

# Reconstrucción del LCA con Doble Banda

Dr. Mario V. Larrain, Dr. Eduardo L. Di Rocco, Dr. Patricio Riatti, Dra. Jolieanne Marxen

**RESUMEN:** En pacientes hiperlaxos o con marcado recurvatum o en cirugías de revisión de LCA, el riesgo de fracaso de la restitución de la estabilidad y la biomecánica funcional de la rodilla con la práctica del LCA, estaría francamente elevado. Es nuestra indicación en estos casos, la reconstrucción anatómica con Doble Banda (dos hoyos en fémur y uno modificado en tibia). El propósito de este trabajo es presentar y describir detalles de esta técnica quirúrgica, su algoritmo de fijaciones y los resultados preliminares. Durante el periodo de Junio 2008 a Junio 2009 realizamos la reconstrucción del LCA con doble banda en 19 rodillas. La edad promedio fue 28,5 años (17-48 años). Todos los pacientes eran hiperlaxos y deportistas. En 6 casos se realizaron cirugías de revisión.

Consideramos que los injertos de elección para realizar esta técnica son semitendinoso y recto interno. Realizamos un túnel de forma casi oval en tibia para que sirva de asiento a cada una de las bandas. El túnel femoral para la banda AM lo realizamos transtibial. El túnel para la banda PL, lo realizamos a través de un portal anteromedial accesorio y lo fijamos en fémur con el sistema "RetroButton". Para la fijación de las 2 bandas en tibia, colocamos el "RetroScrew" entre la banda AM y PL para la correcta ubicación de las mismas. Los resultados son preelminares y las evaluaciones estan en curso. El seguimiento promedio es de 12 meses (rango 9 a 21 meses). En todos los pacientes se logró un rango de movilidad completo. El test de Lachman postoperatorio fue en 14 casos (73.6 %) negativo, en 3 casos (15.7 %) + cruz y en 2 casos (10.5 %) ++ cruces. Test de Pivot Shift negativo en todos los casos. KT-1000, IKDC, Lisholm y RNM postoperatoria se están efectuando a 6 meses y año postoperatorio.

Creemos que esta técnica de doble banda puede ser una excelente alternativa para la reconstrucción del LCA, en pacientes de las características anteriormente detalladas. Necesitamos de mayor seguimiento y estudios comparativos (en curso) para confirmar esto.

**ABSTRACT :** In hyperlaxed or with marked recurvatum patients or in LCA revision surgeries, the risk of failure in the reconstruction of the stability and the functional biomechanics of the knee would be highly increased. In these cases our indication is the double bundle anatomic reconstruction (two holes in femur and one modified in tibia). The purpose of this study is to introduce and describe the details of this surgical technique, its fixation algorithms and the preliminary results. From June 2008 to June 2009 we performed 19 double bundle reconstructions. The average age was 28,5 years old (17-48 years old). All patients were hyperlaxed and involved in competitive sport practices. 6 cases were revision surgeries. Our first selection graft choice for this technique is hamstring tendons (STT and IRT). The AM bundle graft diameter must be similar to the one performed in the anatomic LCA single bundle reconstruction. The tibial guide of the "RetroDrill" system is used to perform the tibial tunnel and it is modified with shaver "Burr", to be in an oval shape and to be used as a seat for each bundle. The femoral tunnel for the AM bundle is performed in a transtibial way in 10/10.30 hour position. The PL bundle tunnel of 5- 6 mm diameter, is made through an anteromedial accessory portal at 30° rear from the AM tunnel. It is fixed with "RetroButton" system. Then the STT (AM bundle) is placed. It is necessary to place the "RetroScrew" between the AM and PL bundles to fix the two bundles in tibia in the right position. Finally the AM bundle is fixed with a bioabsorbable screw. These are preliminary results. Complete evaluations are in course. The average follow up is 12 months (9-21). All patients presented full range of motion at the evaluation. 14(73.6%) patients showed negative Lachman test. 5 cases presented positive Lachman test, 3 patients (15.7%) + and 2 (10.5%) patients ++. The Pivot Shift test was negative in all the cases. KT 1000, MRI, IKDC and Lisholm tests evaluations are performing at .1 year post op. We believe that this double bundle technique may be an excellent choice for the LCA reconstruction in patients with the above-detailed characteristics. We need longer follow-up and comparative studies (in the making) to confirm this..

**Key words:** ACL Reconstruction- Double Bundle technique-Single tibial tunnel-RetroDrill-RetroScrew-Revision

## INTRODUCCION

Si bien los resultados de las reconstrucciones del LCA con una sola banda han sido buenos en cuanto a la reconstitución de la estabilidad de la rodilla, pa-

recieran no ir en el mismo camino en cuanto a la reconstitución de la biomecánica. Diferentes estudios anatómicos demuestran que el Ligamento Cruzado Anterior (LCA) está compuesto fundamentalmente por 2 bandas, la banda anteromedial (AM) y la banda posterolateral (PL). (1, 2) La banda AM y PL son dos bandas funcionales que trabajan sinérgicamente para proporcionar el funcionamiento normal de la rodilla. Mientras que en flexión se tensa la banda

Mario V Larrain, M.D., Mansilla 2686 PB 10 Capital Federal,  
1425.Buenos Aires, Argentina  
E-mail: mlarrain@arnet.com.ar

AM y se relaja la banda PL, en extensión ocurre lo contrario. (3) La banda PL juega un significativo papel en la estabilidad rotacional de la articulación. (4) La reconstrucción trans-tibial de estas dos últimas décadas con injertos verticales, más posteriores en tibia y centrales en el fémur, mostraron mayor déficit en el control rotacional y en el restablecimiento de la biomecánica de la rodilla. Esto fue constatado en estudios biomecánicos y cinemáticos con evidentes mejores resultados en las reconstrucciones con doble banda. La reconstrucción anatómica del LCA, más anterior en tibia y lateral en fémur, mejoró ésto sensiblemente, habiendo estudios comparativos con resultados similares respecto a la estabilidad y función de la rodilla en comparación con las reconstrucciones en doble banda. (5, 6)

En pacientes hiperlaxos o con recurvatum o con fallidas cirugías previas, el riesgo de fracaso de la restitución de la estabilidad y la biomecánica funcional de la rodilla estaría francamente elevado (7), siendo nuestra indicación en estos casos la reconstrucción anatómica con doble banda (dos hoyos en fémur y uno modificado en tibia). (8, 9)

El propósito de este trabajo es presentar y describir detalles de esta técnica quirúrgica, su algoritmo de fijaciones y los resultados preliminares.

Tipo de estudio: Nota Técnica Quirúrgica. Serie de Casos

---

## MATERIAL Y METODOS

---

Realizamos la reconstrucción del LCA con doble banda en 18 pacientes, 19 rodillas durante el periodo de Junio 2008 a Junio 2009. Diez pacientes de sexo masculino y 8 de sexo femenino (9 rodillas). La edad promedio al momento de la cirugía 28,5 años (17-48 años). Todos los pacientes eran hiperlaxos y deportistas, siendo el deporte más frecuente el fútbol en los hombres (5 casos) y Hockey en las mujeres (3 casos). En 6 casos se realizaron cirugías de revisión (5 hombres).

Al examen físico se constató inestabilidad mediante las maniobras de Lachman y Pivot Shift. Todos los pacientes fueron estudiados con radiografías de rodilla en posiciones de frente, perfil en extensión completa y Merchant y resonancia magnética nuclear preoperatoria.

Debido al corto seguimiento de algunos pacientes únicamente se evaluó rango de movilidad, examen de la estabilidad realizado manualmente mediante el test de Lachman y Pivot Shift. Test de Lachman (-)

tope corto y neto, + cruz (alargado tope duro), ++ cruces (moderadamente alargado con tope semi-blando) y +++ cruces sin tope. A su vez el Pivot Shift graduado: Grado 0 (negativo), Grado 1 (esbozo) y grado 2 (positivo).

### Técnica quirúrgica

Los pacientes fueron operados en decúbito dorsal con anestesia peridural y bloqueo del nervio crural, con manguito hemostático y soporta muslo. Se realiza examen bajo anestesia y luego se procede a realizar la artroscopía, con la evaluación sistemática de todos los compartimentos.

Consideramos que los injertos de elección para realizar esta técnica son el semitendinoso y recto interno, aunque en algunas oportunidades cuando el grosor del injerto no es el adecuado, (diámetro de 8 mm para la banda AM y 5 mm PL) hemos utilizado la combinación de H.T.H. y semitendinoso o recto interno y cuadriceps y semitendinoso o recto interno. En algunos casos hemos utilizado alloinjertos combinados con alguno de los tendones citados previamente.

Dependiendo del injerto realizamos un abordaje medial al TAT a nivel de la inserción de la pata de ganso cuando utilizamos isquiotibiales, el doble abordaje para el HTH, una incisión transversal inmediatamente distal a la rótula y una incisión vertical medial a la TAT y en caso de utilizar el tendón del cuádriceps como injerto realizamos un abordaje longitudinal sobre este tendón.

El diámetro del injerto de la banda AM debe ser de un grosor similar al que realizamos en los casos de la reconstrucción del LCA convencional.

Cuando utilizamos los isquiotibiales para realizar la reconstrucción en doble banda, preparamos el semitendinoso triple pretensado y el recto interno, también lo preparamos triple. El ST Triple lo reservamos para la reconstrucción de la banda AM y el RI para la banda PL. Para preparar este injerto en forma triple, se divide el tendón en 3 y lo plegamos 2 veces, solidarizamos con vicryl 2-0 2 partes del tendón plegado, quedando de esta forma un injerto en V (una rama de la V tiene 2 partes del tendón) que al colgarlo queda triple. En el caso de utilizar el H.T.H. o el cuadriceps, estos tendones serian los utilizados para realizar la banda AM.

Utilizamos la guía tibial del sistema "RetroDrill" (Arthrex, Inc, Naples, FL) para realizar el túnel tibial en el sitio anatómico de la huella del LCA nativo abarcando parte del foot-print de la banda AM y

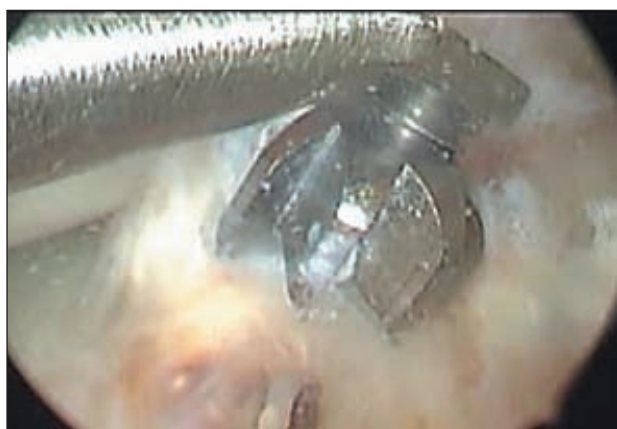
parte del foot-print de la banda PL (Fig. 1). Luego lo remodelamos con shaver "Burr" de 8 mm de diámetro, fundamentalmente a posterior, para que quede de forma casi oval y sirva de asiento a cada una de las bandas. (Fig. 2)

Consideramos que la reconstrucción de la banda AM como "el haz principal" y la reconstruimos en forma semejante a cuando lo hacemos en la técnica anatómica clásica. El túnel femoral para esta banda lo realizamos habitualmente transtibial de aproximadamente 8-9 mm de diámetro entre hora 10 y 10:30 para la rodilla derecha y entre hora 1:30 y 2 para la izquierda. El túnel para la banda PL lo realizamos a través de un portal anteromedial accesorio con la rodilla en flexión de 110°. Empleamos, a veces, la guía femoral para colocar el clavo guía en el centro del footprint de la banda PL y realizamos un túnel de 5- 6 mm de diámetro distal y 30° posterior del túnel AM. (Fig. 3 y 4)

Procedemos luego al pasaje del injerto, cuando utilizamos los isquiotibiales pasamos primero la banda

PL (Recto Interno) y la fijamos en fémur con el sistema "RetroButton" (Arthrex, Inc, Naples, FL). (Fig. 5) Pasamos posteriormente el ST (la banda AM) sin fijarlo en el fémur y sin tensarlo. Para la fijación de las 2 bandas en tibia, es necesario colocar el "RetroScrew" (10) (Arthrex, Inc, Naples, FL) entre la banda AM y PL de modo que el tornillo separe cada una de las bandas y se apoyen sobre el asiento realizado previamente con el shaver. (Fig. 6) Por último, antes de fijar la banda AM con tornillo Biodegradable, tensamos el injerto hacia proximal y lo fijamos en fémur con flexión de 110°. (Fig. 7)

El protocolo postoperatorio consiste en comenzar en forma inmediata con ejercicios isométricos del cuádriceps, Fisiokinesioterapia a las 72, ejercicios pasivos y activos-asistidos de flexo-extensión, inmovilizador largo en extensión por 3 semanas para deambular con descarga progresiva. Se autoriza a comenzar con trote al 3° mes, correr y resistencia 4° mes, deporte no contacto 5° mes y contacto al 6° mes.



**Figura 1:** Guía de RetroDrill para realizar el túnel tibial.



**Figura 2:** Remodelación con Shaver fundamentalmente hacia posterior para agrandar el túnel y asiento de cada banda.



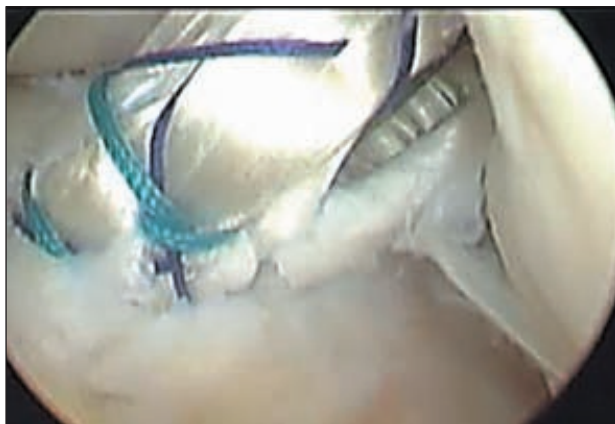
**Figura 3:** El túnel para la banda PL realizado a través de un portal anteromedial accesorio con la ayuda de la guía femoral para colocar el clavo guía.



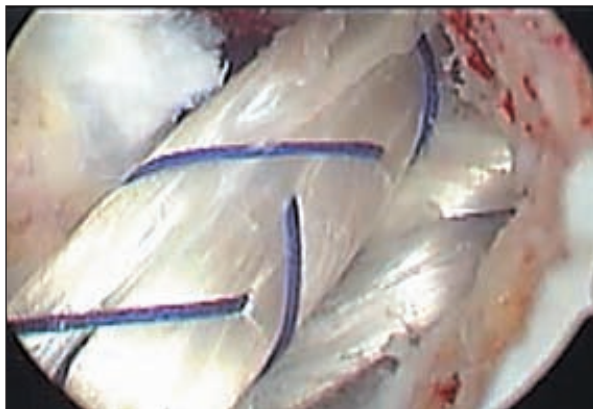
**Figura 4:** Túneles femorales para la banda AM y PL.



**Figura 5:** Pasaje de la banda PL y fijación con RetroButton.



**Figura 6:** Colocación de tornillo Biodegradable RetroScrew entre la banda AM y PL.



**Figura 7:** Ambas bandas AM y PL.

---

## RESULTADOS

---

Los resultados son preliminares y las evaluaciones están en curso. El seguimiento promedio es de 12 meses (rango 9 a 21). En todos los pacientes se logró un rango de movilidad completo. El test de Lachman postoperatorio fue en 14 casos (73.6 %) negativo, en 3 casos (15.7 %) + cruz y en 2 casos

(10.5 %) ++ cruces. Test de Pivot Shift negativo en todos los casos. KT-1000, IKDC, Lisholm y RNM postoperatoria se están efectuando a 6 meses y año postoperatorio

---

## DISCUSION

---

Es cierto que con las técnicas convencionales para la reconstrucción artroscópica del LCA hemos ayudado a que muchos pacientes recuperen la estabilidad de su rodilla y puedan retornar a su actividad deportiva habitual. También lo es, el mayor índice de cambios degenerativos que encontramos en estas rodillas, en relación a las que conservan el ligamento nativo. Distintos estudios de ciencias básicas y clínicos han demostrado que el funcionamiento cinemático normal no es del todo o uniformemente reestablecido, (8,11,12) pudiendo ser ésto una de las causales de la observación previa.

Una revisión de la literatura de los últimos 10 años ha demostrado que entre el 10-30 % de los pacientes se quejan por dolor residual y continuar con inestabilidad con la reconstrucción de una sola banda. (13, 18)

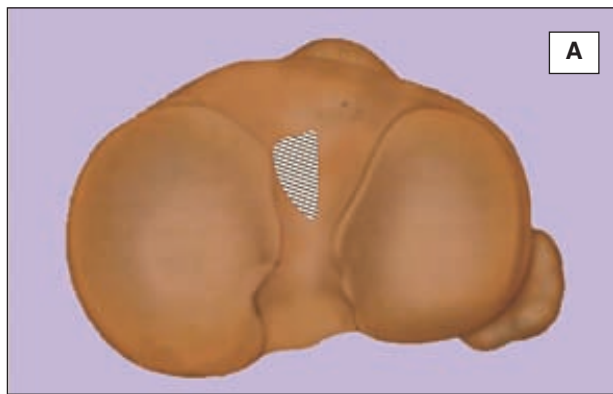
Estudios biomecánicos y cinemáticos in vivo han demostrado que las reconstrucciones del LCA con una sola banda son incapaces de resistir fuerzas de rotación combinadas. (19, 20)

Las 2 bandas del LCA son inicialmente vistas durante el desarrollo fetal y permanecen como 2 haces distintos durante toda la vida, aunque hay un alto nivel de variación interindividual en el tamaño de cada banda.(2) Los sitios de inserción femoral de las bandas AM y PL están orientados en forma vertical con la rodilla en extensión, pero con la rodilla en flexión están orientados horizontalmente. En extensión las dos bandas son paralelas y en flexión se entrecruzan.

Con la rodilla en flexión de 45° la banda AM está en su máxima tensión y continúa tensa en todo el rango de movilidad. La banda PL está en su máxima tensión en la extensión completa, y se relaja con la rodilla en flexión. (1)

Estudios cadavéricos han demostrado que la banda AM es aproximadamente 2 veces más larga que la PL, y que las 2 bandas tienen similar diámetro, siendo ligeramente mayor la AM ocupando el 50 % del foot-print. (21)

Está demostrado con distintos estudios cadavéricos que la porción más ancha del LCA es en su inserción en tibia. (22, 24). En el estudio cadavérico rea-



**Figura 8: A.** Footprint tibial del LCA. **B.** Túnel tibial con el agrandamiento hacia anterior y posterior para cada haz.

lizado por Siebold y col., (25) describen que el footprint promedio de la inserción en tibia del LCA es de  $114 \text{ mm}^2$  ( $\pm 36 \text{ mm}^2$ ) y varía considerablemente entre 67 y  $259 \text{ mm}^2$ . Es significativamente menor en mujeres cuando se compara con rodillas de hombres y el “footprint” de la banda AM en promedio es de  $67 \text{ mm}^2$  y para la banda PL de  $52 \text{ mm}^2$ .

Seguimos considerando de elección, por ahora, para la reconstrucción del LCA la técnica con una sola banda, colocando el hoyo femoral bien lateral (10-10:30 rodilla derecha y 1:30-2 rodilla izquierda) con injerto HTH para un deportista de contacto, normolaxo y en caso de tratarse de un deportista con exigencia del aparato extensor o pacientes mayores de 30 años con problemas patelo-femoral y en mujeres normolaxas los isquiotibiales (semitendinoso triple pretensado o semitendinoso más recto interno si no se logra un diámetro superior a 8), (26) pero en los pacientes hiperlaxos, donde el riesgo de inestabilidad residual con la técnica con una sola banda es mayor (7) creemos de elección la reconstrucción con doble banda.

Tsuda E, y cols. (5) no encuentran diferencias en el test de Lachman, Pívo shift y KT1000, en la comparación de reconstrucción del LCA con una banda bien lateral en fémur con injerto de HTH versus 2 bandas con isquiotibiales.

Yagi y col.(8) en su estudio biomecánico con cadáveres realiza una comparación de la reconstrucción en doble banda con un solo túnel en tibia con reconstrucciones con una sola banda reportando mejores resultados en la reconstrucción doble banda cuando se aplican fuerzas de rotación combinadas.

Yasuda y col. (11) comparan 3 técnicas, (1 banda, doble banda con 1 túnel en tibia y doble banda con 2 túneles en tibia) realizando la reconstrucción del LCA con isquiotibiales, no encontrando diferen-

cias significativas entre las 2 técnicas de doble banda pero sí cuando se compara con 1 sola banda. Petersen y col. (27) encuentran mejores resultados cuando realizan 2 túneles tibiales que cuando realizan 1 túnel tibial en la reconstrucción en doble banda en especímenes cadavéricos.

Realizando un solo túnel en tibia se disminuirían la incidencia de complicaciones intraoperatorias (Ej. Fractura del puente óseo inter-túnel) descritos en la literatura, (28) doble riesgo de mal posicionamiento del túnel tibial y complicaciones postoperatorias en el caso de ser necesario una cirugía de revisión. (29)

Por otro lado, creemos que el “foot-print” tibial estaría bastante bien reproducido con el agrandamiento de la huella con escotaduras para cada haz (Fig. 8) y con la fijación de un retro-tornillo separando ambas bandas.

Dentro de las ventajas de esta técnica podemos decir que si bien consideramos de elección los injertos de semitendinoso y recto interno creemos que también se pueden utilizar el HTH y el tendón cuadriceps para realizar esta reconstrucción.

Las desventajas serían que es técnicamente más demandante, mayor tiempo de cirugía, mayor número de toma de injerto y más costosa por el mayor número de implantes.

Los resultados de distintos estudios que comparan la reconstrucción del LCA con una banda versus doble banda confirman que la reconstrucción anatómica con doble banda estaría más cerca de restaurar la cinemática normal de la rodilla. (7, 9, 11, 26, 30)

La reconstrucción en doble banda con la técnica descrita, creemos, sería una excelente alternativa para la reconstrucción del LCA en pacientes de las características anteriormente detalladas. Necesitamos de mayor seguimiento y estudios comparativos (en curso) para confirmar esto.

---

## BIBLIOGRAFIA

---

1. Girgis FG, Marshall JL, Monajem A: The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop* 1975; 106:216-231.
2. Ferretti, M., Levicoff, Fu, F.H., et al., The Fetal Anterior Cruciate Ligament: An Anatomic and Histologic Study. *Arthroscopy*, 2007. 23(3): 278-83.
3. Amis, A.A. and G.P. Dawkins, Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg Br*, 1991. 73(2): 260-7.
4. Gabriel, M.T., Wong, E.K., Woo, S.L., et al. Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J Orthop Res* 2004. 22 (1):85-9.
5. Tsuda E, Ishibashi Y, Fukuda A, Tsukada H, Tho S. Comparable results between lateralized single-and double bundle ACL reconstructions. *Clin Orthop Relat Res* 2008, nov 7.
6. Loh JC, Fukuda Y, Tsuda E, Steadman RJ, Fu FH, Woo SL, Knee stability and graft function following anterior cruciate ligament reconstruction: Comparison between 11 o'clock and 10 o'clock femoral tunnel placement. *Arthroscopy* 2003; 19:297-304.
7. Kim SJ, Chang JH, Kim TW, Jo SB, Oh KS. Anterior cruciate ligament reconstruction with use of a single or double-bundle technique in patients with generalized ligamentous laxity. *J Bone Joint Surg Am* 2009 Feb;(2):257-62.
8. Yagi, M., Wong E.K., Kanamori A., et al., Biomechanical analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 2002. 30(5):660-6.(5):660-6.
9. Yagi, M., Kuroda R., Nagamune K., et al., Double-bundle ACL Reconstruction Can Improve Rotational Stability. *Clin Orthop Relat Res*, 2007. 454:100-107.
10. Morgan CD, Stein DA, Leitmen E, Kalman V. Anatomic Tibial Graft Fixation Using a Retrograde Bio-interference Srew for Endoscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy* 2002; 18: E38.
11. Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H, Tanabe Y, Tohyama H. Clinical evaluation of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction procedure using hamstring tendon grafts: comparison among 3 different procedures. *Arthroscopy* 2006; 22:240-251.
12. Mae T, Shino K, Miyama T, et al. Single-versus two-femoral socket anterior cruciate ligament reconstruction technique: Biomechanical analysis using a robotic simulator. *Arthroscopy* 2001; 17:708-716.
13. Anderson A.F., Snyder R.B., Lipscomb A.B. Jr. Anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective randomized study of three surgical methods. *Am J Sports Med* 2001; 29:272-279.
14. Aune A.K., Holm I., Risberg M.A., Jensen H.K., Steen H. Four-strand hamstring tendon autografty compared with patellar tendon-bone autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. A randomized study with two-year follow-up. *Am J Sports Med* 2001;29:722-728.
15. Bach B.R., Tradonsky S., Bojchuk J., et al., Arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autograft: Five to nine year follow-up. *Am J Sports Med* 1998;26:20-29.
16. Beynon B.D., Johnson R.J, Fleming B.C. Anterior cruciate ligament replacement: Comparison of bone-patellar tendon-bone grafts with two-strand hamstring grafts. *J Bone Joint Surg* 2002;84A:1503-1513.
17. Freedman K.B., D'Amato M.J., Nedeff D.D., et al., Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: A meta-analysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts. *Am J Sports Med* 2003;31:2-11.
18. Yunes M., Richmond J.C., Engels E.A., Pinczewski L.A. Patellar versus hamstring in anterior cruciate ligament reconstruction: A meta-analysis. *Arthroscopy* 2001;17:248-257.
19. Tashman, S., Collon D., Anderson K., et al., Abnormal rotational knee motion during running after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 2004. 32(4): 975-83.
20. Woo, S.L., Kanamori A., Zeminski J., et al., The effectiveness of reconstruction of the anterior cruciate ligament with hamstrings and patellar tendon. A cadaveric study comparing anterior tibial and rotational loads. *J Bone Joint Surg Am*, 2002. 84-A(6): 907-14.
21. Harner CD, Baek Gh, Vogrin TM, Carlin GJ, Kashiwaguchi S, Woo SL. Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions. *Arthroscopy* 1999;15:741-749.
22. Morgan CD, Kalman VR, Crawl DM. Definitive landmarks for reproducible tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction.

- tion. *Arthroscopy* 1995; 11:275-278.
23. Colombet P, Robinson J, Christel P, Franceschi JP, Djian P, Bellier G. Morphology of anterior cruciate ligament attachments for anatomic reconstruction: A cadaveric dissection and radiographic studies. *Arthroscopy* 2006; 22:984-992.
24. Barclay F, Leunda J, Carvallo J y cols. Ligamento cruzado anterior. Anatomía y ciencias básicas aplicadas a la técnica quirúrgicas. *Revista Argentina de Artroscopia* 2009; 16:41-47.
25. Siebold R, Ellert T, Metz S, Metz J. Tibial insertions of the anteromedial and posterolateral bundles, of the anterior cruciate ligament: morphometry, arthroscopic landmarks and orientation model for bone tunnel placement. *Arthroscopy* 2008; 24:154-161.
26. Larrain M, Di Rocco E, Reconstrucción del LCA con técnica semitendinoso triple. *Revista Argentina de Artroscopia* 2008; 15
27. Petersen W, Tretow H, Weimann A, et al. Biomechanical evaluation of two techniques for double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: One tibial tunnel versus two tibial tunnels. *Am J Sports Med* 2007; 35:228-234.
28. Siebold R. Observations on bone tunnel enlargement after double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2007; 23:291-298.
29. Harner C, Poehling. Double bundle or double trouble? *Arthroscopy* 2004;20:1013-1014
30. Muneta T, Koga H, Mochizuki T, et al. A prospective randomized study of 4-strand semitendinosus tendon anterior cruciate ligament reconstruction comparing single-bundle and double-bundle techniques. *Arthroscopy* 2007;23:618-628.