

Vascularización del ligamento rotuliano

F. Forriol*, A. del Corral**, J. Vaquero***

*Laboratorio de Ortopedia. Dpto. de Cirugía Ortopédica. Clínica Universitaria de Navarra, Pamplona. **Servicios Médicos del Real Madrid C.F. Madrid.

***Dpto. de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid.

Correspondencia:

D. J. Vaquero
c/ Antonio López Aguado, 1
28029 Madrid

Los autores investigan la microvascularización del ligamento patelar mediante el estudio histológico y técnica de diafanización de Spalteholz en 8 rodillas de cordero. Los estudios microscópicos demuestran un patrón microvascular similar al del LCA, demostrándose en un caso la participación infrecuente de las inserciones óseas por la presencia de un vaso que comunicaba la red vascular endostal con la intraligamentosa. Asimismo, se ha confirmado la escasa vascularización central del ligamento y una menor contribución de los vasos procedentes del Hoffa en relación a las descripciones clásicas.

Palabras clave: Ligamento rotuliano, ligamento anterior cruzado, vascularización.

Vascularisation of the patellar ligament. The authors study the microvascularisation of the patellar ligament using histological studies and the Spalteholz diaphanization technique in eight lamb knee joints. The microscopical studies show a microvascular pattern similar to that of the ACL, and in a single case it has been possible to demonstrate the -infrequent- participation of bone insertions through the presence of a vessel joining the endosteal and the intraligamentous vessel networks. We have also been able to confirm the very scarce central vascularisation of the ligaments and the lesser contribution of vessels arising from the Hoffa as related to the classical descriptions.

Key words: Patellar ligament, anterior cruciate ligament, vascularisation.



Desde el punto de vista anatómico, se denominan ligamentos aquellas estructuras fibrosas y rígidas que tienen como misión estabilizar los movimientos articulares, manteniendo en todo momento la relación entre los huesos que unen.

Por tanto, sería más apropiado abandonar la denominación de tendón rotuliano y sustituirla por la de ligamento rotuliano, lo que además libera a la rótula de su condición de simple sesamoideo en el espesor de un tendón.

Este ligamento rotuliano es la estructura que con mayor frecuencia se utiliza en la cirugía de

reemplazo del ligamento cruzado anterior. Numerosos estudios en animales^(1,2) y en humanos⁽³⁾ han demostrado que el aporte vascular al ligamento cruzado anterior depende fundamentalmente de las estructuras periféricas y no de los anclajes óseos.

Nos hemos interesado por la labor de ampliar los deficientes conocimientos sobre la microvascularización del tendón patelar para poder establecer si la revascularización a través de los vasos periféricos, después de su colocación intraarticular, puede reproducir las condiciones previas al trasplante.

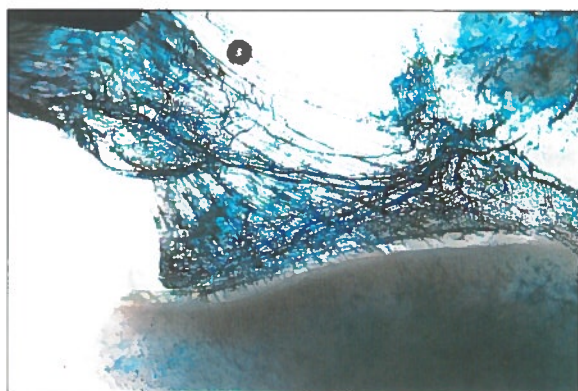


Figura 1. Vascularización del ligamento cruzado anterior. Obsérvese la gruesa arteria anterior (flecha) y las zonas avasculares a nivel de las inserciones (Técnica de Spalteholz).

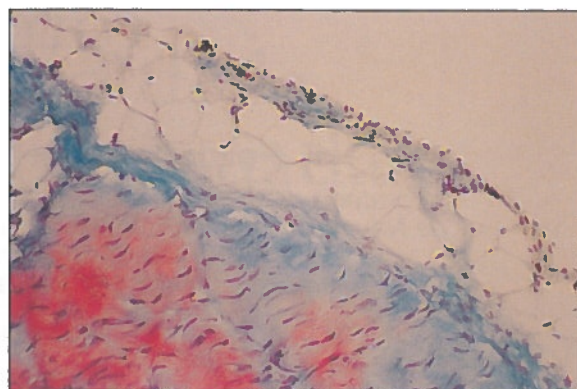


Figura 2. Ligamento procedente de un animal joven. Se observa abundante grasa en los tabiques conjuntivos.

MACROVASCULARIZACION DEL LCA Y DEL LIGAMENTO ROTULIANO

En 1938⁽⁴⁾, para Palmer era una regla que “una rotura total de un fascículo cruzado es incapaz de curar espontáneamente” lo que puede ser debido a la falta de vasos, si lo comparamos con el tejido vecino como puede ser la membrana sinovial^(5,6). Además, el líquido sinovial perjudica la organización del coágulo necesario para la cicatrización⁽⁷⁾.

Las fuentes vasculares del ligamento cruzado son las arterias geniculares. La arteria genicular media atraviesa la cápsula articular posterior y proporciona ramas que recorren el techo de la escotadura y llega a la sinovial que recubre al LCA, dando ramas periligamentarias que penetran entre los fascículos del tercio superior⁽⁸⁾. Las geniculares inferiores dan lugar a ramas que penetran en el paquete de Hoffa. Una rama gruesa se introduce entre las inserciones meniscales anteriores y penetra en la sinovial siguiendo al fascículo antero-interno. Su rotura es la causante de los hemartros (Figura 1). En ningún caso se observa vascularización procedente de los anclajes óseos⁽¹⁾.

El ligamento rotuliano se nutre a través de un plexo formado principalmente por la anastomosis de las arterias recurrente tibial, geniculares superior e inferior externas y también la ífero-interna.

Alm⁽²⁾ demuestra la participación de vasos procedentes del Hoffa en su cara posterior. Ramas de este plexo se introducen entre los fascículos de colágeno. La inyección de isótopos ra-

diactivos demuestra que no hay participación del líquido sinovial en la vascularización⁽⁹⁾.

MATERIAL Y METODO

En el presente estudio se ha empleado el tendón rotuliano de cordero, por ser éste un animal ampliamente utilizado en las investigaciones realizadas en el Departamento de Cirugía Ortopédica y Traumatología de la Clínica Universitaria de Navarra.

Se han obtenido 8 tendones rotulianos que se han fijado directamente en formol para su estudio histológico y para el análisis de su vascularización con la técnica de Spalteholz.

Antes de sacrificar los animales, se inyectó Azul Berlín para estudiar la vascularización del tejido neoforado siguiendo la técnica descrita por Spalteholz en 1912, y modificada posteriormente. Con el animal sedado con pentobarbital sódico (Tiobarbital®), y después de inyectar heparina, se efectuó una laparatomía media-baja, se disecó la aorta abdominal y su bifurcación en la zona pelviana, introduciendo una cánula de polietileno (nº 14) hasta llegar a la arteria femoral. Se procedió, a continuación, a ligar la arteria y la vena ilíaca común contralateral así como la aorta y vena cava caudal por encima del punto de entrada. Antes de inyectar el colorante, se introdujo lentamente suero fisiológico y agua oxigenada.

Cuando observamos que sale el suero por la vena cava caudal, comenzamos a perfundir el Azul Berlín de forma constante hasta que fluye el colorante de forma continua por la vena cava seccionada. El animal se sacrificó en ese



Figura 3. Zona de inserción del ligamento rotuliano en la tibia. No se observa paso de vasos.



Figura 5. Imagen tridimensional de la red vascular del ligamento rotuliano.

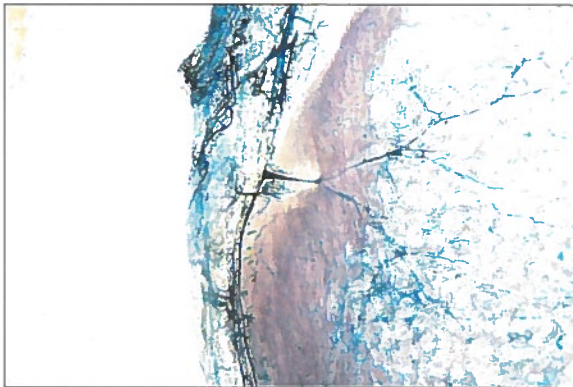


Figura 4. Arteria atravesando la zona de inserción rotuliana.



Figura 6. Corte transversal del ligamento rotuliano. Se observan vasos procedentes de la periferia que se disponen entre los fascículos fibrilares.

instante por sobredosis de pentobarbital sódico (Tiobarbital®) y 50 meq de ClK. Una vez efectuada la perfusión y retirada la cánula, se ligaron la aorta y la vena cava caudal para impedir el reflujó del contraste, y se introdujo al animal en la cámara frigorífica durante 24-48 horas. Una vez transcurrido ese tiempo, se obtienen el LCA y el ligamento rotuliano objeto de este estudio.

Posteriormente, se decalcificaron las piezas y se comenzó lavando en agua durante 30 minutos; se pasó, durante 12 horas, por agua oxigenada (10 volúmenes) y se efectuó la deshidratación, incluyendo posteriormente las piezas en benceno, bencilo benzoato y metil salicilato, según la técnica de diafanización.

RESULTADOS

Estudio histológico

Hemos observado algunas diferencias entre ligamentos jóvenes (1 mes) y ligamentos madu-

ros. El ligamento correspondiente a los animales más jóvenes presenta mucha grasa periférica así como en los tabiques fibrilares, presentando fibroblastos activos y vasos periféricos de gran calibre, rodeados de una cápsula activa y fina e inervada, con núcleos redondos y eucromáticos (Figura 2).

Por el contrario, el ligamento maduro presenta poca grasa periférica y ausencia de ella entre los tabiques, con fibroblastos poco activos que presentan un núcleo oscuro. Los vasos también son periféricos aunque parecen de menor calibre.

Técnica de diafanización de Spalteholz

En todos los casos estudiados se aprecia la separación entre el hueso y las fibras ligamentosas por una capa de fibrocartilago avascular (Figura 3). Sin embargo, en un caso hemos observado una pequeña arteria que atraviesa dicha capa a nivel de la inserción patelar y penetra en el interior del ligamento, anastomosándose con vasos procedentes de la periferia (Figura 4).



Figura 7. Corte sagital del ligamento patelar. Rica vascularización del paquete de Hoffa con escasas ramas hacia el ligamento patelar.

En cortes longitudinales se puede ver una red principal de vasos paralelos siguiendo la misma dirección del ligamento. Gracias a la imagen tridimensional que proporciona esta técnica, hemos podido apreciar que estos vasos longitudinales se ven unidos por vasos transversales más pequeños (Figura 5). Asimismo, hemos podido demostrar en nuestros casos la escasa participación de los vasos procedentes del paquete graso de Hoffa en la vascularización del ligamento patelar (Figura 6).

En cortes transversales se pueden observar vasos de diferente calibre en la cápsula que rodea al ligamento y en los tabiques de conjuntivo que separan los diferentes paquetes de fibras del ligamento. No se ven vasos dentro de los paquetes de fibras (Figura 7), existiendo una manifiesta hipovascularización central en todos los casos.

DISCUSION

En nuestro estudio hemos encontrado que la microvascularización del ligamento patelar es muy similar a la del ligamento cruzado anterior descrita por otros autores, confirmándose también el menor aporte vascular de la zona cen-

tral del ligamento en comparación con la periferia^(1,2). Hemos podido identificar el paso de algún vaso a través de la inserción patelar conectando la red endóstica y la intraligamentaria, confirmando que, al igual que lo que acontece con los ligamentos cruzados, los anclajes óseos contribuyen poco a la vascularización del ligamento patelar.

Asimismo, en nuestro estudio el aporte vascular procedente del paquete de Hoffa fue muy escaso. Coincidimos con Amiel⁽¹⁰⁾ que estas ramas observadas por Alm⁽²⁾ en el perro son aun más escasas en el humano. En estas condiciones, no nos parece justificada la antigua propuesta de Clancy⁽¹¹⁾ de realizar una plastia pediculada del tercio central del tendón rotuliano con el fin de conservar los vasos procedentes de Hoffa.

Los trabajos experimentales han demostrado que la revascularización del trasplante se realizará a través de vasos periféricos procedentes de la sinovial que recubrirá el implante⁽¹²⁾, y quizás tenga un papel importante en la nutrición el líquido sinovial⁽⁹⁾.

Hemos encontrado algunas terminaciones nerviosas acompañando a los vasos. Gardner⁽⁶⁾ sospechaba la interrelación entre la vascularización y la inervación ligamentaria, por tanto, no sería de extrañar que la inervación constituya un elemento fundamental en la regulación vascular.

CONCLUSION

La microvascularización del ligamento patelar sigue un patrón similar a la del LCA, confirmando la hipovascularización central por la excepcional presencia de arterias centrales procedentes de los anclajes óseos.

La escasa participación de los vasos procedentes del paquete adiposo de Hoffa nos autoriza a realizar un trasplante libre sin hipotecar de forma decisiva la revascularización que, en todo caso, será periférica a través del nuevo recubrimiento sinovial.

BIBLIOGRAFIA

1. Amoczky, S.P.; Rubin, R.M.; Marshall: Microvasculature of the cruciate ligaments and its response to injury: an experimental study in the dog. *J Bone Joint Surg*, 1979; 61A: 1221-1229.
2. Alm, A.; Strömberg, B.: Vascular anatomy of the patellar and cruciate ligaments: a microangiographic and histologic investigation in the dog. *Acta Chir Scandinavica*, 1994; Suppl. 445: 25-35.
3. Scapinelli, R.: Studies on the vasculature of the human knee joint. *Acta Anat*, 1986; 70: 305-331.
4. Palmer, I.: On the injuries to the ligaments of the knee joint: a cli-

- nical study. *Acta Chir Scandinavica*, 1938; Suppl. 53.
5. Davies, D.V.; Edwards, D.A.W.: The blood supply of the synovial membrane and intra-articular structures. *Ann Coll Surg Eng*, 1948; 2: 142-156.
 6. Gardner, E.: Physiology of blood and nerve supply of joints. *Bull Hospital Jt Dis*, 1954; 15: 35-44.
 7. O'Donoghue, D.H.; Frank, G.R.; Jeter, G.L.; Johnson, W.; Zeiders, J.W.; Kenyon, R.: Repair and reconstruction of the anterior cruciate ligament in dogs. Factors influencing long-term results. *J Bone Joint Surg*, 1971; 53A: 710-718.
 8. Jiménez Collado, J.; Guillén García, P.; Sobrado Pérez, J.: *La Rodilla*. Editorial MAPFRE, 1994.
 9. Amiel, D.; Abel, M.F.; Kleiner, J.B.; Akeson, W.H.: Synovial fluid nutrient delivery in the diarthral joint: an analysis of rabbit knee ligaments. *J Orthop. Res*, 1986; 4: 90-95.
 10. Amiel, D.; Billings, E.; Akeson W.H.: Ligament structure, chemistry and physiology. En: *Knee Ligaments*, capítulo 5. Ed. Raven Press. Nueva York, 1990.
 11. Clancy, W.G.; Thomson, E.; Duleland, R.T.; et al.: Anterior cruciate and posterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon using a medial vascularized graft, lateral vascularized graft and free patellar tendon graft. *Am J Sports Med*, 1987; 15: 399.
 12. Alm, A.; Strömberg, B.: Transposed medial third of patellar ligament in reconstruction of the anterior cruciate ligament. A surgical and morphologic study in dogs. *Acta Chir Scandinavica*, 1974, Suppl. 445: 37-49.
-