IMAGEN POR RESONANCIA MAGNÉTICA DE LAS COMPLICACIONES POSTQUIRÚRGICAS ASOCIADAS A LA RECONSTRUCCIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

Dras Yin-Tsi Palma A, María de Guadalupe Gómez P. Colaborador: Dr. José Burgos Z.

Médicos Radiólogos, Departamento de Resonancia Magnética. Hospital Ángeles Pedregal. México D.F, México.

MAGNETIC RESONANCE IMAGING OF POSTOPERATIVE COMPLICATIONS ASSOCIATED WITH ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION

Abstract: Magnetic resonance imaging (MRI) is currently the diagnostic method of choice for the evaluation of postsurgical complications of anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction. For a proper interpretation of MR imaging sequences, it is necessary to take into account such factors as: time elapsed since surgery, type of graft used (autograft, allograft or synthetic materials), and presence of metallic devices, among others. To obtain optimal images, it is advisable to use T1-weighted sequences, to utilize the same technical parameters in pre- post-contrast images, and to avoid gradient-echo sequences. We describe the imaging aspects of various complications associated with the reconstruction of this ligament, such as rupture of the graft (assessed by direct and indirect signs), impingement of the graft, postoperative infections, formation of ganglion within the bone tunnels, anterior arthrofibrosis, and donor-site complications.

Keywords: ACL, MRI, Post-surgical complications.

Resumen: La resonancia magnética es en la actualidad el método diagnóstico de elección para la evaluación de las complicaciones postquirúrgicas de la reparación del ligamento cruzado anterior (LCA). Para la correcta interpretación de los estudios de imagen por RM es importante tomar en cuenta algunos factores como: tiempo transcurrido desde la cirugía, tipo de injerto (autoinjertos, aloinjertos o materiales sintéticos) y presencia de dispositivos metálicos, entre otros. Para obtener imágenes óptimas se prefiere utilizar secuencias potenciadas en T1, utilizar los mismos parámetros técnicos en las imágenes pre/post-contraste y evitar las imágenes con gradiente de eco. Se describen los aspectos imaginológicos de las diferentes complicaciones asociadas a la reparación de este ligamento: ruptura del injerto (valorada con signos directos e indirectos), pinzamiento del injerto, infecciones postoperatorias, formación de gangliones dentro de los túneles óseos, artrofibrosis anterior y complicaciones en la zona donante.

Palabras clave: Complicaciones postquirúrgicas, LCA Resonancia magnética.

Palma Y. Imagen por resonancia magnética de las complicaciones postquirúrgicas asociadas a la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Rev Chil Radiol* 2011; 17(1): 12-18.

Correspondencia: Dra. Yin-Tsi Palma Aguilar / yinayarit@gmail.com

Trabajo recibido el 01 de noviembre de 2010, aceptado para publicación el 25 de enero de 2011.

Introducción

El ligamento cruzado anterior (LCA) es una estructura intracapsular y extrasinovial que proximalmente se inserta en el aspecto posteromedial del cóndilo femoral lateral y se extiende en una dirección anterior, inferior y medial para insertarse en la eminencia intercondilar; sus dimensiones son: 11 mm de grosor y 31 a 38 mm de longitud⁽¹⁾. La lesión del LCA es frecuente en atletas

jóvenes⁽²⁾ y la incidencia en la población general es variable, reportándose de 1/3.000 en Estados Unidos⁽³⁾.

El LCA es la estructura que más frecuentemente se reconstruye en la articulación de la rodilla^(4,5). El tratamiento quirúrgico está especialmente indicado en pacientes jóvenes con actividad deportiva⁽⁶⁾. La valoración postquirúrgica de este tipo de procedimientos se realiza mediante técnicas de imágenes convencionales

(radiografías) y multiplanares (resonancia magnética (RM)).

La RM se ha utilizado como un método valioso para la evaluación de la integridad de la reconstrucción del LCA con una sensibilidad del 100%, especificidad del 86% y seguridad diagnóstica del 86.5% para la RM convencional y 100% de sensibilidad con 81-100% de especificidad cuando se realiza artroresonancia^(2,7-9). Posterior a la cirugía, el reconocimiento de la apariencia normal y presencia de anomalías en las estructuras de la rodilla es un factor esencial para la evaluación por este método diagnóstico⁽⁸⁾. El protocolo utilizado en este centro consiste en obtención de imágenes axiales, coronales y sagitales en las secuencias de pulso SE y FSE potenciadas en T1, T2 y DP con saturación grasa, T1 con gadolinio e imágenes coronales oblicuas potenciadas en T2, orientadas paralelas al curso de la cisura intercondilar femoral; más adelante en este artículo se explicará en detalle la importancia de la utilización de estas secuencias.

Con la RM es posible valorar los cambios en la intensidad de señal del injerto y la laxitud del mismo, así como evaluar la posición del túnel y otras anomalías, tanto óseas como de tejidos blandos, que pueden provocar síntomas que están directamente relacionados con la reparación de este ligamento⁽⁴⁾. La valoración de los túneles óseos puede tener algunos inconvenientes como la presencia del artefacto por susceptibilidad magnética (caracterizado por registro erróneo y vacío de señal), que se produce por la presencia de materiales ferromagnéticos (hierro, titanio), que tienen la capacidad de producir heterogeneidad del campo magnético. Este artefacto es más acentuado en las imágenes con TE largo (T2) y se atenúa en las imágenes potenciadas en T1. Para reducir este artefacto se recomienda eliminar la supresión de la grasa, evitar el eco de gradiente, utilizar STIR en vez de T2, aumentar el ancho de banda, utilizar FSE en vez de SE y utilizar los mismos parámetros en las imágenes pre y postcontraste^(4,10,11).

Aspectos quirúrgicos generales

En los procedimientos de reparación o reconstrucción primaria se utilizan injertos de tendón (rotuliano, gracilis, semitendinoso y menos frecuentemente de la banda iliotibial), aloinjerto o materiales sintéticos^(4,12-14). El injerto se inserta a través de los túneles tibial y femoral (con un diámetro de 8-10 mm) y se asegura con tornillos de interferencia en el túnel o con grapas para hueso^(4,8). Estos tornillos de interferencia metálicos tienen el inconveniente que aumentan el riesgo de degeneración quística del injerto y los tornillos interferenciales bioabsorbibles pueden producir reacción inflamatoria de cuerpo extraño, mediada por un mecanismo celular, que puede asociarse con fracaso de fijación⁽⁸⁾. Actualmente existen otros dispositivos

como el Endobutton (placa de titanio con una cinta continua de poliéster que se fija a la cortical anterior del fémur) y EZloc (dispositivo de titanio de fijación femoral). Además se pueden utilizar técnicas de doble banda (dos túneles femorales y dos tibiales para haces anteromedial/posterolateral femoral y anteromedial/posterolateral tibial)⁽¹⁵⁾.

En las imágenes coronales, el túnel femoral debería de encontrarse en posición de 11 hrs y 1 hr en las rodillas derecha e izquierda respectivamente. En las imágenes sagitales, el túnel femoral debe situarse por detrás de la intersección entre la línea de Blumensaat y la línea paralela a la corteza femoral posterior; el túnel tibial debe situarse por detrás del punto en el que la prolongación de la línea de Blumensaat cruza la tibia, pero no por detrás del punto medio de la zona proximal de la tibia⁽¹⁶⁾. La posición adecuada del túnel tibial es importante para prevenir el pinzamiento del injerto^(12,16).

Las complicaciones asociadas a reconstrucción del LCA se estiman en un 10-25%⁽²⁾ e incluyen: posición inapropiada del túnel, fracaso del material quirúrgico, fracaso del tapón de hueso, fractura rotuliana (en la zona donante), fracaso del tendón rotuliano, rotura del injerto, pinzamiento del injerto, artrofibrosis anterior ("lesión en cíclope") e infección en el postoperatorio^(4,7,8,17).

Discusión

La evaluación clínica de este tipo de lesiones puede ser difícil y la RM juega un papel importante en la apreciación de la integridad del injerto, así como en el diagnóstico de las complicaciones asociadas a este procedimiento quirúrgico.

Las indicaciones más comunes para la evaluación de las reconstrucciones del LCA son: fracaso de la reconstrucción del LCA para estabilizar la rodilla, trauma recurrente posterior a la cirugía, disminución o pérdida de la extensión de la rodilla, planeación prequirúrgica para la revisión de falla de la reconstrucción del LCA, evaluación de la integridad del menisco y del cartílago, localización y tamaño del túnel⁽⁷⁾.

Complicaciones relacionadas con el injerto del LCA

En la valoración por RM del injerto del LCA se han descrito algunos dilemas diagnósticos, entre los que Kheder et al⁽²⁾ mencionan:

- No todos los signos de rotura del ligamento nativo son aplicables a los injertos de LCA.
- El tipo exacto del injerto es desconocido por el radiólogo, lo que es de gran importancia debido a que los diferentes injertos tienen distinta apariencia en la RM.
- El proceso de reincorporación del injerto involucra complejos procesos biológicos y su intensidad varía según el tiempo transcurrido desde la cirugía.

- La falla del injerto es de etiología multifactorial.
- El lugar del túnel determina su biomecánica.
- La tensión del injerto es importante para la propia función, pero no puede ser cuantificada por técnicas de imagen.

En el período postquirúrgico inmediato (menos de un mes), la intensidad de señal del tendón rotuliano nativo en las imágenes potenciadas en T1 y T2 es baja, lo que se atribuye a la naturaleza avascular del injerto durante este período.

Después de un mes y hasta 1-2 años post cirugía, la intensidad de señal puede estar aumentada en las secuencias potenciadas en T2, lo que puede deberse a proceso de revascularización y resinovialización, fenómeno que se conoce como “ligamentización” del injerto. Por lo anterior, este aumento de señal no debe ser interpretado erróneamente como rotura a menos que se observe intensidad de señal de líquido. Después de dos años, la intensidad de señal es baja en T1 y T2, similar al LCA nativo^(8,11).

1. Roturas del injerto: Son relativamente infrecuentes si no existe historia de trauma recurrente y desde el punto de vista clínico se manifiestan como inestabilidad articular⁽⁷⁾. La RM ha sido un método diagnóstico eficaz para diferenciar entre rotura completa y rotura parcial del injerto, usando la artroscopía como estándar de oro. Se han descrito signos directos (primarios) e indirectos (secundarios) para la rotura del injerto^(2,7):

- *Signos directos*

- a) Aumento difuso o focal de la intensidad de señal del injerto (en su tercio proximal, medio o distal), se debe tomar en cuenta el tiempo transcurrido desde la cirugía.
- b) Adelgazamiento focal y orientación (horizontalización y laxitud) del injerto en las imágenes sagitales.
- c) Discontinuidad completa de las fibras del injerto, valorada en los planos sagital y coronal oblicuo para aumentar la especificidad y el valor predictivo positivo (Figura 1).

Figura 1. a,b) Paciente masculino de 26 años de edad, futbolista con injerto por reconstrucción del LCA hace 4 años, sufre trauma recurrente. Las imágenes coronal T2 con supresión de grasa (flecha) y sagital potenciada en T1 (doble flecha) muestran ruptura completa del injerto del LCA hacia su inserción femoral. c) Se observa aumento de la curvatura del ligamento cruzado posterior como signo indirecto (flecha gruesa).

La sensibilidad y especificidad reportada para los signos directos es de 96% y 94% respectivamente⁽¹⁸⁾.

El aumento focal o lineal de la intensidad de señal del injerto, producida por tejido fibroso y parcialmente graso, no debe confundirse erróneamente con una nueva ruptura⁽¹²⁾. Moon et al, realizaron un estudio en el que evaluaron el injerto de LCA en 51 pacientes con síntomas recurrentes después de la cirugía de reconstrucción; en esta serie se demostró que la RM con imágenes adicionales coronales oblicuas aumenta la seguridad diagnóstica y permite identificar el grado de daño del injerto⁽¹⁹⁾. En este grupo de pacientes, el medio de contraste fue útil para valorar el tejido periligamentario.

- Signos secundarios

- a) Traslación tibial anterior: Se conoce como “signo del cajón anterior” en la RM y es un indicador de fracaso o laxitud del injerto. Está dada por una línea dibujada tangencial al margen posterior de la cortical del cóndilo femoral lateral y paralela al eje axial de la tibia. Este signo es considerado positivo si la cortical posterior del platillo tibial lateral se traslada más de 5 mm anterior a la corteza posterior del fémur, en las imágenes sagitales. La sensibilidad es de 46% y la especificidad de 90%, para diferenciar un injerto roto de uno intacto⁽²⁰⁾.
- b) Valor de la curvatura del LCP: La curvatura puede ser cuantificada por dos medidas: distancia entre los puntos de inserción del ligamento más anterior en la tibia y el fémur (línea y) y la distancia máxima perpendicular (línea x) dibujada entre la línea y, y la superficie inferior del LCP. Esta medida es una proporción de x/y y es anormal si su valor es superior a 0.39, con una sensibilidad de 34% y especificidad de 100%^(2,20).
- c) Desplazamiento posterior del menisco lateral: Una línea dibujada superiormente desde la corteza posterior del platillo tibial lateral intercepta al cuerno posterior del menisco lateral en las imágenes sagitales. Este signo, junto con el valor de la curvatura del LCP son manifestaciones

de un desplazamiento anterior anormal de la tibia (inestabilidad tibiofemoral)^(2,18).

- d) Ángulo del LCP: Es el ángulo entre las líneas que pasan en el centro del ligamento, a través de su porción proximal y de su porción distal. Este ángulo es de 123 grados en sujetos normales y está disminuido en pacientes con LCA roto a valores inferiores de 106 grados^(2,21).

Se han descritos otros signos secundarios, como por ejemplo surco femoral lateral profundo y línea del LCP anormal. Estos signos tienen una sensibilidad baja y una especificidad alta, lo que indica que la ausencia de éstos no excluye el diagnóstico de ruptura del injerto de LCA^(5,16).

2. Pinzamiento del injerto: Se manifiesta clínicamente como pérdida de la extensión o contractura en flexión y es una complicación incapacitante, causa frecuente de consulta al Cirujano Ortopedista.

3. Infección postoperatoria: La artritis séptica es poco frecuente y afecta al 0.5% de los pacientes sometidos a cirugía ortopédica⁽⁴⁾. El microorganismo más frecuente es el *S. aureus*; la aspiración es obligatoria para confirmar el germen patógeno. La RM suele ser útil para evaluar el alcance de la infección, formación de abscesos, senos de drenaje y osteomielitis.

Los tractos sinusales se extienden desde la región subcutánea hasta el hueso subyacente⁽⁴⁾ (Figura 2).

Figura 2. Paciente femenina de 31 años, deportista, con reconstrucción del LCA hace 1 mes con salida de secreciones amarillentas por el sitio quirúrgico. En las imágenes sagitales potenciadas en T2 y T2 con supresión de grasa (a,b) se observa Hoffititis (flecha gruesa), derrame articular y signos de sinovitis (doble flecha). c) Se observa trayecto sinusal (cabeza de flecha). d) Imagen axial con saturación de la grasa muestra edema de los tejidos blandos superficiales de la región anteromedial de la rodilla (flecha curva).

4. **Gangliones:** En casos infrecuentes, pueden desarrollarse en el trayecto de los canales de perforación^(2,21) y representan una degeneración quística del injerto. Los gangliones se asocian con frecuencia a aumento de tamaño del túnel y se asemejan a los gangliones del LCA nativo⁽²²⁾ (Figura 3).
5. **Artrofibrosis anterior:** Es un nódulo focal de tejido fibroso, situado en la fosa intercondílea anterior a la reconstrucción del LCA, que se comporta hipointenso en T1 y de intensidad intermedia en T2^(4,8,14,23). Este nódulo queda atrapado entre el fémur y la tibia, produciendo bloqueo mecánico a la extensión completa y dolor de la rodilla en extensión (Figura 4). Desde el punto de vista fisiopatológico la causa no

Figura 3. Paciente masculino de 46 años de edad con reconstrucción del LCA. En las imágenes sagital y coronal T2 se observa ganglión intraóseo en el túnel femorotibial (flechas delgadas) y artefacto metálico por antecedente quirúrgico. En la imagen sagital fat sat se observan cambios postquirúrgicos y fibrosis en la grasa de Hoffa (flecha gruesa).

está establecida, pero se ha postulado que se debe al debridamiento y la perforación de esta región durante la formación del túnel tibial. En el análisis anátomo-patológico, este proceso representa una hiperplasia sinovial con producción excesiva de tejido fibroso e infiltrado de células inflamatorias. En la artroscopia se observa como un área focal decolorada que recuerda un ojo, por lo que se le ha denominado "lesión en cíclope"^(5,8,12,21).

La frecuencia de esta complicación oscila entre 1 al 9,8% en diferentes series⁽¹⁷⁾. La resección quirúrgica es curativa.

6. **Complicaciones en la zona donante:** Son más frecuentes cuando se utiliza autoinjerto. Existe controversia si el tendón rotuliano nativo debe dejarse que cure espontáneamente o debe cerrarse primariamente el defecto en el momento de obtención del injerto. La obtención de injerto de hasta 10 mm no tiene consecuencias negativas sobre el mecanismo extensor y en estas condiciones son raras las rupturas del tendón rotuliano^(8,22).

Figura 4. Paciente masculino de 26 años de edad con dificultad para extender la articulación de la rodilla, con reparación quirúrgica del LCA. La imagen sagital potenciada en T2 (flechas negras) y coronal T2 con supresión de la grasa (flechas blancas) muestra artrofibrosis anterior ("lesión en cóclope"). En la imagen coronal oblicua potenciada en T2 con supresión de la grasa el LCA se observa engrosado y con integridad de sus fibras (flechas curvas).

Figura 5. Paciente masculino de 30 años, con reconstrucción del LCA, utilizando material quirúrgico reabsorbible. La imagen coronal potenciada en T2 con saturación de la grasa, muestra cambios quísticos dentro del túnel femoral y edema del hueso adyacente (flechas blancas). En la imagen sagital potenciada en T1, se observa fibrosis en la grasa de Hoffa (flechas negras dobles) y ruptura de la gran parte de las fibras del injerto (flecha gruesa). En la imagen axial potenciada en T2 (c) se visualizan algunas fibras residuales dentro del trayecto del túnel (círculo), nótese pinzamiento lateral de la rótula.

Conclusiones

La RM puede diagnosticar las diferentes complicaciones asociadas a la reparación del ligamento cruzado anterior, permitiendo además diferenciar entre roturas totales o parciales en el fracaso del injerto, para tomar las decisiones terapéuticas correspondientes.

Es el método de imagen de elección para identificar la severidad de la artrofibrosis anterior y ayuda a descartar la presencia de colecciones intrarticulares e infección de tejidos blandos, posteriores a la cirugía.

Bibliografía

1. Farooki S, Seeger L. Magnetic resonance imaging in the evaluation of ligament injuries. *Skeletal Radiology* 1999; 28: 61-74.
2. Kheder M, Mohamed E, Mohamed H, et al. Anterior Cruciate Ligament graft tear. Primary and secondary magnetic resonance signs. *Saudi Med J* 2009; 30(4): 465-471.
3. Bealle D, Johnson DL. Technical pitfalls of Anterior Cruciate Ligament Surgery. *Clin Sport med* 1999; 18(4): 831-45.
4. Berquist T. RM Musculoesquelética. Editorial Marbán. Madrid, España 2010. Pág 351-357.
5. Gentili a, Seeger L, Yao L. Anterior Cruciate Ligament tear: Indirect signs at MR Imaging. *Radiology* 1994; 193: 835-840.
6. Collins M, Unruh K, Bond J, Mandrekar J. Magnetic Resonance Imaging of surgically confirmed anterior cruciate ligament graft disruption. *Skeletal Radiology* 2008; 37: 233-243.
7. Horton K, Jacobson J, et al. MR Imaging of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Graft. *AJR* 2000; 175: 1091-1097.
8. Mc Cauley TR. MR Imaging evaluation of the postoperative knee. *Radiology* 2005; 234: 53-61.
9. Nakayama Y, Shirai Y, Narita T et al. The accuracy of MRI in assessing Graft Integrity After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Journal of Nippon Medical School* 2001; 68(1): 45-49.
10. Morrison WB. Clínicas Radiológicas de Norteamérica. 2007; 45(2). Cap 1: Optimización de los Estudios de Imagen Musculoesquelética Clínica.
11. Kastler B, Vetter D et al. Principios de Resonancia Magnética: Manual de autoaprendizaje. 1997.
12. Kramer J, Recht M. MR Imaging of the Postoperative Knee: A Pictorial Essay. *RadioGraphics* 2002; 22: 765-774.
13. Jackson W, Schaefer RK. Cyclops Syndrome: loss of extensión following intra-articular ACL reconstructions. *Arthroscopy*. 1990; 6: 171-178.
14. Herrington L, Wrapson C, Mattheus M et al. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, hamstring versus bone-patella tendón bone grafts: a systematic literature review of outcome from surgery. *Knee* 2005; 41-50.
15. Marquez W, Marquez J, et al. ¿Porqué reconstruir el ligamento cruzado anterior con dos haces? Revisión de la literatura y anotación sobre la técnica quirúrgica. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*. 2008.
16. Bancroft LW, Clínicas Radiológicas de Norteamérica Radiología 2006; 3.
17. Recht M, Piraino D et al. Localized Anterior Arthrofibrosis (Cyclops Lesion) After Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament: MR Imaging Findings. *AJR* 1995; 165: 383-385.
18. Tung GA, Davis LM, Wiggins and PD Fadale Tears of the Anterior Cruciate Ligament: Primary and secondary Signs at MR Imaging.
19. Moon S, Hong S et al. Grading Anterior Cruciate Ligament Graft Injury after Ligament Reconstruction Surgery: Diagnostic Efficacy of Oblique Coronal MR Imaging of the Knee. *Korean J Radiology* 2008; 9: 155-161.
20. Sonny Sau-hin Chiu. The Anterior Tibial Translocation Sign. *Radiology* 2008; 239: 914-915.
21. Vahlensieck M, Reiser M. Resonancia Magnética Musculoesquelética. 3 era edición. Editorial Médica Panamericana. 2006. Pág 291-293.
22. Wilson TC, Kantaras A, Atay A et al. Tunnel enlargement after anterior cruciate ligament surgery. *Am J Sport Med* 2004; 32: 543-549.
23. Sanders TG. MR imaging of postoperative ligament of the knee. *Semin Musculoskel Radiol* 2002; 6: 19-33.