

Evaluación de la técnica y resultados de la Reconstrucción artroscópica del LCP a simple banda

AUTORES

Dr. Cian Marcos, Dr. Minig Jose Mauro
Dr. Narbona Pablo A y Dr. Allende Guillermo J

CORRESPONDENCIA

- Dr. Marcos Cian
cianmarcos@hotmail.com

Resumen

Palabras clave

Ligamento cruzado posterior, simple banda, reconstrucción anatómica

Abstract

Keywords

Posterior cruciate ligament, single bundle, anatomic reconstruction

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de las lesiones del ligamento cruzado posterior (LCP), sigue siendo controvertido. Es el ligamento intra-articular más grande y fuerte de la rodilla, comprendido por dos haces: un haz antero-lateral (AL) que se tensa durante la flexión y un haz postero-medial (PM), que se tensa durante la extensión y es menos resistente al desgarro. La lesión aislada del LCP es relativamente poco común, representa aproximadamente un 3% del total de las lesiones ligamentarias agudas de rodilla. Tradicionalmente tratadas sin cirugía, han demostrado resultados favorables. La mejor comprensión de la anatomía y propiedades biomecánicas del LCP han llevado a un mayor ímpetu de optar por la reconstrucción.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es demostrar la utilidad de la reconstrucción artroscópica del ligamento cruzado posterior a simple banda reproduciendo el haz antero-lateral en lesiones aisladas del LCP.

MATERIALES Y MÉTODO

Entre el 2008 y el 2012, fueron intervenidos quirúrgicamente un total de 17 pacientes en nuestra Institución con lesiones aisladas del ligamento cruzado posterior a los que se les realizó una reconstrucción artroscópica a simple banda AL trans-tibial del LCP. Reporte serie de casos, nivel de evidencia IV.

RESULTADOS

Catorce pacientes (82,3%) obtuvieron un score de IKDC de 90 puntos, y retomaron las actividades deportivas o vigorosas, manteniendo la estabilidad al último control.

CONCLUSIÓN

Creemos que la estabilización quirúrgica está indicada en aquellos pacientes con lesión aislada del LCP, con síntomas de inestabilidad, y la reconstrucción artroscópica a simple banda trans-tibial es una técnica reproducible, con resultados satisfactorios, con una baja tasa de morbilidad y que no pierde estabilidad con el tiempo.

SUMMARY

Treatment of posterior cruciate ligament (PCL) lesions is still controversial. It is the biggest and strongest ligament of the knee. Consists of two fiber bundles, a relatively thick anterolateral bundle, which is taut during flexion, and a thinner posteromedial that is taut during extension, and is less resistant to tearing. Isolated lesions of the PCL are relatively rare, accounting for approximately 3 % of all acute ligament injuries around the knee. Traditionally conservative treatment has been favored, with relatively good results. Better understanding of the anatomy and biomechanics, as well as graft selection and fixation, made reconstruction a more desirable treatment choice when clinical signs of instability are present.

OBJECTIVE

To demonstrate usefulness of Arthroscopic reconstruction of the anterolateral bundle of the PCL, in isolated lesions.

MATERIAL AND METHODS

A total of 17 patients with isolated tears of the PCL were surgically treated at our institution from January 2008 until December 2012. The procedure performed was an arthroscopic single bundle PCL reconstruction. Case series, level IV evidence report.

RESULTS

Fourteen patients (82,3%) reported an IKDC score of 90 points, and were able to return to sports or vigorous activities, maintaining stability until the last follow up evaluation.

CONCLUSIONS

We believe that surgical stabilization is indicated in those patients with isolated tears of the PCL, with symptoms of instability, and that arthroscopic reconstruction of the anterolateral bundle of the PCL is a reproducible, with relatively good results, low morbidity, and maintain stability with time.

Introducción

El tratamiento de las lesiones del ligamento cruzado posterior (LCP), sigue siendo controvertido. En contraste con el ligamento cruzado anterior, las lesiones del LCP son relativamente poco frecuentes, por lo tanto, la información sobre la historia natural y el tratamiento era limitado^{10,17}.

Recientemente ha ganado interés científico debido a su papel en la función y estabilidad de la rodilla, ampliamente demostrado, como el sistema primario de retención de la traslación tibial posterior y como contención secundario a la rotación tibial externa^{3,24,12}. Es el ligamento intra-articular más grande y fuerte de la rodilla, comprendido por dos haces, un haz antero-lateral (AL) de 43mm² de sección transversal y 37mm de longitud en comparación con el haz postero-medial (PM) de 10mm² de sección transversal y 25mm de longitud.

El haz AL surge en la región antero-superior de la inserción femoral y se tensa durante la flexión, con una resistencia a la tracción final de 1694N, el haz PM surge en la región postero-inferior de la inserción femoral y se tensa durante la extensión, siendo menos resistente al desgarro con una resistencia de 242N^{2,11,20}. El mecanismo causal más frecuente de lesión es un golpe directo en la región anterior de tibia superior mientras la rodilla se encuentra en flexión, éste mecanismo responde al nombre de lesión del tablero (dashbord). Otros mecanismos menos frecuentes son traumas en hiperextensión y rotación externa. Los accidentes de tránsito representan el 42,7% (automóvil o motocicleta), estas lesiones responden a mecanismos de alta energía donde la rotura del LCP se presenta generalmente asociada a otras lesiones ligamentarias, meniscales o capsulares, lo que resulta en una inestabilidad combinada. Las actividades deportivas el 42,4% (especialmente deportes de balón, dentro de ellos la incidencia mayor se observa en arqueros de fútbol), y un 14,2% se registran durante actividades laborales o de recreación. Un análisis epidemiológico reveló que en lesiones antiguas, la proporción de lesiones aisladas del LCP es mayor que en inestabilidades combinadas.

Las lesiones aislada del LCP son relativamente poco comunes, representa aproximadamente un 3% del total de las lesiones ligamentarias agudas de rodilla^{4,9}. Tradicionalmente tratadas sin cirugía han demostrado resultados favorables. Sin embargo, in-

vestigaciones recientes hallaron que un número significativo de pacientes con déficit aislado del LCP muestran deterioro en la función de la rodilla y desarrollan osteoartritis con el tiempo⁸. Tema controvertido en la literatura, varios autores expresan su aprobación a un tratamiento conservador para las lesiones aisladas, sin embargo otros consideran que la reconstrucción, está indicada en lesiones crónicas grado II o grado III con síntomas de inestabilidad asociados y en lesiones agudas grado III¹³.

La mejor comprensión de la anatomía y propiedades biomecánica del LCP han llevado a un mayor ímpetu de optar por la reconstrucción. Basados en la experiencia clínica, los pacientes que se someten a este procedimiento exhibirán una mejora subjetiva en la función de la rodilla a pesar de la persistente laxitud objetiva^{16,23}.

Varias son las técnicas descritas para la reconstrucción de éste ligamento, desde la técnica híbrida tipo inlay, que consiste en la fijación de pastilla ósea del injerto en su sitio de inserción original en tibia por vía abierta a través de un abordaje posterior, y luego la colocación intrarticular del injerto, y la fijación del mismo en un túnel femoral localizado en la zona anterior de la cara externa del cóndilo femoral interno por vía artroscópica.

La técnica artroscópica a simple banda, en la que se realiza el pasaje del injerto a través de un túnel labrado en la tibia desde la huella de inserción original, hacia un túnel en femur en el centro del sitio de inserción del ligamento original. Hasta la técnica de doble banda intentando reproducir la anatomía y la biomecánica de las dos bandas del ligamento original.

El objetivo de este trabajo es describir la técnica y analizar los resultados a mediano plazo de la reconstrucción artroscópica del ligamento cruzado posterior a simple banda reproduciendo el haz antero-lateral en lesiones aisladas del LCP.

Material y Método

Se estudiaron 17 pacientes con lesión aislada del LCP tratadas en nuestra institución, a los que se les realizó una reconstrucción artroscópica a simple banda del haz antero-lateral, tratados entre enero del 2008 hasta diciembre 2012.

En dicho periodo fueron intervenidos quirúrgicamente 54 pacientes, de los cuáles 37 (68,5%) presentaban lesiones asociadas de otros ligamentos (32 lesiones del ángulo postero-exter-

Mecanismos en la lesión	Número de casos (%)
Lesiones deportivas	9 (52.9%)
Accidentes laborales	3 (17.6%)
Accidentes motocicleta	4 (23.5%)
Accidente automovilístico	1 (5.8%)

Tabla 1. Causa de lesión

no, 8 del ligamento cruzado anterior, y 2 del ligamento lateral interno) por lo que no fueron incluidos en el estudio, y 17 (31,5%) con lesiones aisladas, que son los que conformaron la muestra; 14 eran de sexo masculino y 3 femenino.

Es un estudio retrospectivo de una serie de casos (nivel de evidencia IV) con un promedio de seguimiento de 2,36 años (1,2 – 3,8), todas realizadas por el mismo equipo quirúrgico.

De acuerdo al mecanismo de la lesión, las más frecuentes fueron las lesiones deportivas, afectando a 9 pacientes (52,9%), seguidas por accidentes de motocicleta en 4 (23,5%), accidentes laborales en 3 pacientes (17,6%), y accidente automovilístico en 1 (5,8%). La tabla (1) muestra el desglose detallado de los diferentes mecanismo de lesión.

El tiempo promedio entre ocurrida la lesión y la cirugía fue 5,7 meses rango entre 2 y 17 meses. Los criterios de inclusión: pacientes con insuficiencia aislada del LCP con síntomas de inestabilidad, cajón posterior igual o mayor 10 mm medido en radiografías con stress, y/o clínica positiva luego del tratamiento ortopédico. Los criterios de exclusión: cajón posterior fijo, inestabilidad combinada de rodilla (inestabilidad medial, lateral o posterolateral), cirugía previa del LCP. Tabla (2)

Técnica quirúrgica

Con el paciente bajo anestesia raquídea, pierna en soporte, manguito hemostático y campos quirúrgicos a mitad de muslo, se realiza una artroscopia diagnóstica utilizando los portales clásicos para-rotuliano interno y externo. Luego se realiza la toma del injerto seleccionado para cada caso en particular, autoinjerto en todos los casos, 10 fueron hueso/tendón cuádrupital (58.8%), y 7 semitendinoso/recto interno cuádruple (41.2%). Mientras un ayudante prepara el injerto, volvemos a la fase artroscópica. Primero realizamos el desbridamiento del sitio de inserción tibial, para lo que utilizamos artroscopio de 70°, y realizamos el portal postero-interno, a través del cual se introduce el instrumental motorizado y se completa la limpieza de la huella de inserción hasta lograr una buena visualización. El túnel se realiza colocando el compás/guía a través del portal antero-interno, y visualizando con el artroscopio de 70° desde el antero-externo, tratando de ubicarlo lo mas distal posible, controlando el pasaje de la clavija con radioscopia para evitar

Inclusión	Exclusión
Lesión aislada del LCP con síntomas de inestabilidad	Cajón posterior fijo
Cajón posterior < a 13mm	Inestabilidad combinada
Maniobras positivas luego de tratamiento ortopédico	Cirugía previa del LCP

Tabla 2. Criterios de inclusión y exclusión para este estudio

lesionar la cortical posterior de la tibia. Se realiza el túnel óseo del mismo diámetro del injerto. (Fig 2)

El hoyo femoral se realiza de adentro-afuera, visualizando con el artroscopio del portal antero-interno, y colocando la clavija a mano alzada a través del portal antero-externo, en la cara externa del condilo interno, en hora 1 u 11 dependiendo de si se trata de la rodilla derecha o izquierda respectivamente, tratando de reproducir la región anatómica de inserción femoral del haz AL perforando hacia el lado anterointerno del fémur, el túnel se amplía con una fresa del tamaño correspondiente al diámetro del injerto.

Se realiza el pasaje del injerto de distal a proximal, traccionando de un hilo de sutura fuerte (Ethibond n5). Una vez el injerto colocado intracicular con los extremos en los túneles, se procede a la fijación del mismo. Se utilizó técnica de tornillos interferenciales en todos los casos, 9 con tornillos bio-compuestos (52.9%) y 8 con tornillos de titanio (47.1%). La fijación femoral se realiza primero y a 90° de flexión de la rodilla. La fijación tibial se realiza a continuación y a 70° de flexión de la rodilla aplicando tracción desde el extremo distal del injerto y una fuerza en la cara posterior de la tibia reproduciendo la maniobra del cajón anterior, para evitar laxitud residual. Antes de comenzar la fijación tibial realizamos una evaluación artroscópica del túnel para corroborar la longitud del injerto y colocar la clavija guía de manera tal que el tornillo no se interponga con los hilos de tracción del injerto ya que si esto ocurre podría cortar los hilos y perder la tensión del injerto. Fig (3).

Finalmente se introduce el artroscopio y se comprueba que el LCA haya recuperado su tensión normal, así como la estabilidad posterior recuperada y la tensión del neoligamento sin fricción durante el rango de movimiento de la articulación.

Programa de rehabilitación

La rodilla se mantiene en extensión durante 3 a 4 semanas con férula inmovilizadora de rodilla, deambula con muletas sin carga de peso durante ese período. La terapia física inicial consiste en restablecer el movimiento y reducir la inflamación haciendo hincapié en el fortalecimiento de los cuádriceps. Luego se permite descarga parcial de peso en forma progresiva y comenzar los ejercicios de cuádriceps. Los ejercicios de cadena cinética cerrada se pueden comenzar a las 6 semanas. La clave para la rehabilita-

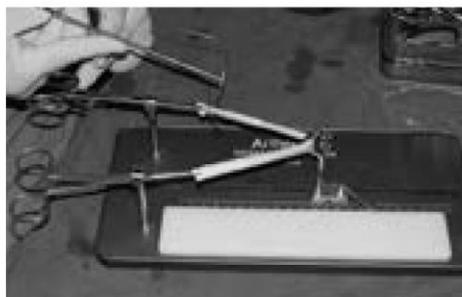


Fig. (1). Las ventajas e indicaciones de cada uno se desglosan en la Tabla 3

ST/RI	Cuadricital
Accesibilidad	Mayor dificultad en la toma del injerto
No debilita	Fijación > estable
Morbilidad aceptable	Debilita agonistas
Cosmesis	Fácil pasaje del injerto
Mayor longitud	Ptes > IMC
Fácil pasaje del injerto	Revisiones
Ptes femeninos y delgados	Lesiones asociadas

Tabla 3. Ventajas e indicaciones de tipos de injertos

ción postoperatoria de estas lesiones consiste en ser pacientes con el rango de movimiento, una recuperación acelerada del movimiento a menudo conduce a una elongación del injerto. Los ejercicios de los músculos isquiotibiales se retrasan durante 3 a 4 meses, ya que pueden provocar cargas excesivas en la tibia. Aproximadamente a los 6 meses y si la fuerza es adecuada, comienza el trote y el retorno a la actividad deportiva de contacto está permitido a partir del octavo mes después de la cirugía.

Resultado

Durante el período de 2008 al 2012, tratamos 17 pacientes con lesiones aisladas del ligamento cruzado posterior, con reconstrucción artroscópica a simple banda (haz AL). La muestra estuvo conformada por 14 pacientes del género masculino y 3 femenino, con un promedio de seguimiento de 2,36 años. El tiempo promedio de la cirugía fue de 75 minutos (60 – 95 min). Todos los pacientes fueron evaluados clínicamente y radiológicamente a las seis semanas, a los 3, 6 y 8 meses. A los 3 meses todos los pacientes habían recuperado el rango de movilidad.

Se utilizó el score del IKDC, y fue de 90 puntos en 14 pacientes, 82,3% de la muestra. La traslación posterior medida en pruebas manuales fue de 5 a 10 mm, a 90° de flexión.

Dos pacientes quedaron con una traslación posterior superior a 10 mm, con buen tope, y en ambos casos se debió a una mala ubicación del hoyo femoral, el cual fue labrado en el centro del sitio insercional original y no en el correspondiente al haz Antero-lateral.

Tuvimos una complicación intraoperatoria, que fue una ruptura del injerto al realizar la fijación femoral, y debido a que era hueso-tendón cuadricipital de 11 cm de longitud, el mismo quedó de 8 cm, longitud insuficiente para una fijación adecuada en fémur y tibia, razón por la cual hubo que descartarlo, y utilizar auto injerto de semitendinoso recto interno cuádruple homolateral.

Catorce pacientes (82,3%) volvieron a realizar deportes o actividades vigorosas, y mantenían la estabilidad al último control.

Discusión

En todas las lesiones aisladas del LCP, se debe decidir si la rodilla debe ser tratada de manera conservadora o quirúrgica. Según Strobel et al. los siguientes factores deben ser considerados en la toma de decisiones terapéuticas: tiempo de evolución (grado

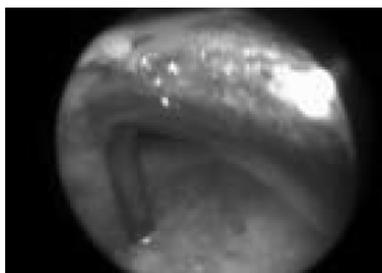
de inestabilidad, lesión combinada) lesiones asociadas (del cartilago, menisco o cambios degenerativos) edad del paciente, nivel de actividad²³.

En nuestro estudio se tomaron en cuenta estos criterios a la hora de decidir el tratamiento para cada paciente, haría falta un grupo control con lesiones aisladas y tratamiento conservador lo cual mejoraría el nivel de evidencia, y los pacientes con lesiones laborales fueron llevados a cirugía por política de sus aseguradoras.

Los estudios biomecánicos han demostrado que de los dos haces del LCP, el AL es la banda que tiene mayor importancia funcional. La reconstrucción artroscópica del LCP utilizando un solo haz realizada a través de un túnel tibial, tradicionalmente ha sido el método más utilizada. Aunque técnicamente exigente, todavía es relativamente más sencillo que las técnicas de doble haz, o de incrustación tibial (inlay). La superioridad de la técnica de doble banda sobre la simple banda aún no ha sido establecida. La reconstrucción anatómica del haz anterolateral (AL) del LCP es el objetivo primario de la técnica de simple banda. Las ventajas y desventajas de un método sobre otro aún faltan por confirmar en ensayos clínicos, por lo tanto estamos a favor de la técnica que reconstruye la banda AL^{18,21}.

La decisión del injerto a utilizar es otro punto a tener en cuenta y debe seleccionarse antes de comenzar la reconstrucción del LCP. Una característica de las rodillas con deficiencia del LCP es que generan presiones excesivas en la articulación fémoro-rotuliana, esta es una razón por la que muchos cirujanos evitan la toma de injerto de tendón rotuliano o cuadricipital dejando éste último para revisiones de reconstrucción del LCP¹. Al contrario nuestra serie, muestra un mayor porcentaje de pacientes tratados con auto injerto de cuádriceps 58,8%, porque nos ofrece un injerto de grosor y longitudes óptimas y predecibles. Faltaría realizar estudios de seguimiento a largo plazo para evaluar el grado de repercusión sobre la articulación fémoro-rotuliana en nuestra serie.

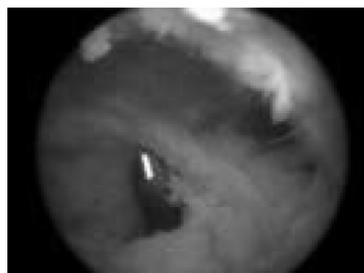
La fijación del LCP tiende a ser más favorable en términos de parámetros biológicos pero menos favorable y más exigente desde el punto de vista mecánico que la fijación del LCA^{5,19}. Hasta la fecha han sido publicados muy pocos datos científicos de los factores mecánicos y biológicos que determinan la cicatrización de los injertos en reconstrucción del LCP.



A.



B.



C.

Fig. (2-A). Footprint tibial. B. Radioscopia intra-op. D. Túnel tibial

La fijación anatómica de un injerto ofrece varias ventajas, entre ellas mayor isometría, mejor estabilidad, mejor transferencia de las fuerzas de estrés. Desde 1994, cuando L. Pinczewski comenzó a fijar sus injertos directamente con un tornillo de interferencia de titanio, muchos cirujanos ortopédicos han adoptado el uso de tornillos de interferencia¹⁹. Este método permite una fijación anatómica del injerto a nivel de la articulación.

La selección del tamaño de tornillo depende de varios factores como: el tipo de injerto, su longitud, la técnica de fijación, la calidad del hueso en el sitio de fijación y operaciones anteriores. Los tornillos de metal (titanio) que han sido introducidos profundamente en el túnel tibial son a menudo difíciles de localizar durante una revisión. Las mismas consideraciones se aplican a los tornillos de interferencia en el túnel femoral cuando se utilizan técnicas de fijación de afuera a adentro, por estas razones muchos cirujanos han dejado de usar tornillo de titanio en reconstrucciones de LCP, sobre todo porque los tornillos de interferencia bio-compuestos proporcionan una excelente alternativa. En nuestra serie el 100% de los injertos han sido fijados con tornillos de interferencia, independientemente del tipo de injerto, de preferencia tornillos bio-compuestos (52.9%).

Scott et al. en su estudio obtuvieron que la puntuación del IKDC, Lysholm y la escala analógica visual (VAS) fueron significativamente mejores que las puntuaciones preoperatorias, pero menos de la mitad de sus pacientes tenía hallazgos clínicos normales o casi normales de acuerdo con la directrices del IKDC subjetivo. La disminución en la puntuaciones subjetivas se asociaron con pacientes que llevaban más de 1 año de lesionados y los que presentaban condrolisis al momento de la cirugía¹⁷.

Del mismo modo Jackson et al. evaluaron los resultados a largo plazo de 26 pacientes con lesiones aisladas del LCP a los que se les realizó reconstrucción artroscópica trans-tibial utilizando autoinjerto de isquiotibiales. A los 10 años de seguimiento, la media de puntuación del IKDC fue de 87 y la participación en actividades vigorosas fue posible en el 88% de los pacientes después de la operación en comparación con sólo el 27% antes de la intervención. El score de Lysholm mejoró de 64 a 90 a los 10 años. Sin embargo, 8 pacientes mostraban cambios artrósicos

en las radiografías 15. Nuestros resultados son similares a los enunciados por Scott y Jackson con un 82,3% de los pacientes con un IKDC mayor a 90 al final del seguimiento.

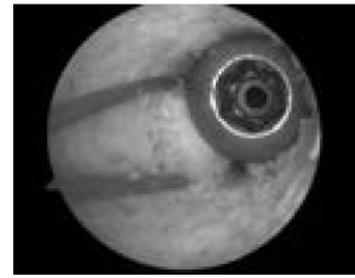
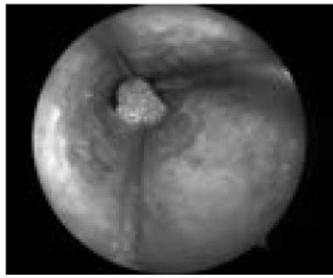
En relación con la movilidad de rodilla postoperatoria, Deehan et al. encontraron que 5 de sus 29 pacientes (21%) mostraron un déficit de flexión de más de 5° en el postoperatorio⁷. Chan et al. mostró en su serie un déficit en la extensión en un paciente y en otros dos pacientes una déficit marcado de la flexión entre 16 y 25° en el postoperatorio⁴. En nuestro estudio, no registramos pacientes con déficit del rango de movimiento. De este modo, tanto Deehan y Chan a pesar de utilizar la misma técnica de operación describieron un porcentaje mayor de pacientes con déficit del movimiento que en nuestra serie, con respecto a este punto hay que mencionar que el seguimiento del postoperatorio de nuestros pacientes se llevó a cabo con fisioterapeutas de nuestra institución.

CONCLUSIÓN

Creemos que la estabilización quirúrgica está indicada en aquellos pacientes con lesión aislada del LCP, con síntomas de inestabilidad, sobretudo en pacientes jóvenes.

La reconstrucción a simple banda trans-tibial es una técnica reproducible, con resultados satisfactorios, con una baja tasa de morbilidad y que no pierde estabilidad con el tiempo. Si bien los resultados subjetivos son buenos, no sabemos si la estabilización detiene el proceso degenerativo artrósico de la articulación en el largo plazo.

Las limitaciones de este estudio son, que no los comparamos con un grupo control, ya sea de tratamiento conservador u otra técnica de reconstrucción lo cual mejoraría su nivel de evidencia, así como la falta de valores pre-operatorios para analizar el porcentaje de mejoría alcanzado por los pacientes.



A.

B.

C.

Fig. (3-A. B. C.). Evaluación de la posición de la guía y el tornillo en el túnel tibial

Bibliografía:

1. Bach BR Jr. Graft selection for posterior cruciate ligament surgery. *Operative Techniques in Sports Medicine*. 1993;1:104-109.
2. Berg EE. Posterior cruciate ligament tibial inlay reconstruction. *Arthroscopy*. 1995;11:69-76
3. Bowman KF Jr, Sekiya JK. Anatomy and biomechanics of the posteriorcruciate ligament, medial and lateral sides of the knee. *Sports Med Arthrosc*. 2010;18(4):222-229.
4. Boynton MD, Tietjens BR. Long-term follow-up of the untreated isolated posterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med*. 1996;24:306-310.
5. Brand J et al. Current concepts: Graft fixation in cruciate ligament surgery. *Am J Sport Med* 28: 761-774 (2000)
6. Chan VS. (2006) Arthroscopic reconstruction of the posterior cruciate ligament with use of a quadruple hamstring tendon graft with 3- to 5-year follow-up. *Arthroscopy* 22:762-770
7. Deehan DJ, Pinczewski LA (2003) Endoscopic single-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: results at minimum 2-year follow-up. *Arthroscopy* 19:955-962
8. Dowd GS (2004) Reconstruction of the posterior cruciate ligament: indication and results. *J Bone Joint Surg Br* 86:480-491
9. Fanelli GC, Edson CJ. Posterior cruciate ligament injuries in traumapatients: part II. *Arthroscopy*. 1995;11:526-529.
10. Fanelli GC, Beck JD, Edson CJ. Current concepts review: the posterior cruciate ligament. *J Knee Surg*. 2010;23:61-72.
11. Fox RJ, Harner CD, Sakane M, Carlin GJ, Woo SL. Determination of the in situ forces in the human posterior cruciate ligament using robotic technology: a cadaveric study. *Am J Sports Med*. 1998;26(3):395-40
12. Gollehon DL, Torzilli PA, Warren RF. The role of the posterolateral and cruciate ligaments in the stability of the human knee: a biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am*. 1987;69(2):233-242.
13. Hatayama K, Higuchi H, Kimura M, Kobayashi Y, Asagumo H, Takagishi K (2006) A comparison of arthroscopic single- and double- bundle posterior cruciate ligament reconstruction: review of 20 cases. *Am J Orthopedics* 35:568-571
14. Harner CD, Hoher J (1998) Evaluation and treatment of posterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med* 26:471-482
15. Jackson WF et al. Endoscopically assisted single-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: results at minimum 10-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90:1328-33.
16. Margheritini F, Mauro CS, Rihn JA, Stabile KJ, Woo SL, Harner CD. Biomechanical comparison of tibial inlay versus transtibial techniques for posterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2004;32:587-593
17. Miyasaka K, Daniel D, Stone M. The incidence of knee ligament injuries in the general population. *Am J Kne Surg*. 1991;4:3-8.
18. Noyes FR, Grood ES (1976) The strength of the anterior cruciate ligament in humans and Rhesus monkey: age-related and species-related changes *J Bone Joint Surg. Am*. 58: 1074-1082
19. Pinczewski L. The use of RCI screw for endoscopic fixation for quadruple strand hamstring tendon autograft in anterior cruciate ligament reconstruction. AANA. Specialty day meeting. AAOS 1997. 202-206
20. Race A, Amis AA. The mechanical properties of the two bundles of the human posterior cruciate ligament. *J Biomech*. 1994;27(1):13-24.
21. Robert B. Kohen, M.D., and Jon K. Sekiya, M.D. Systematic Review. Single-Bundle Versus Double-Bundle Posterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy: Vol* 25, No 12 (December), 2009: pp 1470-1477
22. Scott R. Surgical management of PCL injuries: indications, techniques, and outcomes *Curr Rev Musculoskelet Med* (2013) 6:115-123 DOI 10.1007/s12178-013-9162-2
23. Strobel M, Weiler A, Management of the posterior cruciate ligament deficient knee. *Techniques in Orthopedics* 16:167-194 (2001)
24. Trent PS, Walker PS, Wolf B. Ligament length patterns, strength, and rotational axes of the knee joint. *Clin Orthop Relat Res*. 1976;117:263-270.