

Artículo original

Plastía de ligamento cruzado anterior con técnica de «U-Dos»

Morales-Trevizo C,* Paz-García M,* Leal-Berumen I,** Leal-Contreras C,*** Berumen-Nafarrate E*

Christus Muguerza, Hospital del Parque, Chih, México

RESUMEN. La rodilla es una articulación diartrodial compuesta y es vulnerable a lesiones graves como son las ligamentarias: ligamento colateral medial, ligamento colateral lateral, ligamento cruzado anterior y ligamento cruzado posterior, ya que los ligamentos cruzados limitan el movimiento de rotación en la articulación. El objetivo de nuestro estudio fue crear una nueva técnica para las lesiones de ligamento cruzado anterior, la cual consta de dos haces: haz anteromedial y posterolateral, en busca de una reconstrucción anatómica que permita una recuperación biomecánica normal. Esta técnica reduce el uso de material de fijación y los costos. El diagnóstico de las lesiones ligamento cruzado anterior se realizó con la prueba de *Pivot Shift*. Actualmente existen dos métodos de reparación en las lesiones de ligamento cruzado anterior, éstos son: reparando un solo haz o con doble haz; ninguna de estas técnicas es considerada como estándar de oro, ya que los resultados son muy similares. En este artículo se describe la técnica para el tratamiento de lesiones del ligamento cruzado anterior, denominada «U-Dos» y los resultados clínicos. Se trata de un estudio transversal y observacional de una muestra de 20 pacientes con lesiones totales de ligamento cruzado anterior, operados de plastía de ligamento cruzado anterior con la técnica «U-Dos» entre Junio del 2009 a Junio del 2010. La técnica requiere del uso de aloninjerto del

ABSTRACT. The knee is a compound diarthrodial joint, vulnerable to serious injuries such as ligament injuries of: medial collateral ligament, lateral collateral ligament, anterior cruciate ligament and posterior cruciate ligament, as cruciate ligaments limit rotation movement in the joint. The purpose of our study was to create a new technique to treat injuries of the anterior cruciate ligament, which is composed of two bundles -anteromedial and posterolateral- trying to achieve an anatomical reconstruction that allows for a normal biomechanical recovery. This technique reduces the use of fixation material and costs. The diagnosis of anterior cruciate ligament injuries was made with the pivot shift test. There are currently two repair methods for anterior cruciate ligament injuries: single bundle or double bundle repair; none of these techniques is considered as the gold standard, as their results are very similar. This paper describes a technique used for the treatment of anterior cruciate ligament injuries, known as «U-dos», and its clinical results. Cross-sectional, observational study that enrolled 20 patients with total anterior cruciate ligament injuries who underwent anterior cruciate ligament plasty using the «U-dos» technique between June 2009 and June 2010. The technique requires the use of bone bank allograft, in this case of the anterior tibial ligament. Patients were assessed using the Lysholm

Nivel de evidencia: IV

www.medigraphic.org.mx

* Christus Muguerza, Hospital del Parque; Chihuahua, Chih., México.

** Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Chihuahua; Chihuahua, Chih., México.

*** Hospital Del Bosque, Bogotá, Colombia.

Dirección para correspondencia:

Dr. Edmundo Berumen-Nafarrate, MD,

Departamento de Cirugía Ortopédica, Christus Muguerza, Hospital del Parque.

Calle De La Llave Núm. 1419, Interior # 9, Col: Santa Rita, Chihuahua, C.P. 31020, México.

E-mail: edmundo.berumen@gmail.com

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

banco de hueso, en este caso, del ligamento tibial anterior. La valoración de los pacientes se realizó con la escala de Lysholm y la prueba de Pivot Shift. Nuestros resultados muestran todas las pruebas de Pivot Shift negativas y las valoraciones de normal a excelente en el 95% de los casos (19/20) de acuerdo con la escala de Lysholm; sólo hubo un fracaso con avulsión de la inserción del injerto, requiriéndose una reintervención quirúrgica.

Palabras clave: rodilla, ligamento, cruzado anterior, plastía, injerto.

scale and the pivot shift test. Our results show that all the pivot shift tests were negative and assessments according to the Lysholm scale were from normal to excellent in 95% of cases (19/20). Only one failure was reported, with avulsion of the graft attachment which required a surgical intervention.

Key words: knee, cruciate anterior ligament, plasty, graft.

Introducción

La rodilla es una articulación sinovial o diartrosis compuesta, que conecta el fémur y la tibia en una articulación bicondilea, así como el fémur y la rótula en una articulación troclear (ginglimo). Es una articulación uniaxial porque realiza un movimiento de flexo extensión en un eje latero-lateral, pero como caso especial, la rodilla presenta un segundo grado de libertad, que es la rotación sobre el eje longitudinal de la pierna y sólo aparece cuando la rodilla está flexionada.¹

Esta articulación es vulnerable a lesiones graves y al desarrollo de artrosis, ya que las extremidades inferiores soportan casi todo el peso del cuerpo.^{1,2}

La rodilla cuenta con cuatro ligamentos principales:

1. Ligamento colateral medial (LCM), el cual se extiende a lo largo de la parte interior de la rodilla evitando el valgo forzado o en otras palabras que ésta se doble hacia adentro.
2. Ligamento colateral lateral (LCL), el cual se extiende a lo largo de la parte exterior de la rodilla evitando el varo forzado o en otras palabras que ésta se doble hacia afuera.
3. Ligamento cruzado anterior (LCA), se encuentra localizado parte media de la rodilla y evita que la tibia se deslice hacia anterior al fémur y brinda estabilidad rotacional a la rodilla.
4. Ligamento cruzado posterior (LCP), que trabaja junto con el LCA y evita que la tibia se deslice hacia posterior por debajo del fémur.^{2,3,4,5}

Los dos ligamentos cruzados limitan el movimiento de rotación interna al aumentar su cruzamiento, cuando se intenta realizar este movimiento, pero al realizar una rotación externa, se pierde el entrecruzamiento de los haces e impide restringir dicho movimiento.

Anatómicamente el ligamento cruzado anterior está formado por dos haces funcionales como se demuestra en estudios artroscópicos en fetos y cadáveres; el haz anteromedial, más largo y más expuesto a los traumatismos y el haz posterolateral, por detrás del anterior y por consiguiente, más

resistente a los traumatismos soportando rupturas parciales. El LCA tiene una longitud promedio de 32 mm, su inserción tibial es de 11 mm de ancho en promedio por 17 mm en sentido anteroposterior. En relación con las estructuras vecinas podemos señalar que el LCA se inserta en la tibia 7 mm por delante del LCP, y 7 mm lateral a la espina tibial anterior.^{3,4,5,6,7,8}

Si analizamos la biomecánica del LCA, podemos observar que es una estructura de suma importancia en el movimiento y estabilidad de la rodilla, resistiendo la traslación anterior de la tibia sobre el fémur y controlando la hiperextensión de rodilla, secundariamente, ayuda a estabilizar las rotaciones y los movimientos de varo y valgo. Si dividimos el movimiento de la articulación desde el punto de extensión hasta la flexión en tres partes, podemos explicar que de 0° a 30° promedio, el ligamento LCA se encuentra en tensión y el posterior relajado; de 25° a 40° de flexión (considerada como posición de reposo en la rodilla), tanto el LCA como el LCP muestran la misma tensión y entre los 90°-120°, el LCA estaría relajado, excepto por sus fibras anterosuperiores que se encontrarían en tensión.^{9,10}

El mecanismo de lesión más frecuente del LCA es una desaceleración brusca que implica una hiperextensión o un deslizamiento posterior del fémur sobre la tibia, asociado a valgo y rotación externa, esto debido a que el LCA es un freno para la hiperextensión de la rodilla.¹⁰

Las lesiones ligamentarias de rodilla ocurren en su mayoría al realizar actividades deportivas principalmente en el fútbol soccer, fútbol americano y en el esquí.⁹ De los ligamentos, el que se lesionó con más frecuencia es el LCA, con un estimado de 80,000 lesiones por año en Estados Unidos de Norteamérica.¹¹ Las estimaciones referidas son muy variables, van desde una prevalencia en el daño del LCA de 1 en 3,000 habitantes como lo mencionan en un artículo publicado Fu y colaboradores,¹² o cerca de 100,000 nuevos casos de daño al LCA por año publicado Bachs y su grupo.¹³

Las lesiones del LCA, frecuentemente, se asocian con otras lesiones concomitantes, incluyendo desgarros en los ligamentos colaterales y en los meniscos.¹⁴

Para el diagnóstico clínico de una ruptura de LCA se utiliza la prueba de Pivot-Shift (flexo extensión de la rodilla aplicando a la misma vez una fuerza en valgo y en rotación interna) como una herramienta útil y aceptada mundialmente para valorar la estabilidad de la rodilla, por lo que una prueba de Pivot-Shift negativa es un objetivo importante en las técnicas de reconstrucción del LCA.^{15,16}

La decisión de reparar o reconstruir un ligamento desgarrado depende del tipo y grado de lesión del ligamento, pudiendo ser solo una elongación, una ruptura parcial o total, en el peor de los casos.¹⁷

La mayoría de las lesiones del LCA por desgarre, que no mostraron resultados adecuados con la cirugía, requieren de una reconstrucción que implica utilizar autoinjertos o aloinjertos.¹⁷

Existen publicaciones en las que comparan las técnicas quirúrgicas de reconstrucción de LCA de un solo haz contra la del doble haz, concluyendo, que la técnica de doble haz, restaura la laxitud anterior y estabilidad rotacional de la rodilla, de acuerdo a la prueba de Pivot-Shift, mientras que con la técnica de un solo haz, se incrementa la rotación de 2°-4° en comparación a una rodilla sana. Otra diferencia sería el costo, ya que a pesar de que ambas técnicas utilizan aloinjertos, en la técnica de doble haz se incrementa por el tipo de injertos que requiere, los cuales tendrían que ser más largos o utilizar dos aloinjertos.^{15,18,19,20,21,22,23}

Ninguna de estas dos técnicas quirúrgicas mencionadas han logrado establecerse como «estándar de oro» para la reconstrucción del LCA, ya que existen ventajas y desventajas entre ambas, en el caso de la reconstrucción de un solo haz sus ventajas son una técnica más simple y sencilla, menor costo de aloinjerto, sólo se utilizan dos tornillos para fijación; mientras que sus desventajas son mayor morbilidad en el sitio de toma de injerto, inestabilidad en 10 a 30% de los pacientes operados con esta técnica y aumento de la rotación en comparación con rodilla sana. En el caso de la reconstrucción de doble haz, su ventaja es de ser una técnica de reconstrucción anatómica, menor morbilidad y menor tiempo de recuperación, estabilidad antero-posterior y rotacional con prueba *Pivot-Shift* negativa; como desventajas es una técnica mas demandante, implica mayor movimiento de la anatomía de rodilla, mayor costo por el uso de aloinjertos y se utilizan cuatro tornillos (*Tabla 1*).^{24,25,26}

Dentro de los métodos de fijación en la plastia de LCA, los tornillos de interferencia biodegradables tienen como ventaja, sobre los otros métodos de fijación, la ausencia de interferencia en la resonancia magnética postquirúrgica, permiten la fijación adecuada del injerto hasta la integración y finalmente se degradan con el tiempo, dependiendo del material con el que están elaborados.^{27,28}

Nuestro departamento ha desarrollado una nueva técnica de reconstrucción de LCA, llamada «U-DOS»,²⁹ en la cual se utiliza un procedimiento de doble haz con aloinjerto, que se espera solucione los problemas de inestabilidad y aumento de rotación externa, evitando la degeneración temprana de la articulación.

Actualmente existe un gran debate sobre el tratamiento definitivo de las lesiones del LCA, con respecto a su reconstrucción anatómica ya sea de un solo haz o doble haz, como lo hemos revisado anteriormente por lo que el objetivo de este trabajo es describir, en forma breve, la técnica «U-DOS» de reconstrucción de LCA y presentar resultados clínicos de los primeros 20 casos reparados la técnica.

Material y métodos

Nuestro estudio es transversal y observacional. Se incluyeron 20 pacientes lesion del ligamento cruzado anterior, operados con reconstrucción de LCA «U-DOS», entre Junio de 2009 a Junio de 2010, siendo criterio de inclusión pacientes con lesión total o parcial de LCA. La técnica fue aprobada por el Comité de Ética del Hospital Christus Muguera Del Parque en Mayo 2009.

Se realizó el procedimiento quirúrgico que se describe más adelante, y posteriormente, se realizó la valoración clínica a los cuatro meses de postoperatorio, utilizando la maniobra de *Pot-Shift* y la tabla de valoración de Lysholm, durante la consulta. La valoración de Lysholm mide ocho elementos (cojera, soporte, bloqueo, inestabilidad, dolor, hinchazón, subir escaleras y agacharse) relacionados con la función de la rodilla, cada elemento, así como la puntuación global, son analizados por separado. Se considera una función normal a excelente de la rodilla una puntuación total de 95-100 puntos; una función mediana o sintomática en actividades vigorosas alcanza

Tabla 1. Ventajas y desventajas de las técnicas de un solo haz y la de doble haz.

Técnicas de reconstrucción de ligamento cruzado anterior	
Un solo haz	Doble haz
Técnica más simple y sencilla	Reconstrucción anatómica del LCA y más demandante
Técnica menor costo por el uso de autoinjerto	Mayor conocimiento de la anatomía de la rodilla
Mayor morbilidad en el sitio de toma de injerto	Mayor costo por el uso de aloinjerto de banco de hueso
Como medio de fijación utiliza dos tornillos	Menor morbilidad y menor tiempo de recuperación
Inestabilidad en 10 a 30% de los pacientes operados con esta técnica	Como medio de fijación utiliza cuatro tornillos
Se incrementa la rotación de 2°-4° en comparación a una rodilla sana	Estabilidad anteroposterior y rotacional con <i>Pivot-Shift</i> negativo



Figura 1. Aloinjerto con el trenzado final de Vicryl #2 y las suturas de Prolene #1 en sus extremos (flecha) pasando por diferentes orificios con medidas establecidas para determinar su diámetro.

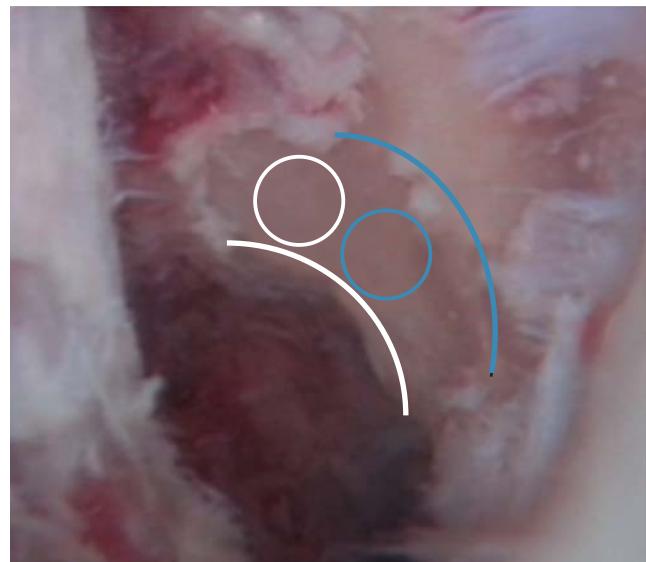


Figura 3. Área de perforación túneles femorales. Límite posterior del cóndilo lateral (línea blanca); cresta del residente (línea azul); túnel haz anteromedial (círculo blanco); túnel haz posterolateral (círculo azul).



Figura 2. Modelo anatómico con los sitios de inserción tibial (estrellas) de los dos haces del LCA.

puntuación de entre 84-94, y una puntuación por debajo de 84 puntos nos indica una mala función con síntomas en actividades diarias.³⁰

El aloinjerto se solicita al Banco de Hueso del Hospital Universitario de Nuevo León, como «aloinjerto de ligamento tibial anterior fresco congelado», procurando que la longitud del mismo sea entre 15-20 cm. La preparación del aloinjerto se realiza en forma simultánea al procedimiento quirúrgico. El aloinjerto se sumerge en solución fisiológica con 80 mg de gentamicina y se realiza trenzado con sutura absorbible tipo Vicryl® #2 para evitar que se desgarre al pasarla por los túneles. En cada uno de los extremos del aloinjerto de coloca un par de suturas no absorbibles Prolene® #1, lo cual nos permitirá, mediante el uso de clavos guías, pasar el aloinjerto por los túneles. Se determina el grosor del aloinjerto finalmente trenzado pasando el mismo a través de orificios que se encuentran en una tabla de trabajo con diámetros establecidos en milímetros (*Figura 1*).

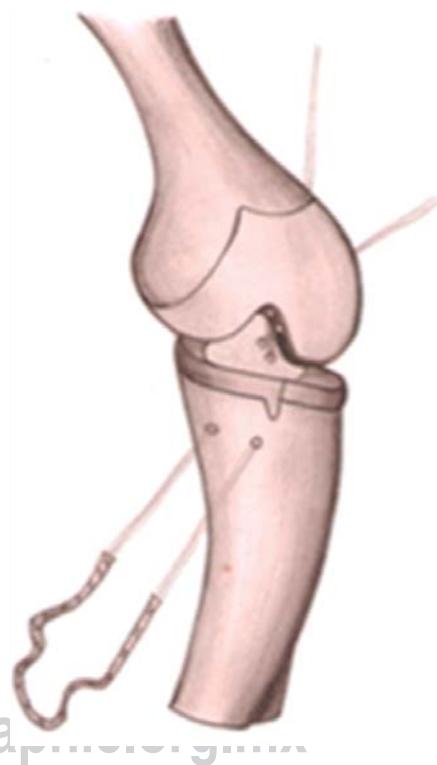


Figura 4.

Disposición de las suturas a través de los túneles tibiales y femorales antes del paso del injerto.

Berumen y asociados, describen esta técnica con lujo de detalle en Orthopedics²⁹ por lo que en este artículo se resume el procedimiento.

Mediante abordajes artroscópicos realizados a 1 cm lateral y medial del tendón patelar sobre la línea articular (*Softpoint*) se accesa lente de artroscopio (Smith and Nephew®) a la articulación, para revisión de los compartimentos y confirmación de la ruptura del ligamento cru-

zado anterior. Se realiza limpieza del sitio de inserción mediante rasurador.

Del equipo de cruzado (DePuy®) se toma la guía tibial y se coloca en el remanente o «Footprint» del **haz anterior** (*Figura 2*), con angulación de 55° y se procede a colocar clavo guía por donde se pasará una broca cuyo diámetro dependerá del grosor del aloinjerto (tendón tibial anterior). Se repite el procedimiento, colocando la guía en el remanente del **haz posterior**, procurando que permanezca un puente óseo de 10 mm aproximadamente. Utilizando el túnel anterior en la tibia se pasa guía femoral del equipo de cruzado colocándola en una posición en relación a las manecillas del reloj entre las 10-11 horas para rodilla derecha, 1-2 horas para rodilla izquierda y se coloca clavo guía (*Figura 3*).

Procedemos a colocar guía femoral por el portal parapatelar medial y se coloca en posición, nuevamente en relación a las manecillas del reloj entre las 9-10 horas para rodilla derecha y 2-3 horas para rodilla izquierda, procurando que entre ambos túneles quede un puente óseo de 8 mm. Colocados ambos clavos guía en el fémur se procede a rea- lizar los túneles con la broca.

Por los túneles tibiales y femorales, en sentido inferior a superior, se pasan los clavos guía que ayudarán a pasar las suturas que se encuentran unidas a los extremos del aloinjerto, en sentido distal a proximal quedando los extremos del aloinjerto dentro de los túneles femorales (*Figura 4*).

La rodilla presenta libre movimiento de flexión y extensión, lo que nos permite fijar el aloinjerto en su haz anterior a 60° de flexión y el haz posterior a 110° de flexión, esto por medio de dos tornillos bioabsorbibles en ambos túneles femorales, mien- tras la fijación a nivel tibial se dará por el puente óseo, sobre el cual se coloca la «U» del aloinjerto (*Figura 5*). Por último se coloca drenaje y se cierran por planos las heridas.

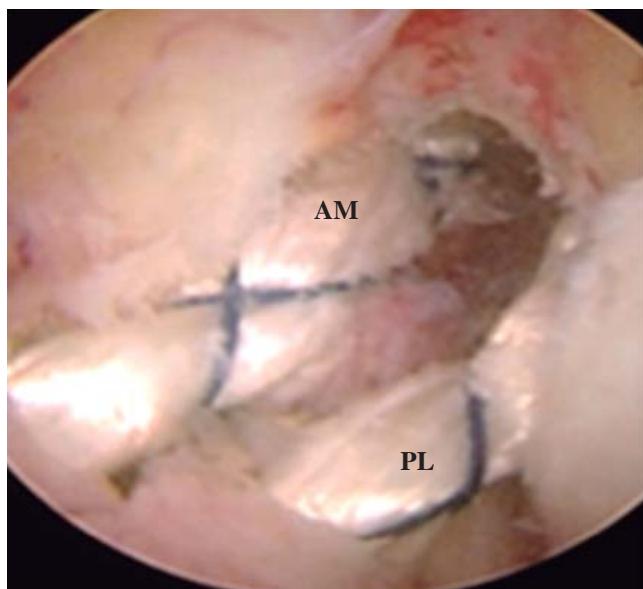


Figura 5. Disposición intraarticular final de ambos haces anteromedial (AM) y posterolatera (PL).

Resultados

Se evaluaron 20 rodillas de 20 pacientes, los cuales pre- sentaban datos clínicos de la ruptura del LCA, que se confir- maron, mediante resonancia magnética.

La mediana en la edad de los pacientes fue de 36 años, siendo la edad máxima de 56 años y la mínima de 16 años. Las lesiones de LCA se presentaron en 65% de los casos en el sexo masculino y en 35% en el sexo femenino. La le- sión se presentó en 65% de los casos en la rodilla izquierda, mientras que en la derecha en 35% de los casos.

Observamos lesiones concomitantes en 45% de las ro- dillas afectadas, incluyendo principalmente las lesiones de

Tabla 2. Frecuencia de valoración para cada uno de los paráme-etros de la escala Lysholm.³⁰

Parámetros de la escala de Lysholm.		
	Criterios escala de Lysholm	Frecuencia/ n = 20
Cojera	No	19/20
	Periódicamente	1/20
	Constantemente	0
Soporte	No	19/20
	Basto o muleta	1/20
	No puede apoyar	0
Bloqueo	No	17/20
	Sensación	2/20
	Ocasionalmente	1/20
	Frecuentemente	0
Inestabilidad	Bloqueo	0
	No	16/20
	Algunas veces en ejercicio severo	3/20
	Frecuente con ejercicio u otra actividad	0
Dolor	Ocasional actividad diaria	1/20
	Frecuente actividad diaria	0
	En cada paso	0
	No	12/20
Inflamación	Inconstante y ligero en el ejercicio	7/20
	Marcado en actividad severa	0
	Marcado al caminar más de 2 km	1/20
	Marcado al caminar menos de 2 km	0
Subir escaleras	Constante	0
	No	14/20
	Actividad severa	5/20
	Actividad diaria	1/20
Cucillitas	Constantemente	0
	Sin problemas	19/20
	Empeoró ligeramente	0
	Un escalón por vez	1/20
	Imposible	0
	Sin problema	12/20
	Leve dificultad	7/20
	No más de 90°	1/20
	Imposible	0

menisco, siendo el menisco medial el más afectado (25%), después el menisco lateral (15%), y en 5% observamos otro tipo de lesiones.

Durante la consulta médica a los cuatro meses del postoperatorio, se valoró a los pacientes con la prueba de *Pivot-Shift* por el mismo médico que realizó la cirugía reportándola como negativa en todos los casos. También se aplicó la escala de valoración de Lysholm (*Tabla 2*) a los 20 pacientes, para poder valorar la capacidad funcional de la rodilla postoperatoria dentro de su actividad diaria, así como en la práctica deportiva. El puntaje reúne un total de 100 puntos como máximo y comprende ocho parámetros que el paciente respondió de forma subjetiva comparando su estado actual postplastía de LCA con el previo.

De los 20 pacientes, 19 mostraron resultados normales a excelentes según la escala de valoración de Lysholm, con un promedio en la puntuación de 95%. La mala evolución de un paciente se considera como fracaso, se trató de un paciente masculino que practica de forma semiprofesional el ciclismo extremo (BMX). El paciente presentó desinserción del injerto requiriendo una nueva cirugía.

Dentro de las complicaciones más importantes observadas en la Escala de Lysholm en nuestros pacientes se mencionan el dolor inconstante y ligero en el ejercicio en 35%, inflamación en 25% y ponerse en cuclillas con leve dificultad 35%.

Discusión

Nuestra técnica se basa en una reconstrucción anatómica en la cual se busca eliminar la inestabilidad antero-posterior y rotacional de la rodilla, no existe en la actualidad una maniobra de exploración específica que valore con exactitud los resultados de la cirugía, por lo cual utilizamos la valoración de Lysholm y la prueba de *Pivot-Shift*, ampliamente aceptada para la valoración clínica de la estabilidad de la rodilla que ha sufrido una lesión del LCA. Otro punto a favor de la técnica es la disposición en «U» del doble haz, que permite el balance longitudinal del aloinjerto dentro de los túneles al momento de realizar la fijación.

Se podría pensar que la principal desventaja de la técnica es que el costo de la cirugía se eleva por el aloinjerto; sin embargo, se utilizan sólo dos tornillos de fijación en vez de cuatro, como las técnicas convencionales de doble haz, lo que permite seguir manteniendo un buen presupuesto. Por otro lado, el aloinjerto favorece la recuperación y rehabilitación del paciente al no tomar autoinjertos que pueden incrementar la morbilidad del sitio donante.¹⁷

También existen algunas complicaciones observadas en la Escala de Lysholm en nuestros pacientes las cuales son el dolor inconstante y ligero en el ejercicio, inflamación y ponerse en cuclillas con leve dificultad. Creemos que las anteriores se encuentran en relación al inicio temprano de sus actividades físicas diarias que realizaban previamente a la lesión.

Como se menciona, sólo existió un fracaso de la técnica en un deportista que realizaba ciclismo extremo y no tomó

las precauciones necesarias dentro del postquirúrgico y terapias de rehabilitación; sin embargo, deberán realizarse estudios a largo plazo sobre esta técnica para valorar si existiera algún otro fracaso y así observar posibles limitaciones de nuestra técnica.

En nuestra pequeña serie de casos, la técnica «U-DOS», nos ha permitido obtener buenos resultados utilizando el mismo equipo y sin alterar demasiado las técnicas ya descritas. Sin embargo, se requiere incrementar el número de casos y seguir la evolución, a largo plazo, de los ya intervenidos para seguir fundamentando la utilización la técnica presentada.²⁹

Creemos que nuestra técnica puede ayudar a incrementar la estabilidad de la rodilla después de una lesión completa del LCA y por lo tanto ayudar a disminuir la artrosis ocasionada por la inestabilidad de rodilla, logrando así que el paciente pueda volver a realizar sus actividades cotidianas previas a la lesión, y por ende mejorar su calidad de vida.

- La técnica «U-DOS» es una mezcla entre las técnicas actualmente utilizadas, los medios de fijación y abordajes utilizados no difieren en gran medida de las técnicas mencionadas, lo que nos permite seguir en el mismo lenguaje de los ortopedistas.
- Nuestra técnica provee una reconstrucción anatómica del LCA, que es el objetivo principal de la cirugía; requiere el mismo número de implantes para la fijación gracias la disposición del aloinjerto en «U» que se ancla sobre la tibia por lo que no existe un incremento en el costo en este aspecto.
- Se observaron resultados de normales a excelentes en 95% de los casos en estudio.
- Se presentaron tres tipos de complicaciones importantes: dolor inconstante y ligero en el ejercicio en 35%, inflamación en 25% y ponerse en cuclillas con leve dificultad 35%.
- Con los primeros 20 casos pudimos observar mejoría en los pacientes tratados con la técnica «U-DOS», aunque la valoración sigue siendo subjetiva, por lo que es necesario dar seguimiento a los pacientes para descartar complicaciones a largo plazo.

Bibliografía

1. Insall J, Scott N: *Rodilla*. España: Marbán; 2006.
2. Kapandji A: *Fisiología articular miembro inferior* 5a ed. España: Editorial Médica Panamericana; 1998.
3. Netter FH: *Atlas de anatomía humana*. 2a ed. España: Marbán; 1999.
4. Testut L, Latarjet A: *Compendio de anatomía descriptiva*. España: Masson; 2000.
5. Rouvière H, Delmas A: *Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional*. 10a ed. España: Masson; 1999.
6. Girgis FG, Marshall JL, Monajem A: The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop Relat Res*. 1975; 106: 216-31.
7. Harner CD, Baek GH, Vogrin TM, Carlin GJ, Kashiwaguchi S, Woo SL: Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions. *Arthroscopy*. 1999; 15: 741-9.

8. Palmer I: On the injuries to the ligaments of the knee joint; clinical study. 1938. *Clin Orthop Relat Res.* 2007; 454: 17-22.
9. Delfín V: *Kinesiología aplicada a la lesión deportiva*. Chile: Impresos universitaria; 2003.
10. Trees A, Dixon J, Howe T, White L: Exercise for treating isolated anteriorcruciate ligament injuries in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2005; (4): CD005316.
11. Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, Arendt EA, et al: Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *J Am Acad Orthop Surg.* 2000; 8: 141-50.
12. Fu F, Bennett C, Lattermann C, Ma B: Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction: Part 1: Biology and biomechanics of reconstruction. *Am J Sports Med.* 1999; 27: 821-30.
13. Bachs B, Boonos C: Anterior cruciate ligament reconstruction. *Assoc Operat Room Nurses. J* 2001; 74: 152-60.
14. Amis AA, Dawkins GP: Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fiber bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg Br.* 1991; 73: 260-7.
15. Markolf KL, Park S, Jackson SR, McAllister DR: Simulated *Pivot-Shift* testing with single and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *J Bone Joint Surg Am.* 2008; 90: 1681-9.
16. Pearle AD, Kendoff D, Musahl V, Warren RF: The *Pivot-Shift* phenomenon during computer-assisted anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* 2009; 91: 115-8.
17. Berumen NE, Paz GM: Lesiones multiligamentarias de rodilla. *Ortho-tips.* 2009; 5(1): 49-58.
18. Rihn JA, Cha PS, Groff YJ, Harner CD: The acutely dislocated knee: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg.* 2004; 12: 334-6.
19. Ibrahim SAR, Hamido F, Al Misfer AK, Mahgoob A, Ghafar SA, Al-hran H: Anterior cruciate ligament reconstruction using autologous hamstring double bundle graft compared with single bundle procedures. *J Bone Joint Surg Br.* 2009; 91-B: 1310-5.
20. Järvelä T: Double-bundle *versus* single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized clinical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007; 15: 500-7.
21. Aglietti P, Giron F, Cuomo P, Losco M, Mondanelli M: Single- and double-incision double-bundle ACL reconstruction. *Clin Orthop.* 2007; 454: 108-13.
22. Markolf KL, Park S, et al: Anterior-posterior and rotatory stability of single and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *J Bone Joint Surg Am.* 2009; 91: 107-18.
23. Kocher MS, Steadman JR, Briggs KK, Sterett WI, Hawkins RJ: Relationships between objective assessment of ligament stability and subjective assessment of symptoms and function after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J SportsMed.* 2004; 32: 629-34.
24. Prodromos CC, et al: Controversies in soft-tissue anterior cruciate ligament reconstruction: Grafts, Bundles, Tunnels, Fixation and Harvest. *J Am Acad Orthop Surg.* 2008; 16: 376-84.
25. Shen W, Forsythe B, et al: Application of the anatomic double-bundle reconstruction concept to revision and augmentation anterior cruciate ligament surgeries. *J Bone Joint Surg Am.* 2008; 90: 20-34.
26. Maestro A, Álvarez A, Del Valle M, Rodríguez L, Meana A, García P, et al: Reconstrucción anatómica bifascicular del ligamento cruzado anterior. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2009; 53(1): 13-9.
27. Bellelli A, Adriani E, Avitto A, David V: New femoral fixation system for tendontransplantation in ACL reconstruction: preliminary experience with MR imaging. *Radiol Med.* 2001; 102(4): 211-6.
28. Stahelin AC, Weiler A, Referacht H, et al: Clinical degradation and biocompatibilityof different bioabsorbable interference screws: a report of six cases. *Arthroscopy.* 1997; 13: 238-44.
29. Berumen-Nafarrate E, Leal-Contreras C: Double-bundle and double-tunnel ACL reconstruction with looped proximal tibial fixation. *Orthopedics.* 2011; 34(6): 441-7.
30. Lysholm J, Gillquist J: Evaluation of knee ligament surgery result with special emphasis on use of scoring scale. *Am J Sport Med.* 1982; (10): 150-4.