

## Artículo original

## Anatomía angular funcional postquirúrgica en pacientes con sustitución del ligamento cruzado anterior con injerto autólogo

Estrada-Cruz K,\* Pérez-Meave JA\*\*

Hospital Juárez de México

**RESUMEN.** *Antecedentes:* La reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) tiene como objetivo la restauración de la anatomía original. El resultado clínico puede ser imperfecto cuando la colocación del injerto no se encuentra en una posición anatómica; además, la reconstrucción del LCA transtibial convencional —que a menudo localiza el injerto lejos de la ubicación anatómica— conduce a un comportamiento biomecánico y cinemática anormal de la rodilla. El objetivo de este trabajo fue comprobar la importancia de la reconstrucción angular del ligamento cruzado anterior durante la sustitución artroscópica y compararla con los resultados funcionales postquirúrgicos. *Material y métodos:* Se estudiaron 21 pacientes; se aplicó formulario IKDC 2000 de valoración objetiva y subjetiva; evaluación radiográfica en proyección anteroposterior y lateral a 30° de flexión. Se realizó análisis estadístico con P de Pearson, correlacionando la angulación en proyección anteroposterior y lateral de la dirección del injerto y la función subjetiva de la rodilla intervenida, así como la edad y el tiempo de evolución con la función subjetiva de la rodilla intervenida. *Resultados:* Fueron 21 pacientes de 18 a 56 años, tiempo de seguimiento: de uno a tres años. Evaluación objetiva: 95.24% normales y 4.76% casi normales. Valoración subjetiva promedio: 84.31% (rango: de 70.93 a 97.99%), IC 95%. Ángulo AP: 68.8°, rango: de 62° a 77°. Ángulo

**ABSTRACT.** *Background:* Reconstruction of the anterior cruciate ligament (ACL) aims to restore the original anatomy. The clinical outcome could be imperfect when graft placement is not in an anatomical position; moreover, the conventional transtibial reconstruction of the ACL often locates the graft away from the anatomical site, leading to abnormal biomechanical behavior and kinematics of the knee. The objective of this work was to assess the importance of the angular reconstruction of the anterior cruciate ligament during arthroscopic replacement and to compare the postoperative functional results. *Material and methods:* We studied 21 patients to whom the IKDC 2000 form of objective and subjective evaluation was applied; radiographic evaluation in anteroposterior and lateral bending at 30°. We made a statistical analysis with Pearson P, correlating the anteroposterior and lateral angulation of the graft direction and the subjective projection of the operated knee function, as well as age and time of evolution with the operated knee. *Results:* We included 21 patients of 18 to 56 years of age; follow-up: one to three years. Objective evaluation: 95.24% normal and 4.76% almost normal. Subjective assessment: average 84.31% (range 70.93 to 97.99%), CI 95%. AP angle: 68.8°, range: 62° to 77°. Average sagittal angle: 64.9°, range: 58° to 75°. *Correlations:* AP angle

Nivel de evidencia: IV

www.medigraphic.org.mx

\* Médico residente de cuarto año de Ortopedia y Traumatología.

\*\* Médico adscrito al Servicio de Cirugía Articular.

Hospital Juárez de México.

Dirección para correspondencia:

Dr. Kaeri Estrada-Cruz

Av. Instituto Politécnico Nacional Núm. 5160, Col. Magdalena de Las Salinas, Del. Gustavo A. Madero, CP. 07760, Ciudad de México, México.

E-mail: ireak\_escr@hotmail.com

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actaortopedia>

**sagital promedio: 64.9°, rango: de 58° a 75°. Correlaciones: ángulo en AP y función subjetiva -0.19, ángulo en sagital y función subjetiva -0.54, edad y función subjetiva -0.77, tiempo de evolución y función subjetiva -0.74. Discusión:** La reconstrucción angular anatómica del injerto LCA es punto clave para la estabilidad de la rodilla, los pacientes estudiados obtuvieron una dirección más parecida a la del LCA nativo, mejores resultados de estabilidad y función de la rodilla.

**Palabras clave:** Ligamento cruzado anterior, túneles tibiales, función subjetiva, examen objetivo, artrosis, rodilla, correlación.

**and subjective function -0.19, angle in sagittal and subjective function -0.54, age and subjective function -0.77, duration and subjective function -0.74. Function average: 84.31%. Discussion:** The anatomical angular reconstruction of the ACL graft is key to the stability of the knee; the evaluated patients got a more similar direction to that of the native ACL, better stability and knee function.

**Key words:** Anterior cruciate ligament, tibial tunnels, subjective function, objective examination, osteoarthritis, knee, correlation.

## Introducción

Los recientes progresos del procedimiento de la reconstrucción y la investigación relacionada provienen en gran medida de la mayor atención a la restauración de la anatomía original del ligamento cruzado anterior (LCA). Una evaluación precisa de la anatomía es fundamental para el logro de la reconstrucción del LCA. El resultado clínico podría ser imperfecto cuando la colocación del injerto no se encuentra en una posición anatómica; además, la reconstrucción del LCA transtibial convencional, que a menudo localiza el injerto lejos de la ubicación anatómica, conduce a un comportamiento biomecánico y cinemática anormal de la rodilla *in vivo*, que podría influir en la integridad articular de la rodilla a largo plazo.<sup>1,2,3</sup>

Los ligamentos cruzados de la rodilla son los encargados de regular la cinemática articular y los órganos sensores que informan de la musculatura periarticular, influyendo sobre la posición de las superficies articulares, la dirección y la magnitud de las fuerzas; también, de forma indirecta, sobre la distribución de las tensiones articulares. Sin embargo, la principal función del LCA es impedir el desplazamiento anterior de la tibia en relación con el fémur y, en menor medida, controlar en carga la laxitud en varo, en valgo y los movimientos rotacionales.<sup>4,5</sup>

El ligamento cruzado anterior se dirige del fémur a la tibia anterior, medial y distalmente. La longitud de las fibras va de 22 a 41 mm, con una anchura desde siete a 12 mm. La inserción femoral del LCA es la parte posterior de la superficie medial del cóndilo femoral lateral. El origen óseo es de 11 a 24 mm de diámetro. En la práctica clínica es suficiente dividir la escotadura intercondílea en cuadrantes, lo cual fue descrito por Bernard; donde el origen del LCA puede ser encontrado justo inferior al cuadrante superoposterior.<sup>5,6</sup> En la proyección intercondílea, la inserción del LCA es lateral a la línea media de la escotadura intercondílea y ocupa 66% del surco intercondíleo. El centro del túnel femoral para la reconstrucción del LCA está entre las 10 y 11 del reloj (ro-

dilla derecha) o en la posición de las dos del reloj (rodilla izquierda).<sup>6</sup> El ángulo del platillo del ligamento cruzado sagital en la rodilla en extensión completa se encuentra entre los 63° y 75°. En la rodilla a 30° de flexión, el ángulo del LCA en el platillo tibial en el plano sagital es de 42° a 48°. La inclinación posterior del LCA se angula entre 36° y 38° sobre la superficie articular. El ángulo promedio del túnel tibial al platillo tibial es de 64° a 72°.

La rotura del LCA, aislada o combinada con lesiones meniscales o de los ligamentos colaterales, produce cambios radiográficos degenerativos en 60 a 90% de los pacientes entre 10 y 15 años después de la lesión y, aunque la falta del LCA no siempre produce una pérdida funcional importante, está indicada su reparación. Especialmente en los deportistas, debe repararse el ligamento roto no sólo para volver a su actividad deportiva, sino también para prevenir el riesgo de rotura del menisco y evitar cambios degenerativos articulares. Por esto, las lesiones asociadas con la rotura del LCA despiertan cada vez mayor interés, pues son frecuentes las lesiones vinculadas a roturas no reconstruidas, sin encontrar evidencia de que la estabilización quirúrgica del pivote central aislado de la rodilla haga desaparecer ese riesgo futuro.<sup>3,7</sup>

## Material y métodos

Estudio retrospectivo, analítico, longitudinal, en 24 pacientes adultos tratados con reconstrucción artroscópica del ligamento cruzado anterior con injerto autólogo de tendones recto interno-semitendinoso y peroneo corto durante el período de Marzo de 2012 a Marzo del 2014; fueron intervenidos por el mismo cirujano y con la misma técnica quirúrgica.

Todos los pacientes presentaron una ruptura completa del LCA como diagnóstico de presunción, mediante exploración clínica o valoración con resonancia magnética nuclear; todas las rupturas fueron confirmadas en la artroscopía terapéutica.

No se incluyeron en el estudio aquéllos que presentaron lesiones complejas posteriores de la rodilla postraumáticas, fracturas con afectación articular de la rodilla, rotura del LCA contralateral o quienes no aceptaron participar en el estudio.

Las variables analizadas fueron:

- Características de la situación clínica y funcional del paciente en el momento de la toma de datos.
- Datos de la cirugía y período postquirúrgico, extraídos de la sesión clínico-terapéutica, dictado postquirúrgico y evolución diaria de expedientes.
- Valoración de la cirugía de LCA: formulario IKDC 2000, en donde sólo se tomaron los cuestionarios de evaluación objetiva y subjetiva de la rodilla intervenida.
- Estudio radiológico actual de los pacientes en estudio, donde se realizó la medición angular del injerto de acuerdo a la dirección del túnel tibial en proyección anteroposterior (como se muestra en la *Figura 1*) y lateral (ejemplificada en la *Figura 2*).

En la proyección lateral del fémur, se utilizó el sistema de cuadrantes de Bernard, que consiste en una cuadrícula que toma como referencia la línea de Blumensaat en su porción superior, los límites del cóndilo femoral lateral —tanto anterior como posterior— y el límite inferior; se divide en 16 cuadrantes, para nuestro estudio se enumeraron de anterior a posterior y de proximal a distal (*Figura 3*).

Posteriormente, se obtuvieron los resultados sobre la evaluación objetiva de la rodilla intervenida; además, realizamos el análisis estadístico de correlación con P de Pearson, se correlacionó la angulación en proyección anteroposterior

y lateral de la dirección del injerto y la función subjetiva de la rodilla intervenida, así como la edad y tiempo de evolución con la función subjetiva de la rodilla intervenida.

## Resultados

De los 24 pacientes estudiados, tres abandonaron el estudio, por lo que quedaron 21 pacientes; 80.95% masculinos y 19.05% femeninos. La rodilla con más frecuencia de lesión fue la derecha, con 54.14%; la izquierda, 42.86%. De los



**Figura 2:** Medición radiográfica del ángulo del túnel tibial respecto a las mesetas tibiales en proyección lateral.



**Figura 1:**

Medición radiográfica del ángulo del túnel tibial respecto a las mesetas tibiales en proyección anteroposterior.



**Figura 3:** Método de cuadrantes de Bernard en proyección lateral numerados.

participantes, 52.38% tenían entre tres y siete meses con la lesión de rodilla; en segundo término, 19.05% tenían entre 23 y 27 meses, 14.29% de ocho a 12 meses; el tiempo mínimo de evolución fue de tres meses y el máximo fue de 28. En 85.7%, el injerto autólogo fue de tendón recto interno y semitendinoso; en 14.2%, de tendón peroneo corto.

Con respecto a la incidencia de lesión de menisco, en la muestra de estudio sólo se presentaron tres pacientes con lesión traumática de menisco medial, lo que significa 14.29% sobre el total, así como un caso de menisco degenerativo (4.76%); en 80.95% de los pacientes no hubo lesión de menisco.

Al realizar la aplicación de los cuestionarios IKDC 2000 respecto al examen de la rodilla, se evaluó la efusión (cantidad de líquido inflamatorio presente en la rodilla), en donde 95.24% de los pacientes se encontraron normales y sólo 4.76% con efusión leve (menor de 25 cm<sup>3</sup> de líquido).

Al llevar a cabo la evaluación del segundo punto del cuestionario (que valora el déficit de movimiento provocado por un doctor en una rodilla pasiva, registrando el grado de movimiento con un goniómetro y comparándolo con el grado de movimiento de la rodilla contralateral), durante el examen de la rodilla, se detectó que en 57.14% de los pacientes el resultado fue normal, mientras que en 38.10% fue casi normal y en 4.76% fue anormal.

El examen de ligamento se efectuó con pruebas manuales, ya que en nuestro servicio no contamos con la existencia de artrómetro. Evaluamos el test de Lachman manual, traslación anterior, traslación anteroposterior a 25° y 70°, cajón posterior a 70°, abertura de la articulación medial y lateral, prueba de rotación interna y externa con rodilla en flexión boca abajo a 30° y 90°, cambio de posición en pivot y pivotreverso, en donde 90.48% de los pacientes mostraron un resultado normal, mientras que 9.52% presentaron un resultado casi normal.

Se aplicó el cuestionario IKDC sobre la evaluación subjetiva de la rodilla a todos los pacientes, en donde los puntos transformados se interpretaron como una medida de la habilidad para funcionar: los puntos más altos representaron niveles más altos de funcionamiento y niveles más bajos de los síntomas. Cien puntos significaban que no había limitación en las actividades de la vida diaria o actividades deportivas y ausencia de síntomas. Se obtuvieron los siguientes resultados: el valor medio de la función fue de 84.31%, con un mínimo de 71.7% y un máximo de 93.1%, con una desviación estándar de 6.84; el intervalo para 95% de confianza fue 70.63-97.99%.

Se realizó la valoración radiográfica postquirúrgica de seguimiento en todos los pacientes de nuestra población de estudio. Los parámetros de medición fueron los siguientes: el ángulo del túnel tibial en proyección anteroposterior (AP-TT), el ángulo del túnel tibial en proyección sagital (Sag-TT), la localización del túnel femoral en los cuadrantes de Bernard; finalmente, se evaluó el grado de artrosis con la escala Kellgren y Lawrence.

La medición del túnel tibial en la proyección anteroposterior se muestra en la *Figura 1*, en donde el valor medio de

AP-TT fue de 68.88°, con un mínimo de 62° y un máximo de 77°, con una desviación estándar de 4.49°.

La medición del túnel tibial en proyección sagital se muestra en la *Figura 2*, en donde el valor medio de TT-Sag fue de 64.9°, con un valor máximo de 75° y un valor mínimo de 58°.

Al realizar la localización de los cuadrantes de Bernard para la ubicación del túnel femoral en la superficie medial del cóndilo lateral en una proyección lateral de rodilla, se obtuvieron sólo dos localizaciones, de las cuales 61.9% correspondió al cuadrante 7 y 38.1% al cuadrante 3.

Se llevó a cabo la evaluación radiográfica de la artrosis desarrollada en la muestra de estudio según la escala de Kellgren y Lawrence; se obtuvieron los siguientes resultados: 17 pacientes en el estadio I (80.95%), tres en el II (14.92%) y uno en el III (4.76%).

Posteriormente, correlacionamos la medición radiográfica del ángulo tibial en proyección anteroposterior con el resultado obtenido de la evaluación subjetiva de la rodilla efectuada por los propios pacientes, que determina la habilidad para funcionar. Se obtuvo una correlación de Pearson de -0.19, como se muestra en la *Figura 4*.

Al correlacionar el ángulo sagital tibial con el resultado obtenido de la evaluación subjetiva de la rodilla realizada por los propios pacientes, que determina la habilidad para funcionar, se observó una correlación de Pearson de -0.54 (*Figura 5*).

La correlación de edades específicas de cada paciente con el resultado de la evaluación subjetiva de la rodilla llevada a cabo por los propios pacientes, que determina la habilidad para funcionar, fue de -0.77, como se muestra en la *Figura 6*.

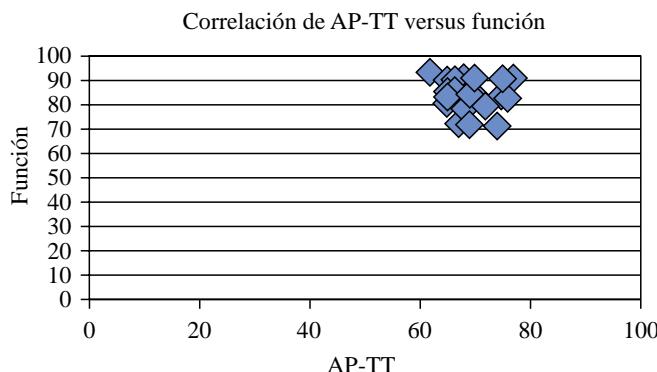
Como apreciamos en la *Figura 7*, al correlacionar el tiempo transcurrido desde la lesión hasta el día de la intervención quirúrgica con el resultado obtenido de la evaluación subjetiva de la rodilla, se obtuvo una correlación de Pearson de -0.74.

## Discusión

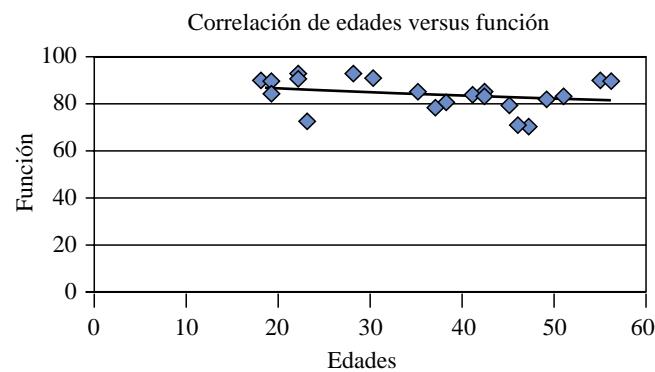
La rotura del LCA supone un evento traumático en la vida de los adultos jóvenes, especialmente en la edad de mayor demanda articular. Esta lesión supone un déficit tanto estructural como funcional que puede convertirse en una forma de discapacidad y restricción en la participación social.

Es importante conocer la población diana para que los medios disponibles en su sistema sanitario y los recursos que se van a utilizar en su recuperación sean equiparables y no supongan un sesgo. Los pacientes de nivel socioeconómico bajo/medio bajo disponen de menor precocidad en el acceso a la asistencia y menos recursos estructurales para la rehabilitación.

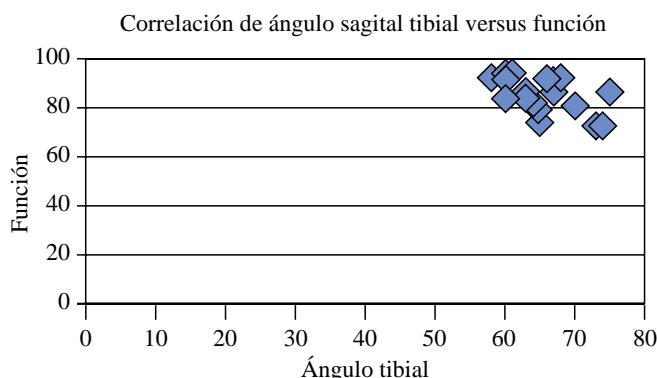
Dentro de las lesiones asociadas a la rotura del ligamento cruzado anterior en nuestra población de estudio se encontraron la lesión traumática de menisco medial (en 14.29%) y la lesión meniscal degenerativa medial (en 4.76%).



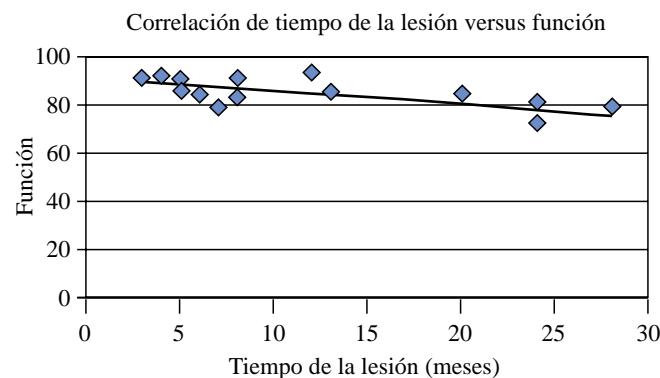
**Figura 4:** Correlación entre el ángulo del túnel tibial en proyección AP y la función subjetiva de la rodilla de acuerdo a los cuestionarios IKDC.



**Figura 6:** Correlación entre la edad de cada paciente y el grado de función subjetiva de acuerdo a los cuestionarios IKDC.



**Figura 5:** Correlación entre el ángulo del túnel tibial en proyección sagital con la función subjetiva de la rodilla de acuerdo a los cuestionarios IKDC.



**Figura 7:** Correlación del tiempo de lesión transcurrido desde la lesión a la intervención quirúrgica con el grado de función subjetiva.

En el examen de la rodilla se tomaron los tres primeros puntos: la efusión, el déficit de movimiento y el examen del ligamento. Respecto a la evaluación de la efusión (refiriéndose a la cantidad de líquido inflamatorio contenido en la rodilla), 95.24% de los pacientes evaluados se determinaron como normales y 4.76% como casi normales, lo que coincidió con el interrogatorio aplicado sobre la evaluación subjetiva de la rodilla. Se realizó la valoración del déficit de movimiento evaluado por el mismo cirujano con arcos de movimiento pasivos; la evaluación se llevó a cabo con goniómetro en los 21 pacientes, en comparación con la rodilla normal. En 57.14% se determinaron resultados normales (ausencia de déficit de movimientos), en 38.1% se observó un resultado casi normal (con un déficit de movimiento con rango de -3° a -5° de falta de extensión y de 6° a 15° de flexión), en 4.76% se encontró un resultado anormal (equivalente a un rango de déficit de movimiento de -6° a -10° para la extensión y de 16° a 25° para la extensión). El mayor déficit de movimiento para los resultados «casi normal» y «anormal» se observó durante la flexión de la rodilla, con un rango de déficit de movimiento que iba de los 3° a los 20°; el valor máximo de déficit de movimiento para la extensión fue de -3°. Al realizar el examen del ligamento de manera manual (todas las pruebas fueron efectuadas por el mismo cirujano), la prueba de Lachman manual a 25° mos-

tró a 90.48% de los pacientes con desplazamiento menor a 2 mm, 9.52% con desplazamiento de 3 a 5 mm; la prueba de translación anteroposterior total a 25° y 70° indicó a 90.48% con un desplazamiento menor de 2 mm, 9.52% con desplazamiento de 3 a 5 mm; la prueba de cajón posterior a 70° de flexión fue menor a 2 mm en 100% de los pacientes. Al realizar la prueba de abertura de la articulación medial y lateral, 100% de los pacientes tuvieron apertura menor de 2 mm; las pruebas de rotación externa con flexión boca abajo a 30° y 90° exhibieron rotación menor a 5° en 100% de los pacientes; en las pruebas de pivot y pivot reverso, 100% de los pacientes presentaron un resultado normal. Se determinó dentro de la evaluación del ligamento global con pruebas manuales en los 21 pacientes, incluyendo los tres primeros rubros del formulario, que 90.48% de los pacientes tenían un examen normal y 9.52% uno casi normal.

En la valoración subjetiva de la rodilla, en donde se evaluó la función de acuerdo a la percepción del paciente, el promedio de la función fue de 84.31%, con un valor máximo de 97.99% y uno mínimo de 70.93%, con un intervalo de confianza de 95%, en donde los puntos transformados se interpretaron como una medida de la habilidad para funcionar.

Se obtuvieron buenas localizaciones en los cuadrantes de Bernard, con 61.9% con localización en el cuadrante 7 y 38.1% en el cuadrante número 3. Al estadificar el grado de

artrosis desarrollada de acuerdo a los criterios de Kellgren y Lawrence, 80.95% de los pacientes se encontraron en el grado I, 14.92% en el II y 4.76% en el III, con un período de seguimiento de uno a tres años.

La correlación del ángulo tibial en proyección anterior respecto al formulario de evaluación subjetiva de la rodilla se encontró baja, de -0.19. La correlación con el coeficiente de Pearson, cuando se acerca a los valores de 1 o -1, significa que tiene alta correlación, directa o inversamente proporcional, respectivamente; sin embargo, cuando más se acerca a cero, tiene un nivel de menor significancia. Con respecto a los valores obtenidos en nuestro análisis estadístico, el resultado nos dice que no existió correlación directa e indirecta en cuanto a la dirección promedio del LCA nativo, que es de 62° de inclinación; en nuestro estudio conseguimos medidas angulares que iban desde los 62° a los 77°; de acuerdo con los resultados obtenidos en los cuestionarios, el nivel de función de la rodilla intervenida fue de buena a excelente.

En cuanto a la correlación lineal de variables con P de Pearson del ángulo tibial en proyección sagital, como debería esperarse, encontramos una correlación baja de -0.54; sin embargo, con un valor más elevado que la obtenida en la correlación AP-TT versus función, debido a que los valores menores de 70° de angulación se correlacionan con mejor función.

La correlación a la edad y la función subjetiva de la rodilla como habilidad para funcionar se determinó de -0.77; el resultado máximo esperado era 1; por lo tanto, se observó alta correlación inversa sobre la edad y la función subjetiva, ya que, a menor edad, el porcentaje de función incrementaba.

La correlación entre el tiempo de evolución de la lesión y la función subjetiva de la rodilla tuvo un valor de -0.74, lo

que significa que el tiempo de evolución es indirectamente proporcional a la función debido a que se asocia mejor función al tener menor tiempo de evolución tras la lesión.

La reconstrucción angular anatómica del injerto LCA es punto clave para la estabilidad de la rodilla; los pacientes que obtienen una dirección en proyección anteroposterior de 60°-70° y en proyección lateral menor de 70° tienen mejores resultados de estabilidad y función de la rodilla intervenida.

### Bibliografía

1. Zelle BA, Herzka AS, Harner CD, Irrgang JJ. Evaluation of clinical outcomes in anterior cruciate ligament surgery. *Oper Tech Orthop.* 2005; 15(1): 76-84.
2. Irrgang JJ, Ho H, Harner CD, Fu FH. Use of the International Knee Documentation Committee guidelines to assess outcome following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1998; 6(2): 107-14.
3. Zantop T, Petersen W, Sekiya JK, Musahl V, Fu FH. Anterior cruciate ligament anatomy and function relating to anatomical reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006; 14(10): 982-92.
4. Hashemi J, Chandrashekhar N, Mansouri H, Slaughterbeck JR, Hardy DM. The human anterior cruciate ligament: sex differences in ultrastructure and correlation with biomechanical properties. *J Orthop Res.* 2008; 26(7): 945-50.
5. Bernard M, Hertel P, Hornung H, Cierpinska T. Femoral insertion of the ACL. Radiographic quadrant method. *Am J Knee Surg.* 1997; 10(1): 14-21.
6. Dienst M, Burks RT, Greis PE. Anatomy and biomechanics of the anterior cruciate ligament. *Orthop Clin North Am.* 2002; 33(4): 605-20, v.
7. Andersson C, Odensten M, Good L, Gillquist J. Surgical or non-surgical treatment of acute rupture of the anterior cruciate ligament. A randomized study with long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 1989; 71(7): 965-74.