

Eficacia de la resonancia magnética de rodilla en la evaluación de lesiones condrales

Correlación con artroscopía

Autor: Dr. Julio Javier Masquijo

Coautores: Dr. Pablo Narbona, Dr. Ignacio Masquijo, Dr. Marcos Georget,
Dr. Luis Vazquez, Dr. Guillermo José Allende

RESUMEN: Objetivos: Determinar la eficacia de la Resonancia Magnética Nuclear (RMN) en la medición de defectos osteocondrales de rodilla; y la concordancia en la graduación de estas lesiones, con la secuencia Densidad Protónica Fat Sat (DP Fat Sat). **Diseño del estudio:** Transversal, con recolección de datos prospectiva. **Material y métodos:** Se analizaron 50 rodillas de 49 pacientes (divididas en seis regiones). Se correlacionó la extensión en mm², utilizando un coeficiente de variación de ± 2 mm, y la graduación de la lesión según una modificación del sistema de Outerbridge, tomando la artroscopía como patrón standard. Para la comparación entre medianas se utilizó el test de Wilcoxon. La significancia fue tomada con un 95% de confianza. Para evaluar la concordancia en la graduación se utilizó el coeficiente kappa. **Resultados:** De las 300 superficies analizadas se objetivó lesión osteocondral en el 48% de los casos (24/50). Comparadas con los hallazgos artroscópicos se observó una sensibilidad del 79,4%, especificidad de 99,3%, valor predictivo positivo de 93,1%, valor predictivo negativo de 97,4% y una exactitud diagnóstica del 97%. En cuanto al tamaño, el 53% de las lesiones pequeñas (0-20mm₂), el 92% de las moderadas (20-100mm₂) y el 100% extensas (>100mm₂) fueron subestimadas por la RMN. El promedio global de subestimación fue del 37,2% ($p < 0,0004$), siendo las lesiones extensas las de mayor discordancia con una media de $173,3 \pm 70,8$ mm. Al correlacionar las graduaciones se obtuvo un promedio de concordancia del 70%, con un coeficiente kappa de 0,80. Las lesiones grado IV (exposición del hueso subcondral), fueron las que presentaron el mayor porcentaje de coincidencia (77%). **Conclusiones:** La secuencia de imagen DP Fat Sat posee una sensibilidad y especificidad similar a la reportada con secuencias específicas de cartilago, con un alto porcentaje de concordancia en la graduación de lesiones osteocondrales. La RMN presenta una pobre precisión para la determinación de la superficie de estas lesiones.

Palabras Claves: Cartilago Articular-DP Fat Sat- Outerbridge-Medición.

ABSTRACT: Objectives: To determine the efficiency of the Nuclear Magnetic Resonance (NMR) in the assessment of osteochondral defects of the knee, and the possible concordance between the grading of such lesions by arthroscopy with the Density Prototonic Fat Sat (DP Fat Sat). **Type of Study:** Transversal with prospective data. **Material and methods:** Fifty knees of 49 patients (divided into 6 regions) were studied. The relationship between the surfaces of the lesions in mm₂ uses a coefficient of variation ± 2 mm, and the grading of the lesion according to the modification of the Outerbridge system, using arthroscopy as a standard pattern. The Wilcoxon test was used for the comparison between the medians with the significance of 95% confidence. To evaluate the concordance in the grading, the kappa coefficient was used. **Results:** Osteochondral lesions were found in 48% of the cases (24/50) in the 300 surfaces studied. Comparing such data with the arthroscopic findings, the following values were found: sensibility 79.4%, specificity 99.3%, positive predictive value 93.1%, negative predictive value 97.4%, and diagnostic exactness of 97%. Concerning the size of the lesion, the 53% of the small ones (0-20mm₂), 92% of the moderate ones (20-100mm₂) and the 100% of the large ones (>100mm₂) were underestimated by magnetic resonance. The global average of underestimation was 37.2% ($p < 0,0004$), and the large lesions showing greater discordance with the median of $173,3 \pm 70,8$ mm. An average concordance of 70% with a kappa coefficient of 0.80 was obtained when looking for the relationship in the grading of the lesions. Grade IV lesions (exposing subchondral bone) presented the largest percentage of coincidence (77%). **Conclusions:** The image sequence of the DP Fat Sat possesses a sensibility and specificity similar to those reported with specific sequences of cartilage, with a high percentage of concordance in the grading of osteochondral lesions. NMR presents a poor position in the evaluation in the surface of said lesions.

Keywords: Articular Cartilage -DP Fat Sat- Outerbridge- Measurement

INTRODUCCION

El cartilago es el tejido conectivo con mayor grado de especialización en cuanto a propiedades biome-

cánicas (1). La función del cartilago es proporcionar una superficie de carga lubricada que permita a los huesos rodar y deslizarse entre sí de una forma libre de fricción. Además actúa distribuyendo y atenuando los picos de fuerza producidos durante las distintas actividades físicas (1,2). Las lesiones del cartilago articular son muy frecuentes en personas activas. Estas se presentan con una incidencia del 63 al 66% en todos los pacientes que se someten a una artros-

Servicio Ortopedia y Traumatología
Sanatorio Allende, Córdoba - Argentina.
Correspondencia: Dr. Julio Javier Masquijo
Hipólito Irigoyen 384, CP5000 - Córdoba - Argentina
Tel.: 0351 - 4269201

copía de rodilla (3,4,5), aunque de estas solo el 25% se presenta de manera aislada (6).

El reciente desarrollo de nuevos métodos terapéuticos para este tipo de lesiones ha conducido a la demanda de una valoración no invasiva más precisa del cartílago. Si bien la resonancia magnética nuclear (RMN) es el estudio de elección para la evaluación de lesiones de la superficie articular, no existe un consenso sobre la mejor técnica de visualización y sobre qué precisión poseen dichas técnicas. Por otra parte no hemos encontrado en la literatura ningún estudio que correlacione la superficie en mm² de la lesión osteocondral informada en la RMN con los hallazgos intraoperatorios.

Los objetivos de nuestro trabajo son: determinar la eficacia de la RMN en la medición de los defectos osteocondrales de la rodilla; y la sensibilidad y especificidad en la graduación de estas lesiones con la secuencia Densidad Protónica Fat Sat (DP Fat Sat).

MATERIAL Y METODOS

En el período entre Enero y Junio del 2005 se realizaron 138 artroscopías de rodilla en el servicio de Ortopedia y Traumatología. De éstos fueron analizadas prospectivamente 50 rodillas de 49 pacientes consecutivos, quienes cumplieron con los criterios de inclusión. Todos los pacientes analizados refirieron en el examen inicial dolor, inflamación, crepitación u otros síntomas mecánicos que justificaran el estudio. Se utilizó como criterios de inclusión: pacientes entre 18 y 60 años de ambos sexos a quienes se hubieran realizado la RMN en nuestra institución y que hubieran sido sometidos a una artroscopía de rodilla. Los criterios de exclusión fueron: antecedentes quirúrgicos en la rodilla a estudiar, pacientes con estudios informados en otra institución y aquellos en los que hubieran transcurrido más de seis semanas entre la RMN y la cirugía.

Las imágenes de RMN fueron realizadas en un equipo 2-T Elscint Prestige magneto superconductor. Los parámetros para el escaneo para la secuencia coronal Densidad Protónica Fat Sat fueron TR/TE 18/3900; nex, 1; espacio de corte, 3mm.; interslice gap de 0,6mm.; FOV 18 x 18 y una matriz de 256 x 256 pixeles (tamaño del píxel, 0,7mm). La duración de la secuencia fue de 4 minutos y 10 segundos. En ningún caso se utilizó material de contraste.

Las RMN fueron evaluadas prospectivamente por un radiólogo experimentado en patología osteoarticular, determinando la extensión en mm². Se

graduaron las lesiones según el sistema de clasificación de Outerbridge (7) modificado. Se dividieron las lesiones en grados: 0 (Normal), I (Reblandecimiento o ampollas con una superficie articular intacta), II (Ulceración superficial, fibrilación o fisura que involucra menos del 50% de la profundidad de la superficie articular), III (Ulceración profunda, fibrilación, fisura o flap condral que involucra más del 50% de la profundidad de la superficie articular) y IV (lesión completa con exposición del hueso subcondral) (Fig. 1).

Las superficies articulares del cartílago fueron divididas en seis regiones: rótula, tróclea, superficie tibial medial, lateral y cóndilos femorales medial y lateral. Para la recolección de los datos se utilizó el formulario "ICRS-Cartilage Injury Standard Evaluation Form-2000" (8) y para asentar la localización precisa de la lesión se utilizó el "ICRS-knee cartilage lesion mapping system" (8) (Fig. 2). Estos datos se colocaron por separado del informe de la RMN.

Las cirugías fueron realizadas por tres artroscopistas, quienes tuvieron a su disposición el informe de la RMN, con la localización de la lesión pero sin la graduación ni la extensión del defecto.

La extensión de la lesión fue determinada intraoperatoriamente utilizando como unidad de medida un gancho palpador reglado de 3mm. En todos los ca-

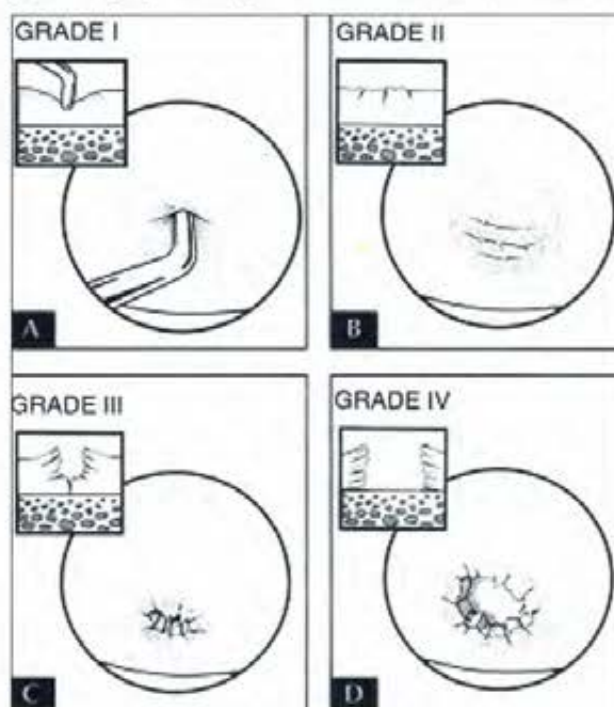


Figura 1: Clasificación de Outerbridge. (Tomado de Mandelbaum BR, Articular cartilage lesions of the knee. Am J Sports Med. 1998 Nov-Dec;26(6):853-61.)

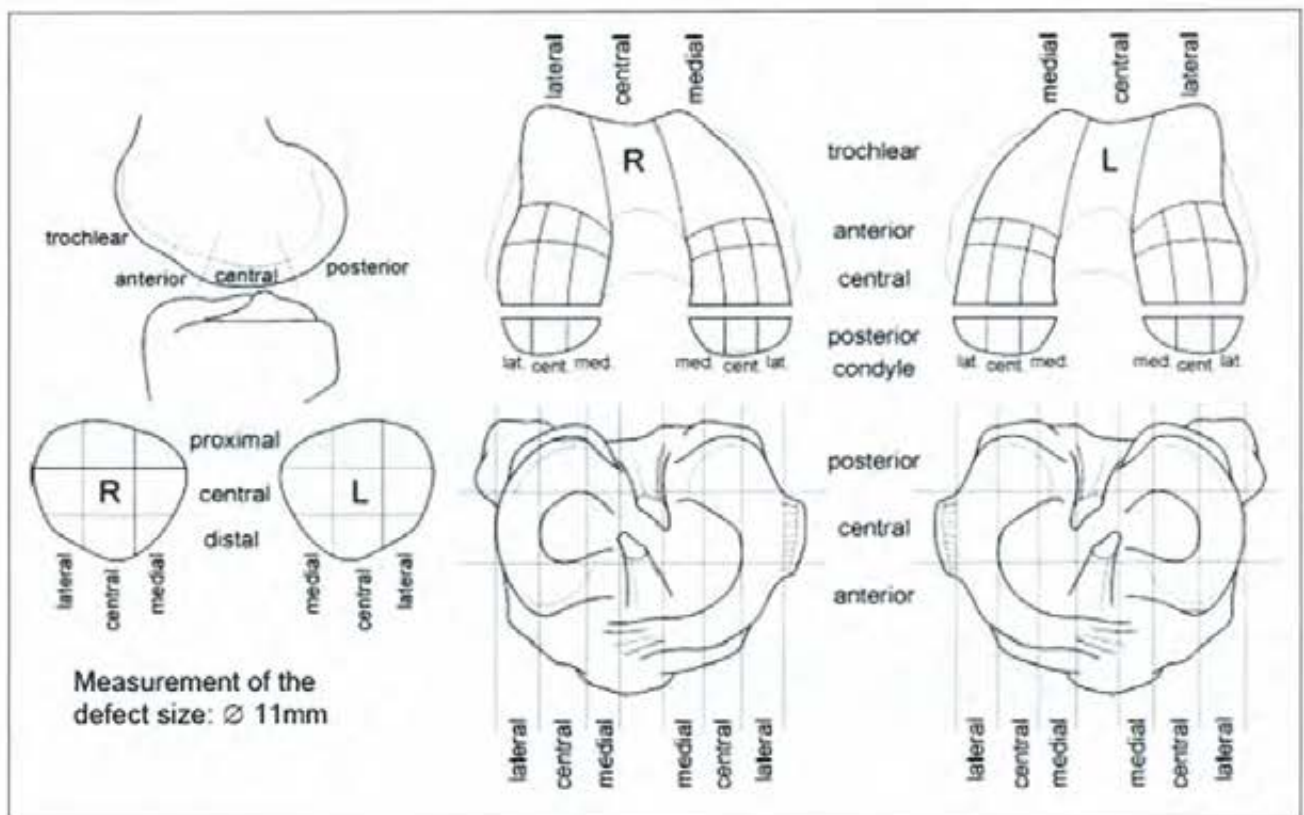


Figura 2: ICRS Knee Cartilage Lesion Mapping System. (Tomado de ICRS Cartilage Injury Evaluation Package [www.cartilage.org]).

sos, se tomó el mayor diámetro en mm. y se lo multiplicó por el diámetro transversal a este para obtener la superficie en mm². A su vez estas fueron clasificadas en pequeñas (<20mm²), moderadas (20-100mm²) y extensas (>100 mm²) (9), y graduadas con el sistema antes descrito (7). Las lesiones siempre fueron medidas y graduadas antes de su debridamiento.

Para facilitar el análisis estadístico, los grados 0 y I fueron considerados como normales, los II y III lesiones parciales y la exposición del hueso subcondral (grado IV) como lesiones totales.

Análisis Estadístico

Para la comparación entre medianas se utilizó el test de Wilcoxon. Al evaluar la coincidencia en la determinación del tamaño de las lesiones, se utilizó un coeficiente de variación de ± 2 mm. Para analizar la concordancia en la graduación se utilizó el coeficiente kappa y el porcentaje de correlación. Los datos se expresaron como la media ± 1 desvío estándar para las variables distribuidas en forma gaussiana o como la mediana (mínimo-máximo) para las distribuciones sesgadas. La significancia fue tomada con un 95% de confianza.

RESULTADOS

Estudiamos un total de 50 rodillas de 49 pacientes (37 sexo masculino y 12 de sexo femenino) con un promedio de edad de 34 ± 11 años (rango 18-58 años). Las indicaciones quirúrgicas fueron en el 62% (n 31) lesiones meniscales y en el 38% (n 19) inestabilidad de rodilla por lesión del ligamento cruzado anterior. En ningún caso la indicación primaria de cirugía fue la lesión condral. La rodilla izquierda estuvo afectada en 26 casos y la derecha en 24. Los pacientes tuvieron un peso promedio de 76 ± 11 kg y una altura media de $1,73 \pm 0,09$ mts. El índice de masa corporal (IMC) promedio fué de 26 ± 3 kg/mts². El tiempo mediana de comienzo de los síntomas fue de 3 meses con un mínimo de 0,5 meses y un máximo de 96 meses. El tiempo entre la realización del estudio y la artroscopia fue siempre menor a seis semanas. El 58% de los pacientes estudiados realizaban deportes más de dos veces a la semana previo a la lesión, el 20% realizaban deportes menos de dos veces a la semana, el 6% actividad de alta competencia y sólo el 16% de los pacientes no realizaban actividad deportiva. Objetivamos con artroscopia lesión osteocondral en el 48% de las rodillas intervenidas quirúrgicamente (24/50). Entre ellas hallamos 25 lesiones parciales

(grado II y III) y 9 totales (Grado IV). (Tabla 1)
 Al comparar la RMN en secuencia DP Fat Sat, con los hallazgos artroscópicos encontramos sensibilidad del 79,4%, especificidad de 99,3%, valor predictivo positivo de 93,1%, valor predictivo negativo de 97,4% y exactitud diagnóstica del 97%.

La extensión de la lesión medida con Resonancia Magnética Nuclear utilizando un coeficiente de variación de ± 2 mm, presentó una subestimación significativa con respecto al patrón estándar, ya que el valor mediana fue de 12mm. (4,0 – 420,0) para la RMN y de 24mm. (9,0 – 700,0) para la artroscopía ($p < 0,0004$). El 53% de las lesiones pequeñas ($0-20\text{mm}^2$), el 92% de las moderadas ($20-100\text{mm}^2$) y el 100% extensas ($>100\text{mm}^2$) fueron subestimadas por la RMN. El promedio global de subestimación fue del 37,2%, siendo las lesiones extensas las de mayor discordancia

Superficie Articular	Normal (Grado 0 y I)	Grado II	Grado III	Grado IV
Tróclea	43	1	2	4
Patela	44	1	2	3
Cóndilo femoral interno	37	8	4	1
Cóndilo femoral externo	45	3	1	1
Platillo tibial interno	48	1	1	0
Platillo tibial externo	49	1	1	0
Total	266	15	10	9

Tabla 1: Distribución de las lesiones comprobadas artroscópicamente según la clasificación de Outerbridge.

cia con una media de $173,3 \pm 70,8\text{mm}$ (Tabla 2).

Al correlacionar las graduaciones se obtuvo un coeficiente kappa de 0,80 (Tabla 3), con promedio de concordancia del 70%. Las lesiones grado IV (exposición del hueso subcondral), fueron las que presentaron el mayor porcentaje de coincidencia (77%). De las 34 lesiones parciales (grado II o III) ó totales (grado IV) corroboradas artroscópicamente, se subgraduaron 8 lesiones (1 en 1 grado, 4 en 2 grados, 1 en 3 grados y 2 en 4 grados), y se sobreggraduaron solo dos lesiones, ambas grado III informadas con diferencia de un grado. (Fig. 3)

TIPO DE LESIÓN	n	mm.	%
Pequeñas (0 a 20 mm.) (n= 15)			
Concordancia	8		40
Subestimación	6	44 ± 21	53
Sobrestimación	1	11	7
Moderadas (21 a 100 mm.) (n= 13)			
Concordancia	0		0
Subestimación	12	144 ± 84	92
Sobrestimación	1	80	8
Extensas (mayores a 100 mm.) (n=6)			
Concordancia	0		0
Subestimación	6	1703 ± 708	100
Sobrestimación	0		0

Tabla 2: Concordancia en la extensión de las lesiones osteocondrales calculadas con un coeficiente de variación de ± 2 mm.

		ARTROSCOPIA				Total	
		Normal	Lesión Parcial		Lesión Total		
		Grado 0-1	Grado II	Grado III	Grado IV		
RMN	Normal	Grado 0-1	264	4	1	2	271
		Grado II	1	11	1	0	13
	Lesión Parcial	Grado III	0	0	6	0	6
	Lesión Total	Grado IV	1	0	2	7	10
	Total		266	15	10	9	

Tabla 3: Correlación de las graduaciones calculadas con coeficiente kappa (0,80).

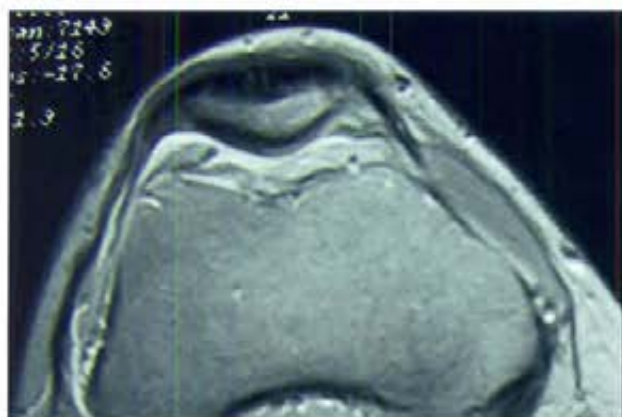


Fig.ura 3: Falso negativo: Visión artroscópica de lesión condral en la tróclea femoral Outerbridge Grado IV de 80mm_ (A), informada en la RMN como Grado 0 (B).

DISCUSION

Debido al reciente desarrollo de nuevas opciones terapéuticas para el tratamiento de defectos del cartílago hialino de la rodilla (10,11,12,13), se ha incrementado la necesidad de un método diagnóstico no invasivo mas preciso para reconocer y caracterizar dichas lesiones. La RMN es el estudio que brinda la mejor evaluación de la superficie articular, sin embargo la secuencia óptima todavía no se ha determinado.

La precisión en la evaluación de estas lesiones ha mejorado de manera significativa a partir del desarrollo de secuencias de imagen diseñadas específicamente para el cartílago hialino. Las dos técnicas específicas mas estudiadas utilizan el eco de gradiente tridimensional (Fat Suppressed 3D Spoiled Gradient Echo-SGE) ó el Fast Spin Echo (FSE). La primera, visualiza los defectos del cartílago en T1 debido a las diferencias de intensidad entre el cartílago y el fluido, y el FSE lo hace en T2. La secuencia SGE muestra al cartílago con mayor intensidad de señal, mientras que FSE lo muestra hipointenso con respecto al líquido articular (14). Ambas técnicas poseen ventajas y desventajas, pudiendo pasar por alto lesiones degenerativas incipientes, fibrilación, fisuras, etc.

La densidad protónica (DP Fat Sat) es una secuencia utilizada de rutina para la visualización todas las estructuras de la rodilla. Brinda una intensidad intermedia entre T1 y T2, que al saturar la grasa incrementa la sensibilidad en anomalías subcondrales, pero además aumenta el rango dinámico de las imágenes ponderadas en T2 para permitir evaluar sutiles variaciones de señal del cartílago.

La secuencia Spoiled Gradient Echo ha demostrado sensibilidad del 81 al 97%, especificidad del 85 al 97%, con eficacia promedio del 97% (6,15,16,17), mientras que el Fast Spin Echo ha demostrado poseer también una alta precisión con sensibilidad del 59 al 100%, especificidad del 67,6 al 99%, con eficacia del 79,6 al 98% según las diferentes series (17,18,19,20) (Tabla 4).

Al analizar nuestra muestra con la secuencia DP Fat Sat, obtuvimos valores comparables a los de secuencias específicas del cartílago con sensibilidad del 79,4%, especificidad de 99,3% y exactitud diagnóstica del 97%. En general la RMN tiende a subestimar el verdadero tamaño de los defectos osteocondrales (21). A pesar de esto no encontramos en la literatura disponible ningún artículo que correlacione directamente la

Autor (año)	Secuencia	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)
Disler (95) ¹⁵	3DSGE	93	94
Disler (96) ⁶	3DSGE	97	86
Recht (96) ¹⁶	3DSGE	81	97
Yoshioka(04) ¹⁷	3DSGE	96.7	85.3
Yoshioka(04) ¹⁷	FSE	100	67.6
Potter (98) ¹⁸	FSE	87	94
Bredella (99) ¹⁹	FSE	94	99

Tabla 4: Comparación de los porcentajes de sensibilidad, especificidad y eficacia con las secuencias Spoiled Gradient Echo y Fast Spin Echo según diferentes autores.

Abreviaturas: 3DSGE: Spoiled Gradient Echo, FSE: Fast Spin Echo, Ptes: Pacientes.

extensión descrita en la RMN con los hallazgos artroscópicos. Esta circunstancia tendría una importante connotación en la planificación preoperatoria. Algunos estudios (22,23) hablan de una alta variabilidad interobservador y moderada eficacia en la medición de lesiones del cartílago. Entre los factores que influyen se destaca la experiencia del cirujano, el tamaño y localización de la lesión. Para evitar esto, en nuestra serie, se discutieron intraoperatoriamente las imágenes siempre entre dos cirujanos (un artroscopista experimentado y un residente). Oakley(23) realizó un estudio experimental con un simulador con rodillas de plástico para determinar la efectividad de las mediciones en lesiones condrales, encontrando mejores resultados cuando las lesiones eran pequeñas y ubicadas en el platillo tibial medial. En nuestra serie el 82% de las lesiones informadas fueron subestimadas por la RMN. En las lesiones pequeñas de 0 a 20mm², fue donde se objetivaron los mejores resultados con un 40% de concordancia en las mediciones. Desafortunadamente en nuestra serie el porcentaje global de lesiones condrales (48%) no fue alto, lo que nos impidió elaborar conclusiones con respecto a la subestimación en cada superficie por separado. Este bajo número de lesiones comprobadas con artroscopía posiblemente se deba a que el promedio de edad del grupo evaluado fue menor que el de otros estudios.

Debido a que la mayoría de las lesiones tiene contornos irregulares es improbable que una RMN sea capaz de determinar precisamente el mayor ancho y largo de esta. Además la RMN puede subestimar la lesión si el fragmento inestable se mantiene adherido sin desprenderse disminuyendo el tamaño del de-

fecto observable (23) o si se realiza la medición artroscópica después de debridar la lesión.

Aunque se han descrito varios sistemas de graduación (24,25,26), preferimos para el análisis la clasificación de Outerbridge (7) por que se ha demostrado que este sistema posee una baja variabilidad interobservador (27,28). Realizamos además una modificación de la misma, debido a que los grados II y III no incluyen una descripción de la profundidad de la lesión.

Al igual que en otros estudios que utilizaron diferente técnica (6,12,20), las lesiones grado IV (exposición del hueso subcondral), fueron las que presentaron el mayor porcentaje de coincidencia en la graduación. Los valores obtenidos de predicción positiva (93,1%) y negativa (97,4%) con DP Fat Sat, son levemente superiores a los reportados por Sonin(20) (72,6% y 90,8%), y Potter(18) (85% y 95%) con la secuencia Fast Spin Echo sin saturación grasa. Por otra parte, el promedio de concordancia global (70%), también fue similar al reportado por estos autores.

Nuestro estudio posee algunas limitaciones. Primero: la artroscopía, utilizada como patrón para la correlación, esta sujeta a errores de interpretación de los operadores, por lo que podría suceder que imágenes de características similares sean interpretadas de diferente manera durante la cirugía. Estas lesiones serían falsos negativos ó positivos quirúrgicos. Segundo: las imágenes de RMN fueron analizadas siempre por un solo observador, lo que podría llevar a errores operador-dependiente.

En conclusión, la Resonancia Magnética Nuclear, realizada de rutina con secuencia de imagen DP Fat Sat posee una sensibilidad y especificidad similar a la reportada con secuencias específicas de cartilago, con un alto porcentaje de concordancia en la graduación de lesiones condrales. Por otra parte, si bien la RMN permite detectar lesiones en un alto porcentaje de los casos, creemos que es un estudio poco preciso para la determinación de la extensión de lesiones osteocondrales, debiendo ser cautelosos a la hora de planificar procedimientos reconstructivos del cartilago articular.

BIBLIOGRAFIA

1. Wong M, Hunziker EB. Biología y biomecánica del cartilago articular en: Cirugía de la Rodilla, 3ª edición, Capítulo 12, Insall & Scott editores. Editorial Malbran, Madrid (España), 2004:317-25.
2. Kneeland JB. RM del cartilago articular de la degeneración cartilaginosa en: Resonancia Magnética en Ortopedia y Lesiones Deportivas, Capítulo 5, David W. Stoller editor. Editorial Marban, Madrid (España), 1999:317-25.
3. Curl WW, Krome J, Gordon ES, Rushing J. Cartilage injuries: a review of 31,516 knee arthroscopies. *Arthroscopy* 1997;13:456-60.
4. Aroen A, Loken S, Heir S, et al. Articular cartilage lesions in 993 consecutive knee arthroscopies. *Am J Sports Med.* 2004;32:211-15.
5. Hjelle K, Solheim E, Strand T, Muri R, Brittberg M. Articular cartilage defects in 1000 knee arthroscopies. *Arthroscopy* 2002;18:730-34.
6. Disler DG, McCauley TR, Kelman CG, et al. Fat-suppressed three-dimensional spoiled gradient-echo MR imaging of hyaline cartilage defects in the knee: Comparison with standard MR imaging and arthroscopy. *Am J Roentgenol* 1996;167:127-32.
7. Outerbridge RE. The etiology of chondromalacia patellae. *J Bone Joint Surg Br.* 1961;43: 752-57.
8. ICRS Cartilage Evaluation Package, 2000. http://www.cartilage.org/Evaluation_Package/ICRS_Evaluation.pdf.
9. Mandelbaum BR. Articular cartilage lesions of the knee. *Am J Sports Med* 1998;26:853-61.
10. Matsusue Y, Yamamuro T, Hama H. Arthroscopic multiple osteochondral transplantation to the chondral defect in the knee associated with anterior cruciate ligament disruption. *Arthroscopy* 1993;9:318-21.
11. Hangody L, Kish G, Karpai Z. Arthroscopic autogenous osteochondral mosaicplasty for the treatment of femoral condylar articular defects: a preliminary report. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1997;5:262-67.
12. Homminga GN, Bulstra SK, Bouwmeester PS. Perichondral grafting for cartilage lesions of the knee. *J Bone Joint Surg [Br]* 1990;72:1003-07.
13. Brittberg M, Lindahl A, Nilsson A, et al. Treatment of deep cartilage defects in the knee with autologous chondrocyte transplantation. *N Engl J Med* 1994;331:889-95.
14. Recht M, Bobic V, Burstein. Magnetic Resonance Imaging of Articular Cartilage. *Clin Orthop* 2001;391:379-96.
15. Disler DG, McCauley TR, Kelman CG. Detection of knee hyaline cartilage defects using Fat-suppressed three-dimensional spoiled gradient-echo MR imaging: Comparison with standard MR imaging and arthroscopy. *Am J Roentgenol* 1995;165:377-82.
16. Recht MP, Piraino DW, Paletta. Accuracy of fat-suppressed three-dimensional spoiled gradient echo FLASH MR imaging in the detection of patellofemoral articular cartilage abnormalities. *Radiology.* 1996;198:209-12.
17. Yoshioka H, Stevens K, Hargreaves B. Magnetic resonance imaging of articular cartilage of the knee: Comparison between fat-suppressed three-dimensional SPGR imaging, fat-suppressed FSE imaging, and fat suppressed three-dimensional DEFT imaging, and

- correlation with arthroscopy. *J Magn Reson Imaging* 2004,20:857-64.
18. Potter HG, Linklater JM, Allen AA. Magnetic resonance imaging of articular cartilage in the knee: An evaluation with use of fast-spin-echo imaging. *J Bone Joint Surg* 1998,80:1276-84.
 19. Bredella MA, Tirman PF, Peterfy CG. Accuracy of T2-Weighted Fast Spin-Echo MR Imaging with Fat Saturation in Detecting Cartilage Defects in the Knee: Comparison with Arthroscopy in 130 Patients. *Am J Roentgenol* 1999,172:1073-80.
 20. Sonin AH, Pency RA, Mulligan ME, Hatem S: Grading articular cartilage of the knee using Fast Spin Echo Proton Density-Weighted MR Imaging without fat suppression. *Am J Roentgenol* 2002,179:1159-66.
 21. Brittberg M, Winalski C. Evaluation of Cartilage Injuries and Repair. *J Bone Joint Surg (Am)* 2003,85:58-69.
 22. Oakley SP, Portek I, Szomor Z. Poor accuracy and interobserver reliability of knee arthroscopy measurements are improved by the use of variable angle elongated probes. *Ann Rheum Dis* 2002;61:540-43.
 23. Oakley SP, Portek I, Szomor Z. Accuracy and reliability of arthroscopic estimates of cartilage lesion size in a plastic knee simulation model. *Arthroscopy* 2003,19:282-89.
 24. Dougados M, Ayrat X, Lustrat V. The SFA system for assessing articular cartilage lesions at arthroscopy of the knee. *Arthroscopy* 1994,10:69-77.
 25. Hunt N, Sanchez-Ballester J, Pandit R. Chondral lesions of the knee: A localization method and correlation with associated pathology. *Arthroscopy* 2001,17:481-90.
 26. Noyes FR, Stabler CL: A system for grading articular cartilage lesions at arthroscopy. *Am J Sports Med* 1989,17:505-13.
 27. Brismar BH, Wredmark T, Movin T. Observer reliability in the arthroscopic classification of osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg* 2002,84:42-47.
 28. Cameron ML, Briggs KK, Steadman JR : Reproducibility and Reliability of the Outerbridge Classification for Grading Chondral Lesions of the Knee Arthroscopically. *Am J Sports Med* 2003,31:83-86.