
Técnica de aumentación del LCA

*Dr. Miguel Lapera, Dr. Alfredo Rozzi, Dr. Facundo Gigante,
Dr. Fernando Barrera Oro*

RESUMEN: Se describe una técnica quirúrgica para la reconstrucción artroscópica del LCA usando injerto autólogo STRI conservando los haces remanente del tejido cicatrizal.

Este concepto de conservar los fascículos en las rupturas parciales del LCA se basa en mantener un tejido fibrovascular que se complemente al agregarle el injerto STRI, como una fuente de reinervación para preservar la función propioceptiva.

Entre marzo de 2006 y abril 2007 fueron vistos 135 pacientes con rupturas del LCA. De estos pacientes seleccionamos 38 casos a los que fueron sometidos a una reconstrucción del LCA con injerto STRI y se realizó nuestra técnica quirúrgica de aumentación.

Los hallazgos artroscópicos en estas rodillas nos permitió clasificar a las lesiones del LCA en 2 tipos de rupturas, siendo estas mismas lesiones parciales.

De acuerdo al tipo de inserción y morfología presentada se pudo identificar cuál de los haces del LCA era el más comprometido y de esta manera dividir los haces remanentes en 2 grupos el haz antero medial (HAM) y el haz posterolateral (HPL).

La escasa reacción vascular que tienen los ligamento cruzados hace que el proceso de cicatrización sea insuficiente al poder curativo, de manera tal que conservar los restos del ligamento cruzado anterior a nivel tibial y femoral favorece a que las fibras del colágeno sirvan como un parénquima ligamentario y se conviertan gradualmente en células cartilaginosas para favorecer la inserción del injerto a nivel óseo.

Nuestro objetivo en este trabajo es demostrar que preservando el tejido remanente del LCA durante la reconstrucción con el agregado del auto injerto del STRI logramos una respuesta local estimulando la vascularización e inervación propioceptiva presente en este tejido neo cicatrizal

ABSTRACT: *We describe a surgical technique for arthroscopic reconstruction of ACL using STRI autologous graft, keeping the remaining bundles of the cicatricial tissue.*

This concept of keeping the bundles in partial ruptures of ACL is based on maintaining a fibrovascular tissue to be complemented with the STRI graft, as a reinnervation source to preserve the proprioceptive function.

Between March 2006 and April 2007 we performed 135 ACL reconstructions using STRI autologous grafts with transversal Cross Mic system. According to our arthroscopic findings we divided ACL injuries into partial and total ruptures.

We performed our surgical technique of augmentation in 38 cases. The findings in these arthroscopic knee allowed us to classify the injuries ACL ruptures, in two types of these injuries being biased

According to the type of insertion and morphology presented was identified which of the beams of the ACL was more committed and thus do residual split into 2 groups the anterior medial bundles (HAM) and the posterior lateral bundles (HPL)

The insufficient vascularity of cruciate ligaments of the knee shows the scarce reaction to curative power of the same, so to keep the remaining of the ACL at tibial and femoral level helps the fibers of collagen to serve as a ligament parenchyma and gradually turn into cartilaginous cells to favor the insertion of the graft at bone level.

The aim of this work is to show that keeping the remaining tissue of the ACL during reconstruction with the autograft of STRI we achieve a local response stimulating the vascularization and proprioceptive innervation present in this neo cicatricial tissue.

Key words: *Anterior Cruciate Ligament (surgery) Augmentation*

INTRODUCCION

Conservar el tejido remanente que se visualiza durante la reconstrucción del LCA resulta un tema

Servicio Cirugía Artroscópica Hospital Militar Central
Luis María Campos 726. Buenos Aires Argentina
miguellapera@speedy.com.ar

controvertido ya que hay autores que sostienen que los fascículos que quedan tienen una pobre irrigación y que la necrosis es inevitable,

Diferentes trabajos han demostrado que luego de la ruptura del LCA se produce una rápida degeneración y reabsorción del ligamento, (1-2-3-4-5-6-7)

Al producirse la ruptura del LCA, la sangre se disipa dentro de la articulación y por lo tanto no es po-

sible la formación del tejido fibroso local en el sitio de la lesión.

La cicatrización del LCA dependerá de la indemnidad de la membrana sinovial peri-ligamentaria. Si la membrana sinovial está intacta, el hematoma se mantiene en el lugar de la lesión, produciendo una malla de fibrina, que promueve una temprana respuesta inflamatoria con liberación asociada de citoquinas y factores de crecimiento.

En primer término, el líquido sinovial presente interfiere en la cicatrización ya que inhibe la formación del coágulo de fibrina necesario para la cicatrización. A menudo, este coágulo sanguíneo que se forma en el sitio de la lesión, provoca una rápida respuesta reparativa iniciada por células dentro de la funda sinovial. Por lo tanto, la capacidad de reparación de las rupturas completas del LCA dependerá sobre todo de la extensión de la lesión y del estuche sinovial peri-ligamentario. Además la pérdida de integridad del estuche sinovial, produce cambios en el perfil de las citocinas intra-articulares después de la lesión del LCA. En rodillas con deficiencia crónica del LCA, los niveles de citocinas pro-inflamatorias tales como la interleuquina-1 y el factor alfa de necrosis tumoral están marcadamente elevados; mientras que las proteínas antiinflamatorias protectoras tales como la proteína antagonista del receptor de interleuquina están significativamente disminuidas. Estos cambios en el perfil de las citocinas pueden llevar a un medioambiente potencialmente agresivo que interfiere con la respuesta curativa normal. (8)

La presencia de los mecano receptores en el LCA ha llevado a varios autores a suponer que estos mismos tienen un papel importante en la función motora y que su pérdida cuando se produce la ruptura ligamentaria provoca una disfunción dentro de la rodilla. (9-10)

Los estudios histológicos de los ligamentos cruzados demostraron que existen mecano receptores en el 89% de los casos y el 11 % presentaban terminaciones nerviosas libres.

Los mecano receptores estudiados fueron los Corpúsculos de Ruffini Paccini y Golgi y que su función era la de proveer al Sistema Nervioso Central toda información referente al movimiento, posición y a las situaciones críticas acontecidas durante una ruptura ligamentaria (11-12)

Sin embargo, el papel exacto de los mecano receptores puede variar en cada individuo, tal es así que luego de producida la ruptura del LCA en la rodilla

puede manifestarse de diferentes manera tomando cada caso en particular, ya que los síntomas pueden variar desde la sensación de inestabilidad, dolor como así también signos inespecíficos tales como derrame, y pseudobloqueos

Los primeros autores que comienzan a utilizar el tejido remanente que queda luego de las rupturas del LCA fueron Adachi, Ochi Petersen (13-14-15-16-17) donde destacaban la importancia del tejido cicatrizal que se observaba durante la reconstrucción del LCA.

Es nuestra intención presentar esta variante técnica quirúrgica en la reconstrucción del LCA, preservando el tejido remanente del LCA, de manera tal que se produzca una respuesta local estimulando la vascularización e inervación propioceptiva presente en el tejido neocicatrizal.

MATERIAL Y METODO

Entre marzo de 2006 y abril 2007 fueron operados 135 pacientes con rupturas del LCA.

De estos pacientes, a 38 (28 %) que presentaban lesiones de una sola banda, le realizamos una reconstrucción del LCA con injerto STRI utilizando nuestra técnica quirúrgica de aumentación.

La serie estuvo compuesta por 26 hombres y 12 mujeres, con una edad promedio de 31 años (rango de 19 a 41). En 30 casos fueron rodillas derechas y 8 fueron izquierdas.

Según los hallazgos artroscópicos clasificamos a las lesiones del LCA en dos tipos de rupturas de acuerdo a la banda lesionada,

De estos 38 casos según los hallazgos artroscópicos clasificamos a las lesiones parciales del LCA en 2 tipos. (Tabla 1)

Grupo A Ruptura Parcial Gráfico A	Fascículo Posterolateral AUSENTE Foto 1	27 rodillas Lachman +	Pivot shift ++++
GRUPO B Ruptura Parcial Gráfico B	Fascículo Anteromedial AUSENTE Foto 2	11 rodillas	Lachman ++++ Pivot Shift +

Tabla 1

Veintisiete rodillas presentaban lesiones del haz Posterolateral. (Fig. 1; Gráfico A) y las 11 restantes presentaban rupturas de Haz Anteromedial (Fig. 2 Gráfico B).



Figura 1



Figura 2

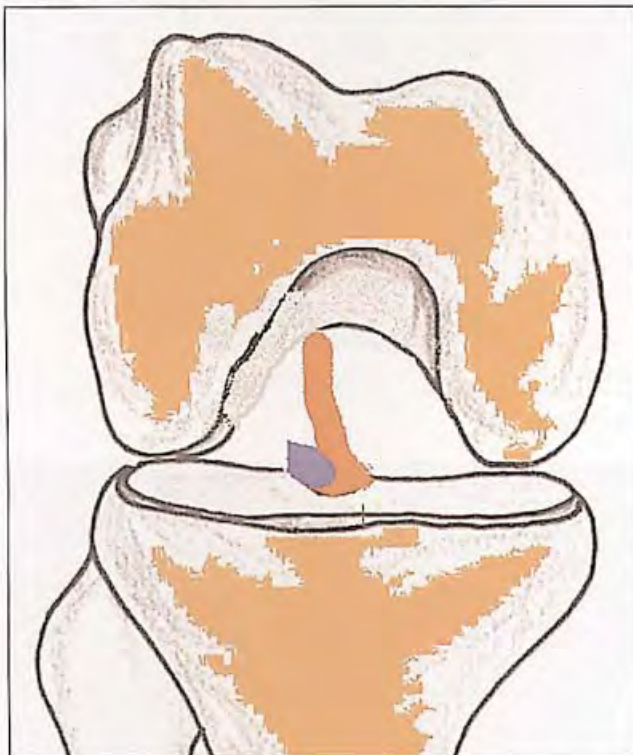


Gráfico A

Las rodillas con el haz posterolateral roto presentaba un test de Pivot Shift de +++ testado de manera artroscópica.

Para comprobar esta maniobra semiológica fue de gran utilidad usar el portal antero medial ya que la visualización desde este sector suele ser óptimo para identificar la inserción femoral y tibial del LCA. Para el haz antero medial el cajón anterior y test de Lachman resulta francamente positivo.

En todos nuestros pacientes utilizamos la RNM siendo ésta un método útil para el diagnóstico de las lesiones del LCA, sin embargo solamente pudimos diagnosticar lesiones parciales en 27 rodillas de las

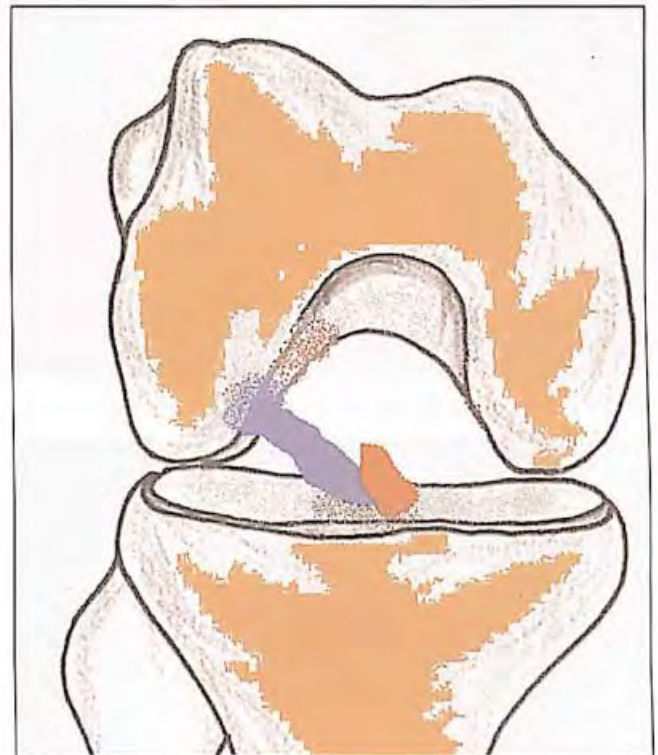


Gráfico B

38. Las 11 restantes fueron diagnosticadas intraoperatoriamente en el momento de la artroscopia.

Técnica quirúrgica

En todos nuestros pacientes se realizó anestesia raquídea con manguito hemostático en raíz del miembro. Obtenemos los injertos Semitendinoso y Recto interno de manera prolija con una disección cuidadosa. Medimos la longitud de los injertos y convertimos a éstos en cuatro fascículos obteniendo de esta manera un injerto de mayor tamaño.

Generalmente el espesor de éstos oscila entre los 7mm y 11mm, siendo la longitud aproxima-

damente de 15cm.

Comenzamos la técnica artroscópica mediante los portales habituales antero lateral y antero medial, reparamos las lesiones meniscales y cartilaginosas en el caso de que existan y procedemos a identificar que tipo de lesión presenta el LCA.

En primer término debemos identificar que haz remanente es el lesionado. En los casos en que la ruptura fuese del Haz Antero medial se puede realizar túneles tanto en la tibia como en el fémur. (Fig. 3-4).

Para la realización de los túneles óseos tibiales colocamos la rodilla en flexión de 90° y ubicamos la



Figura 3

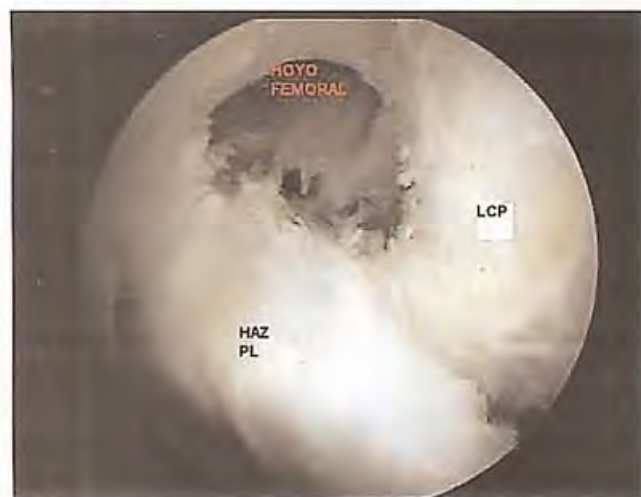


Figura 4

guía tibial en el sector de inserción tibial del LCA. El punto de reparo anatómico para la salida del alambre guía será crucial para la realización de los túneles.

Cuando queremos reparar el Haz posterolateral, nos ubicamos con la guía a 2mm por detrás de la inserción del fascículo anterior del LCA, y en el momento de la realización del túnel tratamos de respetar el

periostio de la tibia completando el túnel con un dilatador y evitando de esta manera no lesionar la inserción del LCA.

Continuamos con la plástica del intercóndilo, siendo en todos los casos prolija pero no excesiva, y en algunas pacientes se puede identificar la cresta de residentes en el condilo externo, ("Bundle's ridge") (Fig. 5)

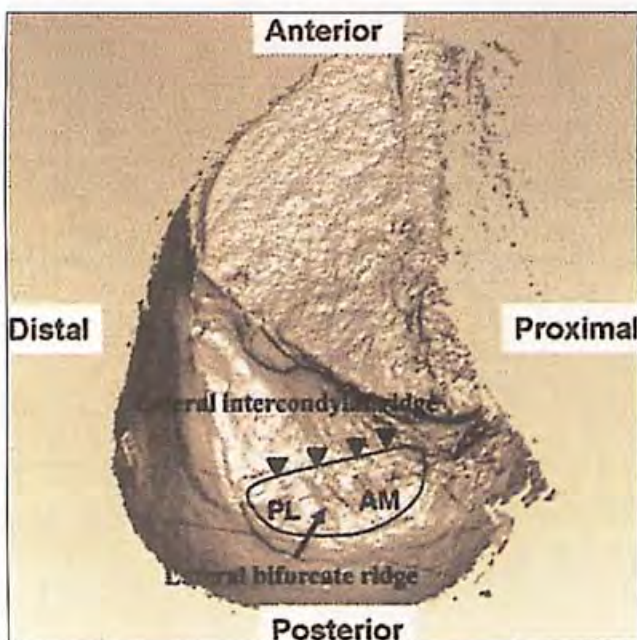


Figura 5



Figura 6

Este reparo anatómico es de vital importancia porque nos permite ubicar el origen de cada uno de los fascículos en el condilo femoral.

Colocamos la guía femoral en dirección posterolateral es decir en la hora 9 en caso de una rodilla derecha y hora 15 rodilla izquierda respectivamente. Como paso siguiente utilizamos la guía en U y sistema de alambre Nitinol.

El resultado final sería colocando el injerto STRI de manera tal que se ubique en el sector anterior en la tibia y medial en el fémur (Fig. 6) y cuando la lesión comprometa al Haz posterolateral nuestro injerto estaría ubicado en el sector posterior en tibia y lateral en el condilo femoral. (Fig. 7)



Figura 7

Utilizamos sistema de Fijación Transversal 7x40 en el fémur y tornillo de Bajo perfil de 8x 30 mm a nivel tibial.

En algunos casos hemos utilizado uno o varios puntos de PDS adosando el remanente del tejido con el injerto STRI. (Fig. 8)

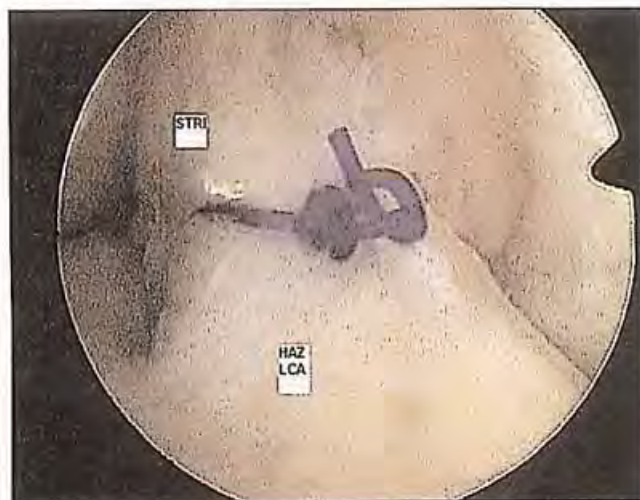


Figura 8

En cuanto a la rehabilitación realizada, a partir de la 7ª semana indicamos ejercicios con carga asistida especialmente sobre los músculos isquiotibiales.

A partir de los 10ª semana evaluamos el rango de movilidad, flexión y extensión.

El 96 % de nuestros pacientes (36), recuperaron la movilidad completa entre la 8ª y la 10ª semana de

postoperatorio. Solo dos pacientes presentaron un déficit en la flexión durante las siete primeras semanas atribuible a la falta de colaboración en el programa de rehabilitación.

A partir de la 7ª semana testeamos las maniobras semiológicas específicas, cajón anterior, test de Lachman y Pivot Shift .

RESULTADOS

Se realizó una evaluación clínica subjetiva, objetiva y radiológica, con un follow-up promedio de 18 meses, (mínimo 10 meses, máximo 25 meses). Se evaluaron objetivamente las rodillas mediante el score del IKDC y subjetivamente mediante un cuestionario en donde el propio paciente determinó el estado de su rodilla en comparación con la actividad previa a la lesión, y el grado de satisfacción con los resultados obtenidos.

En relación al IKDC, 36 de los pacientes (96 %), se encontraron dentro del grupo A/B (Rodilla Normal / Casi Normal), mientras que los dos restantes presentaron una rodilla del tipo Co Anormal según el score. El test de Pivot Shift fue negativo en 27 de los pacientes (71%) y de una cruz en 9 pacientes. Los otros dos pacientes presentaron un pivot-shift de dos cruces. En 37 pacientes, el test de Lachman y la maniobra del cajón anterior fueron poco significativas. De los 38 pacientes operados, 34 (89%) pudieron retomar sus actividades físicas y deportivas al mismo nivel previo a la lesión. Recordamos que la mayoría de estos pacientes son integrantes de las Fuerzas Armadas, con un nivel de actividad y exigencia física semejante a un deportista de alto rendimiento.

Treinta y cinco de los pacientes (92%) refirieron sentirse satisfechos con los resultados obtenidos y tres se manifestaron disconformes en relación a sus expectativas.

A los 9 meses post-quirúrgicos, el 100% de los pacientes no presentaban dolor ni derrame.

En todos los casos realizamos un seguimiento radiográfico cuyo tiempo promedio fue de 8 meses . Se tomó como referencia los túneles óseos a nivel distal y proximal.

Los resultados de este estudio no demostraron agrandamiento de los túneles femoral ni tibial.

La ausencia de dolor, derrame, el retorno a su nivel competitivo y la satisfacción del paciente fueron los elementos que utilizamos para considerar el éxito de la cirugía junto con las evaluaciones objetivas.

DISCUSION

Aceptar que rupturas parciales o totales del LCA cicatricen en forma espontánea sigue siendo un tema controvertido.

La diversidad de trabajos científicos existentes manifiestan distintas teorías, experiencia y resultados (18,19).

Eriksson 20 refiere que, los pacientes con las rupturas aisladas del Haz AM mejoraban sustancialmente con tratamiento inactivo mientras que los que presentaban el Haz PL aislado presentaban una inestabilidad sintomática y que la cirugía fue necesaria.

Furman et al 21 demostró que la sección del Haz AM es sus pacientes tenían una semiológica positiva para el test de Lachman y el test del cajón anterior era significativo.

En nuestros casos destacamos que el interrogatorio y el examen físico nos aportó datos de vital importancia para correlacionar el mecanismo de producción, de manera tal que si el traumatismo se hubiera producido en extensión había una alta probabilidad de encontrar el Haz Posterolateral lesionado y paradójicamente en aquellos en que el mecanismo hubiera sido en flexión el Fascículo comprometido sería el Anteromedial.

Estos hallazgos y coincidencia nos permite deducir que cuando la rodilla sufre un mecanismo de torsión en extensión, el Fascículo de mayor tensión y riesgo de lesionarse era el Haz Posterolateral.

En cambio si el trauma había sido en flexión el Haz Anteromedial sufre la mayor carga de tensión ocasionando su ruptura.

Furman en 1976 demostró en cadáveres que el fascículo Posterolateral también contribuía en la estabilidad rotacional de la rodilla.

Esto puede aseverar que la presencia del Pivot Shift nos indique que el Haz posterolateral se encuentre lesionado.

Ochi y Mitsuo (22,23) vienen desarrollando esta técnica quirúrgica desde el año 1992 conservando el tejido remanente que se aloja entre el fémur y la tibia. En su serie de 169 pacientes presentó 17 rupturas parciales del LCA, 13 eran lesión de AM y 4 rupturas del Haz posterolateral.

Craj y col 24 pudo documentar 4 tipos de patrones de lesión del LCA en sus pacientes cuando realizaba la cirugía.

Destaca que las lesiones parciales del LCA se veían a menudo y menciona que la "curación espontánea"

de este tejido se reflejaba en la escasa sintomatología que presentaba el paciente.

Wolf Petersen (25), destaca en su trabajo que no es fácil reconocer cual de los 2 fascículos del LCA es el comprometido, como así tampoco cree que RM sea el estudio más indicado.

Igualmente reconoce que estas lesiones parciales pueden tratarse quirúrgicamente.

El concepto de conservar un fascículo en las rupturas parciales del LCA se basa en mantener un tejido fibrovascular que se complementa al agregarle el injerto STRI.

La fijación de injerto dentro de los túneles óseos sigue siendo un tema controvertido y polémico y ha despertado un interés muy especial entre diversos autores.

La osteointegración se define como la formación continua estructural y funcional directa entre el hueso y el injerto. Este fenómeno se traduce en una mejor fijación de las fibras del colágeno dentro del túnel, y que las proteínas morfogénicas inducen a la formación del estroma óseo estimulando las células osteogénicas, y promoviendo la maduración osteoblástica.

Los estudios científicos de algunos autores mencionan que existe una interfase fibrovascular de tejido fino en el sitio de colocación del injerto.

En la interfase injerto tendón hueso se produce una migración de células monocitarias que tienen una función fagocitaria, a su vez la aparición de macrófagos que segregan factores de crecimiento y citocinas hacen que se produzca la proliferación de fibroblastos y de células de colágeno entre el hueso y el injerto colocado.

Amiel y col (26,27) destacan que el injerto alojado inicialmente en la rodilla se nutre del fluido sinovial y la revascularización ocurre después de la 6 semanas.

Todo este proceso de ligamentización puede alterarse y provocar fallas en la fijación final.

Se sabe que el proceso de ligamentización es una adaptación del injerto, pasando desde un proceso necrótico y que luego continua con la revascularización, la invasión fibroblástica, y la síntesis del colágeno.

Este proceso de ligamentización se complementaría alrededor de los 12 meses de la cirugía y las fibras del colágeno en el ligamento reconstruido estaban organizadas diferente al LCA normal.

Arnoczky SP y col (28) observaron que luego de la colocación de un injerto autólogo dentro de la rodi-

lla tiene un riesgo potencial de que se produzca una movilidad creciente dentro del túnel.

Los trabajos de Mark Fahey Peter A. Indelicato (29) mostraron que existe un agrandamiento de los túneles óseos al comprobarse radiográficamente luego de la reconstrucción artroscópica con el uso de injertos STRI.

Si bien este fenómeno del agrandamiento de túneles utilizando injertos isquiotibiales suele tener una explicación biomecánica, no se ha encontrado correlación significativa entre el agrandamiento de los túneles y la evolución clínica de los pacientes. (30)

Diversas teorías se han propuesto para explicar este fenómeno que puede hacer fracasar la fijación y el proceso de remodelación del injerto. (31, 32, 33, 34, 35)

Sin embargo no se sabe ha ciencia cierta si este fenómeno ocurre por movilidad del injerto dentro del túnel o por inmunorespuesta con resorción ósea o una respuesta inflamatoria de la sinovial en el túnel. (36, 37, 38)

Existen factores como el fluido sinovial, las citokinas y también se menciona una respuesta autoinmune al tejido injertado. (39,40)

El resultado final sería la resorción osteoclástica dentro del túnel con el agrandamiento y posterior aflojamiento del auto injerto.

Estudios recientes han demostrado que utilizando sustancias sintéticas compuestas por fosfato de calcio y óxido de magnesio proporcionan un andamio biológico, osteoconductor para mejorar la fijación del injerto dentro de los túneles óseos. (41)

El otro tema en cuestión es aceptar si realmente se produce la regeneración de los mecanorreceptores luego de la reconstrucción del LCA, por tal motivo diversos autores aceptan este fenómeno y lo avalan en sus estudios científicos. (42,43, 44, 45)

CONCLUSION

El objetivo de nuestro trabajo es demostrar que las lesiones parciales del LCA existen y este tejido remanente que se encuentra entre el fémur y la tibia mantiene una vascularización e inervación propia y viable.

Nos parece prudente no eliminar el tejido remanente del LCA durante la plástica del condilo femoral como así tampoco el tejido óseo de los túneles ya que en esta trama de esponjosa se localizan los mecanorreceptores y células osteogénicas de vital importancia para la ligamentización.

Es de destacar que conservar el tejido residual del LCA es de gran utilidad para utilizarlos como reparos anatómicos en el momento de realizar los túneles óseos.

Si bien la ruptura del ligamento cruzado anterior altera la cinemática de la rodilla e induce a un cambio en el estímulo que se traduce en la pérdida de la propiocepción es importante comprobar qué papel desempeñan los mecanorreceptores en la biomecánica de esta articulación para determinar si la ausencia o carencia de éstos, nos orienta a preservar los mecanorreceptores.

Nuestro objetivo con esta técnica quirúrgica supone acrecentar más los aportes científicos en la tarea de mejorar los resultados a largo plazo en los pacientes que padecen una lesión del LCA.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. 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;71:965-974.
2. O'Donoghue DH, Rockwood CA, Frank GR, Jack SC, Kenyon R. Repair of the anterior cruciate ligament in dogs. *J Bone Joint Surg Am.* 1966; 48:503-519.
3. Murray M, Martin S, Martin T, Spector M. Histological changes in the human anterior cruciate ligament after rupture. *J Bone Joint Surg Am.* 2000; 82:1387-1397.
4. Falconiero, RP DiStefano, VJ Cook TM Revascularization and ligamentization of autogenous anterior cruciate ligament grafts in humans *Arthroscopy Vol 14, Issue 2, Pages 197-205 (March 1998).*
5. Keishi Marumo, Mitsuru Saito, Tsuneo Yamagishi, and Katsuyuki Fujii, The "Ligamentization" Process in Human Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Autogenous Patellar and Hamstring Tendons. *The American Journal of Sports Medicine* 33:1166-1173 (2005).
6. Abe S, Kurosaka M, Iguchi T, Yoshiya S, Hirohata K. Light and electron microscopic study of remodeling and maturation process in autogenous graft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 1993; 9:394-405.
7. Masahiro Kurosaka, Shinichi Yoshiya, Toshiyuki Mizuno and Kosaku Mizuno. Spontaneous Healing of a Tear of the Anterior Cruciate Ligament. A Report of Two Cases. *Bone Joint Surg Am.* 1998; 80:1200-3.
8. Andrish, J., and Holmes, R.: Effects of synovial fluid on fibroblasts in tissue culture. *Clin. Orthop.* 138:

- Med 2004 32: 543-549.
35. W Nebelung. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus tendon using Endobutton fixation on the femoral side. *Arthroscopy* 1998,14 (8) 810-815
 36. Pinczewski LA, Clingeleffer AJ, Otto DD, Bonar SF, Corry IS. Integration of hamstring tendon graft with bone in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy* octubre 1997;13:641-643.
 37. L'Insalata JC, Klatt B, Fu FH, Harner CD: Tunnel expansion following anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of hamstring and patellar tendon autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1997;5:234-238.
 38. Howell SM, Taylor M. Brace-free rehabilitation with early return to activity for knees reconstructed with a double-looped semitendinosus and gracilis graft. *J Bone Joint Surg Am*. 1996;78:814-825.
 39. Simonian PT, Erickson MS, Larson RV, O'Kane JW. Tunnel expansion after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction with 1-incision EndoButton femoral fixation. *Arthroscopy*. 2000;16:707-714.
 40. Zysk SP, Fraunberger P, Veihelmann A, Dorger M, Kalteis T, Maier M, Pellengar C, Refior HJ. Tunnel enlargement and changes in synovial fluid cytokine profile following anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon and hamstring tendon autografts. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc* 2004. 12 (5) 364 -370).
 41. Lawrence V. Gulotta, MD, David Kovacevic, Liang Ying, John R. Ehteshami, MD, Scott Montgomery and Scott A. Rodeo, MD*. Augmentation of Tendon-to-Bone Healing With a Magnesium-Based Bone Adhesive. *The American Journal of Sports Medicine* 36:1290-1297 (2008).
 42. Robert H, Es-Sayeh J, The role of periosteal flap in the prevention of femoral widening in anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendons, *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc* 2004 ,12 (1) 30-35.
 43. Barrack, R. L.; Skinner, H. B.; and Buckley, S. L.: Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. *Am. J. Sports Med.*, 17: 1-6, 1989.
 44. Barrett, D. S.: Proprioception and function after anterior cruciate reconstruction. *J. Bone and Joint Surg.*, 74-B(2): 247-250, 1992.
 45. J. Bo Byung-Il Lee, Kyung-Dae Min, Hyung-Suk Choi, Jun-Bum Kim, Seong-Tae Kim, Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With the Tibial-Remnant Preserving Technique Using a Hamstring Graft. *Arthroscopy*. (March 2006 Volume 22, 340.e1-340.e7.