

# Estudio comparativo de dos sistemas de medición de la laxitud del ligamento cruzado anterior

F. Ladero<sup>a</sup> y A. Maestro<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Hospital FREMAP. Majadahonda. Madrid. <sup>b</sup>FREMAP. Gijón.

**Objetivo.** Se evalúan comparativamente la precisión, fiabilidad y reproducibilidad de dos sistemas de medición de la laxitud del ligamento cruzado anterior (LCA), el KT 1000 y el Rolimeter.

**Material y método.** Se valoran a los 3 meses de la cirugía con el KT 1000 y con el Rolimeter 36 pacientes varones con roturas aisladas del LCA en los que se había realizado una plastia con semitendinoso y recto interno cuádruple. En 15 se utilizó el sistema de fijación Transfix y en 21 el Rigidfix. La rodilla contralateral sana se utilizó como control.

**Resultados.** En los pacientes intervenidos con independencia de la técnica de fijación utilizada la media del desplazamiento anterior de la tibia medida con el KT 1000 fue de  $8,4 \pm 2,3$  mm y con el Rolimeter de  $8 \pm 2,1$  mm. En la rodilla contralateral sana la media del desplazamiento máximo manual medida con el KT 1000 fue de  $5,8 \pm 1,7$  mm y con el Rolimeter de  $5,7 \pm 1,9$  mm. La diferencia media rodilla sana-intervenida con ambos sistemas de fijación medida con el KT 1000 fue de  $2,6 \pm 0,6$  mm y con el Rolimeter fue de  $2,5 \pm 0,4$  mm. No existieron diferencias estadísticamente significativas entre ninguna de las mediciones con ambos sistemas.

**Conclusiones.** Tanto el KT 1000 como el Rolimeter son sistemas de medición precisos, fiables y reproducibles de la competencia del LCA. El primero tiene las ventajas de su mayor versatilidad y multifuncionalidad, mientras que en el segundo destacan su pequeño tamaño, posibilidad de esterilización y bajo coste.

**Palabras clave:** laxitud rodilla, artrómetro, ligamentoplastia, ligamento cruzado anterior.

## Comparative study of two systems to measure ACL laxity

**Purpose.** In the present study, the authors perform a comparative assessment of the degree of accuracy, reliability and reproducibility of two methods to measure anterior cruciate ligament (ACL) laxity, namely the KT 1000 and the Rolimeter devices.

**Materials and methods.** Thirty-six 36 male patients who had undergone surgical ACL reconstruction with a quadruple semitendinosus-gracilis graft were assessed three months after surgery by means of the KT 1,000 and Rolimeter devices. Transfix pins were used in 15 patients where the remaining 21 were implanted Rigidfix pins. The healthy contralateral knee was used as control.

**Results.** Average anterior displacement of the tibia measured with the KT 1000 device was  $8.4 \pm 2.3$  mm and with the Rolimeter device it was  $8 \pm 2.1$  mm in the operated patients, regardless of the fixation technique used. In the healthy contralateral knee the average maximum manual displacement was  $5.8 \pm 1.7$  mm measured with the KT 1000 device and  $5.7 \pm 1.9$  mm with the Rolimeter device. The mean difference between the healthy and the operated knee with both fixation systems was  $2.6 \pm 0.6$  mm according to the KT 1,000 system and  $2.5 \pm 0.4$  mm measured with the Rolimeter. There were no statistically significant differences between any of the measurements with both systems.

**Conclusions.** Both the KT 1000 and the Rolimeter devices are accurate, reliable and reproducible systems to measure ACL competence. The former stands out for its versatility and multifunctionality whereas the latter is smaller, it can be sterilized and is more economical.

**Key words:** knee laxity, arthrometer, ligamentoplasty, anterior cruciate ligament.

### Correspondencia:

F. Ladero Morales.  
Hospital FREMAP. Carretera de Pozuelo, 61  
28220 Majadahonda. Madrid.  
Correo electrónico: fernando\_ladero@fremap.es

Recibido: septiembre de 2004.  
Aceptado: noviembre de 2005.

Debido al creciente número de lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) y de procedimientos quirúrgicos de reconstrucción desarrollados en los últimos años<sup>1,2</sup> ha surgido la necesidad de mejorar las técnicas de evaluación de los resultados. La aparición de los artrómetros supuso un gran

avance, ya que permitía valorar de forma cuantitativa la laxitud de rodilla<sup>3-5</sup>. En principio se desarrollaron para cuantificar el desplazamiento anterior de la tibia en las rodillas con LCA deficiente, como apoyo en la elección del tratamiento quirúrgico. Sin embargo, la necesidad de valorar de forma objetiva el resultado de las reconstrucciones ligamentosas de rodilla ha extendido su uso<sup>6</sup>.

En 1971 Kennedy y Fowler<sup>7</sup> inventaron un dispositivo neumático de estrés y un sistema de medición radiológica para cuantificar las lesiones ligamentosas de la rodilla y reforzar el diagnóstico clínico. En 1978 Markolf et al<sup>8</sup> utilizaron un sistema de rueda dentada modificado para medir fuerza frente a desplazamiento en individuos con rodillas normales a 0°, 20° y 90° de flexión. En 1985 Daniel et al<sup>4</sup> describieron el MEDmetric® KT 1000<sup>cc</sup> (MEDmetric Corp, San Diego, California, EE. UU.), el primer artrómetro de rodilla comercializado. Este nuevo dispositivo se utilizaba para medir la laxitud anterior (fuerza frente a desplazamiento) de la rodilla entre 20° y 30° de flexión y calcular la complianza (diferencia en el desplazamiento de la tibia con diferentes fuerzas) de las rodillas normales y con insuficiencias agudas y crónicas del LCA. A lo largo de los años MEDmetric® ha venido realizando pequeñas modificaciones en el artrómetro y sus accesorios para facilitar su manejo y mejorar su precisión hasta los nuevos modelos de KT 1000® y KT 2000®. En 1987, Oliver y Coughlin<sup>9</sup> desarrollaron el sistema de medición de la laxitud de rodilla Genucom® comparando pacientes normales y con LCA deficientes. El sistema incluía un dinamómetro para valorar la fuerza aplicada, un electrogoniómetro para calcular el desplazamiento y un sistema de análisis por ordenador.

En 1999 Belasch et al<sup>10</sup> desarrollaron el Rolimeter® (Aircast, Europe), un dispositivo de medición manual de la laxitud anterior de rodilla, simple, compacto, barato, esterilizable y fácil de transportar.

En el presente estudio se realiza un análisis comparativo entre los sistemas KT 1000 y Rolimeter mediante la valoración de la estabilidad anterior tras una cirugía de reconstrucción del LCA. El objetivo es analizar la fiabilidad y reproducibilidad de las mediciones con ambos dispositivos.

## MATERIAL Y MÉTODO

Treinta y seis pacientes con roturas del LCA fueron seleccionados para el estudio. Todos eran varones con una media de edad de 33 años (rango 19-45), roturas aisladas crónicas del LCA (de más de 3 meses), con una rodilla contralateral sana para utilizar como control e intervenidos en nuestro Centro. En todos se empleó una plastia cuádruple de semitendinoso y recto interno autólogos. En 15 se había utilizado el sistema de fijación reabsorbible Transfix (ARTHREX) y en 21 el sistema de fijación reabsorbible Rigidfix (MITEK). Todas las mediciones se realizaron por el mismo

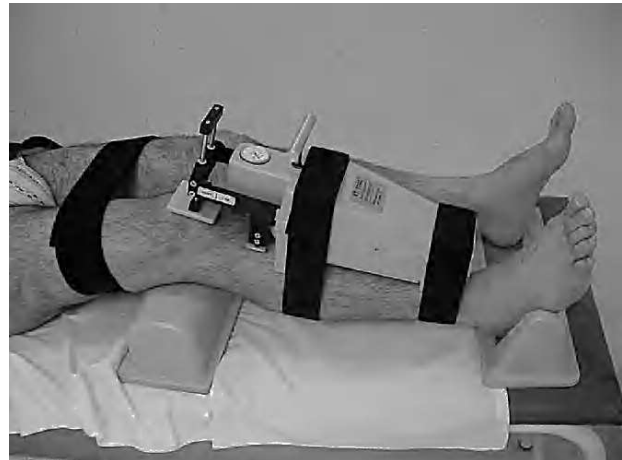


Figura 1. Sistema de medición KT1000.

especialista a los tres meses de la cirugía con la rodilla a 30° de flexión siguiendo la siguiente secuencia: KT 1000 rodilla sana, KT 1000 rodilla intervenida, Rolimeter rodilla sana y Rolimeter rodilla operada. En todos los casos se empleó el soporte de muslo para mantener la flexión de rodilla, la cincha y el soporte de pies antirrotatorio proporcionados como accesorios del KT 1000.

Las exploraciones con el KT 1000 se llevaron a cabo siguiendo el manual proporcionado por MEDmetric Corporation. En primer lugar se coloca bajo el muslo el sustentáculo para asegurar la flexión de la rodilla a 30° y la cincha junto con el soporte de pies antirrotatorios. A continuación se asegura el KT 1000 sobre la pierna del paciente con ambas cinchas en la posición ideal con respecto a la interlínea articular. Una mano del explorador fija el soporte patelar para estabilizar el fémur mientras la otra situada bajo la masa gemelar realiza una tracción en sentido anterior tipo Lachman modificada (fig. 1). El Rolimeter es un dispositivo más simple. Se sujeta al tobillo del paciente con una cincha elástica y se coloca de manera que la placa curva se apoye en la rótula y el tope del calibrador metálico sobre la tuberosidad tibial anterior. Una mano del explorador fija la placa curva sobre la rótula estabilizando el fémur, mientras la otra colocada bajo la masa gemelar realiza una maniobra de Lachman modificada (fig. 2). El desplazamiento anterior de la tibia respecto al fémur queda reflejado en el calibrador graduado de dos en dos milímetros que apoya sobre la tuberosidad. La medición es por tanto directa sin posibilidad de errores debidos a una incorrecta calibración del dispositivo. Dado que el dispositivo Rolimeter no tiene sistema dinámico de medición de la fuerza aplicada, sólo se tuvo en cuenta el valor del máximo manual (Lachman modificado) con ambos dispositivos.

Para realizar la medición con ambos aparatos el paciente debía estar completamente relajado. Cada maniobra se realizó tres veces, considerando como valor final la media de los



Figura 2. Sistema de medición Rolimeter.

dos últimos. Si la diferencia entre las dos últimas mediciones era mayor de dos milímetros se retiraba el dispositivo de medición y se realizaba de nuevo la secuencia completa<sup>11</sup>.

Para el análisis de los resultados se tuvieron en cuenta los valores en milímetros del desplazamiento anterior máximo manual para la rodilla sana y la operada en cada paciente con ambos dispositivos. Además se calcularon las diferencias lado-a-lado entre la rodilla intervenida con respecto a la contralateral sana.

El análisis estadístico de los resultados se llevó a cabo mediante la prueba de la «t» de Student para datos pareados, considerándose las diferencias significativas cuando la probabilidad era menor de 0,05 ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS

En los pacientes intervenidos con independencia de la técnica de fijación utilizada, la media del desplazamiento anterior medida con el KT 1000 fue de  $8,4 \pm 2,3$  mm y con el Rolimeter de  $8 \pm 2,1$  mm (tabla 1). En los pacientes en los que se empleó el sistema de fijación Transfix (Arthrex) la media del desplazamiento anterior máximo manual medida con el KT 1000 fue de  $8,3 \pm 2,4$  mm y con el Rolimeter de  $7,9 \pm 2,1$  mm. En los pacientes en los que se empleó el sistema de fijación Rigidfix (Mitek) la media del desplazamiento anterior máximo manual medida con el KT 1000 fue de  $8,5 \pm 2,2$  mm y con el Rolimeter de  $8,2 \pm 2,5$  mm. No existieron diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0,38$ ) en las mediciones con ambos dispositivos en ninguno de los dos grupos con distintos sistemas de fijación sometidos a estudio.

En la rodilla contralateral sana la media del desplazamiento máximo manual medida con el KT 1000 fue de  $5,8 \pm 1,7$  mm y con el Rolimeter de  $5,7 \pm 1,9$  mm, valores prácticamente idénticos.

Se acepta de forma general para las valoraciones con el KT 1000 que una diferencia en el desplazamiento anterior

Tabla 1. Media del desplazamiento anterior en los pacientes intervenidos

	KT 1000	Rolimeter	p
Intervenida Transfix	$8,3 \pm 2,4$	$7,9 \pm 2,1$	$p = 0,15$
Intervenida Rigidfix	$8,5 \pm 2,2$	$8,2 \pm 2,5$	$p = 0,54$
Media intervenida	$8,4 \pm 2,3$	$8 \pm 2,1$	$p = 0,38$
Sana	$5,8 \pm 1,7$	$5,7 \pm 1,9$	$p = 0,82$
Diferencial sana-intervenida	$2,6 \pm 0,6$	$2,5 \pm 0,4$	$p = 0,48$

p: probabilidad.

máximo manual entre rodilla sana-intervenida menor de 3 mm indica una reconstrucción exitosa del LCA<sup>4,12,13</sup>. El valor medio diferencial sana-intervenida fue muy similar y menor de 3 mm con ambos sistemas de medición. La diferencia media rodilla sana-intervenida con ambos sistemas de fijación medida con el KT 1000 fue de  $2,6 \pm 0,6$  mm y con el Rolimeter fue de  $2,5 \pm 0,4$  mm. No existieron diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0,48$ ) entre ambos valores.

## DISCUSIÓN

Se admite de forma unánime que es necesario utilizar un sistema de valoración objetivo, y por tanto instrumentado, de la estabilidad anterior de la rodilla tras la reconstrucción del LCA para hacer comparables los resultados. Sin embargo, existen importantes dudas acerca de la fiabilidad y reproducibilidad de las mediciones de los diferentes sistemas.

En un estudio clínico sobre roturas agudas y crónicas del LCA, Anderson y Lipscomb<sup>3</sup>, en 1989, compararon la prueba de Lachman manual con el examen instrumentado con KT 1000, con el sistema Stryker y con el Genucom. Las mediciones con el sistema Stryker y el KT 1000 fueron muy similares, aunque el KT 1000 fue el que más se aproximó al resultado del examen clínico. Los valores del desplazamiento anterior de la tibia con estos dos sistemas fueron significativamente más elevados que los obtenidos con el Genucom.

Más recientemente, en 1992 Anderson et al<sup>13</sup> probaron 5 sistemas de medición de la laxitud anterior de rodilla (KT 1000, Stryker, Acufex, Dyonic y Genucom) en sujetos normales y con insuficiencia del LCA. El KT 1000 y el Stryker demostraron una precisión diagnóstica mayor que el resto de los dispositivos. Los autores concluyen que no es posible generalizar los resultados de los diferentes estudios dada la gran variabilidad de las mediciones obtenidas con los distintos sistemas.

Los distintos sistemas de valoración objetiva de la estabilidad anterior de rodilla patentados hasta la fecha tienen varios inconvenientes. Existen importantes dudas acerca de

su fiabilidad, y sobre todo de su reproducibilidad cuando se utilizan por diferentes exploradores. Otros problemas incluyen la dificultad de su manejo en el quirófano, la imposibilidad de su esterilización, su tamaño o su precio.

El KT 1000 es considerado hoy por hoy el sistema más fiable, reproducible y de fácil manejo para la valoración de la estabilidad anterior de rodilla. Su uso se ha extendido en los últimos años de forma general, aunque el problema de la variabilidad inter-explorador, la imposibilidad de su esterilización y su alto coste son inconvenientes de difícil solución. El Rolimeter ha venido a solventar alguno de estos problemas, en particular el de la manejabilidad, por su pequeño tamaño, y la posibilidad de esterilización y el del coste, menor de 600 €. Existen sólo dos estudios comparativos de la fiabilidad diagnóstica entre el KT 1000 y el Rolimeter para el diagnóstico de rodillas con insuficiencia del LCA<sup>10,11</sup>. Sin embargo, en ninguno se comparaba la fiabilidad diagnóstica de ambos sistemas en rodillas tras una cirugía de reconstrucción del LCA. Al igual que en los estudios de Balasch et al<sup>10</sup> de 1999 y Ganko et al<sup>11</sup> de 2000 en nuestro estudio la reproducibilidad y fiabilidad de las mediciones obtenidas con el Rolimeter fue similar a la conseguida con el KT 1000, con diferencias medias menores a 1 mm en todos los parámetros valorados.

Se acepta de forma general que la medición de la translación tibial anterior absoluta, o desplazamiento máximo manual, no es el parámetro más fiable en la valoración del resultado de una cirugía de reconstrucción del LCA<sup>14</sup>. Como ha quedado probado en diferentes estudios existe una excesiva variabilidad entre individuos, artrómetros o exploradores<sup>12,13,15</sup>. La manera más segura de confirmar el diagnóstico de rotura del LCA o de valorar el resultado de su reconstrucción, es la comparación entre las mediciones obtenidas en la rodilla lesionada y en la sana contralateral. El diferencial rodilla intervenida-sana obtenido en nuestro estudio fue muy similar con ambos sistemas de medición e inferior a 3 mm. Un diferencial mayor de ese valor implica para la mayoría de autores un fracaso objetivo, aunque no siempre clínico, en el propósito de conseguir una articulación estable tras una cirugía de reconstrucción del LCA<sup>4,12,13</sup>.

En unas manos experimentadas la exploración clínica en la valoración de las lesiones ligamentosas de rodilla tiene un valor incalculable. Sin embargo, para confirmar el diagnóstico de rotura del LCA, y muy especialmente para estandarizar los resultados del tratamiento quirúrgico, es imprescindible un sistema de valoración instrumental que sea preciso, fiable y reproducible. Tanto el KT 1000 como el Rolimeter cumplen con todos estos objetivos.

El KT 1000 presenta la ventaja de la versatilidad para valorar las lesiones tanto del ligamento cruzado anterior como del posterior. Otra ventaja importante reside en el conocimiento de la fuerza aplicada (15, 20 y 30 libras), imprescindible para determinar la complianza del ligamento

estudiado. Ambas circunstancias permiten una valoración más completa de la estabilidad anteroposterior de la rodilla examinada. Su mayor tamaño lo hace menos manejable y su esterilización no es posible, por lo que no se puede utilizar intraoperatoriamente. Otra desventaja es su precio, que asciende a 4.000 € aproximadamente.

El Rolimeter tiene las ventajas de su pequeño tamaño, bajo peso, posibilidad de esterilización para su utilización intraoperatoria y bajo coste (alrededor de 600 €). Con este dispositivo sólo se puede analizar el desplazamiento anterior máximo manual, por lo tanto la valoración del LCA es menos completa. Además su versatilidad es también menor, ya que tampoco permite examinar el estado del ligamento cruzado posterior.

En definitiva, la utilización de uno u otro dependerá de la disponibilidad económica, del objetivo del estudio, de las variables que se pretendan valorar, y por supuesto, de las preferencias del cirujano.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Yu B, Kirkendall DT, Garrett WE. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: anatomy, physiology, and motor control. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2002;10:58-68.
2. Griffin LY, Agel J, Albohm MJ. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg.* 2000;8:141-50.
3. Anderson AF, Lipscomb AB. Preoperative instrumented testing of anterior and posterior knee laxity. *Am J Sports Med.* 1989;17:387-92.
4. Daniel DM, Malcom LL, Losse G. Instrumented measurement of anterior laxity of the knee. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67A:720-6.
5. Harter RA, Osternig LR, Singer KM. Instrumented Lachman tests for the evaluation of anterior laxity after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am.* 1989;71A:975-83.
6. Ma CB, Kanamori A, Vogrin TM, Woo SL, Harner CD. Measurement of posterior tibial translation in the posterior cruciate ligament reconstructed knee. *Am J Sports Med.* 2003; 31:843-8.
7. Kennedy JC, Fowler PJ. Medial and anterior instability of the knee: an anatomical and clinical study using stress machines. *J Bone Joint Surg Am.* 1971;53A:1257-70.
8. Markolf KL, Graff-Radford A, Amstutz H. *In vivo* knee stability: a quantitative assessment using an instrumented clinical testing apparatus. *J Bone Joint Surg Am.* 1989;60A:664-74.
9. Oliver JH, Coughlin LP. Objective knee evaluation using Genucom knee analysis system. *Am J Sports Med.* 1987;15:571-8.
10. Belasch H, Schiller M, Friebe H, Hoffmann F. Evaluation of anterior knee joint instability with the Rolimeter. A test in comparison with manual assessment and measuring with the KT1000 arthrometer. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999;7:204-8.
11. Ganko A, Engebretsen L, Ozer H. The Rolimeter: a new arthrometer compared with the KT1000. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000;8:36-9.

12. 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;12:660-6.
13. Anderson AF, Snyder RB, Federspiel CF, Lipscomb AB. Instrumented evaluation of knee laxity: a comparison of five arthrometers. *Am J Sports Med.* 1992;20:135-40.
14. Wroble RR, Van Ginkel LA, Grodd ES, Noyes FR, Shaffer BL. Repeatability of the KT-1000 arthrometer in a normal population. *Am J Sports Med.* 1990;18:396-9.
15. Torzilli PA, Panariello RA, Forbes A. Measurements reproducibility of two commercial knee test devices. *J Orthop Res.* 1991;9:730-7.

**Conflicto de intereses.** Los autores no hemos recibido ayuda económica alguna para la realización de este trabajo. Tampoco hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial. Por otra parte, ninguna entidad comercial ha pagado ni pagará a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que estemos afiliados.