

# Rotura del ligamento cruzado posterior. Fijación cortical tibial retrógrada

RODOLFO H. ALONSO

ARST, SRL

Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Recibido el 27-11-2014. Aceptado luego de la evaluación el 13-7-2015 • Dr. RODOLFO H. ALONSO • rodolfohalonso@gmail.com

## Resumen

**Introducción:** Las dificultades que plantean las técnicas empleadas en la reconstrucción del ligamento cruzado posterior motivan esta presentación. El objetivo es describir la técnica actual y analizar retrospectivamente el resultado final.

**Materiales y Métodos:** Se presentan 110 pacientes con diagnóstico de rotura del ligamento cruzado posterior de tipos II y III, operados con distintas técnicas. Se incluyen 96 reconstrucciones en las cuales fue posible evaluar retrospectivamente el cajón posterior radiográfico al alta. Se excluyeron 14 pacientes que no reunían este criterio.

**Resultados:** El cajón posterior radiográfico al alta tuvo diferencias estadísticamente significativas ( $P_v < 0,001$ ) entre la técnica presentada y las otras realizadas habitualmente como injerto hueso-tendón-hueso monofascículo fijado con dos tornillos de interferencia e injerto semitendinoso-recto interno cuádruple, fijado con tornillos de interferencia en el fémur y la tibia.

**Conclusiones:** La reconstrucción del ligamento cruzado posterior con esta técnica ha simplificado la cirugía, se acortó el tiempo quirúrgico y, por eso, permite realizar reconstrucciones ligamentarias simultáneas. El cajón posterior radiográfico final ha mejorado objetivamente.

**Palabras clave:** Ligamento cruzado posterior; fijación cortical tibial retrógrada.

**Nivel de Evidencia:** III

**RUPTURE OF POSTERIOR CRUCIATE LIGAMENT. RETROGRADE CORTICAL TIBIAL FIXATION**

## Abstract

**Introduction:** Difficulties arising from reconstruction techniques of posterior cruciate ligament are widely known. The objective is to describe our retrograde tibial fixation technique, and analyze retrospectively if the final result has improved.

**Methods:** One hundred and ten patients with diagnosis of types II and III posterior cruciate ligament rupture, who were operated on with different techniques. In 96 reconstructions X-ray posterior drawer was retrospectively evaluated. Fourteen patients who did not meet this criterion were excluded.

**Results:** X-ray posterior drawer at discharge showed statistically significant differences ( $P_v < 0,001$ ) between our technique and other commonly used techniques, such as bone-patellar tendon-bone and quadrupled hamstrings fixed with screws in femur and tibia.

Conflicto de intereses: El autor declara no tener conflicto de intereses.

**Conclusions:** Posterior cruciate ligament reconstruction with this technique has simplified the surgery, surgical time was reduced and therefore it is possible to perform other simultaneous ligament reconstructions. Final X-ray posterior drawer has objectively improved.

**Key words:** Posterior cruciate ligament; cortical tibial fixation.

**Level of Evidence:** III

## Introducción

La reconstrucción del ligamento cruzado posterior (LCP) es un procedimiento demandante, y existen diferentes técnicas para llevarla a cabo. Inicialmente se eligió utilizar injerto hueso-tendón-hueso (HTH),<sup>1-7</sup> con dificultades técnicas importantes, como el largo del injerto que, a veces, era insuficiente, ya que al intentar girar e introducir de distal a proximal el taco óseo en el túnel femoral no alcanzaba y se salía del túnel tibial, era muy difícil reintroducirlo y controlar la ubicación del tornillo en el fondo del túnel tibial.

Luego se usó injerto semitendinoso-recto interno (ST-RI) cuádruple<sup>8-21</sup> fijado con tornillos, con lo cual la técnica fue mucho más fácil, alcanzaba el largo del injerto (aún era necesario colocar un tornillo en la profundidad del túnel tibial) y, como era todo flexible, no había dificultad para la introducción en el túnel femoral.

Con estas dos primeras técnicas, al terminar la cirugía, la rodilla no tenía cajón posterior (CP) clínico, pero al retirar la inmovilización con la férula tras ocho semanas, se evidenciaba un CP clínico y, al alta, el CP radiográfico era >5 mm, superior al promedio en las publicaciones revisadas.

Se realizaron dos cirugías con injerto cuadricepsital<sup>22-24</sup> y, por el largo del injerto, hubo que fijar el taco óseo en la profundidad del túnel tibial (igual problema que con el injerto HTH), y con poco grosor en el extremo tendinoso para fijarlo dentro del túnel femoral, el resultado al alta fue el mismo: CP >5 mm (promedio 7,5 mm).

En ese punto, se consideró que el resultado final obedecía a una falla en la fijación tibial y se optó por usar un dispositivo para colgar el injerto ST-RI cuádruple de un estribo y fijarlo en la cortical tibial en forma retrógrada (con esto, además, no era necesario controlar la posición de un tornillo tibial). Se utilizaron dos dispositivos diseñados para suspender tendones en el fémur para reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) (como un Endobutton); primero, se empleó el SAR Bone rígido y de largo solo hasta 20 mm (Figura 1) y, cuando se discontinuó su producción, se usó el E-SOLID, que es más largo y, como es articulado, el estribo se dirige mejor a lo largo del túnel tibial (Figura 2).



▲ **Figura 1.** Dispositivo SAR Bone con estribo para colgar tendones y aletas para trabar en la cortical.



▲ **Figura 2.** Dispositivo E-SOLID con estribo para colgar tendones y traba articulada para la cortical.

En esa época, también, se dejó de lado la visión con la óptica o el pasaje de instrumental por la vía posterointerna para realizar toda la cirugía por vía anterior.

El objetivo de este trabajo es presentar una nueva técnica de reconstrucción del LCP, analizar retrospectivamente el resultado obtenido con las técnicas empleadas antes y la técnica que se presenta para disminuir el CP al alta del paciente.

## Materiales y Métodos

Desde mayo de 1996 hasta diciembre de 2014, se realizaron 110 reconstrucciones del LCP.

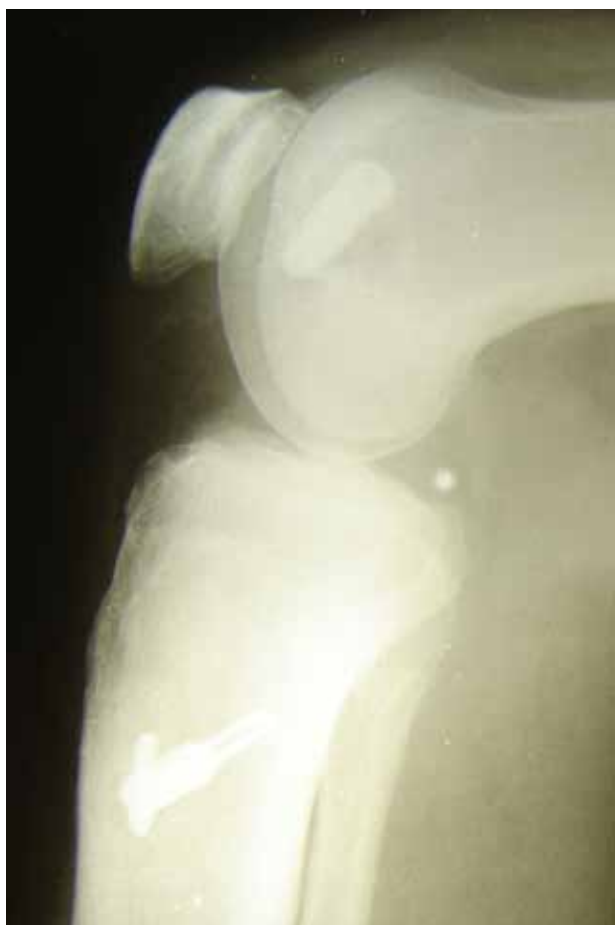
Los criterios de inclusión para el estudio fueron: pacientes con roturas de tipo III (>10 mm de CP) o de tipo II (entre 5 y 10 mm de CP) con sintomatología que impedía su retorno al trabajo, aisladas o combinadas, y que fueron evaluados en el momento del alta para reintegrarse al trabajo, mediante CP radiográfico. El CP fue medido en mm con radiografías en tamaño natural superponiendo las radiografías de la rodilla operada y la contralateral (Figuras 3 y 4).

## Técnica

1) Rodilla por operar a 90°. Incisión vertical por dentro del tubérculo anterior de la tibia, tres traveses de dedo por debajo de la interlínea interna, para toma del injerto ST-RI. Mientras el ayudante prepara el injerto pasando los tendones por el estribo del dispositivo y suturándolos sobre sí mismos para que quede cuádruple (Figura 5) con dispositivo SAR Bone), se infla el manguito hemostático.

2) Artroscopia por vía anteroexterna, cirugía meniscal, si es necesaria. Limpieza de restos de LCP a demanda en el fémur y la tibia, se observa y palpa el final de la pendiente posterior (si el instrumental por vía anterointerna no llega bien a la pared femoral es necesario intercambiar transitoriamente la óptica a interna y el instrumental a externa).

3) La óptica por vía anteroexterna se ubica mejor en la rodilla que la vía posterointerna, ya que es la forma en que habitualmente se realizan las artroscopias, y da más seguridad, pues se ve permanentemente la cápsula posterior, lo cual se ve favorecido por el traslado a posterior de la tibia que relaja el LCA. Por vía anterointerna se posiciona en el borde de la pendiente posterior tibial una guía especial



▲ **Figura 3.** Cajón posterior radiográfico al alta de la rodilla operada, con dispositivo E-SOLID. Se aprecia la correcta ubicación del túnel tibial sin utilización de la vía posterointerna.



▲ **Figura 4.** Cajón posterior radiográfico en la rodilla contralateral <5 mm.



▲ **Figura 5.** Injerto semitendinoso-recto interno cuádruple preparado con dispositivo SAR Bone.

para LCP con dispositivo de seguridad que no permite a la clavija ir más allá de la punta de la guía (Figura 6), la guía se regula para apoyarla en la cortical tibial lo más distal posible, a fin de evitar interferencias con un eventual túnel de reconstrucción del LCA. Se introduce la clavija con perforador hasta el tope y, con suaves golpes de martillo, se completa el pasaje por la cortical. Se coloca un protector posterior y se realiza un túnel con fresa del diámetro del injerto (si es muy justo se opta por una fresa 1 mm mayor). Se pasa un compactador de igual diámetro y, con raspa adecuada, se redondea el borde de la boca articular del túnel para evitar roturas del injerto en el ángulo.

4) Con la misma guía, se pasa la clavija en el cóndilo femoral desde fuera hacia dentro buscando quede intrarticular a unos 5 mm del límite osteocartilaginoso en la inserción original del fascículo anterolateral en hora 1.30 para la rodilla derecha y 10.30 para la izquierda (Figura 7). Se coloca nuevamente un protector para que la fresa no dañe estructuras, y se realiza un túnel del diámetro acorde, desde fuera hacia dentro. Se pasa el compactador y raspa a la boca intrarticular. (Si el LCA también está roto, en este momento, se efectúan los túneles con las guías adecuadas).

5) Se pasa un alambre doble en la tibia desde fuera hacia dentro, se lo lleva con el palpador hasta el orificio intrarticular del túnel femoral donde se lo pesca con un gancho hacia afuera (Figura 8). Se le engancha otro alambre doble en el exterior de la rodilla, el cual se lleva hacia distal (túnel femoral-intrarticular-túnel tibial) y queda el bucle saliendo por el orificio tibial.

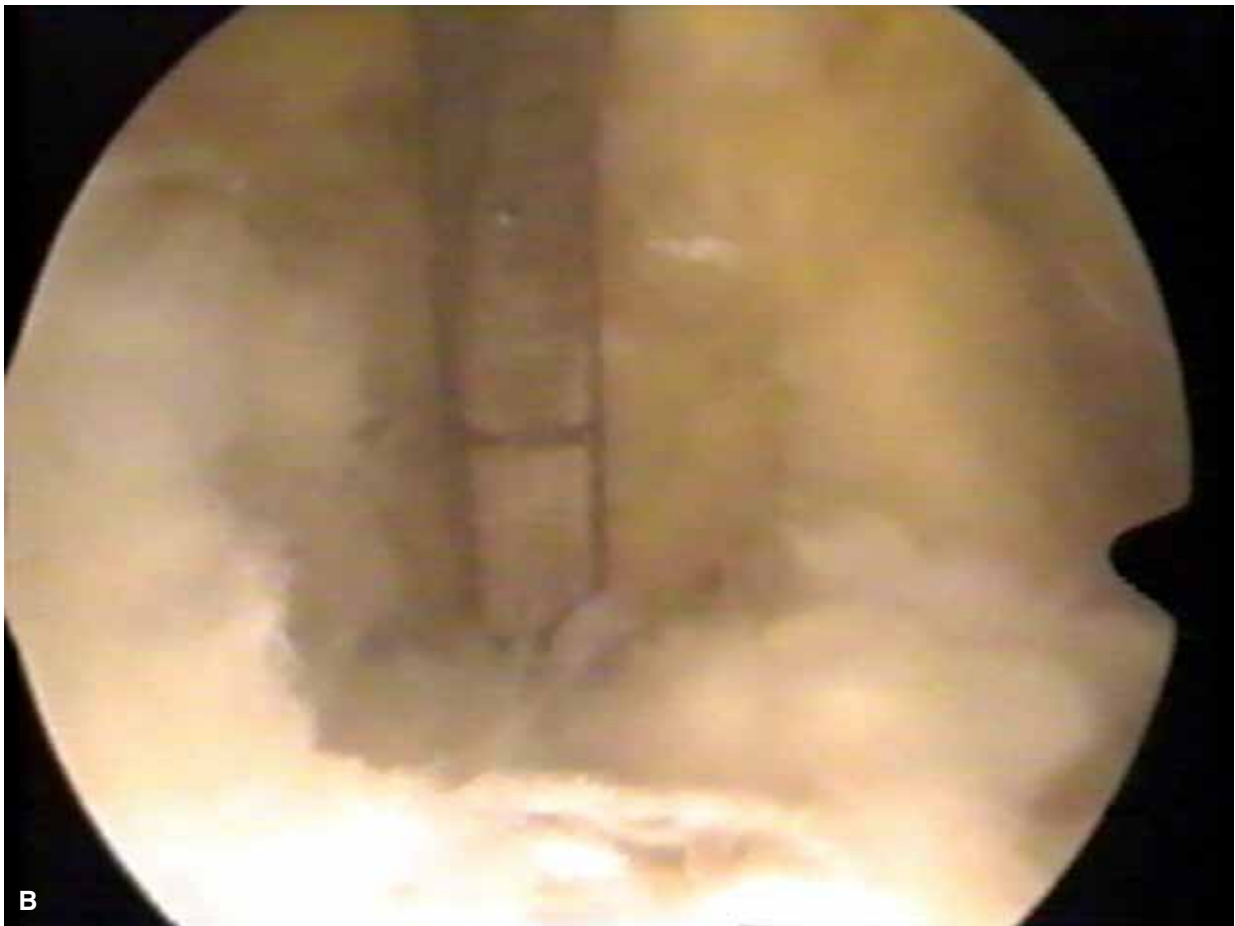
6) Por el bucle del alambre se pasan los hilos tractoros, se iza el injerto de distal a proximal hacia fuera del cóndilo interno (Figura 9), hasta que el dispositivo tibial trabe el injerto en la cortical.

7) Se realiza maniobra de tensado: mientras el ayudante tira fuertemente del injerto, el cirujano con un antebrazo detrás de la tibia proximal realiza cajón anterior y, con la otra mano en el tobillo, varias veces realiza flexo-extensiones de la rodilla (Figura 10), se observa que el injerto progresa aun más dentro de los túneles.

8) Se pasa la clavija guía en el túnel femoral con cuidado de que no penetre el injerto, sino que quede entre este y la pared del túnel para que no se trabe el tornillo, rodilla a 70°, en esa posición y bajo máxima tensión (cajón anterior con antebrazo detrás de la tibia), el ayudante coloca un tornillo de interferencia como del diámetro del túnel desde fuera hacia dentro. En las Figuras 11 y 12, se muestra como queda el sistema final y en los controles radiográficos, respectivamente. Se comprueba la estabilidad en flexo-extensión.

En caso de rotura de ambos cruzados, luego de pasado el injerto del LCP, se introduce y se fija en el fémur el injerto HTH que utilizamos para el LCA; a continuación, a 70° de flexión y reducción del *step off*, se fija el LCP en el fémur con el tornillo desde fuera hacia dentro y finalmente también a 70°, el injerto del LCA en la tibia, según aconseja Fanelli.<sup>35</sup> Si, además, hay una lesión en un ligamento colateral, se suelta el manguito hemostático y se lo repara sin volver a inflarlo.

9) Férula fija inguino-maleolar en extensión por cuatro semanas con descarga detrás de la pierna para relajar el



▲ **Figura 6.** **A.** Guía tibial especial para ligamento cruzado posterior. Tiene un tope que, independientemente del largo del túnel, impide que la clavija pase la punta de la guía, lo que evita lesiones vasculonerviosas. **B.** Visión de la punta de la guía tibial detrás de la pendiente posterior con la óptica por vía anteroexterna.



▲ **Figura 7.** Ubicación de la clavija para el túnel femoral pasada desde fuera hacia dentro con la misma guía tibial.



LCP, luego movilidad progresiva, apoyo con muletas a las seis semanas, retiro de la férula a las ocho semanas, retiro progresivo de las muletas, según la fuerza muscular y plan de rehabilitación kinésica durante 2-3 meses más.

Con esta técnica, se utilizó el SAR Bone en 53 rodillas, se pasan tendones del semitendinoso y recto interno por el estribo del dispositivo y se suturan sobre sí mismos para tener un injerto cuádruple con largos hilos para traccionar de ellos (Figuras 1 y 5). Por discontinuidad en la producción del SAR Bone, en las siguientes 16 cirugías, se usó el E-SOLID (Figuras 2 y 12).

## Resultados

Sobre 110 cirugías de LCP, se incluyen 96 reconstrucciones en 92 hombres y 4 mujeres, con un promedio de edad de 33.6 años (rango de 17 a 55 años). Se excluyeron 12 pacientes que no están dados de alta o que se perdieron durante el tratamiento.

El resultado en las primeras cirugías con diferentes técnicas fue:

Primer grupo: Injerto HTH monofascículo fijado con dos tornillos de interferencia.<sup>1-7</sup> Formado por 13 pacientes (promedio de edad, 33.4 años; rango 17-52 años) con un CP radiográfico al alta de 8,08 mm (rango de 7 a 11 mm).

Segundo grupo: Injerto ST-RI cuádruple<sup>8-21</sup> fijado con tornillos de interferencia en el fémur y la tibia, en algunos casos, más grapa tibial, en cuatro casos doble fascículo. Incluye 14 pacientes (una mujer) (promedio de edad, 31.7 años; rango 22-44 años) con un CP radiográfico al alta de 8,07 mm (rango de 3 a 11 mm).

Tercer grupo: Se utilizaron dos tipos de dispositivo que se fijan en la cortical tibial y tienen un estribo del cual se cuelga un injerto ST-RI que, doblado sobre sí mismo, queda cuádruple. Comprende 69 pacientes, 66 hombres y 3 mujeres (promedio de edad, 34.2 años; rango 19-55 años) con un CP radiográfico al alta de 4 mm (rango de 0 a 14 mm).

Desde julio de 2004 con esta técnica se consiguió reducir significativamente el CP al alta, con un promedio dentro del Grado I (de 0 a 5 mm), similar al de otras publicaciones.

En el análisis estadístico, la variable CP no presenta una distribución normal, por lo que se utiliza un test no paramétrico de Kruskal-Wallis, con el que se encuentran diferencias significativas. Para comparar los grupos de a pares,

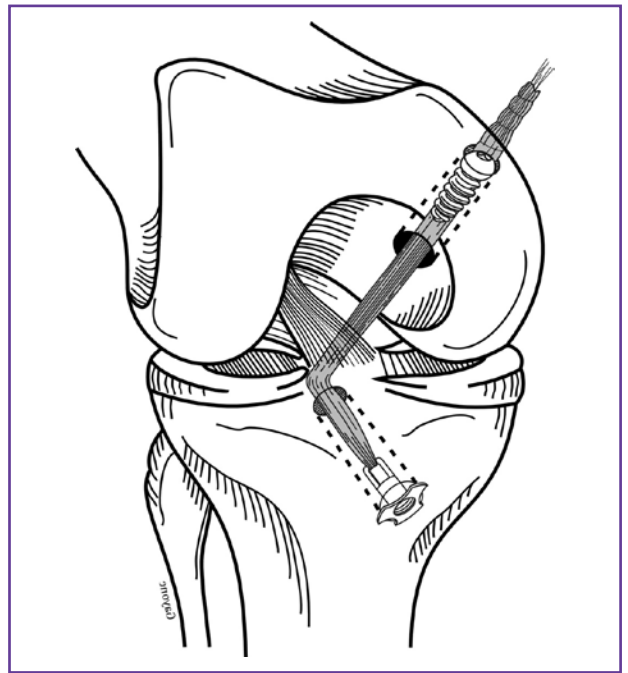
▲ **Figura 8. A.** Pasaje del primer alambre por el túnel tibial desde fuera hacia dentro, traccionado por el palpador para presentarlo frente al túnel femoral. **B.** En la boca intrarticular del túnel femoral con un gancho se lleva el primer alambre hacia afuera para tenerlo pasado a lo largo del trayecto del ligamento cruzado posterior con el doblar por fuera del fémur.



▲ **Figura 9.** A. Una vez enganchado el segundo alambre al primero fuera del túnel femoral se lo lleva a distal para que quede con su doblez por fuera del túnel tibial. B. Por el doblez del segundo alambre se pasan los hilos del injerto para posteriormente izarlo a través de los túneles tibial y femoral.



▲ **Figura 10.** Una vez izado el injerto, mientras el ayudante tracciona de él (se aprecia la punta a la salida del cóndilo interno), el cirujano realiza maniobra de tensado: con un antebrazo detrás de la corva haciendo fuerte cajón anterior y la otra mano flexo-extendiendo la rodilla numerosas veces.



▲ **Figura 11.** Dibujo del sistema con el injerto fijado en la tibia con SAR Bone y en el fémur con tornillo de interferencia desde fuera hacia dentro.

▲ **Figura 12.** Control radiográfico posoperatorio, con E-SOLID. Se aprecia nuevamente que el túnel tibial queda correctamente ubicado sin necesidad de la vía posterointerna.



se emplea la prueba de Mann-Whitney y, como se realizan comparaciones múltiples, para controlar el error de tipo 1, se utiliza la corrección de Bonferroni. Se halló que no hay diferencias significativas ( $P_v = 0,430$ ) entre los tratamientos con HTH y ST-RI, pero al comparar cada uno con la técnica de fijación cortical tibial retrógrada sí se presentan diferencias significativas ( $P_v < 0,001$ ) (Figura 13).

## Discusión

En pacientes con lesiones laborales, las pruebas subjetivas no son confiables, y se pierden en el seguimiento a largo plazo; por lo tanto, se ha recurrido a evaluar el CP radiográfico al alta medido en mm.<sup>25-28</sup>

En las cirugías habituales, los resultados fueron: 13 pacientes con injerto HTH monofascículo fijado con dos tornillos de interferencia con CP radiográfico al alta de 8,08 mm y 14 pacientes reconstruidos con ST-RI cuádruple, fijado con tornillos de interferencia, en algunos casos más grapa tibial, en cuatro casos doble fascículo con CP radiográfico al alta de 8,07 mm.

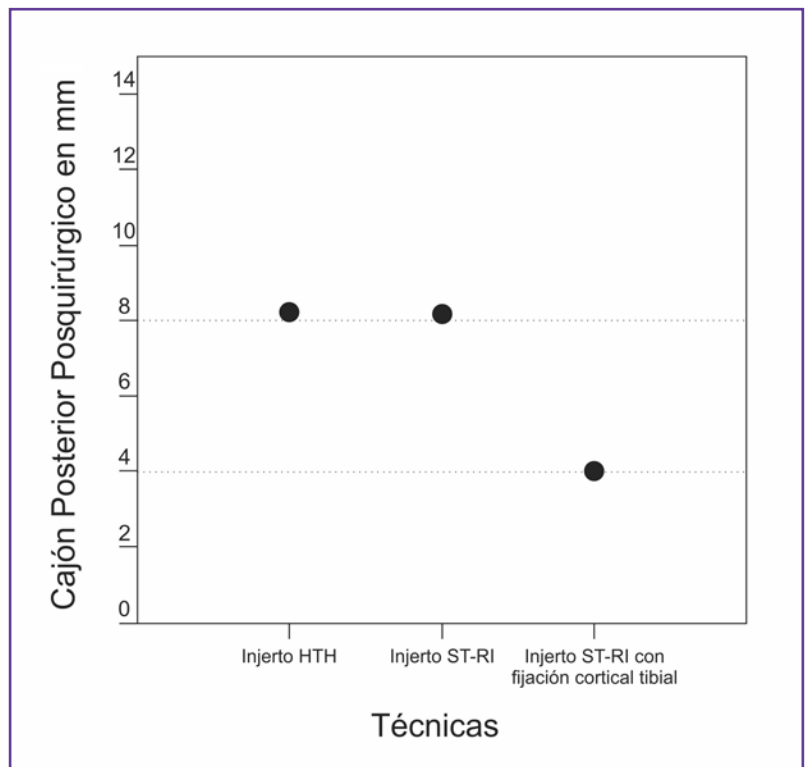
Dados los buenos resultados con las fijaciones tibiales con tornillo de interferencia en las reconstrucciones del LCA, se pensó que la causa de la diferencia de estabilidad entre la finalización de la cirugía y al retirar la inmovilización a las ocho semanas, podría ser que, como los túneles tibiales estaban más distales en la reconstrucción del LCP, estaban en una zona de menor densidad ósea y eso disminuía la rigidez del sistema compresivo.<sup>29-33</sup> Se decidió entonces que la fijación distal fuera en la cortical y, para

ello, se emplearon sucesivamente dos dispositivos que permiten suspender injertos ST-RI cuádruples de un estribo. También simultáneamente se resolvían las dificultades para observar la posición final del tornillo tibial, en el fondo de un túnel largo, para lo cual había que introducir la óptica a fin de ver su ubicación en profundidad y, a veces, realizar controles radiográficos que permitieran ver si el tornillo no traspasaba la cortical posterior (en un caso con injerto HTH la mitad de su longitud sobrepasaba la cortical tibial posterior, sin complicaciones vasculonerviosas).

En los casos de rotura de ambos ligamentos cruzados,<sup>34-36</sup> después de observar por vía anterolateral la pendiente posterior con la inserción del LCP, se comenzó la reconstrucción de ambos ligamentos obviando la vía posterointerna. Luego en casos de rotura del LCP aislado, favorecido por la laxitud del LCA relajado por la tibia subluxada hacia atrás, se logró ver y limpiar la pendiente posterior, observar la guía tibial y ubicar el alambre guía en el ángulo donde termina la pendiente, con la óptica por vía anterolateral y el instrumental anteromedial y, desde entonces, no se ha utilizado más la vía accesoria postero-medial. Se destaca que no hay consenso sobre la exacta ubicación del túnel tibial, y que pequeñas variaciones en su posición anteroposterior no alteran el resultado final.<sup>37</sup>

En 69 pacientes tratados con la técnica en los cuales el injerto fue ST-RI cuádruple fijado en la cortical tibial y tornillo de interferencia en el fémur, el CP radiográfico al alta fue de 4 mm.

No se había logrado un CP satisfactorio al alta  $< 5$  mm, similar a los resultados con las técnicas para LCP publicadas, a pesar de que, al finalizar la cirugía, la rodilla era es-



**Figura 13.** Gráfico del cajón posterior en mm, comparación de las distintas técnicas. ►



table. Al fijar el injerto desde la cortical tibial, se consiguió una rígida e inamovible fijación, la posibilidad de traccionar directamente del injerto proximal que lo tensa aun más, evitando forzar la tibia hacia atrás (CP) en la colocación de grapas o tornillos cuando la fijación final es tibial, todo lo cual ha contribuido a lograr una estabilidad al alta dentro del tipo I (de 0 a 5 mm). La fijación cortical tibial también liberó de dudas la posición del tornillo tibial.

Por otra parte, el hecho de evitar el abordaje posteroinferno también ha contribuido a acortar a la mitad el tiempo quirúrgico, por lo que actualmente podemos realizar esta cirugía inflando el manguito hemostático una sola vez y si hay lesiones asociadas, es posible reconstruir el LCA o los ligamentos colaterales.

Es discutible si los resultados de la técnica *inlay*<sup>38-41</sup> son mejores, podría ser por la fuerte fijación tibial o como hay

un solo túnel, la fricción es menor y se tensa más el injerto, pero esta técnica resulta menos demandante y no hay que abrir el hueco poplíteo.

Los puntos débiles de la presentación son que se han comparado solo CP radiográficos, que las mediciones no las efectuó un observador independiente y el corto seguimiento de los pacientes hasta el alta laboral.

## Conclusiones

La reconstrucción del LCP con la técnica descrita ha mejorado el CP radiográfico final que era el objetivo enunciado y ha simplificado la cirugía, pues ha acortado el tiempo quirúrgico y permite realizar reconstrucciones ligamentarias simultáneas.

## Bibliografía

1. Hughston JC, Bowden JA, Andrews Jr, Norwood LA. Acute tears of the posterior cruciate ligament. Results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62:438-50.
2. Clancy WG Jr, Shelbourne KD, Zoellner GB, Keene JS, Reider B, Rosemberg TD. Treatment of knee joint instability secondary to rupture of the PCL. Report of a new procedure. *J Bone Joint Surg Am* 1983;65:310-22.
3. Clancy WG Jr. Arthroscopic assisted posterior cruciate ligament reconstruction using autologous patellar tendon graft. *Sport Medicine* 1993;1:129-35.
4. Ranalletta A. Fundamentos anatómicos para la reconstrucción del LCP. *Revista Argentina de Artroscopia* 1995;2:214-20.
5. Barrera Oro A, Lopera M, Gigante F. Lesiones del ligamento cruzado posterior. Tratamiento artroscópico. *Revista Argentina de Artroscopia* 1997;4:39-43.
6. Barrera Oro A, Lopera MF, Gigante F, Cortes W. Insuficiencia ligamentaria múltiple de rodilla. *Revista Argentina de Artroscopia* 1998;5:24-31.
7. Skiya JK, Kurtz CA, Carr DR. Transtibial and tibial inlay double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: surgical technique using a bifid bone-patellar tendon-bone allograft. *Arthroscopy* 2004;10:1095-100.
8. Lipscomb AB, Anderson AF, Norwig ED, Hovis WD, Brown DL. Isolated posterior cruciate ligament reconstruction: long-term results. *Am J Sports* 1993;21:490-6.
9. Fanelli GC, Gianotti BF, Edson CJ. Current concepts review: The PCL arthroscopic evaluation and treatment. *Arthroscopy* 1994;10:673-88.
10. Fanelli GC, Giannotti BF, Edson CJ. Arthroscopically assisted combined anterior and posterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1996;12:5-14.
11. Kim SH, Kim HK, Kim HJ. A modified endoscopic technique for posterior cruciate ligament reconstruction using allograft. *Arthroscopy* 1998;14:643-8.
12. Ibrahim SA. Primary repair of the cruciate and collateral ligaments after traumatic dislocations of the knee. *J Bone Joint Surg Br* 1999;81:987-90.
13. Makino A, Muscolo L, Costa Paz M, Ayerza M. Reconstrucción artroscópica del LCP con doble fascículo. *Revista Argentina de Artroscopia* 2000;7:58-62.
14. Fanelli GC. Arthroscopic PCL reconstruction transtibial tunnel technique: surgical technique and results. *Arthroscopy* 2002;18(Suppl 2):44-9.
15. Chen CH, Chen WJ, Shih CH. Arthroscopic reconstruction of the posterior cruciate ligament with quadruple hamstring tendon graft: a double fixation method. *J Trauma* 2002;52(5):938-45.
16. Scranton PE, Bagenstose JE, Lantz BA, Friedman MJ, Khalfayan EE, Auld Mk. Quadruple hamstring anterior cruciate ligament reconstruction: a multicenter study. *Arthroscopy* 2002;18:715-24.
17. Wang CJ, Chan YS, Weng LH. Posterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendon graft with remnant augmentation. *Arthroscopy* 2005;11:1401.e1-1401.e3.

18. Chan YS, Yang SC, Chang CH, Chen AC, Yuan LJ, Hsu KY, Wang CJ. Arthroscopic reconstruction of the posterior cruciate ligament with use of a quadruple hamstring tendon graft with 3- to 5- year follow-up. *Arthroscopy* 2006;7:762-70.
19. Chen CH, Chuang TY, Wang KC, Chen WJ, Shih CH. Arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon autograft: results with a minimum 4-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;11:1045-54.
20. Fanelli GC, Edson CJ, Reinheimer KN, Beck J. Arthroscopic single-bundle versus double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2008;6:e26.
21. Kim SH, Kim SJ, Chun YM, Choi DH, Hwang BY, Yoon JY, et al. Clinical comparison of remnant-preserving and conventional technique in PCL reconstruction. *Arthroscopy* 2011;10:e235.
22. Brand J, Hamilton D, Selby J, Pienkowski D, Caborn Dnm, Johnson DL. Biomechanical comparison of quadriceps tendon fixation with patellar tendon bone plug interference fixation in cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2000;16:805-12.
23. Chen CH, Chen WJ, Shih CH. One-incision endoscopic technique for posterior cruciate ligament reconstruction with quadriceps tendon-patellar bone autograft. *Arthroscopy* 2001;17:329-32.
24. Chen CH, Chen WJ, Shih CH. Arthroscopic reconstruction of the posterior cruciate ligament: a comparison of quadriceps tendon autograft and quadruple hamstring tendon graft. *Arthroscopy* 2002;18:603-12.
25. Margheritini F, Mancini L, Mauro CS, Mariani PP. Stress radiography for quantifying posterior cruciate ligament deficiency. *Arthroscopy* 2003;7:706-11.
26. Schulz MS, Russe K, Lampakis G, Strobel MJ. Reliability of stress radiography for evaluation of posterior knee laxity. *Am J Sports Med* 2005;33:502-6.
27. Jung TM, Reinhardt C. Stress Radiography to measure posterior cruciate ligament insufficiency: a comparison of five different techniques. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006;11:1116-21.
28. Garavaglia G, Lubbeke A, Dubois-Ferriere V, Suva D, Fritschy D, Menetrey J. Accuracy of stress radiography techniques in grading isolated and combined posterior knee injuries: a cadaveric study. *Am J Sports Med* 2007;35:2051-6.
29. Singhalat W, Lawhorn KW, Howell SM, Hull ML. How four weeks of implantation affect the strength and stiffness of a tendon graft in a bone tunnel: a study of two fixation devices in an extraarticular model in ovine. *Am J Sports Med* 2002;30:506-13.
30. Scheffler SU, Südkamp NP, Göckenjan A, Hoffmann RFG, Weiler A. Biomechanical comparison of hamstring and patellar tendon graft anterior cruciate ligament reconstruction techniques: the impact of fixation level and fixation method under cycling loading. *Arthroscopy* 2002;18:304-15.
31. Song EK, Rowe SM, Chung JY, Moon ES, Lee KB. Failure of osteointegration of hamstring tendon autograft after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2004;20:424-8.
32. Weimann A, Rodieck M, Zantop T, Hassenpflug J, Petersen W. Primary stability of hamstring graft fixation with biodegradable suspension versus interference screws. *Arthroscopy* 2005;21:266-74.
33. Prodromos CC, Joyce BT, Shi K, Keller BL. A meta-analysis of stability after anterior cruciate ligament reconstruction as a function of hamstring versus patellar tendon graft and fixation type. *Arthroscopy* 2005;21:1202-8.
34. Fanelli GC, Orcutt DR, Edson CJ. The multiple-ligament injured knee: evaluation, treatment and results. *Arthroscopy* 2005;21:471-86.
35. Strobel MJ, Schulz MS, Petersen WJ, Eichhorn HJ. Combined anterior cruciate ligament, posterior cruciate ligament, and posterolateral corner reconstruction with autogenous hamstring grafts in chronic instabilities. *Arthroscopy* 2006;22:182-92.
36. Hayashi R, Kitamura N, Kondo E, Anaguchi Y, Tohyama H, Yasuda K. Simultaneous anterior and posterior cruciate ligament reconstruction in chronic knee instabilities: surgical concepts and clinical outcome. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2008;8:763-9.
37. Nicodeme JD, Löcherbach C, Jolles BM. Tibial tunnel placement in posterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;7:1556-62.
38. Berg E. PCL Tibial inlay reconstruction. *Arthroscopy* 1995;11:69-76.
39. Kim SJ, Choi CH, Kim HS. Arthroscopic posterior cruciate ligament tibial inlay reconstruction. *Arthroscopy* 2004;20(Suppl 1):149-54.
40. Seon JK, Song EK. Reconstruction of isolated posterior cruciate ligament injuries: a clinical comparison of the transtibial and tibial inlay techniques. *Arthroscopy* 2006;1:27-32.
41. MacGillivray JD, Shubin Stein BE, Park M, Allen AA, Wickiewicz TL, Warren RF. Comparison of tibial versus transtibial techniques for isolated posterior cruciate ligament reconstruction: minimum 2-year follow-up. *Arthroscopy* 2006;3: 320-8.