



Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología

www.elsevier.es/rot



ORIGINAL

Utilidad de la resonancia magnética en la evaluación del mal alineamiento patelar

D. Figueroa^{a,*}, F. Novoa^a, P. Meleán^a, R. Calvo^a, A. Vaisman^a, F. Figueroa^a y G. Delgado^b

^a Equipo de Rodilla y Cirugía Artroscópica, Departamento de Traumatología, Clínica Alemana-Universidad del Desarrollo, Santiago de Chile, Chile

^b Departamento de Imagenología, Clínica Alemana-Universidad del Desarrollo, Santiago de Chile, Chile

Recibido el 29 de abril de 2013; aceptado el 2 de septiembre de 2013

Disponible en Internet el 12 de diciembre de 2013

PALABRAS CLAVE

Síndrome de dolor patelofemoral;
Resonancia magnética;
Mal alineamiento

Resumen

Objetivos: Evaluar la utilidad de la resonancia magnética (RM) tomada en 20° de flexión de rodilla en el diagnóstico del dolor patelofemoral (DPF) causado por mal alineamiento patelar (MAP).

Material y método: Se realizaron 25 RM en pacientes con DPF en los cuales se sospechó de MAP como causa y 25 en pacientes sin DPF (grupo control). Se midieron: distancia surco intertroclear-tuberosidad anterior tibial (SIT-TAT) y los ángulos de: Laurin modificado, Merchant y Troclear. Análisis estadístico con los test de ANOVA, Fischer y Pearson.

Resultados: Hubo diferencias significativas entre los pacientes con DPF vs. grupo control en relación a: distancia SIT-TAT (11,79 mm vs. 9,35 mm, $p=0,002$), ángulo de Laurin modificado (12,17° vs. 15,56°, $p=0,05$) y ángulo Troclear (139° vs. 130,02°, $p=0,049$). Respecto al ángulo de Merchant no hubo diferencias significativas. La distancia SIT-TAT tuvo un valor predictivo positivo (VPP) del 70% para DPF, con una sensibilidad del 51,61% y una especificidad del 53,33%. El ángulo de Laurin modificado tuvo un VPP del 77,78% para DPF, con una sensibilidad del 28% y una especificidad del 92%. El ángulo Troclear tuvo un VPP del 85,71% para DPF, con una sensibilidad del 24% y una especificidad del 96%.

Conclusiones: La RM en 20° de flexión puede confirmar el MAP como causa de DPF. La determinación de alteraciones de la distancia SIT-TAT, báscula patelar y ángulo Troclear se correlaciona positivamente con la presencia del DPF, sugiriendo que este es causado por un mal alineamiento leve.

© 2013 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: dhfigueroa@gmail.com (D. Figueroa).

KEYWORDS

Patellofemoral pain syndrome;
Magnetic resonance imaging;
Patellar malalignment

Usefulness of magnetic resonance imaging in the evaluation of patellar malalignment**Abstract**

Objectives: The aim of this study is to evaluate the usefulness of Magnetic Resonance Imaging (MRI) at 20° of knee flexion in patients with patellofemoral pain syndrome (PFPS) caused by suspected patellofemoral malalignment (PFM).

Material and method: Fifty MRIs were performed on 25 patients with PFPS secondary to suspected PFM based on clinical examination, and on 25 patients without PFPS (control group). Measurements were made of tibial tuberosity-trochlear groove distance (TTTG) and modified Laurin, Merchant and trochlear angles. The results were analyzed with ANOVA and Fischer tests. Pearson correlation coefficients were used to analyze differences between PFPS and control cases. Specificity, sensitivity, positive predictive value and negative predictive value for knee pain were documented.

Results: Significant differences were observed between PFPS and control groups in TTTG (11.79 mm vs. 9.35 mm; $P=.002$), Laurin angle (12.17° vs. 15.56° ; $P=.05$), and trochlear angle (139° vs. 130.02° ; $P=.049$). No differences were found between groups as regards the Merchant angle ($P=.5$). TTTG was 70% predictive of PFPS; however, it was only 53.33% specific, with a sensitivity of 51.61% for PFPS. Laurin angle was 77.78% predictive of PFPS, with a specificity of 92% and a sensitivity of 28%. Trochlear angle was 85.71% predictive of PFPS, with a specificity of 96% and a sensitivity of 24%.

Conclusions: MRI can confirm clinically suspected PFPS secondary to malalignment. MRI determination of TTTG, patellar tilt, and trochlear angle correlates positively with clinical diagnosis of PFPS, suggesting that PFPS is caused by subtle malalignment.

© 2013 SECOT. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

El dolor anterior de rodilla es un motivo frecuente de consulta en los pacientes jóvenes. Este se relaciona principalmente con alteraciones de la articulación patelofemoral, los cuales pueden afectar la mecánica articular normal, resultando en inestabilidad patelar o a largo plazo en cambios degenerativos evolutivos o artrosis patelofemoral¹⁻³. El dolor es comúnmente relacionado a un mal alineamiento patelar (MAP), con la luxación patelar representando la expresión más extrema de esta enfermedad.

En los últimos años, un mejor entendimiento de las enfermedades responsables del dolor patelofemoral (DPF) ha llevado a una mejora en los métodos para el manejo de este, sin embargo, para que este tratamiento sea exitoso es crucial identificar cual es el origen del dolor mediante el examen físico y las técnicas de imágenes⁴.

Cuando la causa del DPF es el mal alineamiento, radiografías o tomografía axial computarizada (TAC), pueden ser utilizadas con el fin de detectar el sitio donde la anatomía está alterada^{4,5}. Sin embargo existen muchas formas de realizar estos exámenes y hay un amplio rango de valores descritos como «normales» en la literatura, lo que hace que la interpretación final resulte confusa^{2,4,6-8}. Es por esta razón, que la utilidad de las imágenes en el diagnóstico del DPF ha estado frecuentemente en debate.

La resonancia magnética (RM) puede facilitar el diagnóstico en los pacientes con presentaciones clínicas equívocas, ya que logra visualizar defectos condrales que pueden causar dolor además del probable MAP en estos casos. La detección de lesiones del cartílago del compartimento patelofemoral puede ser útil en la planificación preoperatoria de procedimientos destinados a disminuir la presión de contacto

patelofemoral en los sitios lesionados o a tratar las lesiones condrales.

Diferentes estudios refieren el uso de la RM como herramienta diagnóstica de un MAP en los pacientes con dolor anterior de rodilla, señalándola como comparable en valor diagnóstico a otros exámenes clásicos^{6,9-11}.

El objetivo de este estudio es evaluar la utilidad de la RM a 20° de flexión de rodilla en los pacientes con DPF causado por un probable MAP.

Nuestra hipótesis es que los hallazgos de un MAP en la RM tendrían una correlación positiva con DPF y, que además, al mismo tiempo sería posible detectar lesiones condrales que también actúan como fuente de DPF.

Material y método

Veinticinco RM en 20° de flexión de rodilla fueron realizadas a 25 pacientes con DPF con sospecha de un MAP como causa de este (pacientes que consultaban por dolor anterior de rodilla que incrementa con carga en flexión mayor a 20°, con episodios de subluxación patelar, sin episodios francos de luxación) y 25 RM en 20° de flexión de rodilla fueron realizadas a 25 pacientes sin DPF, los cuales representan al grupo control. Las RM fueron realizadas en 20° de flexión de rodilla, ya que en ese instante de la flexión, la patela se encaja en la tróclea. Los datos fueron medidos en el corte axial correspondiente a la zona más profunda de la tróclea femoral.

Los parámetros medidos fueron: distancia surco intertroclear-tuberosidad anterior tibial (SIT-TAT)¹² (para evaluar el desplazamiento lateral del mecanismo extensor [fig. 1]), el ángulo de Laurin modificado¹³ (utilizando una

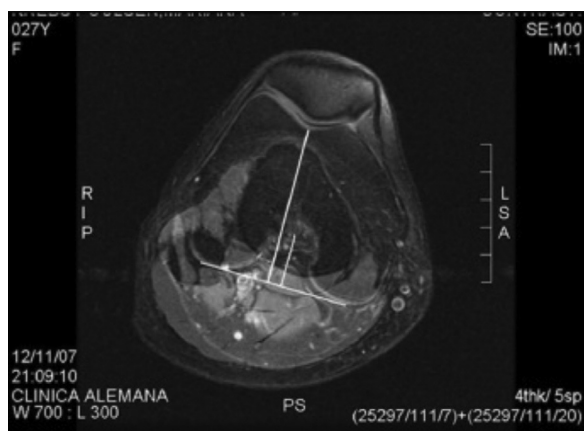


Figura 1 Medición de la distancia surco intertroclear-tuberosidad anterior tibial. La línea larga llega a la zona superior de la tuberosidad anterior de la tibia, la línea corta llega a la zona central de la escotadura posterior femoral. Ambas son perpendiculares a una línea que une ambos cóndilos femorales posteriores.

línea dibujada en el aspecto posterior de los cóndilos femorales como referencia para evaluar la báscula (Tilt) patelar [fig. 2]), el ángulo de Merchant¹⁴ (utilizado para evaluar subluxación patelar [fig. 3]) y el ángulo Troclear¹³ (para evaluar posibles displasias trocleares [fig. 3]). Todos fueron medidos en 20° de flexión de rodilla utilizando la imagen ósea de las RM.

La condromalacia patelar fue definida como la presencia de una señal heterogénea o defectos en el cartílago patelar en la RM.

Además se documentaron lesiones condrales, meniscales y ligamentarias en toda la rodilla.

Se utilizó un resonador General Electric® de 1,5 tesla (GE Medical Systems, Milwaukee, WI, EE. UU.).

En el grupo de pacientes con DPF, 6 (24%) eran varones y 19 (76%) mujeres. La edad promedio fue de 37,1 años (rango: 15-54). En el grupo control, 3 (12%) pacientes eran varones y 22 (88%) mujeres, con una edad promedio de 38,85 años (rango: 16-56). En este grupo, la RM se solicitó por sospecha clínica de síndrome meniscal, sin otros hallazgos clínicos asociados.



Figura 2 Medición del ángulo de Laurin modificado.

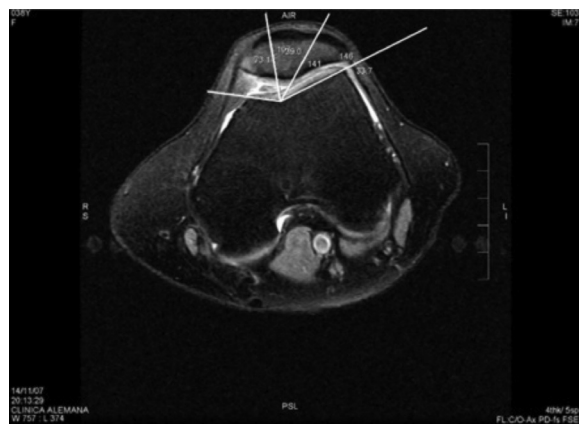


Figura 3 Medición de los ángulos de Merchant (ángulo agudo) y Troclear (ángulo obtuso).

Análisis estadístico

La distancia SIT-TAT y los ángulos de Laurin modificado, Merchant y Troclear en los pacientes con y sin DPF fueron analizados utilizando los test de ANOVA y Fischer. Se midieron los coeficientes de correlación de Pearson para analizar las diferencias entre ambos grupos.

Se documentaron además: sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo (VPP) y valor predictivo negativo (VPN).

Este estudio fue realizado conforme a las normas éticas y contó con la aprobación de nuestra institución.

Resultados

En la [tabla 1](#) se presentan los resultados obtenidos después de evaluar los parámetros de un MAP en las RM de los pacientes con y sin DPF, comparando nuestros resultados con los descritos en la literatura para un MAP evaluado con la TAC¹⁵⁻¹⁷. Respecto a nuestros resultados, observamos una diferencia significativa en la distancia SIT-TAT, el ángulo de Laurin modificado y el ángulo Troclear entre los pacientes con DPF y el grupo control. No se encontraron diferencias significativas en el ángulo de Merchant entre los pacientes con DPF y el grupo control.

En el análisis de la distancia SIT-TAT, cuando 10 mm fue escogido como valor de corte, se observó que una distancia SIT-TAT ≥ 10 mm, tuvo una sensibilidad del 51,61%, especificidad del 53,33%, VPP del 69,57% y VPN del 34,78% para la presencia de dolor anterior de rodilla. Los pacientes con DPF tuvieron significativamente mayor desviación lateral de la tuberosidad anterior de la tibia que los pacientes del grupo control.

En relación al ángulo de Merchant, cuando se escogió como rango crítico de -8° a $+16^\circ$, un ángulo $\geq 16^\circ$ tuvo un 60% de sensibilidad, 36% de especificidad, 48,39% del VPP y 47,37% del VPN para la presencia de dolor anterior de rodilla.

A pesar de que los pacientes con DPF tuvieron mayores valores en el ángulo de Merchant, esta diferencia no fue significativa.

En el análisis del ángulo de Laurin modificado, cuando $< 8^\circ$ fue escogido como valor de corte, un ángulo $< 8^\circ$ tuvo una

Tabla 1 Valores promedio de las mediciones evaluadas con RM en los pacientes con DPF y grupo control, y los valores promedios de la TAC según la literatura

	RM/Grupo DPF		RM/Grupo control		Valor de p	TAC (según la literatura)
	Promedio	DE	Promedio	DE		Promedio
SIT-TAT	11,79	± 3,2	9,35	± 2,7	0,002	≥ 10,2 ± 3,1
Laurin	12,17	± 5,7	15,56	± 3,4	0,05	> 10 ± 4
Merchant	-5,5	± 2,4	-15,19	N/A	0,5	-8 ± 16
Troclear	139	± 7,2	130,02	± 5,1	0,049	138 ± 6

DE: desviación estándar; DPF: dolor patelofemoral; RM: resonancia magnética; SIT-TAT: distancia surco intertroclear-tuberosidad anterior tibial; TAC: tomografía axial computarizada.

Fuente: Jones et al.¹⁵, Muellner et al.¹⁶ y Schottle et al.¹⁷.

sensibilidad del 28%, especificidad del 92%, VPP del 77,78% y VPN del 56,1% para la presencia de dolor anterior de rodilla.

Los pacientes con DPF tuvieron valores significativamente menores en este ángulo y, por tanto, un mayor Tilt patelar lateral que los pacientes del grupo control.

Respecto al ángulo Troclear, cuando 144° fue escogido como valor de corte, un ángulo > 144° tuvo una sensibilidad del 24%, especificidad del 96%, VPP del 85,71% y VPN del 55,81% para la presencia de dolor anterior de rodilla.

Los pacientes con DPF tuvieron significativamente mayores ángulos trocleares que los pacientes del grupo control y, por tanto, una mayor tendencia a desarrollar displasia troclear.

En la figura 4 se describe la frecuencia de lesiones condrales patelofemorales encontradas en los grupos con DPF y el grupo control. Dentro de estas, la condromalacia patelar fue observada solo en sujetos del grupo con DPF (12). Estas lesiones mostraron un VPP del 93,7% para la presencia de dolor anterior de rodilla, con una sensibilidad del 60% y una especificidad del 96%.

Discusión

Se ha mencionado previamente en la literatura que la RM en los pacientes con dolor anterior de rodilla puede mostrar un Tilt patelar anormal o incluso subluxación patelar^{9,10,15-18}.

En este estudio, la distancia SIT-TAT promedio en los pacientes con DPF fue de 11,79 ± 3,2 mm. Este resultado se correlaciona fuertemente con los resultados presentados por Jones et al.¹⁵ (12,2 mm en estudios con TAC en 20° de

flexión de rodilla) y Wittstein et al.¹⁹ (12,6 mm con RM en extensión completa de rodilla).

Sin embargo, como mencionamos previamente, existen diferencias entre las mediciones consideradas como «normales» por distintos estudios. Esto puede deberse a que al rotar la tibia a externo en la extensión completa de rodilla se provoca un incremento de la lateralización del tubérculo tibial. Es por esto que este estudio fue realizado en 20° de flexión de rodilla dado que a este grado de flexión, la patela se encaja en el surco troclear y los ángulos medidos son más predictivos de DPF.

Valores de la distancia SIT-TAT > 10 mm pueden ser utilizados para identificar pacientes con leve MAP con alta especificidad y sensibilidad, tanto en TAC (95 y 85% respectivamente)¹⁵, como en RM (70 y 64% respectivamente)¹⁹.

En este estudio cuando 10 mm fue elegido como valor crítico, la distancia SIT-TAT fue predictiva de DPF en un 70% de los casos, sin embargo este valor de corte solo fue un 53,3% específico y 51,61% sensible para la presencia de dolor anterior de rodilla.

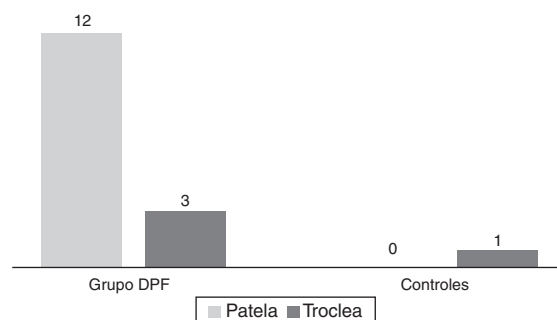
Un ángulo de Laurin modificado < 8° tiene una alta especificidad y sensibilidad para dolor anterior de rodilla en TAC en extensión completa (90 y 96% respectivamente)²⁰ y RM (70 y 93% respectivamente)¹⁹.

Nuestros resultados muestran que este ángulo medido en RM con 20° de flexión, al tomar como valor de corte < 8°, fue predictivo para la presencia de DPF en el 77,78% de los casos, con una especificidad del 92% y una sensibilidad del 28%.

Documentamos que un ángulo Troclear mayor a 144° fue predictivo de DPF en un 87,51% de los casos, con una especificidad de un 96% y una sensibilidad del 24%. Según nuestro conocimiento, este es el primer estudio en demostrar una correlación de este ángulo con DPF.

También es importante destacar el gran número de lesiones condrales en el grupo de pacientes con DPF en comparación al grupo control. La detección de estas lesiones puede ser la principal ventaja de la RM vs. TAC en los pacientes con dolor anterior de rodilla y, en algunos casos, incluso puede llegar a modificar el tratamiento.

Las debilidades de este estudio son el grupo control, ya que los sujetos no tenían rodillas completamente normales y la falta de comparación con la TAC el cual es el examen imagenológico estándar de oro en el diagnóstico de un MAP. Por lo tanto, es necesario continuar este estudio con un mayor

**Figura 4** Localización anatómica de las lesiones condrales mediante la resonancia magnética de rodilla en los grupos con dolor patelofemoral y control.

número de casos y correlacionar nuestros resultados con la TAC, lo cual podría ayudar a validar nuestras mediciones.

En conclusión podemos decir que el uso de la RM en 20° de flexión puede confirmar el diagnóstico de un MAP en los pacientes con DPF.

La determinación basada en los hallazgos de la RM de la lateralización del tubérculo tibial a través de la distancia SIT-TAT, alteraciones en el Tilt patelar (ángulo de Laurin modificado) y el ángulo Troclear se correlacionan positivamente con el diagnóstico clínico de dolor anterior de rodilla, sugiriendo que este es causado por un leve MAP. Sin embargo, es importante destacar que es necesario afinar los puntos de corte de las mediciones establecidas ya que las sensibilidades, especificidades y valores predictivos obtenidos no fueron las ideales en todos los casos.

Una importante ventaja de la RM sobre la TAC en este tipo de pacientes es que la primera hace posible la evaluación de lesiones asociadas, particularmente lesiones condrales en el compartimento patelofemoral.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes y que todos los pacientes incluidos en el estudio han recibido información suficiente y han dado su consentimiento informado por escrito para participar en dicho estudio.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Boden B, Pearsall A, Garret W, Feagin JA. Patellofemoral instability: Evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg.* 1997;5:47-57.
2. Fithian DC, Paxton E, Stone ML, Silva P, Davis DK, Elias DA, et al. Epidemiology and natural history of acute patellar dislocation. *Am J Sports Med.* 2004;32:1114-21.
3. Tsavalas N, Katonis P, Karantanas AH. Knee joint anterior malalignment and patellofemoral osteoarthritis: An MRI study. *Eur Radiol.* 2012;22:418-28.
4. Schutzer SF, Ramsby GR, Fulkerson JP. The evaluation of patellofemoral pain using computerized tomography. *Clin Orthop.* 1986;204:286-93.
5. Fulkerson JP. Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain. *Am J Sports Med.* 2002;30:447-56.
6. Aglietti P, Pisaneschi A, Allegra M, Villari N. Dolore di rotula: Uno studio con la radiologia convenzionale e con la TAC. *Ital J Sports Traumat.* 1988;10:7.
7. Grelsamer D. Patellar malalignment. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;11:1639-50.
8. Wilson T. The measurement of patellar alignment in patellofemoral pain syndrome: Are we confusing assumptions with evidence? *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007;37:330-41.
9. Carrillon Y, Abidi H, Dejour D, Fantino O, Moyon B, Tran-Minh VA. Patellar instability: Assessment on MR images by measuring the lateral trochlear inclination-initial experience. *Radiology.* 2000;216:582-5.
10. Witonski D, Goraj B. Patellar motion analyzed by kinematic and dynamic axial magnetic resonance imaging in patients with anterior knee pain syndrome. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1999;119:46-9.
11. Grelsamer RP, Weinstein CH, Gould J, Dubey A. Patellar tilt: The physical examination correlates with MR imaging. *Knee.* 2008;15:3-8.
12. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between 2 methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986;1:307-10.
13. Schutzer SF, Ramsby GR, Fulkerson JP. The evaluation of patellofemoral pain using computerized tomography. A preliminary study. *Clin Orthop Relat Res.* 1986;204:286-93.
14. Merchant AC, Mercer RL, Jacobsen RH, Cool CR. Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence. *J Bone Joint Surg Am.* 1974;56:1391-6.
15. Jones RB, Bartlett EC, Vainright JR, Carroll RG. CT determination of tibial tubercle lateralization in patients presenting with anterior knee pain. *Skeletal Radiol.* 1995;24:505-9.
16. Muellner T, Funovics M, Nikolic A, Metz V, Schabus R, Vécsei V. Patellar alignment evaluated by MRI. *Acta Orthop Scand.* 1998;69:489-92.
17. Schottle PB, Zanetti M, Seifert B, Pfirrmann CW, Fucentese SF, Romero J. The tibial tuberosity-trochlear groove distance: A comparative study between CT and MRI scanning. *Knee.* 2006;13:26-31.
18. Beaconsfield T, Pintore E, Maffulli N, Petri GJ. Radiological measurements in patellofemoral disorders. A review. *Clin Orthop Relat Res.* 1994:18-28.
19. Wittstein JR, Bartlett EC, Easterbrook J, Byrd JC. Magnetic resonance imaging evaluation of patellofemoral malalignment. *Arthroscopy.* 2006;22:643-9.
20. Inoue M, Shino K, Hirose H, Horibe S, Ono K. Subluxation of the patella. Computed tomography analysis of patellofemoral congruence. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70:1331-7.