

# Precisión de la Resonancia Magnética para la Medición de la Distancia TT-TG en Adolescentes

Dr. Julio Javier Masquijo<sup>1</sup>, Dr. Gonzalo Altube<sup>1</sup>, Dr. Andrés Ferreyra<sup>1</sup>, Dra. Victoria Allende<sup>1</sup>,  
Dr. Armando Torres-Gomez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ortopedia y Traumatología Infantil - Sanatorio Allende, Córdoba, Argentina

<sup>2</sup>Centro Médico ABC, Ciudad de México, México

## RESUMEN

**Introducción:** La distancia TT-TG representa la medición radiográfica del vector del cuádriceps. Se utiliza en pacientes con patología patelofemoral y se obtiene generalmente con tomografía computada (TAC).

**Objetivos:** 1) Correlacionar las mediciones de la distancia TT-TG realizadas con tomografía computada (TAC) y Resonancia Magnética (RMN). 2) Analizar la variabilidad inter e intraobservador en un grupo de pacientes adolescentes evaluados con RMN.

**Métodos:** 15 pacientes (edad media, 16,7 años) con diagnóstico de inestabilidad patelofemoral fueron evaluados con TAC y RMN. Usando el software PACS se midió la distancia TT-TG con ambos métodos y correlacionamos los resultados. Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson. En un segundo grupo de 50 pacientes (edad media, 16 años), tres observadores evaluaron de manera independiente, una serie de 50 Resonancias Magnéticas. Se utilizó un modelo ANOVA de efectos mixtos para calcular los coeficientes de correlación. Este procedimiento se aplicó a los tres observadores (variabilidad inter-observador) y a la prueba-reprueba (variabilidad intra-observador). Un valor  $p < 0.05$  a dos colas se consideró estadísticamente significativo.

**Resultados:** Existe una excelente correlación de la distancia TT-TG medida por TAC y RMN (0,984,  $p < 0.001$ ), y una excelente reproducibilidad inter e intraobservador en las mediciones por RMN (0.94  $p < 0.001$ , CI 95%: 0.91-0.97 y 0.96  $p < 0.001$ , CI 95%: 0.93-0.98 respectivamente).

**Conclusiones:** La medición de la distancia TT-TG por RMN es un método fiable y reproducible para la evaluación de alineación distal del aparato extensor en adolescentes.

**Tipo de Estudio:** Diagnóstico.

**Nivel de evidencia:** III.

**Palabras Clave:** Luxación recurrente de rótula, Resonancia Magnética, Tomografía, TT-TG.

## ABSTRACT

**Introduction:** The TT-TG distance represents the radiographic measurement of the quadriceps vector. It is used in patients with patellofemoral pathology and is usually obtained from CT scanning.

**Purpose:** 1) To evaluate the correlation between Magnetic Resonance Imaging (MRI) and Computed Tomography (CT) measurements of the "Tibial Tubercle - Trochlear Groove Distance" (TT/TG) in adolescents. 2) To evaluate the reliability: consistency, intra-rater agreement and inter-rater agreement of the "Tibial Tubercle - Trochlear Groove Distance" (TT/TG) measured by Magnetic Resonance Imaging (MRI).

**Methods:** 15 patients (mean age, 16.7 years-old) underwent CT and MRI examination for patellofemoral instability. Using PACS-based software TT-TG distance was measured with both methods and findings were correlated. We calculated the Pearson correlation coefficient. A correlation coefficient over 0.8 was interpreted as excellent. A two-sided  $p$ -value of  $< 0.05$  was considered significant. In a second group of 50 patients (mean age, 16 years-old), inter- and intra-rater variability of MRI measurements was evaluated. We calculated correlation coefficients for consistency -ICC2(C, 1) and agreement -ICC2 (A, 1) for the evaluation of the inter-rater reliability. One of the raters performed a test-retest assessment one month apart to determine the intra-rater agreement. Single-two-sided  $p$ -value of  $< 0.05$  was considered significant.

**Results:** There is an excellent correlation of the TT-TG distance measured by MRI and CT scan (Pearson correlation coefficient 0.984,  $p < 0.001$ ). Inter-rater reliability and intra-rater agreement of MRI measurements were excellent. Inter-rater reliability: The ICC2 (C, 1) = 0.94 ( $p < 0.001$ , CI95%: 0.91-0.97). The ICC2 (A, 1) = 0.93 ( $p < 0.001$ , CI95%: 0.87-0.96)- Intra-rater agreement: ICC2 (A, 1) = 0.96 ( $p < 0.001$ , CI95%: 0.93-0.98).

**Conclusions:** MRI measurement of the TT-TG distance is a reliable and reproducible method for the evaluation of distal alignment in adolescents.

**Study Design:** Diagnostic.

**Level of evidence:** III.

**Key Words:** Patellar Instability, MRI, CT scan, TT-TG.

## INTRODUCCIÓN

La inestabilidad patelofemoral es una patología de alta incidencia en la población pediátrico-adolescente.<sup>1</sup> La etiología es multifactorial. La estabilidad de la rótula depende

de la alineación del miembro, la arquitectura ósea de la articulación patelofemoral, la integridad de los estabilizadores estáticos y la interacción de los músculos circundantes.<sup>2</sup> El tratamiento de la inestabilidad patelofemoral exige conocer estas relaciones y la manera de evaluarlas.

La distancia TT-TG, entre la tuberosidad anterior de la tibia y la porción más profunda de la tróclea femoral ("Tibial Tubercle - Trochlear Groove distance") es una medida tomográfica, descrita por Goutallier<sup>3</sup> y perfeccionada por Muneta y cols.,<sup>4</sup> que se utiliza para evaluar la alineación distal del aparato extensor. Si bien la medición de la dis-

Dr. Julio Javier Masquijo

Departamento de Ortopedia y Traumatología Infantil

Sanatorio Allende

Av. H. Irigoyen 384

Córdoba, Argentina

javimasquijo@yahoo.com.ar

tancia TT-TG con tomografía computada (TAC) ha sido aceptada en la actualidad como el estándar de oro, estudios recientes en adultos proponen la utilización de la Resonancia Magnética (RMN) para esta medición.<sup>5</sup>

Los objetivos de este trabajo fueron:

1. Comparar las mediciones de la distancia TT-TG realizadas con TAC y RMN.
2. Analizar la variabilidad inter e intraobservador en un grupo de pacientes adolescentes evaluados con RMN.

## MÉTODOS

### Evaluación de las Imágenes

#### 1. Comparación de las mediciones de la distancia TT-TG con TAC y RMN:

Se incluyeron para el análisis 15 pacientes menores de 20 años con inestabilidad recurrente de rótula, que fueron evaluados con TAC y RMN por el médico tratante. Todas las imágenes de TAC fueron realizadas con el mismo equipo (Elscent CT-Twin flash 2, helicoidal de doble cadena de receptores). Se realizaron un total de 80 cortes tomográficos a un intervalo de 2,5 mm, a 120 kv y 200 mA. Las imágenes de RMN fueron realizadas en un equipo 1.5-T Philips de 8 canales. Los parámetros del escaneo para la secuencia coronal DP Fat Sat axial fueron: espacio de corte: 3 mm, TR: 3080ms, TE 36ms. DP sagital: espacio de corte 3 mm, TR: 4700ms, TE: 71ms. DP coronal: espacio de corte 3 mm, TR: 2730ms, TE: 23ms. Sagital T1 y T2: espacio de corte 3 mm, TR: 540ms, TE: 12ms. El almacenamiento y análisis de las imágenes se realizó con un software de imágenes Kodak Carestream PACS Version 10.2.

La distancia entre la tuberosidad anterior de la tibia y la porción más profunda de la tróclea femoral fue medida por TAC, de acuerdo a la descripción de Goutallier y Bernageau.<sup>3</sup> En el corte axial, se traza una línea tangencial a los cóndilos femorales posteriores y una línea perpendicular a través del punto más profundo de la tróclea. Una vez ubicada la tuberosidad anterior de la tibia en el corte axial, se traza una línea perpendicular que pasa por la parte más anterior de esta. La distancia entre las dos líneas perpendiculares se mide en milímetros y representa esta medida (Fig. 1A). La distancia TT-TG medida por Resonancia Magnética se evaluó de acuerdo a Schoettle y cols.<sup>5</sup> La primera imagen axial cráneo-caudal que mostraba a un tróclea cartilaginosa completa, se utilizó para determinar el punto más profundo en el surco troclear. Se traza una línea a través del punto más profundo del surco troclear, perpendicular a la tangente del cóndilo posterior. Una segunda línea se dibuja en paralelo a la línea troclear a través de

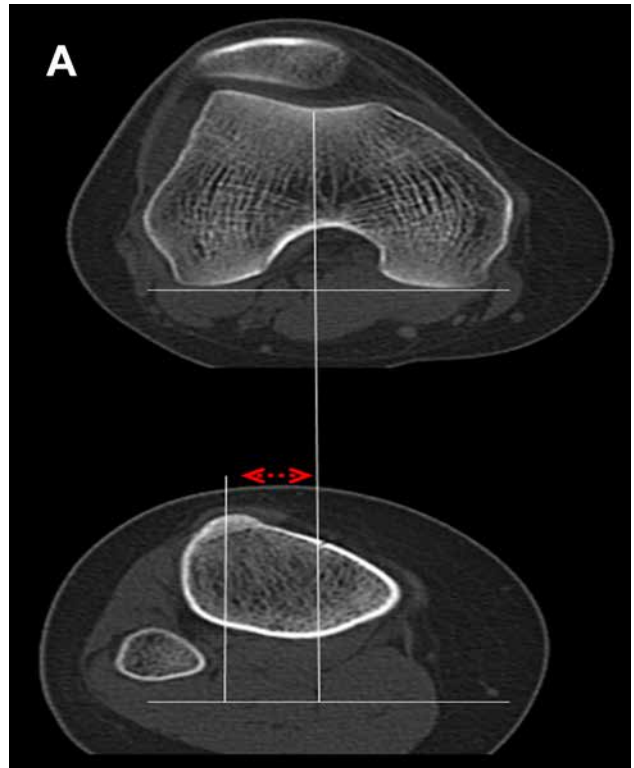


Figura 1A: Medición de la distancia TT-TG según el método tomográfico de Goutallier y Bernageau.

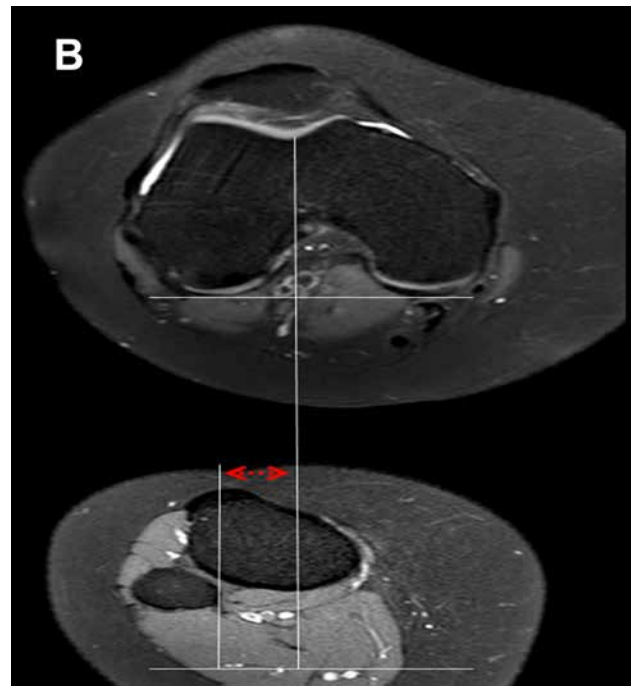


Figura 1B: Medición de la distancia TT-TG por RMN.

la porción más anterior de la espina tibial. La distancia entre las dos líneas representa la distancia TT-TG (Fig. 1B).

Los datos fueron recolectados en una hoja electrónica (Excel, Microsoft Office 2007, Seattle, WA) y transferidos para su procesamiento a SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago IL). Se tomaron las mediciones (en milímetros) por TAC

y se calculó el coeficiente de correlación de Pearson. Un coeficiente de correlación mayor a 0.8 se consideró como excelente. Un valor de  $p < 0.05$  a dos colas se consideró estadísticamente significativo.

## 2) Análisis de la variabilidad inter e intraobservador (RMN):

Tres observadores (1 ortopedista y 2 residentes) evaluaron de manera independiente una serie de 50 Resonancias Magnéticas de rodilla, que incluían cortes axiales desde la tuberosidad anterior de la tibia a la porción más profunda de la tróclea femoral, en pacientes menores de 20 años. Se excluyeron del estudio aquellos pacientes con secuelas de fracturas de fémur distal, cirugía de rodilla previa o deformidades congénitas. Los resultados de las mediciones fueron redondeados al número entero más próximo para facilitar el análisis estadístico. Se determinó la variabilidad inter-observador de esta medición. Un observador (G.A.), repitió la medición a las 4 semanas para estudiar la variabilidad intra-observador.

Se utilizó un modelo ANOVA de efectos mixtos para calcular los coeficientes de correlación para acuerdo: ICC2 (A,1). Este procedimiento se aplicó a los tres observadores (variabilidad inter-observador) y a la prueba-reprueba (variabilidad intra-observador). Un valor P a dos colas para mediciones únicas de los ICCs de  $< 0.05$  se consideró como significativo.

## RESULTADOS

### 1) Comparación de las mediciones de la distancia TT-TG con TAC y RMN:

Se analizaron 15 pacientes con inestabilidad patelofemoral evaluados con TAC y RMN. El promedio de edad fue 16.7 años (rango 14-20 años), 9 de sexo femenino y 6 masculino. Al comparar ambas mediciones encontramos una excelente correlación entre la TAC y la RMN (coeficiente de correlación de Pearson 0.984,  $p < 0.001$ ) (Fig. 2).

### 2) Análisis de la variabilidad inter e intraobservador (RMN):

Se analizaron 50 RMN de rodilla de 50 pacientes. El promedio de edad fue 16 años (rango 12-20 años), 29 pacientes de sexo masculino y 21 de sexo femenino.

Los acuerdos intraobservador e interobservados fueron excelentes: Acuerdo inter-observador: ICC2(A,1)=0.93 ( $p < 0.001$ , CI95%: 0.87-0.96). Acuerdo intra-observador: ICC2(A,1) = 0.96 ( $p < 0.001$ , CI95%: 0.93-0.98).

## DISCUSIÓN

La distancia TT-TG representa la medición radiográfica

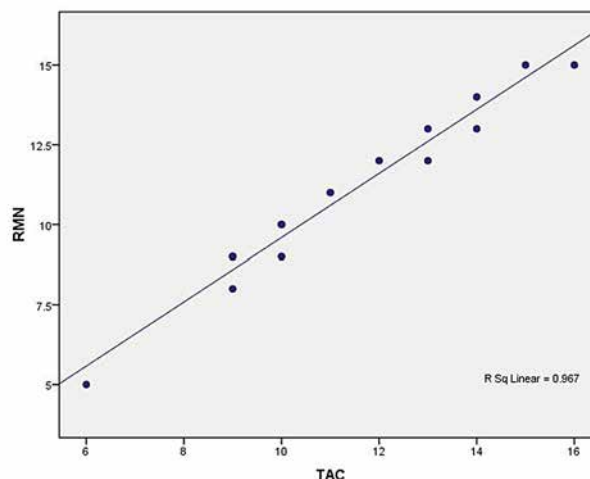


Figura 2: Dispersograma que muestra la correlación entre las mediciones por TAC y RMN.

del vector de fuerza del cuádriceps. La presencia de un tubérculo tibial lateralizado es un factor anatómico relevante en el paciente adolescente con inestabilidad patelofemoral. Estudios previos han encontrado valores mayores a lo normal en más del 50% de los casos.<sup>6,7</sup> En aquellos pacientes sintomáticos en que esta distancia es excesiva (mayor a 15 mm), es necesario corregirla mediante una osteotomía de medialización de la tuberosidad anterior de la tibia. En pacientes esqueléticamente inmaduros el tratamiento es más controvertido ya que una osteotomía podría producir el cierre precoz de la fisis.

En la actualidad la tomografía computada es considerada el método de elección para la evaluación del perfil rotacional (anteversión femoral - rotación tibial) la morfología de la tróclea femoral y de la distancia TT-TG.<sup>4,8</sup> La tomografía computada es una herramienta diagnóstica de gran valor, accesible en la mayoría de los centros y de menor costo que la RMN, pero presenta algunas desventajas. La falta de evaluación del componente cartilaginoso de la tróclea dificulta la toma de medidas en pacientes con una tróclea femoral displásica.<sup>9,10</sup> La utilización de radiación ionizante como principio para la formación de imágenes es otra de las desventajas de este método. La exposición a radiación de la tomografía computarizada se asocia con un aumento pequeño pero significativo en el riesgo de cáncer en niños.<sup>11</sup> Existen consideraciones particulares que vuelven a esta población vulnerable ante la radiación ionizante como la rápida multiplicación celular, especialmente en glándula tiroideas, mamas y gónadas, y la baja masa corporal total, que los predispone a recibir una mayor cantidad de radiación tisular en comparación a la recibida en adultos. Por este motivo, varios autores recomiendan la utilización de la RNM como estrategias de reducción de radiación y método alternativo en este grupo etario.<sup>12,13</sup>

Schoettle y cols.,<sup>6</sup> demostraron que la RMN puede ser utilizada como una alternativa válida para la medición de

la distancia TT-TG en adultos. En nuestro estudio buscamos validar estos hallazgos en una población pediátrico-adolescente. Nuestros resultados demuestran que la Resonancia Magnética es precisa en la medición de la distancia TT-TG, pero permite además evaluar: el cartílago articular, los estabilizadores mediales e identificar lesiones intraarticulares asociadas. Un estudio reciente demuestra, incluso, que el perfil rotacional también puede ser medido con la misma eficacia con RMN.<sup>14</sup> En nuestra práctica no solicitamos TAC para la evaluación del paciente con do-

lor o inestabilidad patelofemoral ya que representa un gasto innecesario y radiación que podría ser evitada, debido a que no aporta mayor información que la RMN.

## CONCLUSIÓN

La medición por RMN es un método fiable y reproducible para la evaluación de la alineación distal del aparato extensor en adolescentes. La TAC es un estudio innecesario en la evaluación del paciente con patología patelofemoral.

## BIBLIOGRAFÍA

- Masquijo JJ, Baroni E. Tratamiento de la luxación rotuliana recurrente en niños y adolescentes. *Artrosc. (B. Aires)* 2008;15(2):131-137.
- Colvin AC, West RV. Patellar instability. *J Bone Joint Surg Am.* 2008 Dec;90(12):2751-62.
- Goutallier D, Bernageau J, Lecudonnet B. The measurement of the tibial tuberosity: patella groove distanced technique and results. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1978;64:423-428.
- Muneta T, Yamamoto H, Ishibashi T, Asahina S, Furuyu K. Computerized tomographic analysis of tibial tubercle position in the painful female patellofemoral joint. *Am J Sports Med.* 1994;22:67-71.
- Schoettle 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(1):26-31.
- Diks MJ, Wymenga AB, Anderson PG. Patients with lateral tracking patella have better pain relief following CT-guided tuberosity transfer than patients with unstable patella. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2003;11:384-8.
- Dejour H, Walch G, Nove-Josserand L, Guier C. Factors of patellar instability: an anatomic radiographic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1994;2:19-26.
- Wilcox JJ, Snow BJ, Aoki SK, Hung M, Burks RT. Does landmark selection affect the reliability of tibial tubercle-trochlear groove measurements using MRI? *Clin Orthop Relat Res.* 2012 Aug;470(8):2253-60.
- Julliard R, Ligeon R. Major dysplasia of the trochlea. Contribution to the measurement of A.T.T.G. Proposal of a X-ray computed tomographic protocol. *J Radiol* 1992;73:403-7.
- Lustig S, Servien E, Ait Si Selmi T, Neyret P. Factors affecting reliability of TT-TG measurements before and after medialization: A CT-scan study. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2006 Sep;92(5):429-36.
- Shah NB, Platt SL. ALARA: is there a cause for alarm? Reducing radiation risks from computed tomography scanning in children. *Curr Opin Pediatr.* 2008 Jun;20(3):243-7.
- Frush DP, Donnelly LF, Rosen NS. Computed tomography and radiation risks: what pediatric health care providers should know. *Pediatrics* 2003 Oct;112(4):951-7.
- Semelka RC, Armao DM, Elias J Jr, Huda W. Imaging strategies to reduce the risk of radiation in CT studies, including selective substitution with MRI. *J Magn Reson Imaging.* 2007 May;25(5):900-9.
- Muhamad AR, Freitas JM, Bomar JD, Dwek J, Hosalkar HS. CT and MRI lower extremity torsional profile studies: measurement reproducibility. *J Child Orthop* 2012;6: 391-396.