *Open Orthop J*, 2016; 10: 166-78.
  32. Baran S; Belisle JG; Granger EK; Tashjian RZ. Functional and radiographic outcomes after allograft anatomic coracoclavicular ligament reconstruction. *J Orthop Trauma*, 2018; 32(4): 204-10.
  33. Kocaoglu B; Ulku TK; Gereli A; Karahan M; Türkmen M. Palmaris longus tendon graft versus modified Weaver-Dunn procedure via dynamic button system for acromioclavicular joint reconstruction in chronic cases. *J Shoulder Elbow Surg*, 2017; 26(9): 1546-52.
  34. Law KY; Yung SH; Ho PY; Chang HT; Chan KM. Coracoclavicular ligament reconstruction using a gracilis tendon graft for acute type-III acromioclavicular dislocation. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2007; 15(3): 315-8.
  35. Zhu Y; Hsueh P; Zeng B; Chai Y; Zhang C; Chen Y; et al. A prospective study of coracoclavicular ligament reconstruction with autogenous peroneus longus tendon for acromioclavicular joint dislocations. *J Shoulder Elbow Surg*, 2018; 27(6): e178-e188.
  36. Deveci A; Firat A; Yilmaz S; Yildirim A; Acar H; Unal K; et al. Acromioclavicular reconstruction using hook plate and anterior tibial tendon allograft with triple tunnel: The early results of revision surgery using a novel surgical technique. *Int J Shoulder Surg*, 2013; 7(4): 132-8.
  37. Grutter PW; Petersen SA. Anatomical acromioclavicular ligament reconstruction: A biomechanical comparison of reconstructive techniques of the acromioclavicular joint. *Am J Sports Med*, 2005; 33(11): 1723-8.
  38. Beitzel K; Obopilwe E; Chowaniec DM; Niver GE; Nowak MD; Hanypsiak BT; et al. Biomechanical comparison of arthroscopic repairs for acromioclavicular joint instability: Suture button systems without biological augmentation. *Am J Sports Med*, 2011; 39(10): 2218-25.
  39. Borbas P; Churchill J; Ek ET. Surgical management of chronic high-grade acromioclavicular joint dislocations: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg*, 2019; 28(10): 2031-8.
  40. Xará-Leite F; Andrade R; Moreira PS; Coutinho L; Ayeni OR; Sevivas N; et al. Anatomic and non-anatomic reconstruction improves post-operative outcomes in chronic acromio-clavicular instability: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019; 27(12): 3779-96.
  41. Kibler W Ben; Sciascia AD; Morris BJ; Dome DC. Treatment of symptomatic acromioclavicular joint instability by a docking technique: Clinical indications; surgical technique, and outcomes. *Arthroscopy*, 2017; 33(4): 696-708.e2.
  42. Scillia AJ; Cain EL. Acromioclavicular joint reconstruction. *Arthrosc Tech*, 2015; 4(6): e877-83.
  43. LaPrade RF; Hilger B. Coracoclavicular ligament reconstruction using a semitendinosus graft for failed acromioclavicular separation surgery. *Arthroscopy*, 2005; 21(10): 1277.
  44. Kennedy MI; Peebles LA; Provencher MT; LaPrade RF. Acromioclavicular and coracoclavicular ligament reconstruction for acromioclavicular joint instability. *JBJS Essent Surg Tech*, 2019; 9(4): e32.1-2.
  45. Lafosse L; Baier GP; Leuzinger J. Arthroscopic treatment of acute and chronic acromioclavicular joint dislocation. *Arthroscopy*, 2005; 21(8): 1017.
  46. Pauly S; Kraus N; Greiner S; Scheibel M. Prevalence and pattern of glenohumeral injuries among acute high-grade acromioclavicular joint instabilities. *J Shoulder Elbow Surg*, 2013; 22(6): 760-6.
  47. Ranne JO; Kainonen TU; Lehtinen JT; Kanto KJ; Vastamäki HA; Kukkonen MK; et al. Arthroscopic coracoclavicular ligament reconstruction of chronic acromioclavicular dislocations using autogenous semitendinosus graft: A two-year follow-up study of 58 patients. *Arthrosc Sports Med Rehabil*, 2020; 2(1): e7-e15.
  48. Millett PJ; Horan MP; Warth RJ. Two-year outcomes after primary anatomic coracoclavicular ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 2015; 31(10): 1962-73.
  49. Martetschläger F; Horan MP; Warth RJ; Millett PJ. Complications after anatomic fixation and reconstruction of the coracoclavicular ligaments. *Am J Sports Med*, 2013; 41(12): 2896-903.
  50. Carofino BC; Mazzocca AD. The anatomic coracoclavicular ligament reconstruction: Surgical technique and indications. *J Shoulder Elbow Surg*, 2010; 19(2 Suppl): 37-46.
  51. Milewski MD; Tompkins M; Giugale JM; Carson EW; Miller MD; Diduch DR. Complications related to anatomic reconstruction of the coracoclavicular ligaments. *Am J Sports Med*, 2012; 40(7): 1628-34.