

Estudio anatomopatológico de los elementos neurales en el ligamento cruzado posterior en rodillas con gonartrosis

M. J. Sangüesa Nebot, F. Cabanes Soriano, R. Fernández Gabarda, E. Villanueva García, J. Esquerdo Mañez^a y C. Valverde Mordt
Servicios de Traumatología y Cirugía Ortopédica y ^aAnatomía Patológica. Hospital Arnau de Vilanova. Valencia.

El desarrollo de los diseños de los implantes de prótesis totales de rodilla ha ido acompañado de una controversia aún no solucionada sobre el papel y la función del ligamento cruzado posterior (LCP). Fundamentalmente se han realizado estudios y valoraciones de su papel biomecánico. Manteniéndose la discusión sobre el papel en la propiocepción de la rodilla artrósica del LCP, planteamos la realización del estudio histológico de las estructuras neurales en especímenes de LCP obtenidos en el momento de la cirugía protésica de la gonartrosis tricompartmental. Los resultados evidenciaron en 18 de las 23 muestras (78%) la existencia de filetes nerviosos periféricos con papel en la nocicepción articular. Según estos resultados la realización de las prótesis totales de rodilla con preservación del LCP permitiría un mejor funcionamiento y conservación del implante, aun cuando dicho LCP no fuese funcionante biomecánicamente.

Palabras clave: *prótesis, rodilla, ligamento cruzado posterior, propiocepción, estructuras neurales.*

Histologic study of neural elements in the posterior cruciate ligament in osteoarthritic knees

The design of total knee prostheses has generated and unresolved controversy regarding the role and function of the posterior cruciate ligament (PCL). Studies and assessments of its biomechanical role have been made. We focused the discussion on the role in proprioception of the PCL in the osteoarthritic knee by means of a histologic study of the neural structures in specimens of the PCL obtained in the course of prosthetic surgery for three-compartment gonarthrosis. The results in 18 of 23 specimens (78%) disclosed peripheral nerve fibers with a nociceptive function in the joint. According to these results, conservation of the PCL during total knee replacement would improve implant function and duration, even if the PCL has no biomechanical function.

Key words: *prosthesis, knee, posterior cruciate ligament, proprioception, neural structures.*

Desde mediados de los 70 se ha intentado reproducir el modelo de la rodilla normal en el diseño de las prótesis totales de rodilla. Y desde el principio se ha debatido, y continúa hoy haciéndose, sobre la cuestión de mantener o sacrificar el ligamento cruzado posterior (LCP)¹. Esta controversia llevó y lleva a la realización de diseños protésicos diferentes en función de si se pretende con éstos sustituir o no el mencionado ligamento cruzado posterior.

Correspondencia:

M. J. Sangüesa Nebot.
 Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica.
 Hospital Arnau de Vilanova de Valencia.
 C/ San Clemente, 27
 46015 Valencia.
 Correo electrónico: mjosan@comv.es

Recibido: abril de 2002.

Aceptado: septiembre de 2002.

El ligamento cruzado posterior es un ligamento fuerte, que en las rodillas normales cumple una función biomecánica dando estabilidad y facilitando el deslizamiento y la relación femoro-tibial y la función del cuádriceps. Se han realizado diferentes estudios que planteaban las diferencias funcionales de las rodillas sustituidas en tanto su preservación o no, y su sustitución o no con diferentes modelos protésicos²⁻⁷. Esta controversia sobre mantener o no el LCP inicialmente tendría sentido para aquellos que defienden la conservación de dicho LCP, si se demostrase que éste tiene una estructura histológica adecuada, que sería la que le permitiría teóricamente mantener su función.

Así, intentando valorarlo, se ha estudiado la estructura histológica del mismo en especímenes obtenidos en gonartrosis en el momento de realizar una prótesis total de rodilla, observándose la existencia de arquitecturas histológicas alteradas con diferentes fenómenos degenerativos⁸⁻¹¹. Esto

lleva a pensar cuál es el papel del LCP cuando se conserva en las prótesis totales de rodilla, ya que con tales alteraciones estructurales se podría cuestionar su actuación biomecánica real. El otro papel atribuido al LCP es su trabajo en la propiocepción^{12,13}, y cabe preguntarse en este punto si el LCP en las gonartrosis mantendrá una estructura neural que le permita realizar esta función.

MATERIAL Y MÉTODO

Se planteó como objetivo de este estudio la valoración sistemática de la histología neurológica del LCP en un grupo consecutivo de 23 rodillas sometidas a la colocación de una prótesis total de rodilla. El diagnóstico prequirúrgico de los 23 pacientes fue de gonartrosis tricompartmental, y ninguno de ellos se había sometido previamente a otro tratamiento quirúrgico en la misma rodilla.

En el grupo se incluyeron 7 hombres y 16 mujeres, con una edad media de 70 años (entre 60 y 79 años). Todas las prótesis totales de rodilla se realizaron a través de una incisión longitudinal anterior central en piel y parapatelar medial interna, que permitía la artrotomía con inversión de la rótula. Se obtuvo una muestra longitudinal amplia del LCP desde su inserción proximal a distal. Las muestras, identificados los extremos de inserción tibial y femoral, se fijaron en formol al 10% para remitir a estudio, y luego se realizaron cortes transversos sucesivos, que se tiñeron con hematoxilina eosina y S-100 para valoración de elementos neurales, examinándose con microscopia óptica.

RESULTADOS

La valoración anatomopatológica se dirigió en esta serie al estudio de los elementos neurales en el LCP. Incidentalmente se señaló que en todos, excepto en un caso, se describían varios focos degenerativos intersticiales. En lo referente a los elementos neurales, 5 especímenes no presentaron estructuras neurales y 18 casos (78%) sí los presentaron, concretamente: 10 casos tuvieron escasos filetes/fibrillas nerviosas periféricas, tanto a nivel proximal como distal, y 8 casos tuvieron abundantes filetes nerviosos periféricos, tanto a nivel proximal como distal (figs. 1, 2 y 3).

DISCUSIÓN

Cuando en el momento de realizar un diseño para una sustitución protésica en la rodilla se discute si preservar o no el LCP, cabe pensar que las argumentaciones se realizan sobre la base de que si éste se preserva mantiene o no la función que realiza en las rodillas normales. Han sido varios

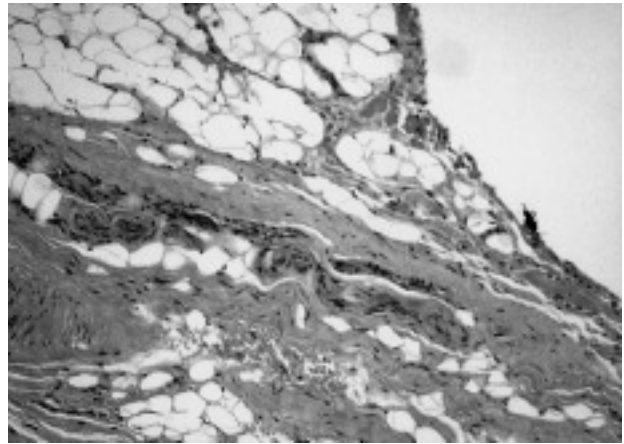


Figura 1. Filete nervioso central aislado en una zona con degeneración condroide (tinción: hematoxilina eosina, 10×).

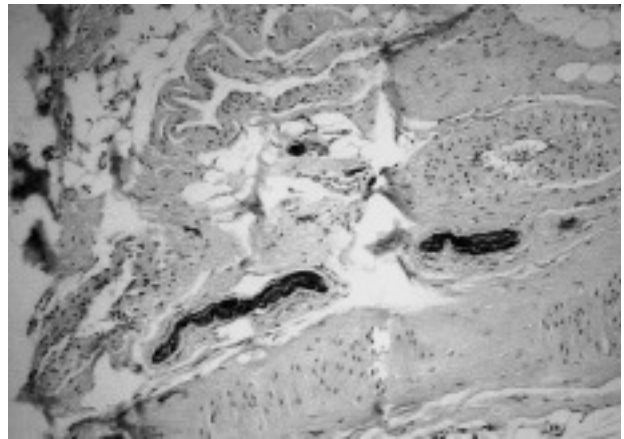


Figura 2. Filete nervioso cerca de la sinovial en una zona con degeneración de la estructura histológica (tinción: S-100, 10×).

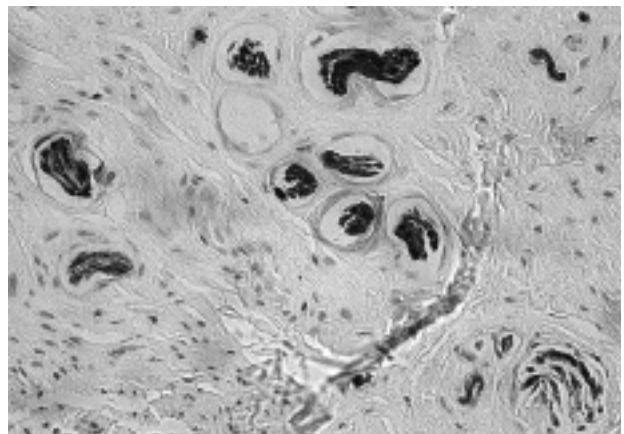


Figura 3. Diversas fibrillas nerviosas en cortes transversales (tinción: S-100, 20×).

los estudios realizados, tanto con valoraciones clínicas como de aspectos biomecánicos funcionales concretos, comparando rodillas con y sin preservación del LCP, ninguno de ellos concluyentes, y que mantienen la controversia.

De un modo u otro, un LCP sólo podría asegurar su funcionalidad si trabajase en correctas situaciones biomecánicas y se tratase de un ligamento íntegro. A partir de ahí se plantearon valoraciones anatomopatológicas del mismo, que mostraban importantes y muy frecuentes (hasta del 94%) cambios degenerativos en la histología convencional del LCP⁸⁻¹¹. Esto hacía dudar de su papel biomecánico, si se mantenía en las sustituciones articulares. Llegados aquí, cabría mantener la discusión sobre si se justificaba su conservación por su papel en la propiocepción⁸. Warren et al observaron que las prótesis que mantenían el LCP tenían una mejoría relacionada con dicha propiocepción respecto a las que lo sacrificaban¹³.

Los elementos neurales en los ligamentos cruzados de la rodilla fueron estudiados fundamentalmente a nivel del ligamento cruzado anterior (LCA), que mostraban a su nivel mecanorreceptores y fibras nerviosas terminales. Schuttze et al¹⁴ señalaron la existencia de mecanorreceptores en el LCA responsables de la cinestesia y un relativamente escaso número de terminaciones libres que identifican el dolor¹⁴. Hallazgos similares señalan Josa et al¹⁵. Valoraciones clínicas realizadas sobre la propiocepción señalan la disminución de la misma en relación con roturas del LCA¹⁶, cambios artrósicos¹⁷, y edad^{18,19}.

Kennedy et al realizaron su investigación en 15 especímenes de rodillas obtenidas de amputaciones e hicieron un estudio de la inervación de la rodilla. En la inervación de los ligamentos cruzados anteriores existían fibras nerviosas en todas las regiones del ligamento, la mayoría situadas perivasculares, pero algunas ramificadas libremente entre el tejido conectivo. A propósito del LCP, describieron la presencia de axones superficiales subsinoviales y mecanorreceptores cerca del origen del ligamento²⁰.

Schultz et al estudiaron cruzados anteriores y posteriores obtenidos en autopsias y amputaciones, descartando los obtenidos en el momento de realizar una artroplastia de rodilla por estar demasiado afectados por la enfermedad y tener mucho tejido de granulación, fibrosis y calcificación, encontrando escasamente un mecanorreceptor. En los especímenes que estudiaron encontraron algunos filetes nerviosos y mecanorreceptores, tanto en el LCA como en el LCP; receptores que se localizaban cerca de la superficie de los ligamentos, sugiriendo que tal localización permitía una mayor sensibilidad a la deformidad, dada la forma del ligamento; e inciden en que la escasez de mecanorreceptores en las osteoartrosis avanzadas sugeriría que la pérdida de información desde los mismos desempeñaría un importante papel en esta enfermedad degenerativa²¹.

El LCP ha sido pues menos estudiado, y fundamentalmente en especímenes de adultos con ligamento sano. En el

LCP sano existen estructuras nerviosas que realizan su papel en la propiocepción. Se describen terminaciones tipo corpúsculo, que son terminaciones relacionadas con la cinestesia de la rodilla; y terminaciones libres, a modo de fibras nerviosas finas que captan y transmiten información sobre el dolor (nocicepción). Se ha sugerido que los ligamentos normales pueden tener receptores que iniciarían en la marcha un mecanismo activo de protección, situación que cesaría al interrumpir los impulsos aferentes desde el ligamento si no existiesen en dicha estructura.

Lo que se ha discutido es que tengan un papel importante para los pacientes con artrosis degenerativa¹. Alexiades et al, en su estudio para valorar la histología del LCP mediante histología convencional en LCP de gonartrosis, señalaron que encontraron «elementos neurales» en 26 de los 29 ligamentos valorados⁸. Nosotros planteamos el estudio dirigido directamente a la valoración de las estructuras neurológicas en ligamentos cruzados posteriores de rodillas con gonartrosis intensa, que por otro lado sabíamos se trataba de ligamentos ampliamente deteriorados en su arquitectura histológica. En un 78% de los ligamentos cruzados posteriores (18 de 23) aparecieron terminaciones nerviosas libres, siendo éstas fibras nerviosas finas de 1-2 micras de diámetro, carentes de vaina de mielina, que responden a las deformaciones de los tejidos (incurvación, compresión y distensión) reaccionando ante los estímulos que exceden de aquellos a los que el tejido está habitualmente expuesto; por tanto captan y transmiten información sobre el dolor (nocicepción). Es pues de esperar que estos ligamentos mantengan su función en la percepción del dolor, y protejan por tanto la situación articular ante traumatismos articulares, en el momento de la marcha y la vida habitual evitando cargas no fisiológicas.

En conclusión, este mantenimiento del papel del LCP en la nocicepción articular gracias a la existencia de las fibrillas nerviosas terminales se convierte en un argumento a favor de los que defienden la conservación del LCP al realizar una prótesis total de rodilla; y ello, aunque no fuese funcionante biomecánicamente por la estructura deteriorada y las dificultades técnicas de tensión precisa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pagnano MW, Cushner FD, Scott WN. Role of the posterior cruciate ligament in total knee arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg* 1998;6:176-87.
2. Andriacchi TP, Galante JO, Fermier RW. The influence of total knee-replacement design on walking and stair-climbing. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64A:1328-35.
3. Dennis DA, Clayton ML, O'Donnell S, Mack RP, Stringer EA. Posterior cruciate condylar total knee arthroplasty. Average 11 year follow-up evaluation. *Clin Orthop* 1992; 281:168-76.
4. Insall JN, Lachiewicz PF, Burstein AH. The posterior stabilized condylar prosthesis: a modification of the total condylar

- design. Two to four year clinical experience. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64A:1317-23.
5. Hirsch HS, Lotke PA, Morrison LD. The posterior cruciate ligament in total knee surgery. Save, sacrifice or substitute? *Clin Orthop* 1994;309:64-8.
6. Grood ES, Stowers SF, Noyes FR. Limits of movement in the human knee. Effect of sectioning the posterior cruciate ligament and posterolateral structures. *J Bone Joint Surg Am* 1988;70A:88-97.
7. Incavo SJ, Johnson CC, Beynnon BD, Howe JG. Posterior cruciate ligament strain biomechanics in total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1994;309:88-93.
8. Alexiades M, Scuderi G, Vigorita V, Scott W. A histologic study of the posterior cruciate ligament in the arthritic knee. *Am J Knee Surg* 1989;2:153-9.
9. Kleinbart FA, Evangelista J, Scott WN, Vigorita VJ. Histologic comparison of posterior cruciate ligaments from arthritic and age-matched knee specimens. *J Arthroplasty* 1996; 11:726-31.
10. Sangüesa Nebot MJ, Villanueva E, García J, Terrádez JJ, Fernández Gabarda R, Valverde Mordt C. Valoración anatomopatológica del ligamento cruzado posterior en 50 rodillas intervenidas de prótesis total. *Rev Ortop Traumatol* 2000; 6:530-3.
11. Allain J, Goutallier D, Voisin MC. Macroscopic and histological assessments of the cruciate ligaments in arthrosis of the knee. *Acta Orthop Scand* 2001;72:266-9.
12. Ritter MA, Herbst SA, Keating EM, Faris PM, Meding JB. Long term survival analysis of a posterior cruciate-retaining total condylar total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 1994; 309:136-45.
13. Warren PJ, Olanlokun TK, Cobb AG, Bentley G. Proprioception after knee arthroplasty. The influence of prosthetic design. *Clin Orthop* 1993;297:182-7.
14. Schutte MJ, Dabezies EJ, Zimny ML, Happel LT. Neural anatomy of the human anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am* 1987;69A:243-7.
15. Josa Bullich S, Palacín Forgue A. Mecanorreceptores, arcos reflejos medulares y propiocepción de la rodilla. En: Josa Bullich S, de Palacios y Carvajal J, editores. *Cirugía de la Rodilla*. Barcelona: Editorial Jims; 1995. p. 59-77.
16. Barrack RL, Skinner HB, Buckley SL. Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. *Am J Sports Med* 1989;17:1-6.
17. Barret DS, Cobb AG, Bentley G. Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. *J Bone Joint Surg Br* 1991;73B:53-6.
18. Kaplan FS, Nixon JE, Reitz M, Rindfleisch L, Tucker J. Age-related changes in proprioception and sensation of joint position. *Acta Orthop Scand* 1985;56:72-4.
19. Skinner HB, Barrack RL, Cook SD. Age-related decline in proprioception. *Clin Orthop* 1984;184:208-11.
20. Kennedy JC, Alexander IJ, Hayes KC. Nerve supply of the human knee and its functional importance. *Am J Sports Med* 1982; 10:329-35.
21. Schultz RA, Miller DC, Kerr CS, Micheli L. Mechanoreceptors in human cruciate ligaments. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66A:1072-6.