

INESTABILIDAD ANTERIOR DE LA RODILLA: UTILIDAD DEL ARTRÓMETRO KT 1000

Alexander H. Sanmiguel J. MD*

Resumen

La articulación laxa cursa con aumento de los arcos de movimiento, pero ante una demasiado laxa se corre el riesgo de luxación o subluxación. En la rodilla la estabilidad pasiva está dada por varios factores, entre los cuales figuran los complejos ligamentarios; de ellos el ligamento cruzado anterior que es estabilizador anterior y rotacional es el que con mayor frecuencia se lesiona. Su falla funcional ocasiona inestabilidad anterolateral que se asocia a mediano y largo plazo con artrosis y otras lesiones. La prueba de Lachman tiene alta sensibilidad y especificidad para el diagnóstico clínico, pero no ha demostrado ser útil para el control y seguimiento dado que su cuantificación es subjetiva. En la década de los ochenta aparecen equipos que pretenden cuantificar la estabilidad de la rodilla, como el KT 1000 (*MedMetric, San Diego, CA, USA*). Este dispositivo es delicado, presenta alta variabilidad interobservador e interprueba, y los resultados reflejan la laxitud articular pero deben interpretarse con prudencia. Es una herramienta válida y útil en la valoración y seguimiento de la inestabilidad anterior de rodilla.

Palabras clave: artrómetro, inestabilidad, KT 1000.

ANTERIOR INSTABILITY OF THE KNEE: USEFULNESS OF THE KT 1000 ARTHROMETER

Abstract

Joint laxity is associated to joint hypermobility and can lead to subluxation or dislocation when excessive. Passive stability of the knee is given by several factors, such as, ligament compounds; of which the anterior cruciate ligament, an anterior and rotational stabilizer, is the most frequently injured. Its functional impairment causes antero-lateral instability associated to arthrosis and other middle and long term injuries. The Lachmann test is highly sensible and specific for clinical diagnosis but has not proved to be useful for the follow-up of patients due to the subjectivity of its quantification. During the 80s, several testing devices such as the KT 1000 (*MedMetric, San Diego, CA, USA*), were developed in an attempt to quantify knee stability. This is a sensible device and has a high inter and intra examiner and inter test variability and the results reflect joint laxity, but must be interpreted carefully. It is a useful and valid tool for the assessment and follow-up of anterior instability of the knee.

Key words: arthrometer, instability, KT 1000.

Fecha recibido: agosto 23 de 2010 - Fecha aceptado: octubre 22 de 2010

* Residente de Artroscopia y Cirugía de Rodilla, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud, Bogotá DC. Colombia.

Introducción

En 1996 Cross definió la laxitud pasiva como la medición del movimiento articular cuando una fuerza externa es aplicada sobre una articulación estando los grupos musculares en relajación y depende de la fuerza inherente de los ligamentos, cápsula y cartílagos en estudio.¹ En teoría la laxitud puede medirse en cualquier articulación y el beneficio en caso de ser laxa es un aumento en los rangos de movilidad, pero una laxa en exceso se vuelve inestable ocasionando luxaciones o subluxaciones.²

La estructura ósea de la rodilla desde el punto de vista mecánico es inestable y depende de los tejidos blandos que la circundan para mantener su estabilidad y función.³⁻⁵ La función estabilizadora está dada por los meniscos⁶⁻⁸, el cartílago y la forma de la superficie articular^{3,4,9,10}, así como el complejo ligamentario articular del cual los más importantes son el ligamento cruzado posterior¹¹⁻¹³, el cruzado anterior¹⁴⁻¹⁷, el colateral lateral^{3,4,18,19} y el colateral medial.^{3,4,10,20} Todos, en mayor o menor grado, actúan en forma sinérgica para lograr la estabilidad de la rodilla en todas las direcciones, hallazgo que en la clínica es más evidente cuando existe alguna lesión de estas estructuras.

El ligamento cruzado anterior es el que con más frecuencia se lesiona en la rodilla^{3,4,21,22}, en especial en deportistas y en mujeres^{22,23}; en Estados Unidos se reportan entre 75.000 y 100.000 casos nuevos por año^{21,24}, cifra que ha aumentado 27% desde 1997 hasta el 2007²⁵, es decir que cerca del 50% de la totalidad de las lesiones ligamentarias de la rodilla involucran al cruzado anterior²⁶, en un reporte de 2004 de la Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos se hallaron 5.884 referencias sobre este ligamento cruzado anterior.²⁴ Es evidente que constituye un tema de constante interés e investigación en la comunidad científica, ya que se ha demostrado una clara relación entre la inestabilidad secundaria a la lesión del cruzado anterior con la aparición de alteraciones meniscales y condrales^{27,28} y la posterior osteoartrosis de la rodilla, que en algunos trabajos se reporta entre 60% y 100% de las lesiones no tratadas en un seguimiento de veinte años.^{29,30}

El diagnóstico de la inestabilidad anterolateral de rodilla secundaria a la lesión del cruzado anterior es por

excelencia clínico; las pruebas más utilizadas son la de Lachman y el Pivot Shift^{31,32}, que demuestran alta sensibilidad y especificidad, entre 80% y 95% la primera y de 84% a 98,4% la segunda³³, resultados que se afectan en presencia de lesiones parciales o en asa de balde de los meniscos.^{34,35} La interpretación depende del entrenamiento y la experiencia del examinador y los sistemas actuales de cuantificación de estas pruebas son subjetivos, lo cual ha dificultado su aplicabilidad como instrumentos de control y seguimiento de la evolución, así como la valoración de los resultados de los diferentes tratamientos diseñados para esta patología.

En la década de los ochenta surgieron algunos instrumentos diseñados con el fin de cuantificar en forma objetiva la inestabilidad anterior de la rodilla, como el *KT 1000* y *KT 2000* (MedMetric, San Diego, CA, USA), el *Genucom Knee Analysis System* (Faro Medical Technologies, Champlain, NY, USA), el *Rolimeter* (Aircast, Summit, NJ, USA) y el *Stryker Ligament Tester* (Stryker, Kalamazoo, MI, USA)^{1,36} el *Telos* (GmbH, Hungen/Obbornhafen, Alemania) y el *GNRB* (Mayenne, Francia)³⁷, que usan transductores de desplazamiento o marcadores de posición digital.¹ También se han descrito varias técnicas que incluyen la radiografía bajo estrés, análisis radiográfico bidimensional con aplicación de señalizadores y estudios de resonancia nuclear magnética^{1,36,37}, pero el más usado en los trabajos publicados es el artrómetro *KT 1000* en parte por su bajo costo al compararlo con los otros dispositivos, facilidad de manejo^{1,36}, es un sistema portátil³⁷, no invasivo y su utilización es la más difundida. Un reporte del Centro Nacional de Información en Biotecnología usando la base de datos de PubMed evidenció que el *KT 1000* es el instrumento que aparece en más publicaciones científicas para la valoración objetiva de la laxitud de la rodilla desde 1987.¹

Desde su aparición a mediados de los ochenta, el *KT 1000* ha sido sometido a varias pruebas para establecer su sensibilidad y especificidad^{38,39} y en la actualidad sigue siendo motivo de discusión^{1,40-42}, en gran medida por los resultados variables de los diferentes estudios intra e interobservador, así como por la presencia de falsos positivos y negativos asociados con fallas técnicas, lo cual confirma que su aplicación depende de la experiencia del examinador.

Daniel y Stone en 1990 establecieron que existen seis variables que pueden modificar el valor de la medición de la laxitud articular: el sistema de medición, la posición inicial de la articulación, el movimiento forzado del sistema de prueba, la fuerza aplicada, la actividad muscular y la movilidad pasiva forzada.⁴³ Entre mayor sea el control de estas variables más confiable será el resultado.¹ En la actualidad se considera que la sensibilidad del *KT 1000* para la lesión aguda o crónica del ligamento cruzado anterior es de 0,77 y 0,72 y la especificidad es del 0,90 y 0,90 respectivamente. La sensibilidad de la prueba mejora cuando la fuerza aplicada aumenta en 15, 20 ó 30 libras (0.84, 0.87, y 0.97).⁴²

Para disminuir la posibilidad de error se recomienda mantener los muslos apoyados en una almohada o soporte, las rodillas en flexión aproximada de 30° con los talones apoyados con firmeza manteniendo la tibia en rotación externa de 15°. El examinador debe asegurarse que el cuádriceps se mantenga relajado durante toda la prueba; el artrómetro tiene dos almohadillas, una debe colocarse sobre la rótula y la otra sobre el tubérculo tibial, luego se asegura a la pierna con dos tiras de *velcro*. Se debe tener especial cuidado en colocar el equipo en la relación óptima con la línea articular, reparo que viene marcado en el artrómetro, dado que una variación de 1 cm proximal produce un aumento relativo de la medición y un posicionamiento 1 cm distal a la línea articular ocasiona una disminución del valor de medición.⁴⁰ Estas almohadillas son sensores móviles y la diferencia del desplazamiento en anteroposterior está determinada por la distancia relativa entre estas dos almohadillas y el sensor permite cuantificarlo hasta en 0,5 mm. Hay que calibrar el punto cero con un sistema de ajuste incorporado al equipo, realizando varias veces la prueba hasta establecer el verdadero punto cero. El sistema de tracción permite establecer la fuerza aplicada por tonos consecutivos a 15 libras (67 newtons), 20 (87 newtons) y 30 (133 newtons). Por último, realizará una medición con la fuerza máxima aplicada a la pantorrilla proximal hacia anterior de forma manual en vez de la manija. Después de cada prueba el equipo debe recalibrarse a cero. Existe además una prueba activa en donde a flexión de 30° de la rodilla se pide al paciente que trate de levantar los talones ocasionando una contracción del cuádriceps que permite mirar la variación

en el sensor del equipo. Estas pruebas se deben realizar también en la pierna sana.

Con estos resultados se puede calcular el *Índice de Relajación* (IR) como la diferencia entre la excursión obtenida en los resultados al aplicar una fuerza de 15 y 20 libras y se relaciona con la relajación de las estructuras anatómicas durante el desplazamiento.⁴² Así mismo, se debe calcular la diferencia entre los desplazamientos obtenidos en la pierna sana y la lesionada, teniendo una mayor sensibilidad a 30 libras. Una diferencia de menos de 3 mm a 30 libras y a una fuerza manual máxima es normal, entre 3 y 5 mm se considera dudosa y una diferencia mayor de 5 mm es diagnóstica de lesión del ligamento cruzado anterior. En el estudio de Highgenboten y colaboradores, se encontró una sensibilidad de la prueba a 30 libras del 0,97,⁴⁴ pero Cannon en 2002 encontró una variabilidad interprueba en los resultados de +/- 2.95 y +/- 3.74 mm para la traslación posterior y anterior respectivamente. El IR de las rodillas sanas es de 1 mm y en las lesionadas de 2,4 mm.^{45,46}

El artrómetro *KT 1000* es un instrumento delicado con una secuencia compleja de instrucciones detalladas que se deben seguir para su uso correcto.⁴⁶ Al comparar lo que el *Genucom* y el *Stryker Ligament Tears* se evidenciaron avances en la cuantificación de la laxitud ligamentaria, pero este proceso continúa dependiendo del examinador con alta variabilidad de los resultados interprueba.⁴⁷

El artrómetro *KT 1000* se ha usado en trabajos de investigación como herramienta de diagnóstico de la lesión del ligamento cruzado anterior^{38-41,44,45,48} para diferenciar entre lesiones parciales y totales del cruzado anterior⁴⁹, en el seguimiento de la evolución de procedimientos reconstructivos ligamentarios^{48,49}, para valorar la estabilidad proporcionada por soportes externos⁵⁰ y en la documentación de resultados posoperatorios de la osteosíntesis de fracturas de espinas tibiales⁵¹, entre otros, y se seguirá empleando como instrumento aceptado en la cuantificación de la laxitud anterior de la rodilla; pero la variabilidad en los resultados interobservador e interprueba, que no son diferentes de los obtenidos con otros equipos⁴⁷, hacen necesario ser prudentes en la interpretación. El desarrollo

de nuevas tecnologías para mejorar las falencias de este dispositivo siguen en investigación.^{1,37,42}

Referencias

- Küpper JC, Loitz-Ramage B, Corr DT, Hart DA, Ronsky JL. Measuring knee joint laxity: a review applicable models and need for new approaches to minimize variability. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2007 Jan;22(1):1-13.
- Maffulli N. Laxity versus instability. *Orthopedics*. 1998 Aug;21(8):837, 842.
- Insall JN, Scott WN. *Insall and Scott surgery of the knee*. 4th ed. Philadelphia: Church Livingstone ; Elsevier, c2006.
- Fu FH, Harner CD. *Knee surgery*. Baltimore: Williams and Wilkins, 1994.
- Biomechanics of joints. In: Nordin M, Frankel VH. *Basic biomechanics of the musculoskeletal system*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2001.
- Barber FA, McGarry JE. Meniscal repair techniques. *Sports Med Arthrosc*. 2007 Dec; 15(4):199-207.
- van der Wal RJ, Thomassen BJ, van Arkel ER. Long-term clinical outcome of open meniscal allograft transplantation. *Am J Sports Med*. 2009 Nov; 37(11):2134-9.
- Greis PE, Bardana DD, Holmstrom MC, Burks RT. Meniscal injury : I. Basic science and evaluation. *J Am Acad Orthop Surg*. 2002 May-Jun;10(3):168-76.
- Alford JW, Cole BJ. Cartilage restoration, part 1: basic science, historical perspective, patient evaluation, and treatment options. *Am J Sports Med*. 2005 Feb; 33(2):295-306.
- Moore KL, Dalley AF. *Anatomía con orientación clínica*. 5^a ed. México : Panamericana; 2007.
- Veltri DM, Warren RF. Isolated and combined posterior cruciate ligament injuries. *J Am Acad Orthop Surg*. 1993 Nov;1(2):67-75.
- Wind WM Jr, Bergfeld JA, Parker RD. Evaluation and treatment of posterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med*. 2004 Oct-Nov;32(7):1765-75.
- Cosgarea AJ, Jay PR. Posterior cruciate ligament injuries: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg*. 2001 Sep-Oct; 9(5):297-307.
- Amis AA, Dawkins GP. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg Br*. 1991 Mar; 73(2): 260-7.
- Takahashi M, Doi M, Abe M, Suzuki D, Nagano A. Anatomical study of the femoral and tibial insertions of the anteromedial and posterolateral bundles of human anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med*. 2006 May;34(5):787-92.
- Colombet P, Robinson J, Jambou S, Allard M, Bousquet V, de Lavigne C. Two-bundle, four-tunnel anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006 Jul;14(7):629-36.
- Louboutin H, Debarge R, Richou J, Selmi TA, Donell ST, Neyret P, Dubrana F. Review Osteoarthritis in patients with anterior cruciate ligament rupture: a review of risk factors. *Knee*. 2009 Aug;16(4):239-44.
- Seebacher JR, Inglis AE, Marshall JL, Warren RF. The structure of the posterolateral aspect of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 1982 Apr; 64(4):536-41.
- Chen FS, Rokito AS, Pitman MI. Acute and chronic posterolateral rotator instability of the knee. *J Am Acad Orthop Surg*. 2000 Mar-Apr; 8(2):97-110.
- LaPrade RF, Engebretsen AH, Ly TV, Johansen S, Wentorf FA, Engebretsen L. The anatomy of the medial part of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 2007 Sep;89(9):2000-10.
- Muneta T, Sekiya I, Yagishita K, Ogiuchi T, Yamamoto H, Shinomiya K. Two-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament using semitendinosus tendon with endobuttons: operative technique and preliminary results. *Arthroscopy*. 1999 Sep;15(6):618-24.
- Beynon BD, Johnson RJ, Abate JA, Fleming BC, Nichols CE. Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. *Am J Sports Med*. 2005 Oct;33(10):1579-602.
- Arendt E, Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer: NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med*. 1995 Nov-Dec;23(6):694-701.
- Zantop T, Petersen W, Fu FH. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Oper Tech Orthop [serie en Internet]*. 2005 [citado 2011 Feb 10]; 15 : [aprox. 9 p.]. Disponible en: http://homepage3.nifty.com/h_sports_clinic/ACL%20anatomy%20reference.pdf
- Biau DJ, Katsahian S, Kartus J, Harilainen A, et al. Patellar tendon versus hamstring tendon autografts for reconstructing the anterior cruciate ligament: a meta-analysis based on individual patient data. *Am J Sports Med*. 2009 Dec;37(12):2470-8.
- DeFranco MJ, Bach BR Jr. A comprehensive review of partial anterior cruciate ligament tears. *J Bone Joint Surg Am*. 2009 Jan;91(1):198-208.
- Bray RC, Dandy DJ. Meniscal lesions and chronic anterior cruciate ligament deficiency. Meniscal tears occurring before and after reconstruction. *J Bone Joint Surg Br*. 1989 Jan; 71(1):128-30.
- Noyes FR, Bassett RW, Grood ES, Butler DL. Arthroscopy in acute traumatic hemarthrosis of the knee. Incidence of anterior cruciate tears and other injuries. *J Bone Joint Surg Am*. 1980 Jul; 62(5):687-95, 757.
- Louboutin H, Debarge R, Richou J, Selmi TA, Donell ST, Neyret P, Dubrana F. Osteoarthritis in patients with anterior cruciate ligament rupture: a review of risk factors. *Knee*. 2009 Aug; 16(4):239-44.
- Shelbourne KD, Gray T. Results of anterior cruciate ligament reconstruction based on meniscus and articular cartilage status at the time of surgery. Five- to fifteen-year evaluations. *Am J Sports Med*. 2000 Jul-Aug;28(4):446-52.
- Magee D. *Ortopedia*. 2^a ed. México: Interamericana McGraw-Hill; 1994.
- Skinner HB. *Diagnostico y tratamiento en ortopedia*. 3^a ed. México : Manual Moderno; 2005.
- Lubowitz JH, Bernardini BJ, Reid JB. Current concepts review: comprehensive physical examination for instability of the knee. *Am J Sports Med*. 2008 Mar;36(3):577-94.
- Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, Roos EM. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries. *Am J Sports Med*. 2007 Oct;35(10):1756-69.
- Fanelli GC, Orcutt DR, Edson CJ. The multiple-ligament injured knee: evaluation, treatment and results. *Arthroscopy*. 2005 Apr; 21(4):471-86.

36. Lopomo N, Bignozzi S, Martelli S, Zaffagnini S, Iacono F, Visani A, Marcacci M. Reliability of a navigation system for intra – operative evaluation of antero-posterior knee joint laxity. *Comput Biol Med.* 2009 Mar;39(3):280-5.
37. Robert H, Nouveau S, Gageot S, Gagnière B. A new knee arthrometer, the GNRB: Experience in ACL complete and partial tears. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2009 May; 95(3):171-6.
38. Daniel DM, Malcom LL, Losse G, Stone ML, Sachs R, Burks R. Instrumented measurement of anterior laxity of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1985 Jun;67(5):720-6.
39. Malcom LL, Daniel DM, Stone ML, Sachs R. The measurement of anterior knee laxity after ACL reconstructive surgery. *Clin Orthop Relat Res.* 1985 Jun;(196):35-41.
40. Kowalk DL, Wojtys EM, Disher J, Loubert P. Quantitative analysis of the measuring capabilities of the KT-1000 knee ligament arthrometer. *Am J Sports Med.* 1993 Sep-Oct;21(5):744-7.
41. Wiertsema SH, van Hooff HJ, Migchelsen LA, Steultjens MP. Reliability of the KT1000 arthrometer and the Lachman test in patients with an ACL rupture. *Knee.* 2008 Mar;15(2):107-10.
42. Arneja S, Leith J. Review article: Validity of the KT-1000 knee ligament arthrometer. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2009 Apr; 17(1):77-9.
43. instrumented measurement of de knee motion. In: Daniel DM, Akerson WH, O'Connor JJ, editors. *Knee ligaments: structure, function, injury and repair.* New York: Raven Press, c1990. p. 421-426.
44. Highgenboten CL, Jackson AW, Jansson KA, Meske NB. KT-1000 arthrometer: conscious and undconscious test results using 15,20,and 30 pounds of force. *Am J Sports Med.* 1992 Jul-Aug; 20(4):450-4.
45. Cannon W, Dilworth MD. Use of arthrometers to assess knee laxity and outcomes. *Sports Med Arthrosc.* 2002 Sep; 10(2) 191-200.
46. Forster IW, Warren-Smith CD, Tew M. Is the KT 1000 knee ligament arthrometer reliable?. *J Bone Joint Surg Br.* 1989 Nov; 71(5):843-7.
47. Highgenboten CL, Jackson A, Meske NB. Genucom, KT 1000 and Stryker knee laxity measuring device comparisons. Device Reproducibility and interdevice comparison in asymptomatic subjects. *Am J Sports Med.* 1989 Nov-Dec;17(6):743-6.
48. Giannotti BF, Fanelli GC, Barrett TA, Edson C. The predictive value of intraoperative KT-1000 arthrometer measurements in single incision anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 1996 Dec; 12(6):660-6.
49. DeFranco MJ, Bach BR Jr. A comprehensive review of partial anterior cruciate ligament tears. *J Bone Joint Surg Am.* 2009 Jan;91(1):198-208.
50. Birmingham TB, Bryant DM, Giffin JR, et al. A randomized controlled trial comparing the effectiveness of functional knee brace and neoprene sleeve use after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2008 Apr; 36(4):648-55.
51. Casalonga A, Bouelle S, Chalencon F, De Oliveira L, Gautheron V, Cottalorda J. Tibial intercondylar eminence fractures in children: the long-term perspective. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010 Jun 10.

