

INVESTIGACION

Inervación macroscópica y microscópica del ligamento glenohumeral inferior del hombro

ANTONIO GOSAK,* MICHAEL OETTINGER* y PABLO YEMA**

*Hospital Alemán, Buenos Aires, **II Cátedra de Anatomía de la Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

RESUMEN: Se investigaron 45 hombros de especímenes humanos adultos, sobre los que se realizaron disecciones quirúrgicas convencionales y microdissección con elementos de magnificación visual (lupa x3,5) para buscar la inervación del ligamento glenohumeral inferior (LGHI). Se realizaron tinciones con hematoxilina y eosina para confirmar la naturaleza ligamentaria, con tricrómico de Masson para identificar el recorrido de las fibras nerviosas intraligamentarias. La inervación del LGHI está dada en un 93,33% (42 casos) por el nervio circunflejo; en 2,2% (1 caso), por el nervio radial. En el 4,4% (2 casos), no había inervación aparente, que luego se pudo detectar bajo microscopio. Identificamos dos patrones de inervación. El tipo 1, se caracterizan por 2 ó 3 colaterales que se desprenden del tronco del nervio desde la cara exterior y, luego, transcurren en sentido divergente hasta abordar al ligamento aproximadamente 15 mm más posterior y lateral. En el tipo 2, el nervio circunflejo no envía ningún colateral hasta llegar a la parte posterior del ligamento y, aquí, se abre un abanico de múltiples colaterales, en promedio 5, que ingresan en el ligamento. Los dos patrones de inervación muestran un diseño de distribución especialmente preparado para evitar una desnervación del ligamento ante una desinserción o ruptura intrasustancia de éste. Concluimos que el circuito neural queda indemne luego de una luxación y que una reinserción devuelve la activación normal de los mecanorreceptores.

PALABRAS CLAVE: Ligamento glenohumeral inferior. Nervio circunflejo. Nervio radial.

GROSS AND MICROSCOPIC INNERVATION OF THE INFERIOR GLENOHUMERAL LIGAMENT OF THE SHOULDER

ABSTRACT: Forty five adults shoulders were studied with conventional procedures and later with microdissection under magnification (3,5x lens). We specially looked for and described the innervation of the inferior glenohumeral ligament (IGHL). Samples of the ligaments were stained with hematoxylin and eosin in order to be analyzed microscopically. Special staining with Masson's trichrome was used to identify and detail the nerve fibers included in the ligamentous structures. Innervation of the IGHL is provided in 93.33% (42 cases) by axillary nerve and in 2.2% (1 case) by radial nerve. In 2 cases (4.4%) innervation was not apparent macroscopically, later it was found microscopically. We also found 2 patterns of nerve supply. Type 1: 2 or 3 collaterals from the anterior part of main trunk which later diverge to enter ligament. Type 2: the axillary nerve does not provide a branch until it reaches the posterior part of the ligament and then divides in 5 branches which enter it. In both types the branches enter the ligament on the midline. We conclude that the neural arch remains unaffected after most dislocations and the reinsertion may help to reactivate the mechanoreceptors.

KEY WORDS: Inferior glenohumeral ligament. Axillary nerve. Radial nerve.

Recibido el 6-12-1999. Aceptado luego de la evaluación el 3-9-2001. Correspondencia:

Dr. ANTONIO GOSAK
Pueyrredón 1640
(1118) Buenos Aires
Argentina
Tel.: (011)4827-7000
Fax: (011)4805-6087

Hasta los años ochenta aproximadamente, se creía que los ligamentos actuaban limitando los movimientos meramente en función de su resistencia mecánica, como simples cuerdas inertes. En la actualidad, se sabe que poseen receptores sensibles para estímulos mecánicos, que activan un reflejo de nivel segmentario y determinan la contracción muscular ante un movimiento brusco o excesivo que ponga en peligro la indemnidad articular. Este conocimiento generó una polémica acerca del tratamiento de

la inestabilidad del hombro. Así, se encuentra frecuentemente en una luxación anterior del hombro un desprendimiento del ligamento glenohumeral inferior (LGHI) que, a su vez, anula la retroalimentación propioceptiva. Muchas de las antiguas técnicas quirúrgicas a cielo abierto no consideran una reinserción ligamentaria. La pregunta que nos formulamos en este aspecto fue: ¿cuándo se lesiona el ligamento se interrumpe anatómicamente el arco reflejo? En este caso, por más que suturemos el ligamento no habrá restauración de éste. Más específicamente, la que constituye la pregunta central de nuestro trabajo: ¿Cómo es la inervación macro y microscópica del LGHI? Esta información nos permitirá saber si la reinserción del LGHI devuelve al hombro su mecanismo de retroalimentación propioceptiva de defensa. Este es un dato fundamental para tomar decisiones terapéuticas y establecer un protocolo de rehabilitación. Las investigaciones realizadas hasta el momento, que se pueden obtener en una búsqueda bibliográfica, resultan incompletas o hacen solamente una referencia tangencial al problema. El trabajo realizado responde de la pregunta planteada y presenta variedades anatómicas no descritas previamente. Finalmente, esperamos que el trabajo sirva de ayuda para comprender el mecanismo propioceptivo del hombro y para plantear nuevas preguntas para futuras investigaciones.

Material y métodos

Para este trabajo, utilizamos 45 hombros de especímenes humanos adultos, conservados en formol al 40%. El método fue disección quirúrgica convencional y microdisección empleando elementos de magnificación visual (lupa x3,5). Abordamos la región por su cara anterior con una incisión tipo hoja de libro. Disecamos sucesivamente el plano del tejido celular subcutáneo, el pectoral mayor y el pectoral menor hasta el paquete axilar. En este punto, identificamos el tronco secundario posterior del plexo braquial, disecamos los elementos vasculares y seguimos el tronco secundario posterior desde el vértice de la axila hacia distal, con microdisección prestando especial atención a las ramas colaterales que emergieran del tronco o ya de los nervios radial o circunflejo, y que se dirigieran hacia LGHI. En un segundo paso, tomamos muestras de cada uno de los ligamentos, los sometimos a técnica histológica convencional y teñimos cada uno de ellos con hematoxilina y eosina para verificar su naturaleza histológica ligamentaria, por un lado, y, por otro, con tricrómico de Masson para corroborar la presencia de elementos nerviosos y, a la vez, describir el recorrido y extensión de los axones.

Resultados

En las 45 disecciones, encontramos al LGHI inervado por el circunflejo (42 casos; 93,33%), por el radial (1 caso; 2,2%) y sin inervación aparente (2 casos; 4,4%). De los ligamentos inervados por el nervio circunflejo, pudimos diferenciar dos patrones diferentes, que llamamos tipo 1 y tipo 2. En el tipo 1, observamos que se desprenden

algunos colaterales como troncos bien definidos del cuerpo principal del nervio, y se dirigen hacia el ligamento, dividiéndose poco antes de penetrarlo. Estos colaterales, en general, nacen cuando el circunflejo acaba de pasar el borde inferior del músculo subescapular o, por lo menos, en la porción anterior del LGHI, de aquí transcurren separándose paulatinamente del tronco madre, casi paralelo a éste, pero sin ingresar directamente en la cápsula, sino unos milímetros (10-20 mm) más posterior. De este modo, el nervio puede acompañar a la cápsula y estar protegido de desgarros frente a la amplia movilidad del hombro (Fig. 1). Observamos que cuando los colaterales responden a este tipo, su número promedio es de 2,5 (rango 2-3 colaterales). En este caso particular, es interesante destacar que, por su tamaño y ubicación, estos colaterales son prácticamente imposibles de ver en una operación a cielo abierto y, por lo tanto, está seriamente comprometida su integridad cuando es necesaria una intervención.

En el tipo 2, encontramos que el nervio circunflejo no envía ningún colateral hasta haber llegado a la parte posterior del ligamento y, aquí, se abre un abanico perpendicular de múltiples colaterales, en promedio 5 (rango 3-7 colaterales). El diámetro de las ramas colaterales osciló entre 0,5 y 1 mm. El sitio de entrada de las ramas colaterales en el LGHI fue siempre en la línea media, sentido medio-lateral, es decir, un punto equidistante entre la inserción humeral y la escapular. En el sentido anteroposterior, en la mayoría de los casos, observamos que el ingreso fue cerca del borde posterior del ligamento. Hallamos que las ramas una vez que llegan a la cápsula, se bifurcan en una rama, medial y otra lateral (Fig. 2). Observamos que éstas se distribuyen intraligamentariamente hacia las inserciones humeral y escapular, sin penetrar en el hueso.

Cualquiera de estos patrones de inervación muestra un diseño de distribución especialmente preparado para evitar una desnervación del ligamento, ante una desinserción o ruptura intrasustancia de éste. Esto no hace más

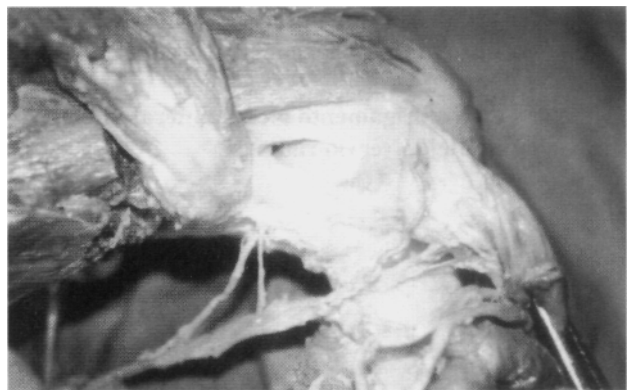


Figura 1. Hombro derecho visto desde atrás. En la parte inferior, se observa el nervio circunflejo emitiendo dos colaterales al ligamento glenohumeral inferior (patrón 1).

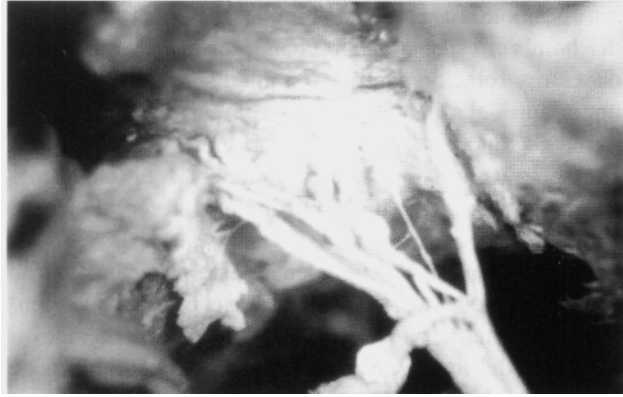


Figura 2. Hombro derecho visto desde atrás. En la parte inferior, se observa el nervio circunflejo emitiendo múltiples colaterales en forma de abanico que llegan a la parte posterior del ligamento glenohumeral inferior (patrón tipo 2).

que confirmar la importancia biológica intrínseca de este dispositivo sensorial.

En los dos casos en los que no encontramos inervación macroscópica, pese a la delicada disección y al uso de la lupa, la comprobamos posteriormente en la preparación microscópica. En el caso en el que encontramos inervación por el nervio radial, una gruesa rama colateral (1 mm) se desprende del tronco del nervio y se dirige en forma perpendicular hacia el LGHI, penetrándolo en un punto equidistante de las inserciones humeral y escapular. Observamos que, al ingresar en el ligamento, se divide en un ramillete de múltiples colaterales.

Bajo el microscopio, pudimos detectar axones de diferentes calibres. Especialmente interesante fue el recorrido sinuoso de los nervios. Esto los hace particularmente aptos para adaptarse rápida y seguramente a diferentes longitudes del ligamento (Fig. 3). El conjunto de los cortes muestra que el ligamento glenohumeral está dotado de una densa red neural. Junto a las estructuras axonales, encontramos también mecanorreceptores.³ Dentro de la estructura colágena del ligamento, así como en el tejido conectivo circundante, hallamos corpúsculos de Paccini, dos tipos de terminaciones de Ruffini y terminaciones nerviosas libres. No encontramos diferencias en la distribución de acuerdo con la edad. El mecanorreceptor más abundante en los ligamentos del hombro fue la terminación clásica de Ruffini. Los corpúsculos de Paccini fueron, en general, menos abundantes. El órgano de Ruffini descrito por Halata rara vez fue hallado (Fig. 4).¹²

Discusión

De acuerdo con la ley de Hilton, las articulaciones son inervadas por ramas de los nervios que van a los músculos que atraviesan la articulación; el LGHI está inervado principalmente por el nervio circunflejo y, muy

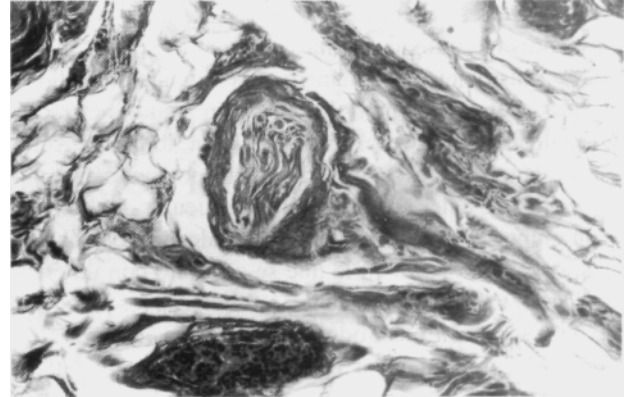


Figura 3. En el centro, se observa un filete nervioso en un corte oblicuo, rodeado por un perineuro grueso. Alrededor tejido fibroadiposo muy vascularizado.

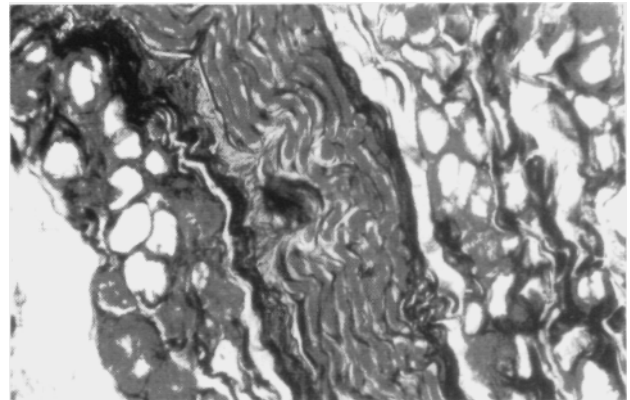


Figura 4. En el centro, se observa un fascículo nervioso miélinico con su característico aspecto ondulado, rodeado por perineuro. A la derecha e izquierda, fibras musculares.

rara vez, por el nervio radial.¹ Este tema está muy pobremente desarrollado en la literatura universal, lo cual resulta curioso, pues es fundamental para comprender el mecanismo propioceptivo del hombro y sus alteraciones.

El concepto de propiocepción se basa en que la retroalimentación neural al sistema nervioso central (SNC) es medida por mecanorreceptores cutáneos, musculares y articulares. Adicionalmente a los mecanorreceptores, las estructuras neurales articulares también incluyen terminaciones axonales libres nociceptivas.

La activación de los mecanorreceptores es producida por la deformación y carga de los tejidos blandos que componen la articulación. Esta estimulación neural viaja al SNC para integrarse con la vía cortical y los reflejos.

En 1994, Lephart y cols, realizaron un estudio con exámenes clínicos, en el que documentaron una menor propiocepción en pacientes con inestabilidad con respecto a individuos normales.⁷ En 1997, Tibone y cols, retoman la investigación y plantean que existen dos explica-

ciones posibles para este fenómeno. La primera es que los elementos neurológicos dentro del arco reflejo están dañados o disminuidos en número, y la segunda posibilidad es que estén sanos, pero que no estén siendo activados normalmente. Para resolver el problema, tomó un grupo de pacientes con inestabilidad anterior postraumática, un grupo de pacientes con hiperlaxitud articular del hombro y un grupo de individuos normales. Todos fueron sometidos a una artroscopia en la que se estimuló con un electrodo especial el LGHI y, luego, se midieron los potenciales evocados con electrodos de superficie. Encontraron que no había diferencias estadísticamente significativas entre estos tres grupos." Este resultado confirma la hipótesis de que el arco reflejo está sano, pero que no es activado correctamente. La pregunta es por qué no se activa el arco reflejo normalmente.

Con nuestra investigación, confirmamos que la red neural queda intacta ante una desinserción del ligamento. En este caso, el problema es que, al perder la tensión del ligamento, los mecanorreceptores no son correctamente estimulados.¹ Sin embargo, al reinsertar quirúrgicamente el complejo capsulo-ligamentario, se devuelve al hombro este mecanismo. Se sobrentiende que la devolución al hombro de su perfecto equilibrio neuromuscular es una condición fundamental para recuperar los niveles de máxima exigencia, esto es más importante aún en deportistas de alto rendimiento.^{2,6,10}

Conclusiones

El LGHI es el más grande y resistente de los ligamentos del hombro y es el único que se encuentra en for-

ma constante. Juega un papel importante en la estabilidad del hombro, especialmente cuando el brazo está en abducción y rotación externa. También son estabilizadores importantes el rodete glenoideo y el manguito rotador. El LGHI está inervado por ramas colaterales del nervio circunflejo, que varían en número entre 2 y 7, las cuales penetran por la parte media del ligamento, en sentido medio lateral, y se dividen antes en dos ramas que se dirigen hacia las inserciones del ligamento. Este particular patrón de inervación demuestra una elevada capacidad de defensa del sistema nervioso periférico frente a luxaciones o desgarros del ligamento. Así queda la red neural intacta, cuando se desinserta medialmente el LGHI (lesión de Bankart). Comunicamos un caso previamente no descrito de inervación del LGHI por el nervio radial.

Microscópicamente, el LGHI está dotado de mecanorreceptores (corpúsculos de Paccini, órganos y terminaciones de Ruffini) y los nervios intraligamentarios poseen un recorrido sinuoso para adaptarse a cambios de longitud. Estos elementos neurales forman parte de un arco reflejo propioceptivo que informa al SNC de cambios bruscos de posición del hombro y, por lo tanto, actúa como mecanismo de defensa contra lesiones articulares. Ante una ruptura ligamentaria, los mecanorreceptores no son correctamente estimulados y una reparación quirúrgica puede devolver al hombro la propiocepción. Es decir, que la estabilidad del hombro no está dada solamente por la resistencia mecánica de tendones y ligamentos, sino que existe un sistema "inteligente", donde el "cerebro" sería el LGHI. De este modo, se debe considerar ante una inestabilidad anterior (ruptura del LGHI) en la técnica quirúrgica, una reconstrucción del LGHI.^{4,5,13}

Referencias bibliográficas

1. **Aszmann, OC; Dellon, AL; Birely, BT, y Me Farlaud, EG:** Innervation of the human shoulder joint and its implications for surgery. *Clin Orthop*, 330: 202-207, 1996.
2. **Bigliani, LN; Pollock, RG.; Soslowski, LF; Flatow, EL; Pawluk, RF, y Mow, VC:** Tensile properties of the inferior glenohumeral ligament. *J Orthop Res*, 10: 187-197, 1992.
3. **Ferosch, F; Castro, WH; Grosse-Hackmann, A, y Clahsen, H:** Über die Funktion der glenohumeralen Ligamente bei der aktiven Sicherung der Schulterstabilität. *Z Orthop ihre Grenzgeb*, 133 (1): 67-71, 1995.
4. **Green, MR, y Christensen, KP:** Arthroscopic versus open Bankart procedures. A comparison of early morbidity and complications. *Arthroscopy*, 9 (4): 371-374, 1993.
5. **Greiger, NE; Harly, FA; Tovey, FA, y Rao, FP:** Results of arthroscopic versus open Bankart suture repair. *Clin Orthop*, 337: 111-117, 1997.
6. **Knatt, HT; Gnauche, C; Solomonow, M; Lu, Y; Baratta, R, y Zhon, BA:** The glenohumeral biceps reflex in the feline. *Clin Orthop*, 314: 247-252, 1995.
7. **Lephart, SM; Princivero, AM; Giraldo, FL, y Fu, F:** The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sports Med*, 25 (1): 130-137, 1997.
8. **Pavlik, A; Csepai, A; Hidas, P, y Banoczy, A:** Sports ability after Bankart procedure in professional athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 4: 116-120, 1990.
9. **Resch, H:** The Bankart procedure: a modification using transosseous sutures. *Orthop Traumatol*, 2: 19-28, 1993.
10. **Resch, H; Povacz, P, y Ritter, R:** Pathologie der unidirektionalem vorderen Schulterinstabilität. *Arthroskopie*, 12: 161-165, 1995.
11. **Tibone, FE; Fechter, F, y Kao, FT:** Evaluation of a proprioception pathway in patients with stable and unstable shoulders with somatosensory cortical evoked potentials. *J Shoulder Elbow Surg*, 6 (5): 440-443, 1997.
12. **Vangness, CT; Ennis, M; Taylor, FG, y Athinson, R:** Neural anatomy of the glenohumeral ligaments labrum and subacromial bursa. *Arthroscopy*, 11 (2): 180-184, 1995.
13. **Walch, G:** Chronic anterior glenohumeral instability. *J Bone Jt Surg (Br)*, 79 (2): 341-342, 1997.