

Revisión de LCA con aumentación extraarticular de Lemaire en deportistas de contacto con alta exigencia

Reporte preliminar de casos y descripción de técnica quirúrgica

Guillermo Botto, Jorje Solessio, Manuel Nogueira, Conrado López Alonso,
Francisco Garate

Sanatorio Trinidad de San Isidro, Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Introducción: Las plásticas extra-articulares laterales (EAL) en la rodilla pueden ser utilizados como un procedimiento combinado en cirugías de revisión del ligamento cruzado anterior (LCA).

El objetivo del siguiente trabajo es analizar los resultados de la técnica de Lemaire como aumentación EAL en revisiones de cirugías fallidas del LCA en deportistas jóvenes de contacto. Reportando nuestra experiencia inicial de pacientes tratados con esta técnica.

Material y Método: Estudio retrospectivo de una serie de 8 pacientes deportistas jóvenes de contacto, la edad promedio fue de 24 años, con diagnóstico de inestabilidad de rodilla por ruptura de plástica de LCA, sometidos a una revisión de LCA combinada con aumentación EAL de Lemaire, realizados entre febrero del 2012 y octubre del 2013. Se tuvieron en cuenta resultados clínicos objetivos y subjetivos con (Lisholm, Tegner, IKDC y Cincinnati Score), estabilidad articular (test de Lachman, pruebas de cajón, Pivot Shift y bostezos varo-valgo) y previo a autorizar el retorno al deporte se evaluó con resonancia magnética y radiografías (RMN y RX).

Resultados: Todos los pacientes fueron seguidos hasta el último control. El período de seguimiento fue en promedio 28.1 meses, con cinco pacientes teniendo menos de 2 años y tres pacientes más de 2 años. Los Scores clínicos además de las medidas de laxitud articular demostraron resultados satisfactorios. Ningún paciente refirió nuevo episodio de inestabilidad.

Conclusión: En base a nuestra experiencia inicial y apoyada en la bibliografía internacional de pacientes tratados con esta técnica, podemos decir que en revisiones del LCA en deportistas de contacto, se puede añadir a la revisión intraarticular una plástica EAL de Lemaire ya que ayuda a un mejor control de la estabilidad rotacional antero lateral.

Tipo de estudio: Serie de casos.

Nivel de evidencia: IV.

Palabras claves: Revisión de Ligamento Cruzado Anterior; Plástica Extra-articular Lateral; Inestabilidad Rotatoria Antero-lateral; Técnica de Lemaire

ABSTRACT

Introduction: The extra-articular side plastic (EAL) in the knee can be used as a combined procedure in revision surgeries cruciate ligament (ACL).

The aim of this work was to write and analyze the results of augmentation technique EAL Lemaire as a review of ACL in young athletes contact. Reporting our initial experience of patients treated with this technique.

Methods: Retrospective study of a serie of eight young contact athletes' patients, the average age was 24 years old, diagnosed with unstable plastic knee ACL rupture, subject to a review of LCA combined with augmentation EAL Lemaire, made between February 2012 and October 2013. Clinical objective and subjective results targets with (Lisholm, Tegner, IKDC and Cincinnati Score), joint stability (Lachman test, testing drawer, pivot shift and yawning varus-valgus) were taken into account and before authorizing the active return to sports practice they were evaluated with radiographs and magnetic resonance (NMR and RX)

Results: All patients were followed up until the last control. The follow-up period was 28.1 months on average, with five patients having less than two years and three patients over two years. Clinical scores as well as articular laxity showed satisfactory results. No patients reported new episodes of instability.

Conclusion: Based on our initial experience supported by international bibliography about patients treated with this technique we are able to say that in revision of LCA in young contact athletes and Intraarticular Plastic Lemaire EAL can be added. It will help to control rotational stability decreasing extracharge in the intraarticular plastic.

Type of study: Case series.

Level of evidence: IV.

Keywords: Review of Lateral Extra-articular Ligament Anterior Cruciate; Plastic; Anterolateral Rotatory Instability; Technique Lemaire

INTRODUCCIÓN

Las re-intervenciones por rotura de plásticas de LCA en pacientes jóvenes y deportistas de contacto, plantean problemas en su futuro deportivo y a nosotros como médicos tratantes. Asegurar un buen resultado funcional puede ser difícil, sabiendo la alta exigencia a cargas rotacionales que someten a la articulación este grupo de pacientes.

Las técnicas anatómicas y con doble banda fueron diseñadas para mejorar el control rotacional, pero a la fecha no han logrado resultados funcionales "in vivo" superiores a las técnicas que la precedían, como así tampoco disminuir la incidencia de fallas.

Las reconstrucciones EAL pueden ser utilizadas como un procedimiento combinado en cirugías de revisión del LCA, así como en el tratamiento primario en pacientes que demuestran excesiva inestabilidad rotatoria anterolateral, con el objetivo¹ de lograr una reducción adicional a la laxitud

Guillermo Botto
guillebotto@hotmail.com

rotacional residual,^{2,3} y mejorar los resultados.⁴⁻⁷ Tales reconstrucciones implican típicamente encaminar una franja de la fascia lata unida al tubérculo Gerdy, que pasa profundo al ligamento colateral lateral (LCL) antes de conectar a la cara lateral del fémur.^{8,9} Proporcionando un lateral “rienda-check” contra la subluxación antero-lateral tibial.

El objetivo del trabajo es analizar los resultados obtenidos en las revisiones del LCA con aumentación extrarticular con técnica de Lemaire en deportistas de contacto, y reportar nuestra experiencia inicial de pacientes tratados con esta técnica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre febrero del 2012 y octubre del 2013 se evaluaron 8 pacientes operados por el mismo equipo quirúrgico; a quienes se realizó revisión de LCA asociada a una aumentación EAL de Lemaire.

Los criterios de inclusión fueron: rotura de la plástica del LCA, rodilla contralateral sana, deportistas jóvenes de contacto con altas exigencias y sin lesiones ligamentarias asociadas. El período entre lesión y reconstrucción fue como mínimo 3 semanas una vez completo el rango de movilidad (ROM).

En el momento de la cirugía la edad promedio fue de 24 años (rango de 18 a 29), siete pacientes fueron varones y una mujer (tabla 1). El principal síntoma sintoma de los pacientes tras la lesión, fue la inestabilidad (seis), seguido de dolor y tumefacción (dos). A demás de volver al deporte con las mismas exigencias. En todos los casos se lesionaron durante la práctica deportiva, siete de ellos se debió a un mecanismo lesional indirecto y uno por mecanismo directo.

Los pacientes fueron evaluados clínicamente en el preoperatorio y seguidos hasta el último control por el mismo especialista. Los métodos utilizados para evaluar y cuantificar los resultados fueron diferentes scores: Escala de Lysholm (cuestionario para evaluar capacidad funcional de la rodilla): en conjunto con el Score de actividad de Tegner (índice de satisfacción subjetiva según el nivel de actividad física); el IKDC: método que tiene en cuenta síntomas, actividad física, función y evaluación clínica con test de Lachman, pruebas de cajón, Pivot shift, bostezos varo-valgo

y ROM); y solo se agregó a los 12 meses el test de Cincinnati (CKDR), metedómetro que convina combina síntomas, actividad deportiva y de la vida cotidiana, examen físico y hallazgos radiológicos. Ya que la población que tratamos son deportistas.

En todos los casos se realizó RMN y RX previo a la cirugía y al momento del alta, antes de la vuelta al deporte de contacto.

Descripción de la técnica quirúrgica

Tiempo artroscópico: Se coloca al paciente en decúbito supino en una mesa ortopédica. Exploramos al paciente bajo anestesia raquídea al objeto de valorar exactamente la inestabilidad articular, utilizamos rutinariamente manguito de isquemia en la raíz del muslo a 250 mmHg y soporta muslo. Realizamos portales clásicos antero medial y antero lateral y de forma rutinaria se realiza exploración artroscópica al objeto de confirmar la indicación y diagnosticar lesiones asociadas. Cuatro pacientes de ellos presentaron lesión meniscal, tres del menisco interno (y uno del externo meniscocartilago) (tratados con meniscectomía parcial). Iniciamos la cirugía con la toma de injerto, según el requerido para cada paciente dependiendo de la cirugía primaria (tabla 1). Iniciamos el tiempo artroscópico plásticamente se prepara el injerto, eliminamos los restos de la plástica primaria y preparamos el intercondilo para realizar los nuevos túneles óseos fémur. Los implantes no se retiraron en tibia al no interferir con los nuevos túneles, y en femur fémur realizamos técnica transtibial en tres pacientes, y en foot print anatómico con técnica trasportal en los cinco restantes (en dos pacientes hubo que retirar tornillos interferencial de titanio). Una vez realizado dichos túneles se procede a izar el injerto, introduciéndolo en el túnel femoral; se fija la plástica según el sistema elegido (4interferencial biodegradables y transversal rigid-fix). A continuación, se tensa el injerto con rodilla a 20 grados de flexión y cajón posterior. La fijación tibial se realizó siempre con sistema interferencial biodegradable.

Abordaje y preparación de la plástica extra articular lateral: Una vez realizado y concluido el tiempo artroscópico, lo-

TABLA 1: ANÁLISIS POBLACIONAL

Paciente	Edad	Sexo	Fecha quirúrgica	Tipo de injerto cirugía primaria	Tipo de injerto cirugía revisión	Deporte	Resultado Escala Cincinnati
1	28	M	02/07/13	RI-ST	HTH	Rugby	Excelente
2	21	M	07/08/13	RI-ST	HTH	Rugby	Excelente
3	18	M	09/10/13	HTH	RI-ST	Rugby	Excelente
4	25	M	20/07/13	HTH	RI-ST	Rugby	Excelente
5	29	F	15/04/12	RI-ST	HTH	Yudo	Bueno
6	24	M	22/04/12	HTH	RI-ST	Rugby	Excelente
7	22	M	27/02/12	HTH	RI-ST	Rugby	Excelente
8	25	M	13/09/13	HTH	RI-ST	Rugby	Excelente

calizamos el epicóndilo y el resto de referencias anatómicas del lado lateral. Realizamos una incisión de unos 3 cm en dirección proximal y 1 cm distal (fig. 1). Localizamos y limpiamos la fascia lata, obteniendo una tira de 1,5 cm. de anchura de al menos 3 a 4 cm de longitud a partir del epicóndilo lateral en sentido proximal (fig. 2 y 3). Dejamos unos milímetros desde el borde posterior de la fascia al tabique intermuscular lateral para facilitar el cierre. Disecamos la piel distalmente hasta cerca del tubérculo de Gerdy para permi-



Figura 1: Incisión y localización de la fascia lata.



Figura 2: Obtención de una tira de 1,5 cm de ancho.



Figura 3: Obtención de una tira de 1,5 cm de ancho.

tirnos obtener la plástica, dejándola firmemente unida. Una vez liberada la plástica la fijamos con sutura no absorbible desde su extremo proximal, y la medimos con los calibradores correspondientes (fig. 4 y 5).

Pasado y fijación de la plástica: Colocamos un separador autostático separando los bordes de la fascia. Localizamos el ligamento colateral lateral (LCL) a partir del epicóndilo. Incidimos el borde anterior y posterior del LCL fabricando un ojal bajo el mismo, y pasamos la plástica con la ayuda de una pinza de doble utilidad desde distal a proximal (fig. 6). Liberamos la cortical femoral 1 cm por encima y por detrás del epicóndilo lateral. Perforamos el punto elegido con una aguja pasa injerto de 2 mm dirigida a la cortical medial. Utilizando una broca canulada según el diámetro de la plástica anteriormente medida con calibradores, ampliamos el canal en una profundidad de 30 mm. Con ayuda de una aguja con ojal, recuperamos los hilos de tracción, introduciendo la plástica en el canal óseo, dónde se fijó con un tornillo interferencial reabsorbible de 30 mm (fig. 7). La fijación se realizó siempre con la rodilla en flexión de 90° y rotación externa forzada. Cerramos los bordes de la fascia con ayuda de puntos aislados y colocamos una sutura intradérmica (fig. 8 y 9) y un vendaje suavemente compresivo.



Figura 4: Sutura no absorbible desde su extremo proximal.

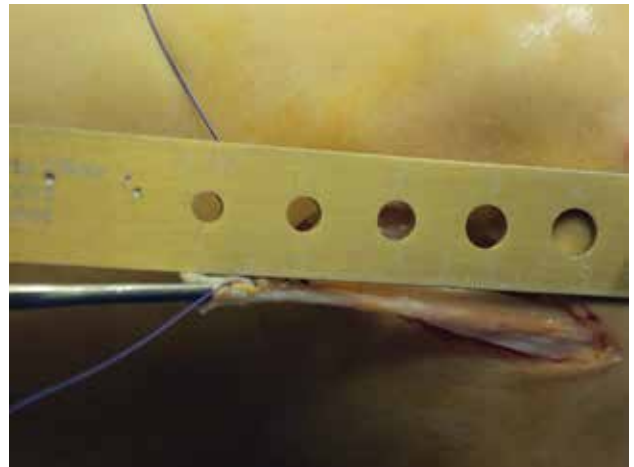


Figura 5: Medición con calibradores, longitud y diámetro.



Figura 6: Fabricamos un ojal bajo el LCL y pasaje de la plástica.



Figura 7: Fijación tornillo interferencial.



Figura 8: Cierre de los bordes anterior y posterior de la fascia.



Figura 9: Sutura intradérmica.

Cuidados post-operatorios y seguimiento: Los pacientes fueron hospitalizados durante un día. Colocamos una férula en extensión que se mantuvo durante dos semanas sin apoyo, realizando desde el post operatorio inmediato ejercicios isométricos y permitiendo llevar pasivamente su rodilla hasta la extensión completa. Se hizo especial hincapié en la obtención de la extensión completa de la rodilla en la fase postoperatoria temprana. A los 7 días se realizaron curaciones de heridas quirúrgicas y cumplidas dos semanas retiro de puntos. A partir de la tercera semana se comenzó con apoyo parcial del 50% con aumento progresivo, y se iniciaron ejercicios de flexo-extensión con incremento gradual, en un intervalo de 0-90 grados. Cumplida las tres semanas con un ROM de 0-90 grados y ya con carga total, se retiró férula y se inició fisio kinesio terapia hasta completar el ROM. Bici fija se permitieron a partir de la 3ª semana. Completada la 8ª semana y una vez logrado el ROM completo comenzó la etapa de fortalecimiento en gimnasio. Se les permitió trotar a partir del tercer mes y la vuelta al deporte de contacto a los seis meses, previa RMN y RX control de la plástica.

RESULTADO

Los 8 pacientes fueron evaluados en el preoperatorio y seguidos hasta el último control. El período de seguimiento fue en promedio 28.1 meses, con cinco pacientes teniendo menos de 2 años y tres pacientes más de 2 años (tabla 1).

Los métodos utilizados para evaluar y cuantificar los resultados clínicos fueron Lysholm, Tegner, IKDC y solo se agregó a los 12 meses el test de Cicinncati (CKDR) ya que la población que tratamos es deportistas.

En relación al score de Lysholm, en el preoperatorio: 75% pobres, 25% regulares, 0% excelente y bueno. En el postoperatorio: 87,5 excelentes y 12,5% buenos, no hubo ningún caso pobres o regular (tabla 2). Y respecto al score de Tegner los pacientes pudieron retornar a un nivel de actividad física competitiva.

En cuanto al nivel de actividad según la escala IKDC, en el preoperatorio: un 0% de los casos con nivel I y nivel II, un 87,5% nivel III y un 12,5% con nivel IV. En el postoperatorio: 87,5% nivel I, 12,5% nivel II y nivel III y IV 0% (tabla 3).

La exploración física del ligamento y el ROM también empleamos el formulario IKDC. En el preoperatorio: 100% nivel C o D. En el postoperatorio: 87,5% nivel A y 12,5% nivel B. Ningún nivel C y D en el seguimiento (tabla 4). Todos los pacientes recuperaron el ROM completo.

En cuanto a la escala de función de la rodilla de Cincinnati, en el preoperatorio, no hubo ningún caso excelente, 12,5% fueron buenos, 62,5% regular y 25% malos. En el postoperatorio, no hubo ningún caso malo ni regular, 12,5% bueno y 87,5% excelente (tabla 5).

En cuanto al grado de satisfacción del paciente con los resultados, 87,5% lo definió como muy bueno, 12,5% como

TABLA 2: PUNTUACIONES

LYSHOLM	Preoperatorio	Postoperatorio
Pobres	75 %	0%
Regular	25%	0%
Bueno	0%	12,5%
Excelente	0%	87,5%

Las puntuaciones por debajo de 65 fueron consideradas pobres; entre 66 y 83, regulares; desde 84 hasta 94, buenas, y por encima de 95, excelentes.

TABLA 3: NIVEL DE ACTIVIDAD SEGÚN ESCALA IKDC

IKDC	Preoperatorio	Postoperatorio
Nivel de actividad	Nivel V	12,5%
	Nivel III	87,5%
	Nivel II	0%
	Nivel I	0%

Nivel I (actividades muy agotadoras como fútbol o baloncesto), nivel II (actividades agotadoras como esquiar o tenis), nivel III (actividades moderadas como correr) y nivel IV (actividades sedentarias sin deportes).

TABLA 4: EXPLORACIÓN FÍSICA SEGÚN IKDC

IKDC	Preoperatorio	Postoperatorio
Exploración Física	A	0%
	B	0%
	C	75%
	D	25%

A=Normal, B=Casi normal, C=Anormal y D=Severamente anormal

TABLA 5: MÉTODO COMBINADO DE CINCINNATI

CKDR	Preop	Postop
Escala de Cincinnati	Malo	25%
	Regular	62,5%
	Bueno	12,5%
	Excelente	0%

Puntuación global de 0 a 100

bueno. No hubo ningún caso regular y de insatisfacción. En todos los casos se realizaron RMN antes de la vuelta al deporte de contacto, donde se pudo comprobar e identificar la óptima señal de la plástica intra-articular.

DISCUSIÓN

El objetivo del presente trabajo fue reportar nuestra experiencia en pacientes deportistas de contacto, tratados con una revisión de LCA, a quienes se realizó además una aumentación EAL de Lemaire. Para nuestro conocimiento este es el primer estudio realizado a nivel nacional en base a la técnica implementada y sobre pacientes con dichas características, lo que hace que sea relevante.

Respecto a las debilidades y limitaciones de nuestro estudio: en primer lugar, las propias de un análisis retrospectivo; en segundo lugar, presentamos un número reducido de pacientes debido a los criterios de inclusión que ellos debían cumplir y el poco tiempo del seguimiento; la tercera limitación es que la estabilidad rotacional post operatoria se evaluó únicamente con el test de pivot shift, que es una maniobra semiológica subjetiva; y el cuarto hecho es no disponer de bibliografía nacional sobre el tema y en la bibliografía internacional no existe unificación de criterios en su indicación.

En cirugías de revisión de LCA existen controversias con respecto de las distintas técnicas quirúrgicas empleadas, debido a la gran heterogeneidad que hay entre los pacientes. Principalmente por el tipo de injerto elegido, la técnica quirúrgica empleada (anatómica, no anatómica) y el tipo de fijación utilizada (transversal, cortical, interferencial, grapas y otros) en la plástica primaria.

Las técnicas de reconstrucción EAL con fascia lata datan desde el principio del siglo pasado,^{10,11} popularizada por Macel Lemaire en 1961, como tratamiento puramente extraarticular.^{12,13} Pero el desarrollo de las técnicas artroscópicas para reconstrucción del LCA con tendón rotuliano e isquiotibiales se transformó en el tratamiento de elección, relegando la fascia lata al rango de técnicas obsoletas y anticuadas.^{14,15}

La plástica EAL de Lemaire no es un procedimiento frecuente de realizar. Autores como Marcacci M, Zaffagnini⁵ sugieren que la combinación de procedimientos intra y extra-articulares fueron desarrollados para tratar la laxitud de la rodilla tanto anteroposterior como rotacional, mejorar las propiedades de resistencia del injerto y mejorar los resultados.

Otros como Engebretsen⁴ y Carson,^{1,8} sugieren que el procedimiento EAL impide la subluxación antero lateral de la meseta tibial, demostrando en análisis biomecánico una reducción de la rotación y disminución de la fuerza en el injerto LCA de hasta un 43%.¹⁶

Otra línea de investigadores¹⁷⁻¹⁹ señalan que estudios clínicos no han aclarado su eficacia y función, encontrando potenciales desventajas, incluyendo el aumento del riesgo de morbilidad quirúrgica y el riesgo potencial de aumento de la tensión en el compartimento lateral, que puede resultar en cambios degenerativos tardíos.

Con la llegada de la reconstrucción de LCA asistida por

navegador, que además de aumentar la precisión de la intervención quirúrgica (colocación túnel)²⁰ es muy eficaz en la evaluación del rendimiento global de la cinemática articular, capaz de calcular con mucha precisión desplazamientos antero-posterior (AP), rotación interna (RI) y rotación externa (ER) de la tibia respecto al fémur en tres planos dimensionales del movimiento articular.^{16,21-23} Mostrándose altamente repetible y fiable.^{24,25}

Autores como Lie y cols.² encontraron, que una reconstrucción simple banda (SB) no es capaz de controlar la rotación antero lateral, dejando un fenómeno de persistencia en el desplazamiento del pivot (mini pivot shift residual persistente).

Monaco, Ferretti y cols.²⁶⁻²⁸ realizaron un trabajo con navegación asistida intraoperatoria, centrado en la evaluación cinemática articular. Demostrando in vivo que una reconstrucción con injerto simple banda combinada con una aumentación EAL muestra una reducción significativa en la rotación tibial interna, sobre una reconstrucción con doble banda. Otros autores²⁹ utilizando también sistema de navegación han demostrado que añadir una aumentación EAL, provoca una reducción adicional significativa de la laxitud AP de aproximadamente 1 mm en ambos compartimentos.

Recientemente se estudió que la fascia lata es un material de trasplante con alta resistencia biomecánica, comparable a los trasplantes más ampliamente utilizados en la actualidad. La resistencia de este tipo de trasplante es de aproximadamente 3.266 N³⁰ y la preservación de la inserción distal en el tubérculo Gerdy es una fijación natural que ningún otro sistema de fijación sería capaz de reemplazar.

Grupos de investigadores³¹⁻³⁶ han identificado diferentes estructuras en el lado anterolateral de la rodilla, y de ellos surgió una posible relación entre el daño a estas estructuras, inestabilidad rotatoria antero-lateral (IRAL) y la fractura de Segond. Cada grupo nombró a su estructura identificada, ligamento anterolateral (ALL).

Varios autores^{31,37} describen el concepto de la capa capsulo ósea ligamentosa, que junto con la plástica del LCA, forman una herradura o un cabestrillo alrededor del condilo femoral lateral, evitando así la subluxación antero-lateral de la meseta tibial. Esta estructura se consideró actuar

como un ligamento antero-lateral (LAL) sin ser una plástica anatómica.

Muy recientemente³⁸⁻⁴² se estudió la isometría de las reconstrucciones EAL, es decir la distancia constante de separación entre los puntos de inserción a ambos lados de una articulación en movimiento. Encontrado que un aumento en la distancia entre los puntos de inserción, puede llevar al injerto a un permanente estiramiento y por lo tanto mayor estabilidad antero-lateral. Y lo contrario, una disminución de la distancia entre los dos puntos, a un aflojamiento en flexión. Por lo tanto si un injerto se afloja en un ángulo de flexión de la rodilla en particular, puede que no sea capaz de reproducir adecuadamente la función del ligamento reconstruido.

Un injerto unido proximal al epicóndilo femoral lateral y en funcionamiento profundo del LCL (es decir mayor distancia de separación entre los puntos de inserción) proporcionará un comportamiento deseable del injerto, de tal manera que no sufra endurecimiento excesivo o aflojamiento durante el movimiento de la rodilla.

Dado que la rodilla tiene una mayor laxitud rotacional cuando se flexiona, pueden ser deseables los injertos que corren profundamente al LCL, con sitios de inserción proximal al epicóndilo lateral, mostrando patrones de cambio de longitud deseables, previniendo la subluxación antero lateral de la meseta tibial.

Recordando siempre que esta ruta de acceso y sitios de unión no corresponden a una reconstrucción anatómica.

CONCLUSIÓN

Podemos decir que en deportistas de contacto que someten a la articulación a altas exigencias rotacionales y que sufren un nuevo episodio de inestabilidad por ruptura de la plástica del LCA, se puede añadir a la revisión intrarticular una plástica EAL de Lemaire por ser la que más controla la cinemática articular, apoyados en las últimas publicaciones bibliográficas mundiales. También sabemos que es muy difícil sino imposible asegurar por cualquier técnica que utilizemos, prevenir un nuevo episodio de inestabilidad por accidentes deportivos.

BIBLIOGRAFÍA

- Carson WGJ (1988). The role of lateral extra-articular procedures for anterolateral rotatory instability. *Clin Sports Med* 7:751-772.
- Lie DTT, Bull AMJ, Amis AA (2007) Persistence of the mini pivot shift after anatomically placed anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* 457:203-209.
- Zantop T, Schumacher T, Diermann N, Schanz S, Raschke MJ et al (2007). Anterolateral rotational knee instability: role of posterolateral structures: winner of the AGA-DonJoy award 2006. *Arch Orthop Trauma Surg* 127:743-752.
- Engelbreten L, Lew WD, Lewis JL, Hunter RE. The effect of an iliotibial tenodesis on intraarticular graft forces and knee joint motion. *Am J Sports Med*. 1990;18:169-176.
- Marcacci M, Zaffagnini S, Iacono F, Neri MP, Loreti I, Petitto A. Arthroscopic intra- and extra-articular anterior cruciate ligament reconstruction with gracilis and semitendinosus tendons. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 1998;6:68-75.
- Marcacci M, Zaffagnini S, Iacono F, Vascellari A, Loreti I et al (2003) Intra and extra-articular anterior cruciate ligament reconstruction utilizing autogenous semitendinosus and gracilis tendons: 5-year clinical results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 11:2-8.
- Zaffagnini S, Marcacci M, Lo Presti M, Giordano G, Iacono F et al (2006) Prospective and randomized evaluation of ACL reconstruction with three techniques: a clinical and radiographic evaluation at 5 years follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14:1060-1069.
- Carson WG Jr. Extra-articular reconstruction of the anterior cruciate ligament: lateral procedures. *Orthop Clin North Am*. 1985;16:191-211.
- Lemaire M, Combelles F. Technique actuelle de plastie ligamentaire pour rupture ancienne du ligament croisé antérieur. *Rev Chir Orthop*. 1980;66:523-525.
- Q.M. Burnett 2nd, P.J. Fowler Reconstruction of the anterior cruciate ligament: historical overview. *Orthop Clin North Am*, 16 (1985), pp. 143-157.
- J.D. Amirault, J.C. Cameron, D.L. MacIntosh, P. Marks. Chronic anterior cruciate ligament deficiency. Long-term results of MacIntosh's lateral substitution reconstruction. *J Bone Joint Surg Br*, 70 (1988), pp. 622-624.
- M. Lemaire Chronic knee instability. *Technics and results of liga-*

- ment plasty in sports injuries. *J Chir (Paris)*, 110 (1975), pp. 281–29.
13. M. Lemaire, F. Combelles. Plastic repair with fascia lata for old tears of the anterior cruciate ligament. *Rev Chir Orthop*, 66 (1980), pp. 523–52.
 14. D.R. Johnston, A. Baker, C. Rose, T.R. Scotland, N. Maffulli. Long-term outcome of MacIntosh reconstruction of chronic anterior cruciate ligament insufficiency using fascia lata. *J Orthop Sci*, 8 (2003), pp. 789–795.
 15. U. Jørgensen, K. Bak, J. Ekstrand, M. Scavenius. Reconstruction of the anterior cruciate ligament with the iliotibial band autograft in patients with chronic knee instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 9 (2001), pp. 137–145.
 16. Koh J (2005). Computer assisted navigation and anterior cruciate ligament reconstruction: accuracy and outcomes. *Orthopaedics* 28(10/supplement):s1283–s128.
 17. Roth JH, Kennedy JC, Lockstadt H, McCallum CL, Cuning LA. Intra-articular reconstruction of the anterior cruciate ligament with and without extra-articular supplementation by transfer of the biceps femoris tendon. *J Bone Joint Surg Am*. 1987;69:275–278.
 18. O'Brien SJ, Warren RF, Pavlov H, Panariello R, Wickiewicz TL. Reconstruction of the chronically insufficient anterior cruciate ligament with the central third of the patellar ligament. *J Bone Joint Surg Am*. 1991;73:278–286.
 19. Strum GM, Fox JM, Ferkel RD, et al. Intraarticular versus intraarticular and extraarticular reconstruction for chronic anterior cruciate ligament instability. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;245:188–198.
 20. Plaweski S, Cazal J, Rosell P, Merloz P (2006). Anterior cruciate ligament reconstruction using navigation A comparative study on 60 patients. *Am J Sports Med* 34(4):542–552.
 21. Cha PS, Brucker PU, West RV, et al (2005). Arthroscopic double bundle anterior cruciate ligament reconstruction: an anatomic approach. *Arthroscopy* 21(10):1275e–1275e8.
 22. Ishibashi Y, Tsuda E, Tazawa K (2005). Intraoperative evaluation of the anatomical double bundle anterior cruciate ligament reconstruction with OrthoPilot navigation system. *Orthopaedics* 28(10/supplement):s1277–s1282.
 23. Valentin P, Hofbauer M, Aldrian S (2005). Clinical results of computer navigated anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthopaedics* 28(10/supplement):s1289–s1291.
 24. Martelli S, Zaffagnini S, Bignozzi S, Lopomo N, Marcacci M (2007). Description and validation of a navigation system for intraoperative evaluation of knee laxity. *Comput Aided Surg* 12:181–188.
 25. Zaffagnini S, Bignozzi S, Martelli S, Imakiire N, Lopomo N et al (2006) New intraoperative protocol for kinematic evaluation of ACL reconstruction: preliminary results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14:811–816.
 26. Ferretti et al. have shown, in vivo, that a single-bundle (SB) graft with added extra-articular tenodesis controls primary internal rotation better than double-bundle graft.
 27. Ferretti A., Conteduca F, Labianca L, et al (2005). Evolgate fixation of doubled flexor graft in ACL reconstruction: biomechanical evaluation with cyclic loading. *Am J Sports Med* 33(4):574–582.
 28. Monaco E, Labianca L, Conteduca F, De Carli A, Ferretti A (2007) Double bundle or single bundle plus extraarticular tenodesis in ACL reconstruction? A CAOS study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 15:1168–1174.
 29. Colombet P, Robinson J, Christel P, Franceschi J, Djian P (2007). Using navigation to measure rotation kinematics during ACL reconstruction. *Clin Orthop Relat Res* 454:59–65.
 30. D.B. Chan, H.T. Temple, L.L. Latta, S. Mahure, J. Dennis, L.D. Kaplan. A biomechanical comparison of fan-folded, single-looped fascia lata with other graft tissues as a suitable substitute for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 26 (2010), pp. 1641–1647.
 31. Vieira ELC, Vieira EA, Teixeira da Silva R, dos Santos Berlefin PA, Abdalla RJ, Cohen M. An anatomic study of the iliotibial tract. *Arthroscopy*. 2007;23:269–274.
 32. Claes S, Vereecke E, Maes M, Victor J, Verdonk P, Bellemans J. Anatomy of the anterolateral ligament of the knee. *J Anat*. 2013;223:321–328.
 33. Dodds A, Halewood C, Gupte C, Williams A, Amis A. The anterolateral ligament anatomy, length changes and association with the Segond fracture. *Bone Joint J*. 2014;96(3):325–331.
 34. Helito CP, Demange MK, Bonadio MB, et al. Anatomy and histology of the knee anterolateral ligament. *Orthop J Sports Med*. 2013;1(7):2325967113513546.
 35. Vincent J-P, Magnussen RA, Gezmez F, et al. The anterolateral ligament of the human knee: an anatomic and histologic study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2012;20:147–152.
 36. Barrett G, Richardson K. The effect of added extra-articular procedure on results of ACL reconstruction. *Am J Knee Surg*. 1994;8:1–6.
 37. Terry GC, Norwood LA, Hughston JC, Caldwell KM. How iliotibial tract injuries of the knee combine with acute anterior cruciate ligament tears to influence abnormal anterior tibial displacement. *Am J Sports Med*. 1993;21:55–60.
 38. Penner DA, Daniel DM, Wood P, Mishra D. An in vitro study of anterior cruciate ligament graft placement and isometry. *Am J Sports Med*. 1988;16(3):238–243.
 39. Draganich LF, Hsieh Y-F, Reider B. Iliotibial band tenodesis: a new strategy for attachment. *Am J Sports Med*. 1995;23:186–195.
 40. Krackow KA, Brooks RL. Optimization of knee ligament position for lateral extraarticular reconstruction. *Am J Sports Med*. 1983; 11:293–302.
 41. Kurosawa H, Yasuda K, Yamakoshi K-I, Kamiya A, Kaneda K. An experimental evaluation of isometric placement for extraarticular reconstructions of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med*. 1991;19:384–388.
 42. Sidles JA, Larson RV, Garbini JL, Downey DJ, Matsen FA. Ligament length relationships in the moving knee. *J Orthop Res*. 1988;6:593–610.