

Evaluación de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior con resonancia magnética*

Dr. MATIAS COSTA PAZ*

RESUMEN

Fueron estudiados 32 pacientes con resonancia magnética (RM) que presentaban una reconstrucción artroscópica del ligamento cruzado anterior (LCA) de la rodilla.

El promedio de tiempo entre la cirugía y la RM fue de 30 meses.

El autoinjerto de tendón rotuliano fue clasificado de acuerdo con la continuidad e intensidad de señal del mismo en tres grados: I) continuo; II) lesión parcial; III) lesión total. Los resultados fueron correlacionados con el examen clínico según la evaluación del International Knee Documentation Committee (IKDC) y con el artrómetro KT-1000. En sólo 5 pacientes se tuvo la oportunidad de realizar una segunda artroscopía para evaluar en forma directa el injerto, con correlación positiva en todos los casos. La precisión de las imágenes de la RM para establecer un diagnóstico correcto fue del 84%.

Estos resultados sugieren que la RM es de sumo valor como método no invasivo en la evaluación de las reconstrucciones del LCA y las lesiones asociadas.

SUMMARY

Thirty two patients who had arthroscopic anterior cruciate ligament (ACL; reconstruction using a bone-patellar tendon-bone autograft underwent subsequent magnetic resonance imaging (MRI) of the knee.

The meantime from surgery to MRI was 30 months (range 6-100).

A three level grading system based on the MRI signal intensity and the fiber continuity of the graft was defined as follows: I) continue; II) having a partial tear; III) having a complete tear. These results were then correlated with clinical examinations and arthrometry, and in five cases subsequent arthroscopy (2nd look). MRI correlated with clinical findings in 27 of 32 patients. In addition, of the five patients who underwent subsequent arthroscopy, MRI correlated in all cases with arthroscopic findings.

These findings suggested that MRI of the knee can be a useful diagnostic tool in the evaluation of patients with patellar tendon ACL reconstructions; while also providing ancillary information about the postoperative knee.

INTRODUCCIÓN

La resonancia magnética (RM) es el método de elección para diagnosticar patología intra y

periarticular de la rodilla en forma no invasiva y no ionizante^{3,4,13,22}.

La evaluación de la lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) se realiza en forma efectiva con la RM^{5,15,18,28}. El diagnóstico de lesión del LCA con la RM se basa en signos primarios que son la discontinuidad y el aumento de intensidad de señal del interior del LCA, y signos secundarios como el aumento de la curvatura de concavidad anterior del

Para optar a Miembro Titular de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología.

* Centro de Investigaciones y Estudios Ortopédicos y Traumatológicos (CINEOT), Hospital Italiano de Buenos Aires.

ligamento cruzado posterior (LCP), contusión ósea del compartimiento lateral de la rodilla y el desplazamiento posterior del menisco externo en relación al platillo tibial externo^{23,26,27}.

En la actualidad el rol preciso de la RM para la evaluación de los pacientes con reconstrucción del LCA de la rodilla es controvertido.

El objetivo de este trabajo es evaluar a los pacientes que se les realizó una reconstrucción artroscópica del LCA comparando los diagnósticos realizados con RM a los logrados con la clínica y artrometría.

MATERIAL Y MÉTODO

Entre septiembre de 1986 y agosto de 1995 se realizaron 576 reconstrucciones de LCA artroscópicas en el Sector de Artroscopía del Servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Italiano de Buenos Aires, utilizando el tercio central del tendón rotuliano como autoinjerto. Entre marzo de 1993 y agosto de 1995 se evaluaron 32 pacientes con RM de esta serie. Veintiocho fueron del sexo masculino y 4 del sexo femenino, siendo el promedio de edad de 29 años con un rango de 18 a 50 años. En 15 pacientes fueron solicitadas por control y en los 17 restantes se realizaron por presentar síntomas en la rodilla operada.

El intervalo promedio entre la cirugía y la RM fue de 30 meses con un rango entre 6 y 100 meses.

Los exámenes de RM fueron realizados con dos equipos superconductivos similares de 1.0 Tesla. El paciente se colocó en posición de decúbito dorsal, con la articulación a examinar centrada en la bobina de extremidades. Se realizaron en todos los casos secuencias sagitales con turbo spin eco con tiempos de repetición (TR) que oscilaban entre 2.600 y 2.800 msec y tiempo de eco (TE) de 17 msec y 119 msec para el primer y segundo ecos, permitiendo ponderar la densidad protónica y T2. En el plano coronal se realizaron rutinariamente dos secuencias. Una de ellas para ponderar T1 con valores TR de 600 msec y TE de 15 msec y otra secuencia para ponderar T2 con secuencias GRE (FISP 2D 650-18 para TR-TE). El espesor de los cortes osciló entre 3 y 5 mm con espacio entre corte de 0,1 a 0,3 mm, y *el field of view* (FOV) fue de 150 mm. La duración de los exámenes fue de 20 minutos. La matriz utilizada varió entre 192 x 256 pixels a 256 x 256 pixels y cuando estaban disponibles se utilizaron áreas de presaturación.

Las RM fueron evaluadas por un radiólogo especializado en sistema musculoesquelético que interpretó las imágenes sin conocer información clínica ni radiológica previa al estudio.

La imagen del autoinjerto del tendón rotuliano en las RM fue clasificada en tres grados: **Grado I (GI) o continuo:** todas las fibras se muestran intactas, de



Figura 1A



Figura 1B

Fig. 1. Paciente de 27 años con reconstrucción de LCA operado en 1988 con rodilla estable (6 años de seguimiento). El injerto fue fijado con tornillos AO. A y B: RM. Cortes sagital y frontal que muestran la continuidad y la señal homogénea del injerto (Grado I).



Figura 2A



Figura 2B

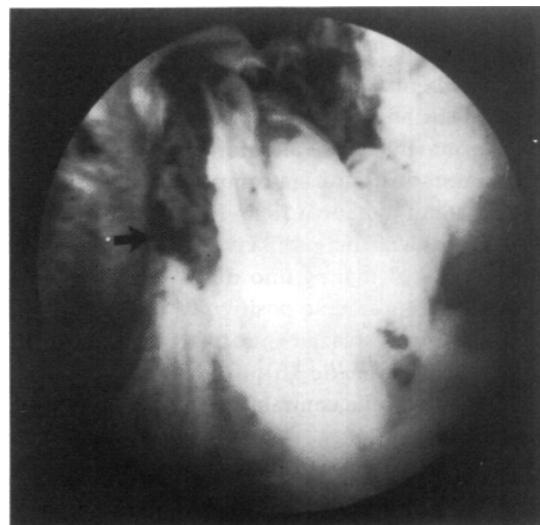


Figura 2C

Paciente de 22 años con reconstrucción de LCA operado en 1992 con rodilla estable (un año de seguimiento). El injerto fue fijado con tornillos interferenciales. Por presentar bloqueos articulares se realizó una segunda artroscopia al año de operado. A y B: RM. Cortes sagital y frontal, se observa el injerto intacto y homogéneo de punto a punto de fijación (Grado I). C: Visión artroscópica. Se observa el injerto continuo (flecha).

punto a punto de fijación con señal de baja intensidad (estructura homogénea) (Figuras 1 y 2); **Grado II (GII) o lesión parcial:** entre las fibras, regiones de aumento de señal (estructura heterogénea) (Figura 3); **Grado III (GIII) o lesión total:** en todo el espesor del ligamento, aumento de señal con anormal distribución de las fibras (Figura 4)^{9,17}. Además se evaluaron: la curvatura del LCP, las lesiones asociadas y la interferencia que provocaba el material de osteosíntesis en la interpretación de la señal del injerto.

Clínicamente los pacientes fueron evaluados por el sistema del International Knee Documentation

Committee (IKDC)^{1,12,24}. Se utilizó un dispositivo mecánico que mide el desplazamiento anteroposterior de la tibia en milímetros (mm). Se realizó dicha medición con el artrómetro KT-1000 (MEDmetric Corp, San Diego, California, USA)^{2,11}. Las mediciones se realizaron a 25 grados de flexión de la rodilla con tres diferentes fuerzas: 15 libras (lb), 20 lb, y con fuerza máxima manual (FMM) aplicada directamente a la parte proximal de la pantorrilla. Se realizó la medición en forma comparativa con la otra rodilla.

Se consideró una rodilla estable a aquella que



Fig. 3. Paciente de 32 años con reconstrucción de LCA operado en 1990 con rodilla inestable (4 años de seguimiento). La RM muestra una lesión parcial en la porción distal del injerto (Grado II) (flecha).

presentaba una maniobra de Lachman negativa o con tope firme (tipo A o B), *pivot shift* negativo y un desplazamiento tibial anterior con KT-1000 menor de 3,5 mm de diferencia comparado con la rodilla contralateral tomado a 15 lb, 20 lb y FMM.

Se consideró una rodilla inestable a aquella que presentaba al menos uno de estos parámetros: Lachman francamente positivo (tipo C), *pivot shift* positivo y un desplazamiento tibial anterior con KT-1000 igual o mayor de 3,5 mm de diferencia comparado con la rodilla contralateral tomado a 15 lb, 20 lb y FMM.

El intervalo promedio entre la cirugía y la evaluación clínica fue de 34 meses con rango de 7 a 100 meses.

Se comparó el diagnóstico de la RM con el diagnóstico clínico y artrométrico buscando la precisión del método³. Dicho parámetro establece el porcentaje de diagnósticos correctos, y se estableció mediante el cálculo de: número de positivos verdaderos + número de negativos verdaderos / número total de rodillas por 100.

Una imagen fue considerada positiva verdadera cuando indicaba una lesión total del injerto y dicho diagnóstico fue confirmado con inestabilidad clínica. Fue considerada negativa verdadera cuando indicaba continuidad del injerto o una lesión parcial del mismo y dicho diagnóstico fue confirmado con una rodilla clínicamente estable.

En 5 pacientes de esta serie se realizó una segun-

da artroscopía, en 3 casos por ruptura del injerto, en otro por lesión condral y el restante por lesión meniscal; de esta manera se pudo evaluar en forma directa el autoinjerto.

Resumen de la técnica quirúrgica

El procedimiento quirúrgico fue realizado mediante dos incisiones, utilizando como injerto el tercio central del tendón rotuliano de la rodilla ipsilateral con sus dos inserciones en tibia y fémur.

El labrado del túnel femoral lo realizamos con una guía femoral retrógrada a través de un abordaje extraarticular sobre el cóndilo externo.

El labrado del túnel tibial lo realizamos mediante una guía tibial.

Una vez colocado el injerto desde el túnel femoral hacia el túnel tibial, se lo fija a cada uno de sus tacos óseos con un tornillo interferencial de aleación de titanio, aluminio y vanadio.

Los dos únicos pasos que variaron a lo largo de estos ocho años fueron: la ubicación más posterior del túnel tibial y la fijación del injerto, que en los primeros años se lo fijaba con tornillo AO en la tibia y con el botón y/o tornillo AO en el fémur²⁰.

RESULTADOS

De un total de 32 pacientes, 23 (72%) presentaron rodillas estables y 9 (28%) presentaron rodillas inestables.

La evaluación del desplazamiento antero-posterior con el artrómetro KT-1000 fue realizada en 27 pacientes, presentando 22 de ellos un desplazamiento anterior de la tibia menor de 3,5 mm (1,5 mm de promedio con FMM) y en los otros 5 casos con desplazamiento mayor de 3,5 mm (5,5 mm promedio con FMM). Cinco pacientes no fueron evaluados por no tener una rodilla contralateral "normal" utilizable como control.

El autoinjerto de LCA fue clasificado por la RM en Grado I en 18 casos (56%), en Grado II en 6 casos (19%) y en Grado III en 8 casos (25%).

Sobre 18 injertos clasificados como GI en la RM, 17 de ellos presentaban rodillas estables clínicamente y con un desplazamiento menor de 3,5 mm con el KT-1000. Hubo un solo paciente de este grupo en el cual la rodilla era inestable donde no hubo correlación con la clínica.

Sobre 6 injertos clasificados como GII en la



Figura 4A

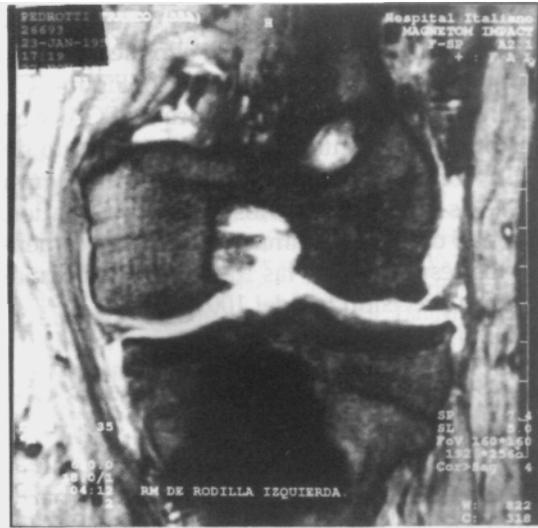


Figura 4B



Figura 4C

Fig. 4. Paciente de 35 años con reconstrucción fallida de LCA operado en 1990 con rodilla inestable (4 años de seguimiento). Se realizó una reconversión del LCA en 1995. A y B: RM. Cortes sagital y frontal que muestran la lesión total del injerto (Grado III). C: Visión artroscópica. Se observa la discontinuidad de las fibras del injerto (flecha). CE: Cóndilo femoral externo.

RM, 4 pacientes presentaban rodillas estables. Sólo 2 pacientes en los cuales no hubo correlación con la clínica presentaban síntomas de inestabilidad clínica pero con valores normales en la artrometría.

Sobre 8 injertos clasificados como GIII en la RM, 6 de ellos presentaban rodillas inestables. Los 2 pacientes restantes presentaban rodillas estables (sin correlación clínica).

La precisión de las imágenes de la RM para establecer un diagnóstico correcto sobre el LCA reconstruido fue del 84%.

La curvatura anormal del LCP (abomba-

miento) en las RM estuvo presente en 11 de los 14 pacientes con lesiones en el injerto (GII o GIII) y en sólo 3 de los 18 pacientes con injerto continuo (GI).

En sólo 2 casos hubo distorsión de las imágenes producidas por el tornillo interferencial que dificultaron la evaluación del injerto, sólo en su porción distal (6% del total).

Se diagnosticaron en 21 pacientes lesiones asociadas, entre ellas: 8 con lesión de menisco interno (5 secuelas de meniscectomías), 2 con lesión de menisco externo, 5 con sutura meniscal, 6 con lesión condral.

De los 5 pacientes en los que se realizó una segunda artroscopía, en 3 de ellos se diagnosticó una lesión completa del injerto (Figura 4C), realizándose una nueva plástica de LCA, y en los otros 2 pacientes se observó un injerto de LCA continuo y con óptima tensión (Figura 2C). Las RM mostraron los mismos resultados. De los 5 casos reexaminados artroscópicamente, los resultados de las RM fueron confirmados. La precisión fue del 100%.

DISCUSIÓN

La RM es un método valioso para evaluar lesiones intraarticulares de la rodilla. En particular las lesiones de LCA son diagnosticadas cada vez con mayor eficacia. Sin embargo, publicaciones recientes que evalúan la integridad del LCA reconstruido dan resultados controvertidos.

Un estudio evaluó 17 pacientes con rodillas estables reconstruidas con fascia lata como autoinjerto utilizando la técnica de Macintosh y en la RM sólo 6 se diagnosticaron como continuos (35%). Concluyeron que los resultados eran poco confiables por la variabilidad de las imágenes, considerando a la RM de utilidad limitada²⁰.

Howell y colaboradores realizaron un estudio con RM seriadas en pacientes a los cuales se les reconstruyó el LCA con semitendinoso autólogo y señalaron que no hubo diferencia significativa de las RM entre los pacientes con rodillas estables y aquellos con rodillas inestables⁷.

Por el contrario, Rak y Maywood, en sus respectivos trabajos, evaluaron pacientes operados de LCA utilizando el tendón rotuliano autólogo, interpretando que la RM es un método preciso que tiene un 92% (Rak) y un 97% (Maywood) de correlación con la clínica, y además tiene valiosa utilidad para confirmar un diagnóstico clínico presuntivo o dudoso. Atribuyen sus mejores resultados comparando con otros autores debido al tipo de injerto utilizado y a los cortes de 3 mm de espesor realizados^{17,23}.

Hemos realizado la evaluación de 32 pacientes con reconstrucción de LCA con tendón rotuliano como autoinjerto con similar técnica quirúrgica y rehabilitación con la evaluación del IKDC y artrometría. Todos ellos con RM

realizadas en el Hospital Italiano de Buenos Aires y evaluadas por el mismo médico radiólogo. La totalidad de los pacientes fueron revisados por el mismo médico ortopedista y presentaban un seguimiento clínico promedio de 2 años y 10 meses.

Sólo un paciente presentó inestabilidad articular en el grupo de 18 pacientes con injerto continuo (GI). Correspondió a una paciente de 20 años con gran laxitud ligamentaria; tal vez este injerto se encontró elongado, con la consecuente disfunción del mismo.

Sobre los 6 injertos clasificados como GII en la RM, 4 de ellos presentaban rodillas estables. El aumento de señal en forma parcial puede corresponder a una reacción del tejido sinovial que reemplaza al injerto, atrofia del injerto, ruptura de sus fibras y/o puede sugerir un síndrome de fricción del injerto (*impingement*). La mayoría de las rodillas con *impingement* son estables y no todas tienen alteración en la movilidad ni *pivot shift* positivo. La RM en estos casos podría ser el primer indicador del problema. Las potenciales consecuencias a largo plazo (rerrupturas, inestabilidad progresiva) de las lesiones parciales no tratadas no son conocidas hasta el momento.

Estudios preliminares en animales sugieren que un aumento de señal del injerto corresponde a un aumento de la concentración de agua y a una reducción de la fuerza¹⁹. La integridad del LCA reconstruido, especialmente en los casos con lesión parcial, debe ser determinada básicamente con la clínica y no por la apariencia del injerto en la RM^{6,10}.

Sobre los 8 injertos clasificados como GIII hubo 2 pacientes con rodillas estables. Un paciente de 29 años que presentaba 6 años de evolución con dos cirugías posteriores por presentar artrofibrosis y el otro de 32 años con 4 años de seguimiento, ambos con signos severos de desgaste articular. La estabilidad articular en estos dos casos puede ser explicada por la aparición de alteraciones degenerativas significativas que contribuyen a reducir el grado de desplazamiento del eje de rotación. De los 6 pacientes restantes, 3 se reoperaron, confirmándose la lesión, y los otros 3 no se han decidido, hasta la fecha, a realizarse la reconversión.

El aumento pronunciado de la curvatura de concavidad anterior (abombamiento) del LCP se produce debido a una leve subluxación anterior de la tibia con respecto al fémur. Estuvo

presente en el 79% de los injertos con lesión GII o GIII y es un dato que podría confirmar la insuficiencia del LCA²³.

La distorsión de las imágenes se produce por la composición metálica de la osteosíntesis, la cantidad de metal usado y la proximidad del implante a la articulación. Es de destacar que en nuestro estudio no hubo distorsión de las imágenes intraarticulares en el 94% de los casos. Por esta razón se pudieron evaluar, además del injerto, otras lesiones asociadas. Creemos que la distorsión en los dos casos de nuestra serie pudo haber sido causada por la ubicación muy cercana a la articulación del tornillo interferencial de la tibia. A pesar de que los tornillos AO son de acero inoxidable y producen mayor distorsión que el tornillo interferencial, no impidieron la evaluación del injerto por su ubicación más lejana a la articulación.

La precisión de las imágenes de la RM para establecer un diagnóstico correcto del LCA reconstruido fue del 84% sobre los 32 casos evaluados. En los 5 casos reevaluados artroscópicamente hubo un 100% de correlación con las imágenes de RM. En nuestro estudio los injertos continuos (GI) se correlacionaron en un 94% con rodillas estables; los injertos con lesión total (GII) en un 75% con rodillas inestables y aquellos con lesión parcial (GIII) en un 66% con rodillas estables, siendo este último subgrupo el más difícil de evaluar clínicamente. Los resultados obtenidos en este análisis son comparables con los de otras series pero se diferencian en el mayor tiempo de seguimiento (promedio 34 meses) que tiene nuestro grupo.

Los estudios por imágenes son elementos complementarios que pueden permitir arribar a un diagnóstico presuntivo, pero que siempre debe correlacionarse con el cuadro clínico. Consideramos que al combinar las imágenes de RM con la clínica y las radiografías pueden mejorar estos resultados. Por esta razón el ortopedista debe saber interpretar correctamente los estudios y no conformarse con el informe de los mismos¹⁴.

Las RM deben ser realizadas por especialistas con experiencia, con unidades adecuadas y con la técnica correcta; en forma contraria, si los estudios son de mala calidad imposibilitan el diagnóstico o pueden llevar a un diagnóstico erróneo.

Estos resultados sugieren que la RM es de sumo valor como método no invasivo en la evaluación de las reconstrucciones de LCA y las lesiones asociadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arce G, Lacroze P, Butler S et al: Reconstrucción artroscópica del ligamento cruzado anterior. Técnica y resultados. Rev AAOT 1993; 58: 230-237.
2. Daniel DM, Stone ML: KT-1000 anterior-posterior displacement measurements. En: Daniel DM et al (eds): Knee ligaments: structure, function, injury and repair. Raven Press Ltd, 1990; pp 427-447.
3. Fisher SP, Fox JM, Del Pizzo W et al: Accuracy of diagnoses from magnetic resonance imaging of the knee. J Bone Jt Surg 1991; 73-A: 2-10.
4. Gallimore JW Jr, Harms SE: Knee injuries: high resolution MR imaging. Radiology 1986; 160:457-461.
5. Glashow JL, Katz R, Schneider M et al: Double-blind assessment of the value of magnetic resonance imaging in the diagnoses of anterior cruciate and meniscal lesions. J Bone Jt Surg 1989; 71-A: 113-119.
6. Howell SM, Berns GS, Farley TE: Unimpinged and impinged anterior cruciate ligament grafts: MR signal intensity measurements. Radiology 1991; 179: 639-643.
7. Howell SM, Clark JA, Blasler RD: Serial magnetic resonance imaging of hamstring anterior cruciate ligament autografts during the first year of implantation. Am J Sports Med 1991; 19: 42-47.
8. Howell SM, Clark JA, Farley TE: A rationale for predicting anterior cruciate graft impingement by the intercondylar roof. Am J Sports Med 1991; 19: 276-282.
9. Howell SM, Clark JA, Farley TE: Serial magnetic study assessing the effects of impingement on the MR image of the patellar tendon graft. Arthroscopy 1992; 8: 350-358.
10. Howell SM, Knox KE, Farley TE et al: Revascularization of a human anterior cruciate ligament graft during the first two years of implantation. Am J Sports Med 1995; 23: 42-49.
11. Insall JN: Cirugía de la rodilla (2ª ed). Ed Médica Panamericana, Buenos Aires, 1994; tomo 1: 440-528.
12. International Knee Documentación Committee at the International Knee Society Meeting. Toronto, Canadá, 1991.
13. Kelly MA, Rock TJ, Kimmel JA et al: MR imaging of the knee: clasificación of its role. Arthroscopy 1991; 7: 78-85.
14. LaPrade RF, Burnett QM, Veenstra MA et al: The prevalence of abnormal magnetic resonance imaging findings in asymptomatic knees. Am J Sports Med 1994; 22: 739-745.
15. Lee JK, Yao L, Phelps CT et al: Anterior cruciate ligament tears: MR imaging compared with arthroscopy and clinical tests. Radiology 1988; 166: 861-864.
16. Liu SH, Osti L, Dorey F et al: Anterior cruciate ligament tear. A new diagnostic index on magnetic resonance imaging. Clin Orthop 1994; 302:147-150.
17. Maywood RM, Murphy BJ, Uribe JW et al: Evaluation of arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using magnetic resonance imaging. Am J Sports Med 1993; 21: 523-527.
18. Mink JH, Levy T, Crues JV III: Tears of the anterior cruciate ligament and menisci of the knee: MR imaging evaluation. Radiology 1988; 167: 769-774.
19. Mink JH, Reicher MA, Crues III JV et al: MRI of the Knee (2ª ed). Raven Press, New York, 1993; pp 237-293.
20. Moeser P, Bechtold RE, Clark T et al: MR imaging of the anterior cruciate ligament repair. J Comput Assist Tomogr 1989; 13:105-109.

21. Muscolo DL, Ayerza I, Ayerza MA et al: Reconstrucción artroscópica del ligamento cruzado anterior con tendón rotuliano. Rev AAOT 1990; 55:108-119.
22. Muscolo DL, Pineda G, Makino A et al: Artroscopía y resonancia magnética en lesiones traumáticas de rodilla. Rev AAOT 1993; 58: 237-246.
23. Murphy BJ, Smith RL, Uribe JW et al: Bone signal abnormalities in the posterolateral tibia and lateral femoral condyle in complete tears of the anterior cruciate ligament: a specific sign? Radiology 1992; 182: 221-224.
24. Rak KM, Gillogly SD, Schaefer RA et al: Anterior cruciate ligament reconstruction: evaluation with MR imaging. Radiology 1991; 178: 553-556.
25. Scaglione N: Interpretation of ACL surgical data: critical analysis of outcome comparing knee ligament rating systems. AAOS 59th Annual Meeting, 1992.
26. Spindler KP, Schils JP, Bergfeld JA et al: Prospective study of osseous, articular, and meniscal lesions in recent anterior cruciate ligament tears by magnetic resonance imaging and arthroscopy. Am J Sports Med 1993; 21: 551-557.
27. Tung GA, Davis LD, Wiggins ME et al: Tears of the anterior cruciate ligament: primary and secondary signs at MR imaging. Radiology 1993; 188: 661-667.
28. Vahey TN, Broome DR, Kayes KJ et al: Acute and chronic tears of the anterior cruciate ligament: differential features at MR imaging. Radiology 1991; 181:251-253.