

# Reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior con Doble Banda versus Banda Simple. Estudio de Cohortes Prospectivo en Pacientes con Lesión Aguda del Ligamento Cruzado Anterior

Dr. Iván Bitar

Servicio de Ortopedia y Traumatología Sanatorio Allende

## RESUMEN

**Introducción:** El objetivo de este estudio fue evaluar si existe alguna diferencia significativa entre los resultados de la reconstrucción del LCA con banda doble (BD) versus banda simple (BS) en pacientes con lesión aguda del LCA. Nuestra hipótesis fue: no existen diferencias significativas entre ambas técnicas quirúrgicas a los 18 meses de seguimiento. // **Material y Métodos:** Estudio de cohorte prospectivo. Se constituyeron 2 grupos de trabajo, BS: 22 pacientes y BD: 20 pacientes. La muestra resultó ser homogénea a nuestro análisis estadístico. Se analizaron variables preoperatorias objetivas: test de lachman en 20° y 60° de flexión (manual aircast rolimeter), y test de pivot shift siguiendo la forma objetiva del IKDC. Se evaluó con goniómetro el ROM del paciente y los cambios degenerativos radiográficos. La forma subjetiva del IKDC y el test de Lysholm fueron utilizadas como variables preoperatorias subjetivas. // **Resultados objetivos:** Test de lachman y pivot. Hubo un incremento significativo de los resultados de ambos grupos al comparar el preoperatorio y el postoperatorio. No hubo diferencias significativas entre ambos grupos a los 18 meses de seguimiento. No encontramos diferencias significativas entre ambos grupos al evaluar el ROM y los cambios degenerativos radiográficos. // **Resultados subjetivos:** IKDC y test de Lysholm. Hubo un incremento significativo de los resultados de ambos grupos al comparar el preoperatorio y el postoperatorio. No hubo diferencias significativas entre los resultados de ambos grupos a los 18 meses. Los test estadísticos fueron realizados en dos direcciones y el valor de P fue considerado significativo cuando fue < a 0.05. // **Conclusión:** Este estudio demostró resultados semejantes entre las dos técnicas quirúrgicas a los 18 meses de seguimiento. Nivel de evidencia II.

## ABSTRACT:

*The aim of this study was to evaluate whether anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction using the double bundle technique (DB) improves stability in the knee compared with the single bundle technique (SB) in patients with acute ACL damage. // **Hypothesis:** There is not significant difference between both techniques. // **Study Design:** Cohort study. // **Methods:** Two study groups were performed: BS 22 and BD 20 patients. Four-stranded semitendinosus and gracilis autologous grafts were used in both groups. Endobutton fixation was our selected technique. The subjective form of IKDC 2000 and the Lysholm score were used for the preoperative evaluation and in the follow up after 18 months. Preoperative and postoperative anterior Lachman test at 20° and 60° of flexion (manual Aircast Rolimeter) and the pivot shift test were evaluated. Range of motion (goniometer) and radiographic degenerative changes were evaluated. // **Results:** No significant preoperative between group differences were found. During de follow up, no differences were found between groups, except for significant between group differences ( $P < 0.05$ ) between the preoperative and postoperative evaluations. // **Conclusion:** SB and DB ACL reconstruction techniques showed no significant differences between the pivot shift test, anterior Lachman at 20° and 60° of flexion, range of motions and subjective scores. However, significant between group differences were found between the preoperative and postoperative evaluations.*

## INTRODUCCIÓN

Los resultados promisorios en reconstrucciones del ligamento cruzado anterior (LCA) a lo largo del mundo son ampliamente conocidos por la mayoría de los cirujanos. Sin embargo, existe un grupo de pacientes que con el paso

del tiempo experimentan síntomas de dolor e inestabilidad. La mayoría de las reconstrucciones del LCA llevadas a cabo, son aquellas en donde se reproduce la banda anteromedial del LCA nativo siguiendo la técnica quirúrgica de reconstrucción ligamentaria tradicional.<sup>1,2,3,5,6</sup>

La excelencia en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior con banda simple (BS) puede ser alcanzada con diversas técnicas quirúrgicas y utilizando tendones autólogos como el tendón patelar, semitendinoso y recto interno, tendón cuadricepsal o bien con injerto homólogo.<sup>1,3</sup> Recientes estudios anatómicos reportan que el LCA está representado

Dr. Iván Bitar.

Servicio de Ortopedia y Traumatología Sanatorio Allende.

Córdoba, Argentina.

Teléfono: +54 351 156170743

E-mail: bitivan@hotmail.com

en su anatomía funcional por dos bandas: una banda anteromedial (AM) que controla el desplazamiento anterior de la tibia, y una banda posterolateral (PL) que controla la estabilidad rotacional.<sup>6,7,8,9</sup> Mott y Muller, en 1983 y 1986, fueron los primeros en realizar reconstrucciones del LCA con banda doble (BD).<sup>15,16</sup> Reportes actuales mencionan, que la reconstrucción del LCA con BS no es capaz de restaurar una estabilidad anterior y rotacional duradera de la rodilla.<sup>21, 22, 23, 26, 32</sup> Por otra parte, estudios biomecánicos y anatómicos indican que la reconstrucción del LCA con BD iguala a la técnica realizada con BS en estabilidad anterior, pero incrementa notablemente la estabilidad rotacional.<sup>10,11,13,14</sup> En consecuencia la reconstrucción en forma independiente de la banda PL del LCA mejoraría el pivote de la rodilla. A partir de este punto, estudios biomecánicos comienzan a incorporar el concepto de reconstrucción "anatómica" del LCA con BD como sucesor a la técnica con BS, debido al similar sitio de inserción que las dos bandas tienen con el LCA nativo y a una similar restauración de las funciones biomecánicas.<sup>5, 6, 7, 12, 14, 30, 31</sup>

Como la reconstrucción del LCA con BD es un procedimiento relativamente joven, con pobre seguimiento de pacientes a largo plazo, es difícil sacar conclusiones definitivas. A pesar de esto, el interés en este procedimiento ha crecido mucho en los últimos años. Si bien para muchos cirujanos la reconstrucción del LCA con BD otorga ventajas particularmente en materia de estabilidad para otros representa un procedimiento quirúrgico costoso y de mayor complejidad.<sup>4, 43</sup> La forma de realizar los túneles, la posición de los mismos, los medios y técnicas de fijación del injerto, el instrumental quirúrgico inadecuado son claros ejemplos a solucionar. En relación a esto nuevos estudios comparativos serán requeridos para determinar resultados inherentes a los riesgos y beneficios de ambas técnicas.

Resultados objetivos a corto plazo parecen reportar igual o mejor estabilidad anterior y rotacional en reconstrucciones ligamentarias con BD. En su estudio de cohorte Yasuda y col., reporta mejores resultados objetivos (KT 2000) alcanzados con la reconstrucción del LCA con BD.<sup>31</sup> Muneta y col., en un estudio aleatorio, reporta mejores resultados en estabilidad rotacional con reconstrucciones con BD.<sup>30</sup> Más recientemente, Siebold y col., en un estudio randomizado, reporta ventajas significativas en materia de estabilidad anterior y rotacional en reconstrucciones del LCA con BD.<sup>4</sup> Sin embargo, todos estos estudios no mostraron resultados significativos en ninguna de las variables subjetivas analizadas. Teniendo en cuenta que los resultados objetivos de la reconstrucción del LCA con BD parecen ser promisorios en materia de estabilidad rotacional, resulta imperativa la búsqueda de instrumentos que puedan, en un futuro, cuantificar el test de pivot shift y así obtener resultados más concluyentes entre ambas técnicas.

A nuestro conocimiento no existen estudios científicos que comparen ambas técnicas quirúrgicas limitando la muestra a pacientes con lesión aguda del LCA. El objetivo de este estudio fue evaluar los resultados objetivos y subjetivos en reconstrucciones del LCA con BD versus BS en pacientes con lesión aguda del LCA. La hipótesis de este estudio fue: no existen diferencias en los resultados de la reconstrucción del LCA con BD versus BS.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Este es un estudio de cohorte prospectivo realizado entre enero de 2004 y diciembre de 2008, se incluyeron a 62 pacientes con reconstrucciones del LCA con BD y BS respectivamente. Tres pacientes fueron excluidos del estudio debido a complicaciones durante el procedimiento quirúrgico con BD. Finalmente solo 42 de ellos cumplieron con los protocolos del estudio y seguimiento correspondiente. Incluimos a pacientes menores de 43 años y mayores de 15 años con ruptura aguda del LCA (menos de 6 semanas de la lesión), sin lesión ligamentaria asociada en resonancia, rodilla contralateral sana, ausencia de cirugías previas de rodilla, ausencia de cambios osteoartroticos (Outerbridge grado 4) y correcta alineación de miembros. Todas las cirugías fueron realizadas por el mismo equipo quirúrgico, y la selección de los pacientes fue realizada en consultorio y bajo los criterios de inclusión ya enunciados. De acuerdo a la utilización de BD o BS se realizaron 22 reconstrucciones del LCA con BS y 20 reconstrucciones con BD. La decisión de utilizar BD o BS fue convenida de antemano entre el cirujano y el paciente. Comenzamos a realizar reconstrucción del LCA con BD a partir del año 2005. El consentimiento del sanatorio fue obtenido para llevar a cabo este estudio.

## TÉCNICA QUIRÚRGICA

El paciente bajo anestesia raquídea es colocado en decúbito dorsal y bajo control hemostático se realiza una incisión vertical de 3,5 cm en cara anterointerna de tibia proximal. Se extrae tendón semitendinoso (ST) y recto interno (RI) con extractor de tendón cerrado (Implant Cirugía Argentina). Ambos tendones son liberados de sus tejidos blandos en mesa posterior. Para la reconstrucción del LCA con BD se utilizó tendón del ST doble para la banda AM y RI doble para la banda PL. Cada tendón fue montado en su ojal a una cinta de Mersilene n° 5 y a un endobotón de 12 mm (Implant Cirugía Argentina) como medio de fijación proximal. El extremo distal de cada uno de los tendones fue amarrado a dos suturas Ethibond n° 2, y posteriormente fueron pretensados por separado en mesa de trabajo posterior. Se realizaron dos portales artroscópicos: anterolatero-

ral vertical y oblicuo anteromedial. En las reconstrucciones con BD utilizamos, en algunos pacientes, un tercer portal central accesorio transtendón rotuliano para mejorar la visualización de la pared medial del cóndilo femoral externo. Se realizó en primera instancia limpieza de la inserción tibial y femoral del LCA. Fue realizada de rutina en todos los pacientes, plástica con cureta de la cara medial del cóndilo femoral externo hasta obtener una correcta visualización de la pared. Los injertos fueron medidos en su diámetro, y de acuerdo al mismo, se realizaron dos túneles tibiales y dos túneles femorales. El diámetro de los túneles fue 0.5 mm mayor al diámetro del injerto. En la reconstrucción ligamentaria con BD el ángulo de la guía tibial (Linvatec) para la banda AM fue de 45° y para la banda PL fue de 50°. Para la banda AM la punta de la guía tibial fue ubicada en la zona central de la posición natural del LCA. La guía tibial para la banda PL fue ubicada 3 o 4 mm posterior a la guía de la banda AM casi adosada al LCP. Como rutina quirúrgica señalamos con bisturí eléctrico el sitio de inserción tibial correspondiente a la banda AM y PL, para luego colocar con mejor visualización la punta de la guía tibial.

Con la rodilla en flexión de 90° se realizó el pasaje de cada clavija tibial. Ambas clavijas de 2.4 mm vistas en una imagen radioscópica de frente forman un ángulo de 20° a 30°. Las dos clavijas tibiales deben quedar separadas anteriormente y posteriormente dentro de la inserción normal del LCA por un puente óseo que promedia los 4 mm. En una imagen lateral ellas quedan entre el domo del surco del intercóndilo (línea de Blumensaat's) y el borde anterior del tubérculo lateral del mismo. Primero se realizó el túnel tibial PL y luego el túnel tibial AM. Posteriormente a su realización, ambos túneles tibiales fueron obturados para evitar la pérdida de fluido y mejorar la visualización durante la realización de los túneles femorales.

Ambos túneles femorales fueron realizados a través del portal medial con la rodilla en flexión de 120° y hasta 130° para el túnel femoral PL. Primero realizamos el túnel femoral AM y luego el PL. El objetivo de este momento quirúrgico fue lograr la mejor posición anatómica de ambos túneles femorales. En dos ocasiones el túnel femoral AM fue realizado a través del túnel tibial PL. En los 18 casos restantes se utilizó el portal medial con la rodilla flexionada a más de 120°. Para la banda AM se utilizó una guía femoral de 6 mm, la cual fue ubicada anterior al borde posterior del surco del intercóndilo. Se realizó el túnel femoral correspondiente según diámetro del injerto. A nivel femoral la banda AM fue colocada en hora 11:00 (rodilla derecha) y hora 1:00 (rodilla izquierda) a 6 mm del borde posterior del surco intercondileo quedando adyacente al LCP. Para la confección del túnel femoral PL no se utilizó ninguna guía femoral. Se realizó directamente la colocación de la clavija a 5 o 7 mm posterior y a 3 mm superior del borde

anterior del cartílago articular del cóndilo femoral a través del portal medial. En el reloj del intercóndilo se logra un túnel en hora 9:30 para la rodilla derecha y 2:30 para la izquierda respectivamente.

El diámetro del túnel femoral para la banda AM osciló entre los 6 y 8 mm y fue de 4,5 a 6 mm para el túnel correspondiente a la banda PL. Ambos túneles fueron realizados desde adentro hacia afuera. Para testear la correcta ubicación de los túneles femorales realizamos la visualización de los mismos por el portal medial con la rodilla en 90° de flexión, de esta forma el túnel PL se observará anterior y algo por debajo del túnel AM.

La longitud del túnel femoral fue determinada adicionando 8 mm a los 26 mm de injerto tendinoso (34 mm), destinado a osteointegrarse en el interior del túnel femoral. Finalmente, se completa el túnel femoral atravesando la cortical anterior del fémur con una endofresa canulada de 4.5 mm dirigida desde adentro hacia afuera a través del túnel femoral. La longitud final del túnel femoral fue medida utilizando un medidor de profundidad. Usualmente el túnel femoral final AM presenta una longitud de 45 a 50 mm mientras que el túnel femoral final PL presenta una longitud de 38 a 45 mm.

Teniendo en cuenta la medida final del túnel femoral, el endobotón es anclado a la cinta de Mersilene n° 5 y al ojal del injerto respetando aquella medida. La banda PL es izada en primer lugar con una clavija hasta que el endobotón atraviesa verticalmente la cortical femoral anterior, para luego ser bloqueado en forma horizontal. El mismo procedimiento se realiza con la banda AM. A nivel tibial ambas bandas son fijadas con tornillos metálicos de rosca atraumática llevando la rodilla a 30° de flexión mediante máxima tracción. Primero se fija la banda PL y luego la banda AM.

Para la reconstrucción del LCA con BS primero se realiza el túnel tibial mediante la utilización de una guía tibial en 45°, la cual es colocada en la parte posterior de la zona central de la inserción tibial del LCA. El diámetro del túnel tibial coincide con el diámetro de injerto del tendón ST y RI los cuales fueron colocados en forma cuádruple.

El túnel femoral fue realizado en hora 11:00 o 1:00, según sea la rodilla derecha o izquierda respectivamente, con guía femoral de 6 mm y clavija de 2.4 mm. En todos los casos se utilizó el portal medial para la realización del túnel con la rodilla flexionada entre 120° y 130°. El túnel femoral fue realizado con fresa apropiada, y dicho túnel fue completado con una endofresa canulada de 4.5 mm hasta atravesar la cortical femoral anterior. La medición del túnel fue realizada con un medidor de profundidad. El izado del injerto se realizó de la misma forma que en la técnica BD. El diámetro del túnel femoral y tibial fue 0.5 mm mayor al diámetro del injerto. Se utilizaron los mismos sistemas de fijación proximal y distal.

## POSTOPERATORIO

Durante las primeras 3 semanas la reconstrucción ligamentaria es protegida con una férula en extensión. Medidas antiinflamatorias, contracciones isométricas del músculo cuádriceps, y ejercicios de flexión y extensión de tobillo son llevados a cabo. El apoyo es parcial durante la primera semana y luego a demanda. En aquellos pacientes en donde se realizó técnica de mosaicoplastia artroscópica, la descarga de peso fue realizada a partir de las 6 semanas. Las reparaciones meniscales realizadas en estos pacientes no alteró el protocolo de rutina. A partir de la primera semana se realizan ejercicios intermitentes de flexión pasiva. Al mes comenzamos con ejercicios de fortalecimiento muscular, evitando ejercicios de cadenas abiertas por los siguientes cuatro meses. Después de los 4 meses, si el fortalecimiento muscular de la rodilla operada se acerca al 60 % de la rodilla sana, comenzamos con trote liviano. A los 6 meses se evalúa el retorno progresivo de la actividad deportiva del paciente.

## EVALUACIÓN CLÍNICA PREOPERATORIA

Todos los pacientes presentaron una historia clínica completa en donde se puntualizaron los datos demográficos de cada paciente: edad, sexo, tipo y nivel de deporte, tiempo desde la lesión al momento quirúrgico. No hubo diferencias significativas preoperatorias entre ambos grupos en relación a la edad, sexo, nivel deportivo, tiempo desde la lesión a la cirugía, tiempo de seguimiento y laxitud preoperatoria (Tabla 1).

Para realizar diagnóstico de certeza y definir criterios de inclusión se realizó un minucioso examen físico preoperatorio a todos los pacientes. Se evaluó tumefacción articular, dolor en interlínea articular, rango de movimiento (ROM) y evaluación de estabilidad ligamentaria: test de Lachman anterior en 25° y 60° de flexión (manual Aircast Rolimeter), test de pivót Shift y test varo/valgo en extensión y en 25° de flexión. Las variables objetivas preoperatorias fueron: test de Lachman en 25° y 60° de flexión y test de pivót Shift, ambos realizados bajo anestesia, raquídea y siguiendo la forma objetiva del IKDC 2000. Los resultados del

TABLA 1: DETALLE PREOPERATORIO DE PACIENTES.

Variable	BS n = 22	BD n = 20	Significancia
Edad	25.8 ± 5.29 (18-35)	25.9 ± 7.37 (16-43)	ns
Intervalo entre lesión y cirugía (meses)	2.80 ± 1.40 (1-6)	1.37 ± 1.37 (1-6)	ns
Seguimiento (meses)	20.45 ± 2.72 (18-26)	21.27 ± 3.87 (18-33)	ns
Lachman preoperatorio 20° flexión (mm)	8.8 ± 1.6 (1-12)	9.0 ± 1.4 (1-13)	ns
Pivot preoperatorio	1 + 15 pac 2 + 7 pac 3 + 0 pac	1 + 12 pac 2 + 8 pac 3 + 0 pac	ns
<b>Sexo</b>			
Masculino	18	20	
Femenino	4		
<b>Lado</b>			
Derecho	10	15	
Izquierdo	12	5	

TABLA 2: LESIONES MENISCALES CARTÍLAGO ASOCIADAS Y TRATAMIENTO REALIZADO.

	GRUPO BD (N =20)	GRUPO BS (N = 22)
Meniscectomía parcial	MM, 2 casos ML, 1 casos	MM, 2 casos ML, 2 casos
Reparación meniscal	MM, 2 casos	MM, 2 casos ML, 2 casos
Raspado meniscal (lesión < 1.5 mm)	MM, 1 caso ML, 2 casos	MM, 2 casos ML, 1 caso
<b>Lesión osteocondral</b>		
Cóndilo medial	1 caso DTO	1 caso OATS
Cóndilo lateral	2 casos DTO	1 caso Microfracturas
Troclea y rótula	1 caso DTO	

examen objetivo realizado en consultorio y en sala de cirugía, fueron correlacionados con los resultados de la resonancia magnética, esto nos permitió excluir a pacientes con lesiones asociadas. La evaluación del ROM fue realizada con goniómetro, sin tener en cuenta la forma objetiva del IKDC.

Todos los pacientes ingresaron a cirugía con un ROM de 0° a 120°. Aquellos pacientes que por una mayor reacción inflamatoria de su rodilla no lograban un ROM aceptable antes de las 6 semanas, fueron rápidamente manejados por el servicio de rehabilitación del sanatorio para mejorar la inflamación y así restaurar el ROM adecuado para la cirugía. Las variables subjetivas fueron evaluadas mediante la forma subjetiva del IKDC 2000 y el test de Lysholm. Exámenes radiográficos preoperatorios y postoperatorios de frente, perfil y en posición de Merchant fueron realizados en todos los pacientes. Para evaluar lesiones meniscales y/o osteocondrales asociadas, se les realizó a todos los pacientes un estudio de resonancia nuclear magnética de la rodilla afectada. Las mismas recibieron el tratamiento correspondiente (Tabla 2).

## EVALUACIÓN CLÍNICA POSTOPERATORIA

Se realizó con goniómetro la evaluación del ROM pasivo del paciente en decúbito dorsal. Se tomaron las medidas del ROM pasivo de la rodilla sana y luego de la enferma. No se utilizó la forma objetiva del IKDC para la recolección y cálculo del ROM pasivo de los pacientes.

Según la forma objetiva del IKDC 2000, se evaluó estabilidad ligamentaria anterior mediante los siguientes exámenes: test de Lachman anterior con rodilla en 25° y 60° de flexión, y test pivót Shift para evaluar lesión del LCA.

El test de Lachman fue considerado como normal (diferencia lado a lado < a 3 mm), cercano a lo normal (diferencia lado a lado entre 3 a 5 mm), anormal (diferencia lado a lado entre 6 y 10 mm) y severamente anormal (diferencia lado a lado > a 10 mm). El test de pivót Shift fue graduado como normal (igual al lado sano), cercano a lo normal (deslizamiento leve), anormal (deslizamiento moderado), severamente anormal (deslizamiento severo). Para llevar a cabo estas mediciones se utilizó un artrómetro manual (manual Aircast Rolimeter). La evaluación subjetiva fue realizada con el test de Lysholm y la forma subjetiva del test IKDC 2000. Se realizaron radiografías de frente, perfil y en posición de Merchant. Se investigó cambios degenerativos con respecto al preoperatorio en los compartimentos medial, lateral y femoropatelar de la rodilla. Los cambios radiográficos estuvieron basados según el formato IKDC 2000: normal, leve (mínima evidencia de osteoartritis y estrechamiento de la línea interarticular), moderado (50 % de evidencia de osteoartritis y estrechamiento de la línea interarticular) y severo (mayor al 50 %). El seguimiento y evaluación de todas estas variables fue realizado en el consultorio por miembros del equipo quirúrgico a partir de los 18 meses de la cirugía.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para inferencia estadística en variables numéricas se realizó estimación y comparación de media (Prueba T). Previamente se realizó prueba F para evaluar igualdad o no en sus varianzas. Todos los test fueron realizados en dos direcciones y el valor de P fue considerado significativo cuando fue < a 0.05. Los cálculos fueron realizados mediante el programa estadístico Excel.

## RESULTADOS

### Examen clínico objetivo (Lachman con artrómetro, Pí-vot shift, ROM y Cambios radiográficos)

En el análisis de las variables test de Lachman en 25° y 60° de flexión y test de pivot Shift, hubo un incremento significativo de los resultados obtenidos entre el preoperatorio y postoperatorio de ambos grupos: (BS 25° y 60° prueba t P = 0.001 y 0.003) y (BD 25° y 60° prueba t P = 0.001 y 0.008). Sin embargo, considerando el test de Lachman en 25° y 60° de flexión, no hubo diferencias significativas entre ambos grupos después de los 18 meses de seguimiento (prueba t P 0.33). Se observaron resultados semejantes con la variable pivot Shift. 3 pacientes del grupo BS (13.6%) y dos (10%) pacientes del grupo BD presentaron a los 18 meses pivot 1 o leve. Los pacientes restantes de ambos grupos no presentaron pivot (Tabla 3). Considerando el ROM

no hubo diferencias significativas en la flexión entre la rodilla sana y la enferma del grupo BS (prueba t P = 1.00). Lo mismo sucedió en el grupo BD (prueba t P = 0.17). No hubo diferencias significativas en la flexión entre el grupo BS y el grupo BD a los 18 meses de seguimiento (prueba t P = 0.19). Considerando la extensión entre el grupo BS y BD, hubo un promedio en la pérdida de la extensión de 0.5° para el grupo BS y de 0.7° para el grupo BD a los 18 meses. Dos pacientes del grupo BS y un paciente del grupo BD mostraron cambios degenerativos leves en el compartimento medial de la rodilla. En los 3 casos hubo antecedentes de meniscectomía parcial del menisco interno durante el procedimiento reconstructivo. El paciente del grupo BD que recibió meniscectomía presentó un genu varo moderado asociado, que involuntariamente no fue tenido en cuenta al momento de incluirlo en el estudio.

TABLA 3: RESULTADOS DE ESTABILIDAD 18 MESES DE SEGUIMIENTO.

Variable	BS n = 22	BS n = 20
<b>Diferencia lado a lado a 20° de flexión</b>		
1-2 mm	19	19
3-5 mm	3	1
6-10 mm	0	0
> 10 mm	0	0
<b>Diferencia lado a lado a 60° de flexión</b>		
1-2 mm	18	19
3-5 mm	4	1
6-10 mm	0	0
> 10 mm	0	0
<b>Pivot shift</b>		
0	19	18
1+ (leve)	3	2
2+ (moderado)	0	0
3+ (severo)	0	0

TABLA 4: EVALUACIÓN PREOPERATORIA Y POSTOPERATORIA (TEST IKDC Y TEST DE LYSHOLM).

Variable	BS n = 22	BS n = 20	Significancia
IKDC preoperatorio	63.3 ± 8.34 (47.1 - 78.1)	61.9 ± 7.42 (47.1 - 72.1)	ns
IKDC postoperatorio	93.8 ± 2.73 (88.5 - 98.2)	93.1 ± 2.58 (88.5 - 98.6)	ns
Lysholm preoperatorio	57.9 ± 9.52 (40 - 79)	58.1 ± 8.17 (42 - 64)	ns
Lysholm postoperatorio	93.9 ± 3.58 (89 - 100)	93.2 ± 3.91 (85 - 100)	ns

### Examen clínico subjetivo (IKDC 2000 y test de Lysholm)

Al correlacionar los resultados entre el preoperatorio y postoperatorio de cada uno de los grupos, hubo un incremento significativo del IKDC subjetivo y del test de Lysholm al finalizar el seguimiento. Sin embargo no encontramos diferencias significativas subjetivas al evaluar los resultados entre ambos grupos a los 18 meses de seguimiento (prueba t P = 0.33). Considerando el test IKDC: un total de 17.3 % del grupo BS y 16.4 % del grupo BD entraron dentro de la categoría "normal", mientras que el 82.7 % del grupo BS y el 83.6 % del grupo BD correspondieron a la categoría "cercano al normal". No hubo resultados menores a estos. Considerando el test de Lysholm el valor promedio del grupo BS fue de 93.9 puntos y 93.2 puntos para el grupo BD. No hubo diferencias significativas entre ambos grupos a los 18 meses de seguimiento (prueba t P = 0.55) (Tabla 4).

### COMPLICACIONES

No hubo fallas del injerto en ninguno de los dos grupos. Un paciente del grupo banda doble presentó una artritis séptica a los 38 días del postoperatorio, el mismo fue tratado con sucesivos lavados quirúrgicos y terapia antibiótica endovenosa, no fue necesario retirar los injertos. A pesar de esto, el paciente evolucionó favorablemente con respecto a las variables subjetivas y objetivas evaluadas en este estudio. Sin embargo el paciente fue excluido del mismo.

Como complicación intra-operatoria 2 pacientes del grupo BD presentaron un túnel femoral PL corto lo que nos obligó a modificar la técnica quirúrgica. En un paciente no se logró un correcto bloqueo del endobotón sobre la corteza femoral anterior.

### DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue evaluar los resultados subjetivos y objetivos de la reconstrucción del LCA con BD versus BS en pacientes con lesión aguda del LCA. Nuestra

hipótesis fue: no existen diferencias subjetivas y objetivas entre ambas técnicas quirúrgicas.

Estudios actuales sugieren que la reconstrucción del LCA con BD es un método viable para restaurar la estabilidad anterior y fundamentalmente la estabilidad rotacional de la rodilla.<sup>4, 13, 17, 18, 19, 20</sup> Nuestro estudio pone en evidencia que la reconstrucción del LCA con BD y BS, respectivamente, en pacientes con lesión aguda del LCA puede alcanzar resultados objetivos y subjetivos similares más allá de los 18 meses de seguimiento. Esto contrasta con algunos estudios prospectivos en donde después de comparar ambas técnicas reportan resultados objetivos con ventajas significativas a favor de la reconstrucción del LCA con BD. En el año 2004, Adachi y col., reportaron en un estudio randomizado en el cual compara ambas técnicas quirúrgicas con resultados no significativos en materia, de inestabilidad con artrómetro KT 2000 en 108 pacientes,<sup>26</sup> sin embargo no evaluaron la estabilidad rotacional. En el año 2006, Yásuda y col., realizaron un estudio prospectivo randomizado de 72 pacientes en donde formó 3 grupos de tratamientos: reconstrucción anatómica con BD, reconstrucción no anatómica con BD y reconstrucción con BS. Después de 2 años de seguimiento reportó mejores resultados en estabilidad anterior y rotacional en aquellos pacientes que recibieron reconstrucción anatómica y no anatómica con BD, que los que recibieron reconstrucción del LCA con BS.<sup>31</sup> En el 2007, Yagi y col., reportaron resultados de un estudio randomizado en donde comparó tres grupos de tratamiento: reconstrucción del LCA con BD, reconstrucción del LCA con banda AM y otro grupo con reconstrucción del LCA con banda PL. A los 12 meses evaluó inestabilidad anterior con artrómetro y estabilidad rotacional con test de pivót Shift. No hubo diferencias estadísticas significativas entre los tres grupos. Sin embargo los pacientes tratados con técnica de BD tuvieron un mejor control de la fuerza rotacional que los tratados con BS.<sup>44</sup> Siebold y col., en un reciente estudio, reportaron resultados objetivos ventajosos en cuanto a estabilidad anterior y rotacional (KT 1000, IKDC 2000).<sup>4</sup> Los resultados subjetivos fueron semejantes en ambas técnicas quirúrgicas.

Teniendo en cuenta que el objetivo primordial de la reconstrucción del LCA con BD es otorgar al paciente una mayor estabilidad fundamentalmente en el plano transversal, se han realizado estudios *in vitro* que evidencian la posibilidad de cuantificar la estabilidad rotacional a través de diferentes métodos. Esto aún no ha sido logrado en estudios *in vivo* debido a que la maniobra de pivó Shift es un examen meramente subjetivo y no cuantificable a través de métodos de medición objetiva.<sup>4, 36, 38, 43</sup> Jonsson y col., basados en controles radiográficos a largo plazo, demostraron que el test de pivó Shift positivo en un grupo de pacientes está íntimamente relacionado en el tiempo a cambios degenerativos en la rodilla.<sup>45</sup> Teniendo en cuenta este importante reporte es claro que futuros estudios necesariamente deberán basar sus resultados en una mejor forma de cuantificar la estabilidad rotacional de la rodilla. Si bien se ha intentado medir con diferentes dispositivos técnicos la estabilidad rotacional, la variable pivó Shift aún constituye una verdadera debilidad en todos estos estudios, debido a que sus resultados dependen exclusivamente de la cooperación del paciente y de la experiencia del médico. Por tal motivo la interpretación subjetiva de esta variable podría explicar por qué aquellos estudios que comparan ambas técnicas quirúrgicas, reportan resultados objetivos diferentes a otros y por ende diferentes a nuestro estudio de cohorte. Hasta no obtener un método objetivo de mayor precisión en la medición de la estabilidad rotacional *in vivo*, resultará muy difícil obtener conclusiones definitivas al respecto.

Existen estudios que comparan las dos técnicas en cuestión pero realizando los túneles femorales a través de túneles tibiales, o bien colocando los túneles femorales en una posición más horizontal.<sup>38, 39, 43</sup> De esta manera, se intentan obtener diferentes resultados relacionando la estabilidad anterior y fundamentalmente la rotacional con la posición vertical u horizontal, anatómica o no anatómica del o los túneles femorales según se utilice BS o BD respectivamente. Existen estudios que reportan que pequeñas variaciones en la ubicación del túnel femoral pueden ocasionar alteraciones importantes en cuanto a la cinemática en el movimiento de la rodilla.<sup>33, 34, 35</sup> Esto podría representar un nuevo concepto en cuanto a la manera de realizar el túnel femoral: vertical u horizontal. Hay pocos estudios que evidencian que en la reconstrucción del LCA con BS el túnel femoral puede ser "anatómicamente" realizado a través del túnel tibial.<sup>39, 43</sup> Por el contrario, hay muchos estudios *in vivo* que evidencian la dificultad de realizar por la misma vía los túneles femorales en una reconstrucción del LCA con BD.<sup>43</sup> A pesar de esto, Giron y col., mencionan en estudios cadavéricos la posibilidad de reconstrucción del LCA con BD con ubicación anatómica de los túneles femorales a través de los túneles tibiales<sup>46</sup>.

Además, hay estudios biomecánicos en cadáveres que re-

portan que la mejoría en la estabilidad rotacional también puede ser lograda mediante reconstrucción del LCA con BS realizando un túnel femoral horizontal en hora 10:00 o en hora 2:00 respectivamente. Considerando esto recientes estudios han asociado fuertemente la realización de un túnel femoral horizontal con un mayor control de la estabilidad rotacional. Sastre y col. y Streich y col. reportaron en estudios prospectivos randomizados resultados subjetivos y objetivos similares utilizando una mayor horizontalización del túnel femoral.<sup>4, 38, 39, 40</sup> En nuestro estudio, se realizaron en ambas técnicas quirúrgicas túneles femorales horizontales los cuales fueron logrados a través del portal medial, solo en dos pacientes del grupo BD fueron realizados a través del túnel tibial PL. Quizás la no variación en la realización del túnel femoral en ambas técnicas quirúrgicas influyó en que nuestros resultados objetivos fueran no significativos.

Existe una creencia generalizada que la reconstrucción del LCA en agudo (< a 6 semanas), puede llegar a alterar ciertas variables postoperatorias fundamentalmente el ROM. Bottoni y col. en un estudio randomizado, comparó entre otras variables el ROM postoperatorio en pacientes con reconstrucción del LCA operados antes de las 3 semanas de la lesión versus pacientes con reconstrucción del LCA operados después de las 6 semanas de la lesión. No obtuvo resultados significativos en las variables ROM, test de SANE, Lysholm y Tegner.<sup>42</sup> Sterett y col. en un estudio de 80 pacientes con reconstrucción aguda del LCA reportó resultados favorables en el ROM del paciente cuando la cirugía se realizaba antes de las 3 semanas de la lesión y con un ROM de 0° a 120°.<sup>40</sup> Por el contrario, Shelbourne y col. recomienda demorar la reconstrucción del LCA al menos 3 semanas, con el objetivo de mejorar el ROM del paciente y disminuir el riesgo de artrofibrosis. De acuerdo al tiempo de reconstrucción del LCA el autor formó 3 grupos: Grupo I cirugía reconstructiva antes de los 8 días de la lesión, Grupo II de 8 a 21 días y grupo III después de los 21 días. Los autores reportaron mayor artrofibrosis postoperatoria en los grupos I y II respectivamente.<sup>41</sup>

En nuestro estudio todos los pacientes fueron operados antes de las 6 semanas de la lesión. Sin embargo cabe mencionar que tanto en el grupo BD como en el grupo BS 16 y 19 pacientes, respectivamente, fueron operados antes de las 3 semanas de la lesión (Grupo I y II de Shelbourne). Además es importante destacar que todos ellos ingresaron a cirugía con un ROM de movimiento que oscilaba los 0° de extensión y los 120° de flexión. Los pacientes que no presentaron un ROM aceptable fueron sometidos a una rehabilitación acelerada hasta lograr el objetivo, caso contrario el paciente era excluido de este estudio. Teniendo en cuenta nuestro manejo preoperatorio la mayoría de nuestros pacientes presentaron un ROM simétrico al del lado sano a



los 18 meses de seguimiento. En el grupo BD dos pacientes presentaron a los 4 meses y 6 meses de la cirugía una pérdida en la extensión de 5° a 8° comparado con el lado no afectado. Uno de ellos presentó como antecedente una reparación del menisco medial, y el otro abandonó el programa de rehabilitación que luego retomó en forma tardía. A estos pacientes se les explicó el problema y la importancia de mejorar su ROM. Ambos pacientes incrementaron su programa de rehabilitación mejorando su extensión a menos de 5° a los 12 meses de seguimiento. En el grupo BS un solo paciente presentó una pérdida en la extensión de 6° más dolor a la hiperextensión de la rodilla a los 13 meses de la cirugía. El paciente fue intervenido con diagnóstico de síndrome del cílope mejorando su clínica de dolor y su extensión a la normalidad. Según la forma IKDC de evaluación radiográfica después de 18 meses de seguimiento nuestro estudio reportó dos pacientes del grupo BS y un paciente del Grupo BD con cambios radiográficos degenerativos leves en el compartimento medial de la rodilla. Todos ellos presentaron meniscectomías parciales y el paciente del grupo BD presentó, además, un genu varo moderado asociado. Ningún paciente de ambos grupos presentó cambios degenerativos moderados o severos después de los 18 meses de seguimiento.

Nuestros resultados subjetivos al comparar ambas técnicas quirúrgicas fueron semejantes a la mayoría de los estudios reportados a la fecha. Teniendo en cuenta la forma subjetiva del IKDC el 83.6 % de los pacientes del grupo BD fueron encuadrados como “cercano al normal”. No reportaron dolor, tumefacción articular y/o síntomas de inestabilidad al realizar actividades de recreación. El 82.7 % de los pacientes del Grupo BS presentó resultados similares. No hubo diferencias significativas al comparar los resultados del test de Lysholm entre ambos grupos después de los 18 meses de seguimiento.

Este estudio representó para nosotros una nueva experiencia en la reconstrucción del LCA, consideramos que en la reconstrucción del LCA con BD existen una serie de desafíos a dilucidar. Es importante conocer las desventajas de esta técnica enunciadas por la mayoría de los recientes estudios: mayor costo, mayor tiempo quirúrgico, disponibilidad de instrumental quirúrgico adecuado, y además, un mayor aprendizaje en su desarrollo.<sup>24, 25, 27, 28, 29</sup> Teniendo en cuenta este último punto aconsejamos mejorar la curva de aprendizaje en laboratorios cadavéricos antes de realizar la cirugía en vivo. A nuestro entender la posición anatómica de los túneles tibiales y particularmente de los túneles femorales es la parte más crítica de la cirugía y está directamente relacionada con óptimos resultados.

El túnel femoral AM anatómico puede ser alcanzado por tres vías: 1. A través de un túnel tibial AM se logra la posición anatómica del túnel femoral en el 3 % de los casos

2. A través del túnel tibial PL y 3. A través del portal medial. Utilizando las vías 2 y 3 es posible lograr la posición anatómica del túnel femoral entre un 56% a un 96% de los casos.<sup>13, 14, 43</sup> La ventaja de realizar un túnel femoral AM a través de un túnel tibial PL, es que se obtiene un túnel anatómico y al mismo tiempo más divergente con respecto al túnel femoral PL, además, es un túnel de mayor longitud.

En nuestro estudio esto fue realizado en solo dos pacientes del grupo BD. El motivo de este cambio fue la mala visualización obtenida de la pared medial del cóndilo externo al flexionar la rodilla más allá de los 100°. El túnel femoral AM realizado a través del portal medial nos permite obtener un túnel femoral anatómico horizontal y por ende paralelo al túnel femoral PL, sin embargo se obtiene un túnel femoral de menor longitud. Para la realización del túnel femoral AM se utilizó el portal medial en la mayoría de nuestros pacientes. En este estudio la preferencia de la vía de acceso en la realización del túnel femoral AM dependió de la capacidad de lograr un túnel femoral lo más anatómico y horizontal posible al momento de la cirugía. Con respecto al túnel femoral PL aconsejamos realizarlo a través del portal medial con la rodilla flexionada a más de 120° para obtener un túnel anatómico, horizontal y de longitud adecuada. Si es necesario se puede utilizar en la técnica BD un portal accesorio transrotuliano, para obtener una mejor visualización de la pared medial del cóndilo femoral externo. Hasta la fecha no hemos realizado ninguna revisión ligamentaria en ninguno de nuestros pacientes.

Finalmente nuestra muestra está representada por pacientes que presentan lesión aguda del LCA con poca o ninguna manifestación preoperatoria de inestabilidad, los cuales fueron operados antes de las 6 semanas de la lesión. La mayoría de los estudios comparativos BD versus BD, o series de casos que hemos analizado, incluyen a pacientes con mayor tiempo de evolución entre el accidente y la fecha de cirugía.<sup>4, 28, 29, 30, 31, 32</sup> Estos pacientes, particularmente, después de los 6 meses han experimentado en mayor medida síntomas de inestabilidad si los comparamos con pacientes agudos, los cuales quizás, nunca experimentaron síntoma de inestabilidad. Probablemente la realización de la reconstrucción ligamentaria en un momento agudo asociado a un menor tiempo de inestabilidad preoperatoria, pueda representar una variable importante en cuanto a los resultados subjetivos y objetivos finales. A nuestro entender no existen estudios comparativos al respecto.

Este estudio presenta limitaciones que debemos enunciar:

1. Consideramos que la muestra es escasa. 64 pacientes fueron incluidos en este estudio y solo 42 cumplieron con el protocolo de este estudio. Asociamos esta importante pérdida de pacientes a problemas de índole cultural.
2. Este es un estudio de cohorte prospectivo nivel cientí-

- fico II. En un futuro mayor cantidad de estudios aleatorios serán necesarios para dilucidar diferencias entre ambas técnicas.
3. En nuestras manos la técnica quirúrgica de reconstrucción del LCA con BD fue muy demandante y en dos oportunidades tuvimos que interrumpir la cirugía y modificarla a reconstrucción con BS. Sin embargo, estos pacientes no fueron excluidos del estudio sino que fueron cambiados de grupo. En un paciente el tendón del músculo recto anterior fue de diámetro escaso, y en otro paciente hubo un reducido espacio del intercóndilo para la realización de los dos túneles femorales.
  4. En este estudio tres pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión para la realización del LCA con BD fueron excluidos debido a complicaciones en la cirugía. La más importante de ellas estuvo relacionada con la realización de un túnel femoral PL de corta longitud, lo que representó un problema a la hora de bloquear el botón en la corteza femoral anterior. En uno de los casos se cambió la fijación proximal a un tornillo de titanio. En otro caso la longitud del túnel femoral PL también fue corto, pero el escaso diámetro del túnel (5mm) nos permitió el bloqueo del endobotón y no hubo necesidad de adicionar otro medio de fijación. Ambos pacientes evolucionaron satisfactoriamente a los 18 meses de la cirugía. En el tercer paciente no se logró en la imagen radiográfica de frente un bloqueo exacto del botón sobre la cortical anterior del fémur. Sin embargo y a pesar de que el paciente fue excluido del estudio, logró resultados subjetivos y objetivos satisfactorios a los 18 meses de seguimiento.
  5. A la fecha no existen métodos *in vivo* que nos permitan cuantificar la estabilidad rotacional de la rodilla.<sup>4, 43, 44</sup> Este punto en cuestión representa, actualmente, el de-

- safío primordial para que en el futuro se pueda dilucidar que técnica quirúrgica debemos realizar. Hasta que esto no sea resultado las diferencias entre los resultados objetivos de ambas técnicas seguirán siendo discutidos.
6. Teniendo en cuenta los resultados de la forma subjetiva del IKDC 2000, los pacientes de este estudio fueron deportistas amateurs en donde si bien la mayoría de ellos retornaron a sus deportes previos a la lesión, no creemos que todos tengan la misma exigencia deportiva en cuanto a intensidad y frecuencia. Consideramos que esta variabilidad en la muestra, podría representar un punto de inflexión a la hora de evaluar los resultados finales. Actualmente no existe un método exacto en cuanto a lo sensible y específico de estas mediciones. La forma subjetiva del IKDC presenta un error en sus resultados de 10 a 12 puntos.<sup>37,38</sup>

## CONCLUSIÓN

La reconstrucción del LCA con BS versus BD reportó excelentes resultados en ambas técnicas quirúrgicas, sin evidenciar diferencias significativas en sus resultados después de los 18 meses de seguimiento.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Carlos D. Chabán, estadista de nuestro sanatorio por su desempeño en el desarrollo estadístico de este estudio; a la Licenciada Mariana Eandi, profesora adjunta de la Cátedra de epidemiología de la Universidad Nacional de Córdoba por su desempeño en el diseño metodológico; y a la ortopedia Implant Cirugía Argentina, quién nos permitió realizar la técnica de reconstrucción con doble banda sin adicionar mayores costos a la técnica tradicional.

## BIBLIOGRAFÍA

1. C. H. Chen, T. Y. Chuang, K. C. Wang, W. J. Chen and C. H. Shih, Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with quadriceps tendon autograft: Clinical outcome in 4-7 years, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14 (2006), pp. 1077-1085.
2. A. Gobbi, S. Mahajan, M. Zanazzo and B. Tuy, Patellar tendon versus quadrupled bone-semitendinosus anterior cruciate ligament reconstruction: A prospective clinical investigation in athletes, *Arthroscopy* 19 (2003), pp. 592-601.
3. R. Siebold, K. E. Webster, J. A. Feller, A. G. Sutherland and J. Elliott, Anterior cruciate ligament reconstruction in females: A comparison of hamstring tendon and patellar tendon and patellar tendon autografts, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14 (2006), pp. 1070-1076.
4. R. Siebold, Carsten Dheler. Prospective randomized comparison of double bundle versus single bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 24 (2008), pp. 137-145.
5. A. A. Amis and T.D. Zavras, Isometricity and graft placement during anterior cruciate ligament reconstruction, *Knee* 2 (1995), pp. 5-17.
6. P. Colombet, J. Robinson and P. Christel et al., Morphology of anterior cruciate ligament attachments for anatomic reconstruction: A cadaveric dissection and radiographic study, *Arthroscopy* 22 (2006), pp. 984-992.
7. J. A. Dodds and S. P. Arnoczky, Anatomy of the anterior cruciate ligament: A blueprint for repair and reconstruction, *Arthroscopy* 10 (1994), pp. 132-139.
8. F. G. Girgis, J. L. Marshall and A. R. S. Monajem, The cruciate ligaments of the knee joint, *Clin Orthop Relat Res* 106 (1975), pp. 216-231.
9. C. D. Harner, G. H. Baek, T. M. Vogrin, G. J. Carlin, S. Kashiwaguchi and S.L.-Y. Woo, Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions, *Arthroscopy* 15 (1999), pp. 741-749.
10. M. T. Gabriel, E. K. Wong, S. L. Woo, M. Yagi and R.E. Debski, Distribution of *in situ* forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads, *J Orthop Res* 22 (2004), pp. 85-89.
11. M. Sakana, R. J. Fox and S.L. Woo et al., *In situ* forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads, *J Orthop Res* 15 (1997), pp. 285-293.

12. M. Yagi, E. K. Wong, A. Kanamori, R. E. Debski, F.H. Fu and S.L.-Y. Woo, Biomechanical analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction, *Am J Sports Med* 30 (2002), pp. 660–666.
13. A. M. Buoncristiani, P. F. Tjoumakaris, J. S. Starman, B. S. M. Ferretti and F. H. Fu, Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction, *Arthroscopy* 22 (2006), pp. 1000–1006.
14. F. H. Fu, C. H. Bennett, C. Lattermann and C. B. Ma, Current trends in anterior ligament reconstruction, *Am J Sports Med* 27 (1999), pp. 821–830.
15. W. Mott, Semitendinosus anatomic reconstruction for cruciate ligament insufficiency, *Clin Orthop Relat Res* 172 (1983), pp. 90–92.
16. W. Müller, *Das knie, Form, funktion und ligamentäre wiederherstellungschirurgie*, Springer Verlag, New York (1982).
17. J.H. Ahn and S.H. Lee, Anterior cruciate ligament double-bundle reconstruction with hamstring tendon autografts, *Arthroscopy* 23 (2007), pp. 109.e1–109.e4.
18. G. Bellier, P. Christel, P. Colombet, P. Djian, P. Franceschi and A. Shihi, Double-stranded hamstring graft for anterior cruciate ligament reconstruction, *Arthroscopy* 20 (2004), pp. 890–894.
19. P. S. Cha, P. U. Bruckner and R. V. West et al., Arthroscopic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: An anatomic approach, *Arthroscopy* 21 (2005), pp. 1275–1277.
20. K. Hara, T. Kubo, T. Sugino, S. Shimizu and Y. Hirasawa, Reconstruction of the anterior cruciate ligament using a double bundle, *Arthroscopy* 16 (2000), pp. 860–864.
21. S. J. Kim, K. A. Jung and D. H. Song, Arthroscopic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous quadriceps tendon, *Arthroscopy* 22 (2006), pp. 797.e1–797.e5.
22. M. Marcacci, A. P. Molgora and S. Zaffagnini et al., Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings, *Arthroscopy* 19 (2003), pp. 540–546.
23. T. Muneta, I. Sekiya, K. Yagishita, T. Ogiuchi, H. Yamamoto and K. Shinomiya, Two-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament using semitendinosus tendon with Endobuttons: Operative technique and preliminary results, *Arthroscopy* 15 (1999), pp. 618–624.
24. R. Takeuchi, T. Saito, S. Mituhashi, E. Suzuki, I. Yamada and T. Koshino, Double-bundle anatomic anterior cruciate ligament reconstruction using bone-hamstring-bone composite graft, *Arthroscopy* 18 (2002), pp. 550–555.
25. K. Yasuda, E. Kondo and H. Ichiyama et al., Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts, *Arthroscopy* 20 (2004), pp. 1015–1025.
26. N. Adachi, M. Ochi, Y. Uchio, J. Iwasa, M. Kuriwaka and Y. Ito, Reconstruction of the anterior cruciate ligament: Single- versus double-bundle multistranded hamstring tendons, *J Bone Joint Surg Br* 86 (2004), pp. 515–520.
27. P. Colombet, J. Robinson, S. Jambou, M. Allard, V. Bousquet and C. de Lavigne, Two-bundle, four-tunnel anterior cruciate ligament reconstruction, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 14 (2006), pp. 629–636.
28. M. Hamada, K. Shino and S. Horibe et al., Single- versus bi-socket anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous multiple-stranded hamstring tendons with EndoButton femoral fixation: A prospective study, *Arthroscopy* 17 (2001), pp. 801–807.
29. T. Muneta, H. Koga, T. Morito, K. Yagishita and I. Sekiya, A retrospective study of the midterm outcome of two-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using quadrupled semitendinosus tendon in comparison with one-bundle reconstruction, *Arthroscopy* 22 (2006), pp. 252–258.
30. T. Muneta, H. Koga and T. Mochizuki et al., A prospective randomized study of 4strand semitendinosus tendon ACL construction comparing single bundle and double bundle techniques, *Arthroscopy* 23 (2007), pp. 618–628.
31. K. Yasuda, E. Kondo, H. Ichiyama, T. Tanabe and H. Tohyama, Clinical evaluation of the anatomic double-bundle ACL reconstruction procedure using hamstring tendon grafts: Comparison among 3 different procedures, *Arthroscopy* 22 (2006), pp. 240–251.
32. J. Zhao, X. Peng, Y. He and J. Wang, Two-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with eight-stranded hamstring tendons: Four-tunnel technique, *Knee* 13 (2006), pp. 36–41.
33. D.W. Jackson and S.I. Gasser, Tibial tunnel placement in ACL reconstruction, *Arthroscopy* 10 (1994), pp. 124–131.
34. E. M. Goble, D. J. Downey and T. R. Wilcox, Positioning of the tibial tunnel for anterior cruciate ligament reconstruction, *Arthroscopy* 11 (1995), pp. 688–695.
35. M. Bernard, P. Hertel, H. Hornung and T. Cierpinski, Femoral insertion of the ACL: Radiographic quadrant method, *Am J Knee Surg* 10 (1997), pp. 14–21.
36. F. R. Noyes, S. D. Barber and L. A. Mooar, A rationale for assessing sports activity levels and limitations in knee disorders, *Clin Orthop Relat Res* 246 (1989), pp. 238–249.
37. J. J. Irrgang, A. F. Anderson and A. L. Boland et al., Development and validation of the International Knee Documentation Committee subjective knee form, *Am J Sports Med* 29 (2001), pp. 600–613.
38. Sastre Sergi, Dragos Popescu et al. Double bundle versus single bundle ACL reconstruction using horizontal femoral position: a prospective randomized study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (2009), pp.
39. Streich N. A. Friedrich K. et al. Reconstruction of the ACL with semitendinosus tendon graft: a prospective randomized single blind comparison of double bundle versus single bundles technique in male athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 16 (2008), pp. 232-238.
40. Sterett W. I. Hutton K. S. et al. Decrease range of motion following acute versus chronic anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthopedics*. 26 (2003) pp. 151-154.
41. Shelbourne K. D. Patel D.V. Treatment of limited motion after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 7 (1999) pp. 85-92.
42. Bottoni C. R., Liddell T. R. et al. Postoperative range of motion following anterior cruciate ligament reconstruction using allograft hamstrings: a prospective randomized clinical trial of early versus delayed reconstructions. *Am J Sports Med* 36 (2008) pp.656-62.
43. Fu Freddie et al. Primary anatomic double bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a preliminary 2 year prospective study. *Am J Sport Med* 36 (2008) pp. 1263-74.
44. Yagi M. Kuroda R. et al. Double bundle ACL reconstruction can improve rotational stability. *Clin Orthop Relat Res*. 454 (2007) pp. 100-7.
45. Jonsson H. Riklund Ahlstrom K. et al. Positive pivot shift after ACL reconstruction predicts later osteoarthritis: 63 patients followed 5-9 years after surgery. *Acta Orthop Scand*. 75 (2004) pp. 594-9.
46. Giron F. Cuomo P. et al. Double bundle anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: a cadaveric study of tunnel positioning with a transtibial technique. *Arthroscopy* 23 (2007) pp. 7-13.