

Reconstrucción artroscópica del ligamento cruzado anterior sin plastia intercondílea

MONLLAU GARCÍA, J. C.; CUGAT BERTOMÉU, R.; HINAREJOS GÓMEZ, P.; TEY PONS, M., y BALLESTER SOLEDA, J.
 Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Universitari del Mar (Universitat Autònoma de Barcelona). Barcelona.

RESUMEN. Objetivo: El propósito del presente estudio es analizar retrospectivamente los resultados a medio plazo de las reconstrucciones del LCA realizadas sin intercóndiloplastia.

Pacientes y métodos: Se estudian 61 reconstrucciones consecutivas del LCA realizadas con autoinjerto procedente del tercio central del tendón rotuliano y técnica monotúnel artroscópica. El túnel femoral se practicó en la zona comúnmente aceptada como isométrica, mientras que el tibial se situó en la parte más posterior del área de inserción del LCA. Se excluyeron las rodillas con patología meniscal o cartilaginosa asociada y también aquellas con afectación de otros ligamentos.

Resultados: Tras un seguimiento medio de 6 años el examen manual de la estabilidad articular reveló una negativización del test de Lachman y del *pivot shift* en el 69% y 91% de los casos respectivamente. El análisis instrumentado con Genucom® mostró desplazamientos anteriores y anterolaterales inferiores a 5 mm en 57 (93%) y 59 (98%) de los casos. Atendiendo al protocolo IKDC 59 rodillas obtuvieron la calificación de normales o casi normales. El test de Lysholm obtuvo una puntuación media de 91 puntos y la escala de actividad de Tegner de 6,9. Sólo se objetivaron 2 déficits de extensión postoperatorios producidos por artrofibrosis y síndrome del cílope, respectivamente, que respondieron bien a cirugía. No se apreciaron cambios radiológicos degenerativos.

Conclusiones: Los resultados sugieren que este tipo de reconstrucción ofrece una estabilidad satisfactoria a medio plazo con una baja tasa de complicaciones.

PALABRAS CLAVE: Rodilla. Ligamento cruzado anterior. Cirugía. Artroscopia. Intercóndiloplastia. Hueso-tendón-hueso.

Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament without notchplasty

ABSTRACT. Objective: The aim of the present study was to retrospectively analyze the intermediate-term results of anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction without notchplasty.

Patients and methods: The study was based on 61 consecutive ACL reconstructions using an allograft from the central third of the patellar tendon and an arthroscopic monotunnel technique. The femoral tunnel was made in the isometric area and the tibial tunnel in the posterior part of the area of the ACL anatomic footprint. Knees with associated meniscal or chondral disease were excluded, as well as cases in which other ligaments were involved.

Results: After an average follow-up of 6 years, manual testing of knee stability revealed a negative Lachman test and pivot-shift test in 69% and 91% of patients, respectively. The Genucom® laxity test disclosed anterior and anterolateral translations of less than 5 mm in 57 (93%) and 59 (98%) of cases. According to the IKDC protocol, 59 knees were normal or almost normal. The average score of the Lysholm test was 91 points and of the Tegner activity scale, 6.9. Only two patients had postoperative extension deficits, due to arthrofibrosis and cyclops syndrome, respectively, which responded well to surgery. No degenerative radiological changes were detected.

Conclusions: The results suggest that this type of reconstruction achieves satisfactory intermediate-term stability with a low rate of complications.

KEY WORDS: Knee. Anterior cruciate ligament. Surgery. Arthroscopy. Notchplasty. Bone-tendon-bone.

Correspondencia:

Dr. J. C. MONLLAU GARCÍA.
 Servicio de COT.
 Hospital Universitari del Mar.
 Passeig Marítim 25-29.
 08003 Barcelona.
 e-mail: 87024@imas.imim.es

Recibido: Julio de 2000.

Aceptado: Octubre de 2001.

El principal objetivo de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) es conseguir una rodilla estable y con plena función. En los últimos años se ha relacionado estabilidad y función de la rodilla operada con un comportamiento isométrico del neoligamento¹⁻⁹. Aunque no sin cierta controversia, la porción anteromedial del LCA ha sido considerada como la más isométrica y, desde los trabajos de Clancy et al⁴ se ha recomendado reproducir su anatomía al

reconstruir dicho ligamento. Los injertos colocados en tal situación parecen oponerse mejor a la traslación anterior de la tibia¹⁰, sin embargo, este tipo de reconstrucción condiciona frecuentemente fricción del implante con el techo y/o la pared lateral de la escotadura intercondílea (EI), lo que puede conducir a su deterioro y eventual ruptura^{5,6,8,10-15}. Con objeto de evitar esta complicación y también para facilitar la visión durante la intervención⁸, algunos cirujanos recomiendan ampliar la EI, gesto denominado intercondiloplastia (ICP) («notchplasty» en la literatura anglosajona)^{7,8,16,17} aunque no se conoce perfectamente el efecto que esta maniobra pueda entrañar para el futuro de la rodilla¹⁸.

Recientemente, algunos autores han propuesto un nuevo modelo de reconstrucción que reproduce la porción posterolateral del LCA, para lo cual se horada el túnel tibial en una posición más posterior que la habitualmente recomendada, aunque dentro de la huella anatómica del ligamento^{5-7,13}. En 1992 se empezó a utilizar este modelo de reconstrucción advirtiendo que, en muchas ocasiones, se podía implantar correctamente el injerto sin conflicto de espacio con la EI y, por tanto, sin necesidad de agrandarla¹¹. El propósito del presente estudio fue analizar específicamente los resultados a medio plazo de este tipo de reconstrucciones realizadas sin ICP.

MATERIAL Y MÉTODO

Entre los meses de enero de 1992 y 1994 se practicaron 117 reconstrucciones del LCA mediante autoinjerto hueso-tendón-hueso procedente del tercio central del tendón rotuliano. El criterio de inclusión en el estudio fue la lesión aislada del LCA reconstruida sin ICP. Se excluyeron aquellas rodillas con: a) una EI insuficiente o estenosada, en las que hubo que practicar ICP (29 casos); b) lesiones asociadas de los meniscos, cartílago hialino u otros ligamentos de la rodilla (37 casos); y c) cirugía o alteraciones previas en la rodilla contralateral que pudieran dificultar las comparaciones (5 casos). La serie final estuvo constituida por 68 rodillas, pertenecientes a 60 hombres y 8 mujeres, con una media de edad de 27 años (mínimo: 17 y máximo: 49 años). La causa de la lesión fue traumatismo deportivo en todos los casos. El periodo de tiempo transcurrido desde la lesión hasta la cirugía fue como mínimo de 6 semanas (mínimo 6 semanas y máximo 9 años).

Técnica quirúrgica

Las reconstrucciones se realizaron mediante técnica monotúnel endoscópica, sin incisión lateral, previa toma del injerto a través de un abordaje cutáneo longitudinal medio centrado en el tendón rotuliano. La EI se limpió de partes blandas con la ayuda de instrumental motorizado. La situación del túnel tibial ha sido descrita previamente¹¹, se utilizó una guía de LCA disponible comercialmente (Acufex®) co-

locándose el brazo extraarticular en la metafisis proximal de la tibia, medial a su tuberosidad anterior, mientras que el localizador articular se situaba en la parte más posterior del área de inserción anatómica tibial del LCA, de forma que al taladrar el túnel dejara un ribete de aproximadamente 1 mm de hueso hasta el LCP. Se utilizó un dilatador (*Perfixation System for ACL Reconstruction, Instrument Mackar Inc.*), de tamaño igual al del injerto previsto, para determinar las dimensiones de la EI (fig. 1) en todo el arco de movilidad de la rodilla y solo se practicó ICP en caso de conflicto de espacio. El túnel femoral se taladró en la zona considerada isométrica, es decir, en la parte más posterior del área de inserción anatómica del LCA, conservando 1 ó 2 mm de hueso cortical posterior^{3,6,12}. Cuando existían dificultades para la correcta visualización de este área se introdujo el artroscopio por el portal infrapatelar, a través de la grasa de Hoffa, maniobra que permite ver bien la EI en toda su profundidad. Una vez introducido el injerto en la rodilla se comprobó su comportamiento durante la excursión articular, fijando a continuación la pastilla ósea proximal en el túnel femoral con un tornillo de interferencia tipo Kurosaka (fig. 2), y tensando el injerto con la rodilla en extensión completa se fijó la extremidad tibial del mismo modo. Para finalizar se rellenó el defecto óseo creado en la rótula con autoinjerto esponjoso y se suturó el paratenon del tendón rotuliano.

La rodilla se inmovilizó en extensión completa durante 5 días, permitiendo inmediatamente ejercicios isométricos y deambulación sin apoyo de la extremidad. Durante la primera semana se instruyó a los pacientes para realizar ejercicios autoasistidos entre 0° y 90° e isotónicos de isquiotibiales. A partir de la segunda semana realizaron ejercicios de



Figura 1. Visión artroscópica de la EI. El dilatador de igual tamaño al del injerto preparado calibra el tamaño de la escotadura y preve la posibilidad de conflicto de espacio.

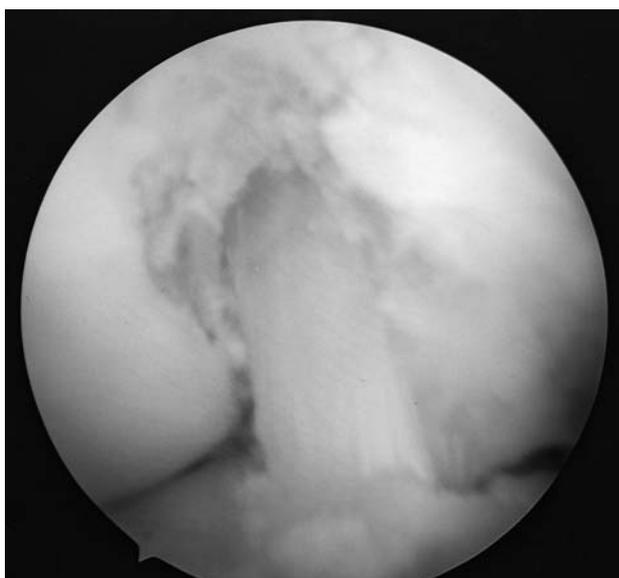


Figura 2. Resultado final de la reconstrucción realizada con un injerto de 10 mm, sin intercondiloplastia.

potenciación de cuádriceps de cadena cinética abierta aunque protegiendo los últimos 10° de extensión, y ejercicios de cadena cinética cerrada. La deambulacion en carga total se autorizó a las 4 semanas, los ejercicios de bicicleta y natación durante el segundo mes, la carrera al cuarto mes y el retorno a los deportes de contacto hacia los 6 meses de la operación.

Los resultados se valoraron mediante el protocolo del *International Knee Documentation Committee (IKDC)*¹⁹ que recoge por separado: 1) las impresiones subjetivas del paciente sobre la función de la rodilla, 2) la sintomatología (dolor, inflamación y sensación de inestabilidad), 3) el arco de movilidad, 4) una exploración objetiva de la estabilidad, una exploración clínica, 5) de los diferentes compartimentos, 6) de la zona dadora del injerto, 7) un examen radiológico y 8) un test funcional. En los 4 primeros apartados, cada parámetro se clasifica como normal, casi normal, anormal o severamente anormal. El resultado final está determinado por la peor puntuación obtenida en cada categoría. Los resultados normales o casi normales se consideraron satisfactorios y el resto no satisfactorios. Se completó además un test de Lysholm²⁰ y una escala de actividad de Tegner²¹.

Siguiendo también el protocolo del IKDC, la estabilidad se valoró manualmente mediante: a) el test de Lachman a 25° de flexión, que se clasificó como negativo para desplazamientos inferiores a 3 mm, + para los de 3 a 5 mm, ++ en los de 6 a 10 mm y +++ para los de más de 10 mm; y b) el *pivot-shift*, que se consideró: negativo si la estabilidad era total, + cuando había sensación de deslizamiento, ++ cuando se evidenciaba un resalte y +++ cuando era francamente anormal acompañándose de bloqueo articular transitorio. Se realizó también una exploración instrumentada de la estabi-

Tabla 1. Resultados de la valoración global según el IKDC¹⁹

Clasificación	n
Normal	28
Casi normal	31
Anormal	2
Severamente anormal	0

lidad con el artrómetro Genucom® (Faro Medical, Toronto-Canadá) que midió desplazamientos anteriores y anterolaterales (equivalentes del *pivot-shift*) de la rodilla operada y los resultados se compararon con los obtenidos en la rodilla contralateral no lesionada.

RESULTADOS

Tras un seguimiento de 71 meses de la intervención (mínimo: 5 meses y máximo: 7 años) se pudo completar el protocolo de revisión en 61 de los pacientes intervenidos, 6 se perdieron durante el seguimiento y un paciente sufrió una ruptura de la plastia, en un accidente de ski 42 meses después de la reconstrucción del LCA, por lo que fue reintervenido con un aloinjerto y excluido de la serie. El test de Lysholm obtuvo una puntuación media de 91 puntos (mínimo: 79 y máximo: 100) y la escala de actividad de Tegner-Lysholm alcanzó un nivel medio de 6,9 (mínimo 4,9 y máximo 8). Atendiendo al protocolo del IKDC 59 rodillas obtuvieron resultados satisfactorios (tabla 1).

Los resultados de la valoración manual de la estabilidad se exponen en la tabla 2. El test de Lachman fue considerado negativo en 42 pacientes, mientras que, el *pivot-shift* lo fue en 56. La exploración instrumentada con el Genucom® reveló desplazamientos anteroposteriores y anterolaterales inferiores a 3 mm en 38 (62%) y 55 casos (90%), respectivamente (tabla 3). Dos pacientes sufrieron déficit de extensión postoperatorio. El primer caso fue debido a un síndrome del cóclope y el segundo a una artrofibrosis generalizada. Ambos se recuperaron tras cirugía que consistió en

Tabla 2. Resultados de la evaluación manual de la estabilidad

	n
Lachman	
Negativo (< 3 mm)	42
+ (3-5 mm)	17
++ (6-10 mm)	2
+++ (> 10 mm)	0
Pivot-shift	
Negativo	56
+ (sensación de deslizamiento)	4
++ (resalte)	1
+++ (bloqueo transitorio)	0

Tabla 3. Resultados de la exploración de la estabilidad instrumentada con el artrómetro Genucom®

	n
Desplazamiento antero-posterior	
Curvas superpuestas	38
Desplazamiento 3-5 mm	19
Desplazamiento 6-10 mm	3
Desplazamiento > 10 mm	1
Desplazamiento antero-lateral	
Curvas superpuestas	55
Desplazamiento 3-5 mm	4
Desplazamiento 6-10 mm	2
Desplazamiento >10 mm	0

la extirpación del nódulo en el primero, y una artroscopia artroscópica en el segundo. Cuatro casos mostraron un déficit de flexión inferior a 10° que no requirió tratamiento alguno y el resto mantuvo un balance articular inalterado (0° a 135°).

Veintiocho pacientes refirieron crepitaciones femoropatelares, que sólo en 6 casos fueron dolorosas, y que cedieron con antiinflamatorios y modificación de la pauta de rehabilitación. No se observaron cambios radiológicos degenerativos en ninguno de los compartimentos de la rodilla. (fig. 3). Ninguno de los pacientes de esta serie tuvo que ser reintervenido *a posteriori* por lesiones meniscales o condrales. No se observaron infecciones de la herida quirúrgica ni de la articulación. Tampoco se evidenciaron trombosis venosas de las extremidades inferiores.

DISCUSIÓN

La técnica quirúrgica aquí descrita se diferencia de las previamente publicadas por reproducir las fibras posterolaterales del LCA, históricamente consideradas menos isométricas que las anteromediales, y por evitar la ICP sistemática. Desde un punto de vista teórico las plastias no isométricas estarían sometidas a tensiones excesivas que provocarían su deterioro en un determinado plazo de tiempo y, además, cabría esperar efectos perniciosos para las superficies articulares debidos a la alteración de la biomecánica¹⁴.

La estabilidad obtenida en las rodillas de la presente serie, con un modelo de reparación teóricamente no isométrico, es comparable a la de series publicadas previamente con el modelo de reconstrucción convencional²²⁻²⁴, lo que contribuye a apoyar que la porción posterolateral del LCA ejerce un papel muy importante en el control de la estabilidad rotatoria, tal como han sostenido varios autores en los últimos años^{1,7}.

Por otra parte, el grado de funcionalidad de las rodillas operadas, que viene reflejado por los resultados del IKDC (97% de rodillas consideradas normales o casi normales) y por la ausencia de cambios radiológicos, sugiere que el neoligamento se comporta razonablemente bien. Entre las posibles explicaciones a este hecho cabría considerar, en primer lugar, que no exista ninguna porción funcional en el LCA que manifieste un comportamiento totalmente isométrico, como defienden algunos autores^{1,14}, ya que este concepto parte de un modelo teórico bidimensional para intentar explicar el funcionamiento de la rodilla^{3,11}. Así, es posible que



Figura 3. A: Radiografía anteroposterior de una rodilla 5 años después de la reconstrucción del LCA. Nótese la ausencia de cambios radiológicos. B: Radiografía lateral de la misma rodilla.

adaptaciones de las características del movimiento tridimensional de la rodilla eviten incrementos importantes de la tensión de un neoligamento implantado con pequeñas variaciones en sus puntos de inserción². En último término, también es posible que el área de anclaje isométrico tibial en el plano sagital sea mayor de lo que previamente se había estimado, lo que supone que variaciones en la situación antero-posterior del injerto causen pocos cambios en su longitud, siempre que se mantenga constante la inserción femoral en la zona de anclaje isométrico^{3,6,7,12}.

Para muchos autores las ICP constituyen una práctica rutinaria en las reconstrucciones del LCA^{7-10,23}, aunque no hay acuerdo sobre la cantidad de hueso que debe extirparse. Así mientras algunos autores recomiendan resecciones mínimas de unos pocos milímetros^{7,10}, otros son partidarios de realizar ICP más amplias, de hasta el 25% del cóndilo femoral externo, con objeto de obtener una buena visión^{8,18}. En cualquier caso, lo que se pretende es evitar tanto la contusión del injerto contra el techo de la escotadura, que conduciría a un déficit de extensión^{6,7,10}, como su fricción continuada con la pared medial del cóndilo lateral, que podría ocasionar su ruptura por abrasión^{12,16}. Sin embargo, recientemente LaPrade et al¹⁸ han demostrado en un modelo canino que las ICP tienden a estenosarse progresivamente con el tiempo y además la rodilla desarrolla cambios degenerativos de tipo artrósico, especialmente en aquellas ICP más agresivas en las que se ha extirpado mayor cantidad de hueso¹⁸.

Howell et al⁶ establecieron mediante resonancia magnética un punto ideal de anclaje del injerto en la tibia, que estaría situado a $3 \pm 2,3$ mm posterior al centro de la inserción anatómica del LCA. Según el autor, esta posición minimizaría las posibilidades de contusión del injerto contra el techo de la EI y, por tanto, la necesidad de ampliarla. Esta teoría ha podido ser confirmada en la presente serie, donde el tipo de anclaje tibial propuesto ha permitido que la EI original albergara injertos de entre 8 y 10 mm de anchura sin crear conflicto de espacio. La posición del injerto, más retrasada de la habitual, permite alcanzar la extensión completa de la rodilla desde la fase precoz del postoperatorio contribuyendo de este modo a evitar las contracturas en flexión, complicación temible de la cirugía de reconstrucción del LCA^{7,12,17}. Por otra parte, es probable que el contorno redondeado de la pared medial del cóndilo lateral inalterado permita algún grado de rozamiento con el injerto, como sucede en el LCA original, sin deteriorar su estructura⁷. En esta serie 2 rodillas presentaron dificultades para alcanzar la extensión completa, aunque solo en el caso del síndrome de cíclope podría atribuirse el déficit de extensión a contusión del injerto contra el techo de la EI¹⁷.

El presente trabajo demuestra que la reconstrucción del LCA puede llevarse a cabo en muchas ocasiones sin necesidad de ampliar la EI, siempre que se posteriorice el túnel tibial. Los resultados de la serie, como los de otras de reciente

publicación^{6,7,11,13}, sugieren que la reconstrucción del LCA siguiendo el modelo propuesto ofrece buenos resultados clínicos a medio plazo con una baja tasa de complicaciones. Aunque serán necesarios nuevos estudios para comprobar que esta modificación técnica carece definitivamente de efectos artrogénicos relacionados con una hipotética alteración biomecánica, un reciente estudio experimental³⁵ ha demostrado que este tipo de reconstrucciones, que combinan una situación posterior del túnel tibial con una inserción femoral en el área isométrica, son las que ejercen presiones más parecidas a las fisiológicas sobre los cuernos posteriores de los meniscos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Amis AA, Dawkins GPC. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg* 1991;73B:260-7.
2. Blankevoort L, Huiskes R. The effects of ACL substitute location on knee joint motion and cruciate ligament strains. *Trans Orthop Res Soc* 1987;12:268.
3. Bradley J, Fitzpatrick D, Daniel D, Shercliff T, O'Connor J. Orientation of the cruciate ligament in the sagittal plane. A method of predicting its length-change with flexion. *J Bone Joint Surg* 1988;70B:94-9.
4. Clancy WG, Nelson DA, Reider B, Narechania RG. Anterior cruciate ligament reconstruction using one-third of the patellar ligament, augmented by extra-articular tendon transfers. *J Bone Joint Surg* 1981;63A:1270-84.
5. Graf BK, Vanderby RJ. Autograft reconstruction of the anterior cruciate ligament. En: Jackson DW, ed. *The anterior cruciate ligament: Current and future concepts*. New York: Raven Press, Ltd, 1993; p. 281-9.
6. Howell SM, Clark JA, Farley TE. A rationale for predicting anterior cruciate graft impingement by the intercondylar roof. *Am J Sports Med* 1991;19:276-82.
7. Jackson DW, Gasser SI. Tibial tunnel placement in ACL reconstruction. *Arthroscopy* 1994;10:124-31.
8. Malek MM, DeLuca JV, Verch DL, Kunkle KL. Arthroscopically assisted ACL reconstruction using central third patellar tendon autograft with press fit femoral fixation. En: Pritchard DJ, ed. *Instructional Course Lectures*. Vol. 45. American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1996; p. 287-95.
9. Odensten M, Gillquist J. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg* 1985;67A:257-62.
10. Yaru NC, Daniel DM, Penner D. The effect of tibial attachment site on graft impingement in an anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1992;20:217-20.
11. Cugat R, Monllau JC, García M, Vilaró J, Juan X, Ruiz A, Cuscó X. Puntos referenciales del ligamento cruzado anterior. *Cuadernos Arthroscopia* 1994;1:30-5.
12. Khalfayan EE, Sharkey PF, Alexander AH, Bruckner JD, Bynum EB. The relationship between tunnel placement and clinical results after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1996;24:335-41.
13. Morgan CD, Kalman VR, Grawl DM. Definitive landmarks for reproducible tibial tunnel placement in ACL reconstruction. *Arthroscopy* 1995;11:275-88.
14. Sapega AA, Moyer RA, Schneck C, Komalahiranya N. Testing for isometry during reconstruction of the anterior cru-

- ciate ligament. *J Bone Joint Surg* 1990;72A:259-67.
15. Tanzer M, Lenczner E. The relationship of intercondylar notch size and content to notchplasty requirement in anterior cruciate ligament surgery. *Arthroscopy* 1990;6:593-610.
 16. Indelicato PA, Pérez-Caballer AJ. Reconstrucción del ligamento cruzado anterior mediante aloinjerto de tendón rotuliano. *Rev Ortop Traumatol* 1994;38:535-40.
 17. Marzo JM, Bowen MK, Warren RF, Wickiewicz TL, Altchek DW. Intraarticular fibrous nodule as a cause of loss of extension following ACL reconstruction. *Arthroscopy* 1992;8:10-8.
 18. LaPrade RF, Terry GC, Montgomery RD, Curd D, Simmons DJ. The effects of aggressive notchplasty on the normal knee in dogs. *Am J Sports Med* 1998;26:193-200.
 19. Hefty F, Müller W, Jacob RP, Stäubli HU. Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1993;1:226-34.
 20. Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med* 1982;10:150-5.
 21. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop* 1985;198: 43-9.
 22. Campos S, Gómez G, Pagán JA, Salinas JE, Lajarín JA. Estudio comparativo en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior mediante semitendinoso-recto interno en 4 fascículos y hueso-tendón-hueso patelar autólogo. *Rev Ortop Traumatol* 1997;42:303-7.
 23. O'Brien SJ, Warren RF, Pavlov H, Panariello R, Wickiewicz TL. Reconstruction of the chronically insufficient anterior cruciate ligament with the central third of the patellar ligament. *J Bone Joint Surg* 1991;73A:278-86.
 24. Otto D, Pinczewski LA, Clingeleffer A, Odell R. Five-year results of single-incision arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft. *Am J Sports Med* 1998;26:181-8.
 25. García Balletbó M. Presiones en los cuernos posteriores meniscales en función de las variaciones de las inserciones del LCA de la rodilla. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, 1993.