

Doble túnel tibial y femoral para la reconstrucción del LCA

Dr. Miguel Lapera, Dr. Facundo Gigante, Dr. Ariel Barrera Oro

RESUMEN: Se describe una nueva técnica para la reconstrucción del LCA (DOBLE TUNEL / DOBLE FASCICULO) (DT/ DF) con el objeto de reproducir la anatomía normal de dicho ligamento con sus dos haces el antero medial y el posterolateral.

En todos los casos usamos injertos autólogos con STRI realizando 2 túneles en tibia y fémur respectivamente.

En base a los estudios cadavéricos realizado en 5 rodillas se pudo demostrar los diferentes fascículos que componen el LCA y de optimizar de esta manera la colocación de los dos fascículos con el uso injerto de STRI.

En la fijación proximal femoral se utilizó el sistema transversal y la distal en tibia con tornillos interferenciales de bajo perfil de diferentes medidas y diámetro.

Durante el periodo 2001 al 2003 realizamos 450 reconstrucciones del LCA a los cuales 25 pacientes se les realizó esta técnica de doble túnel. Los parámetros incluidos fueron lesiones aisladas sin compromiso meniscal ni cartilaginoso..

Detalles técnicos puntuales son utilizados para la cirugía destacando la guía tibial para la realización de los túneles tibiales el posicionamiento de ambos túneles femorales, el diámetro de los injertos y los ángulos de flexo extensión en que son fijados las 2 fascículos del injerto STRI.

Recientemente se ha debatido la técnica para la reconstrucción del LCA ya que con el momo túnel se ha formulado que existe una proporción del 10 al 20 % de regulares a malos resultados.

Si bien los colorarios hasta la fecha con un solo fascículo tiene un resultado de éxito del 80 a 90% no debemos olvidar que la mayoría de los trabajos sobre revisión del LCA consideran que los factores de mayor fracaso está en la colocación de los túneles óseos a nivel tibial y femoral respectivamente.

ABSTRACT: This paper describes a new technique for ACL reconstruction (Double Tunnel / (DOUBLE TUNNEL / Double Bundle/Fascicle)(DT/ DF) aiming at reproducing the normal anatomy of this ligament with the two bundles, antero-medial and posterolateral fascicle.

We used (autologous grafts with STRI in all cases, making 2 tunnels in tibia and femur respectively.

Based on cadaveric studies on four knees, we could observed the different fascicles comprising the ACL and thus were able to optimize the placement of the two fascicles using the STRI grafts.

In the proximal femoral fixation we used the transversal system and the distal fixation in the tibia with interference screws of low profile of different measures and diameters.

During the period 2001 - 2003 we performed 450 ACL reconstructions, of which 25 were made using this technique, double tunnel. The parameters included were isolated injuries with no meniscoid or cartilaginous risk commitment precise

Details are used for the surgery having emphasized the tibial guide for the accomplishment of the tibiales tunnels the positioning of both femorales tunnels, graft diameter and the angles of flexo extensión in which the two bundles/fascicles of the SRT graft are fixed. (del injerto STRI).

Recently there has been a discussion on the technique for ACL reconstruction since there is a proportion of 10 to 20 % of regular to bad outcomes.

Although corollaries with only one fascicle have had a successful outcome of 80 to 90% it is important not to forget that most papers on ACL review consider that major failure factors are in the placement of osseous tunnels at tibial and femoral level, respectively.

INTRODUCCION

Considerando la particular estructura interna y sus lugares de inserción que posee el LCA en la tibia y en fémur se ha dividido anatómicamente en dos fascículos o haces una haz antero medial y otra posterolateral (3, 6, 9).

Hospital Militar Central
Servicio Cirugía Artroscópica
Email miguellapera@speedy.com.ar

El interés por la anatomía del LCA con sus dos fascículos se inicia con Palmer (21) en el año 1938, luego le sigue Brantigan (4) y col en 1941 hasta los trabajos recientes como Girgis y Marshall (10) Arnoczky y C. Harner (12).

Diversos artículos fueron publicados en estos últimos años en relación a la técnica de doble fascículo con STRI y algunos con tendón patelar, en todos los casos puntualizan la particularidad anatomía que posee el LCA y todos intentan reconstruir quirúrgicamente con dos fascículos y doble túnel dicho ligamento. (5,7,11,13,14,15,16,17,18, 21, 24, 25,26,27)

El LCA es capaz de resistir una fuerza de tensión de 2000 N por lo que aporta una notable limitación al desplazamiento hacia delante y la rotación interna de la tibia, la angulación en varo/valgo y la hiperextensión de la rodilla.

Debido a su localización interarticular el LCA tiene una escasa capacidad para regenerarse dado que si se rompe se daña su envoltura sinovial quedando solo un remanente de tejido que no cumple función alguna (1).

Los reiterados episodios de subluxación de la rodilla con insuficiencia del LCA trae aparejado un deterioro articular complejo y dependerá de la demanda articular a la que se expone dicha articulación.

La evolución de las rodillas con insuficiencia del LCA hacia la artrosis es variable y no existe un acuerdo unánime ya que los datos estadísticos varían desde el 15 al 65%.

Tampoco se ha demostrado que el éxito de la cirugía pueda prevenir la artrosis en esta articulación (2).

El primer autor que intenta reproducir la anatomía normal del LCA con 2 fascículos es Mott HW. (20) y a posteriori Zaricznyj B. utilizando semitendinoso y recto interno como injertos, pero estos solo realizaban un solo túnel femoral y dos en la tibia.

Recientemente Rosenberg TD (24) realizan 2 túneles en fémur y uno en la tibia.

Resulta Muneta T. y col (21) el pionero en esta técnica artroscópica con 2 bandas y doble túnel femoral y tibial respectivamente.

La dificultad en estos procedimientos quirúrgicos eran que no quedaba claro la situación correcta en la inserción femoral del haz posterolateral.

El propósito de este estudio es poder demostrar que es factible realizar la reconstrucción del LCA utilizando injertos de la pata de ganso separados y reproduciendo dos túneles en la tibia y 2 en el fémur, siendo de esta manera más anatómicos en su posición y no tan isométricos como actualmente lo estamos creando.

Nuestro trabajo primeramente se realizó en rodillas cadavéricas demostrando la inserción femoral y tibial del haz posterolateral como así también comprobando los diferentes grados de tensión de ambos fascículos desde 0 grados hasta los 180 grados de flexo extensión. En tal sentido aplicamos esta experiencia operando 25 rodillas con rupturas del LCA asistida de manera artroscópica con fijación transversal a nivel femoral y fijación con tornillos de bajo perfil en la tibia.

Fueron vistos en nuestro servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Militar Central 450 lesiones del LCA durante el periodo 2001 y el 2003 todas fueron resueltas de manera quirúrgica, de estos casos seleccionamos 25 pacientes para la realización de DT/DF.

Veintitres eran de sexo masculino y 2 femeninos, la edad promedio fue de 31 años (rango de 17 a 43). El 85 % correspondió a traumatismos deportivos y el 15 % restante relacionados al adiestramiento militar.

Criterios de inclusión:

Fueron seleccionados para esta técnica aquellos pacientes que presentaban:

A) Lesión aislada del LCA con un mínimo de 3 y un máximo 6 meses de evolución.

B) Sin lesión osteocondral ni meniscal evaluada a través de la RNM.

C) Con un valgo importante de mas +++ evaluado con radiografías comparativas de manera semiológica y Radiológica.

Se evaluaron los resultados subjetivos y objetivos del tratamiento con un seguimiento en base los SCORES Lysholm y del Internacional Knee Documentation Comité (IKDC).

ESTUDIO MACROSCOPICO

Fueron disecadas 5 rodillas para determinar y evaluar la posición anatómica de ambos ligamentos cruzados.

En ellas se realizaron varios cortes sagitales, utilizamos una cámara digital de alta resolución para poder identificar los haces y sus respectivas inserciones a nivel del fémur y en la tibia.

Queda clara que la inserción tibial es más ancha, más anterior y más potente que en el fémur y tiene una estrecha relación con el cuerno anterior del menisco externo.

La superficie de inserción en la tibia era de 30 mm y en el fémur presenta una configuración semicircular.

Los fascículos se pueden identificar al momento en que comenzamos a mover la rodilla en flexión y en la extensión.

En términos generales los haces anteriores se tensan en flexión mientras que el haz posterolateral es el de menor longitud y más corto se relaja en la flexión y se tensa en la hiperextensión.

La banda antero medial tiene una longitud de 38.5

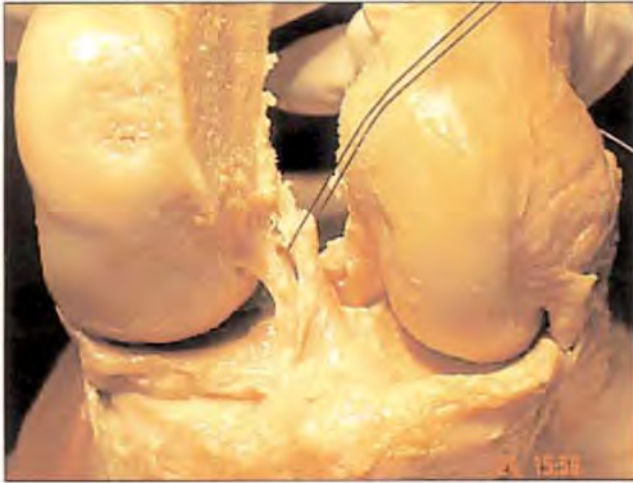


Figura 1: Doble banda del LCA.

mm (+/-3) y el diámetro de 7.0 mm mientras que los haces posterolateral tiene un diámetro de 6.4 mm y una longitud de 19.7 mm (+/-2) (Fig 1 -2)
 Con esto queda demostrado que el LCA tiene 5 funciones principales. por un lado es resistir la traslación anterior de la tibia con respecto al fémur cuando la rodilla se encuentra en flexión. (8,16)
 En segundo término impide la traslación en la hiperextensión, tercero proporciona un control de rotación del eje interno, y cuarto es un limitador secundario contra los movimientos del valgo/varo

HAZ ANTEROMEDIAL	HAZ POSTEROLATERAL
LONGITUD 38.mm	LONGITUD 19.7mm
DIAMETRO 7.0 mm	DIAMETRO 6.4 mm
Mas largo	Menor longitud
Mas ancho	Menor angosto
Tensa Flexion	Tensa Extensión

Técnica quirúrgica

Realizamos anestesia raquídea en todos los casos, rodilla en flexión con margen amplio para poder moverla de los 90 grados hasta los 160, manguito hemostático en la raíz del miembro

Obtenemos injertos de la pata de ganso Semitendinoso y Recto interno con una incisión longitudinal medial de 5 cm aproximadamente. La preparación de estos tendones es muy elemental siendo necesario medir la longitud y el diámetro para la posterior realización de los túneles óseos.

Por lo general los injertos aislados suelen ser de 6 a 7 mm de diámetro con una longitud de 14 a 16 mm de largo por lo tanto debemos contar con una mecha de diámetro 5 / 6 a 7mm .



Figura 2: Fascículo anteromedial. Fascículo posterolateral del LCA.

Este paso es muy importante ya que la realización de túneles pequeños a nivel óseo nos asegura el no mezclar los dos agujeros tanto en la tibia como en el condilo femoral externo.
 Utilizamos una guía tibial con un adaptador transversal, y esta se ajusta de manera tal que la distancia entre ambos tuneles tibiales sea de 10 mm.
 El primer túnel que realizamos es el posterior a nivel de la tibia. (Fig. 3)



Figura 3: Túnel posterolateral en tibia.

Se procede a colocar la rodilla en flexión de 90 grados con la utilización de la guía tibial en 55 grados y a través de la visión artroscopica utilizando los siguientes reparos anatómicos como los son el LCP a 5 mm por delante, borde libre del cuerno anterior del menisco externo y entra ambas espinas comenzamos a introducir el primer alambre guía.

Luego con la utilización de la guía tibial y con la rama horizontal de ésta con una angulación de 25° a 30 grados aproximadamente se procede a realizar el



Figura 4: Tunel anteromedial en tibia



Figura 5: Alambres guía AM/PL en tibia

túnel anteromedial (Fig. 4)

En la Fig. 5 comprobamos ambos alambres correspondientes a los túneles tibiales y sobre estos adaptamos las mechas con los diámetros correspondientes para la realización de los túneles.

La Fig. 6 corresponde a la visión artroscópica de los túneles tibiales.

Túneles femorales

En este paso tenemos algunas consideraciones técnicas particulares. Normalmente con la técnica monotúnel realizamos el túnel femoral con la rodilla en flexión de 90 grados. En nuestro caso particular con el objeto de reproducir el LCA con 2 fascículos, y teniendo en cuenta que el fascículo posterolateral normal del LCA se tensa en extensión, procedemos a colocar la rodilla en ligera extensión y con el alambre guía en condilo femoral externo en la hora 8 en el caso si fuera una rodilla derecha, realizamos el correspondiente túnel. Esta maniobra es de vital impor-



Figura 6: Vista artroscópica túnel tibial anterior y posterior.

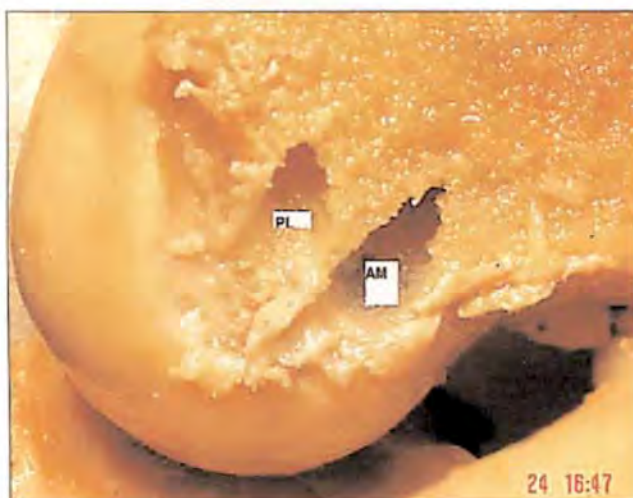


Figura 7: Túneles femorales cadavéricos.

tancia, ya que este fascículo posterior siempre se mantendrá tenso cuando la rodilla este en extensión. No es recomendable realizar el túnel femoral posterior con la rodilla en flexión.

Resumiendo los túneles femorales deben tener la siguiente particularidad (Fig 7)

- A- DEBEN SER DIVERGENTES NO PARALELOS.
- B- TUNEL POSTEROLATERAL FEMORAL RODILLA EN EXTENSION.
- C- TUNEL ANTEROMEDIAL FEMORAL RODILLA EN FLEXION.

COLOCACION GUIA TRANSVERSAL

Utilizamos la guía transversal para realizar los túneles femorales ubicados en el condilo externo, el primer paso es introducir esta guía en el túnel anteromedial y realizamos el túnel transversal a nivel del epicondilo femoral externo, los reparos anatóni-

cos son 2 cm por detrás del condilo externo, se introduce el pasa hilo a través de la camisa de la guía saliendo este por el compartimiento interno, luego se comprueba si el alambre guía queda dentro de la guía en U, el paso siguiente es pasar la mecha cortical en el epicondilo externo para realizar un túnel con una profundidad de de 2 mm.

Seguidamente procedemos a introducir la guía en U (Fig. 8) en el túnel femoral posterior y repetir el mismo procedimiento.

Paso siguiente es retirar el primer alambre del túnel anterior y luego el correspondiente el posterior (Fig. 9)

El primer injerto a pasar es el semitendinoso para reproducir el haz posteromedial y luego el recto interno para el fascículo anteromedial en ambos caso la rodilla se encuentra en flexión y previamente podemos hacer una visualización moviendo la rodilla en ambos sentidos y ver el comportamiento de ambos fascículos. (Fig. 10)

Siguiente paso es la fijación de los injertos en el fémur ,para el fascículo anterior utilizamos un tornillo transversal de 40 mm y para el fascículo posterolateral de 50 mm, este procedimiento se hace con la rodilla en flexión traicionando fuertemente de los los 2 fascículos desde la salida de los túneles en la tibia .

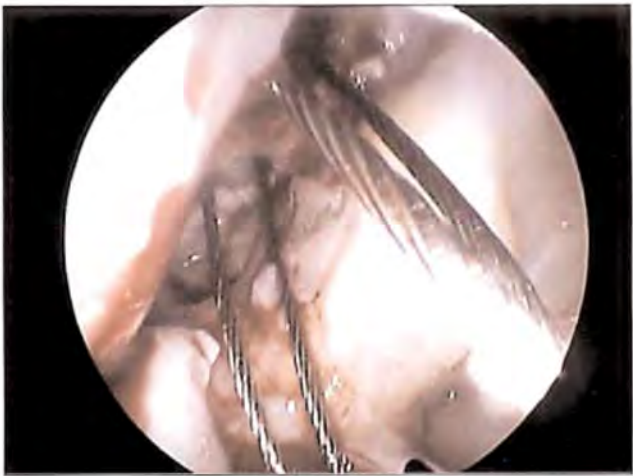


Figura 9: Ambos alambres desde el femur>



Figura 8: Guía en U para tunel femoral.



Figura 10: Pasaje de los 3 nitinol desde el femur.

TABLA 1

TUNEL TIBIAL ANTERIOR	TUNEL TIBIAL POSTERIOR	HOYO FEMORAL POSTEROLATERAL	HOYO FEMORAL ANTEROMEDIAL	INJERTO S T	INJERTOR I	FIJACION FASCICULO POSTERIOR	FIJACION FASCICULO ANTERIOR
Rodilla 90° Linea media	Rodilla 90° 40° de la TAT Hora 8 (Rodilla Derecha)	Rodilla extensión Condilo Externo Hora 11 (Rodilla Izquierda)	Rodilla flexion Condilo externo	Haz PL	Haz AM	Rodilla extensión(F12)	Rodilla flexion (F 11)



Figura 11: Fijación distal del fascículo anteromedial en tibia.



Figura 12: Fijación distal en tibia para el fascículo posterolateral.

FIJACION DE LOS INJERTOS DISTAL EN LA TIBIA

Este paso es de suma importancia ya que ambos injertos van a diferir en sus fijaciones. Primeros realizamos la fijación del injerto del RECTO INTERNO con la rodilla en flexión de 90° para el fascículo antero medial (Fig. 11), mientras que el SEMITENDINOSO correspondiente al haz posterolateral lo colocamos con la rodilla en extensión (Fig 12) Los sistema de fijación para este paso es utilizar tornillos de bajo perfil metálicos o biodegradables de 7x30/ 8x30 dependiendo del tamaño del



Figura 13: Ambos injertos en tuneles tibiales.



Figura 14: Vista artroscópica de ambos injertos STRI

injerto obtenido (Fig. 13)

Finalizamos la cirugía observando el posicionamiento de ambos fascículos realizando los movimientos de flexión y extensión y comprobando si existe algún roce o impingment en la escotadura intercondílea (Fig. 14)

Postoperatorio

En todos los casos utilizamos drenaje aspirativo durante 24 hs crioterapia e inmovilización durante 3 semanas en férula con la rodilla en extensión indicándole al paciente que realice ejercicios isométricos de cuádriceps.

Retiro de puntos 15 días, comenzando con electroestimulación y movilidad activa y pasiva hasta llegar a los 90 grados en el primer mes.

A partir de los 45 días aproximadamente comenzamos con rehabilitación en manos de Kinesiólogo.

Evaluación

En todos los casos hemos utilizado para la evaluación el Score de Lysholm y el IKDC.

De acuerdo al cuestionario 4 rodillas presentaban ligero dolor e inflamación durante actividades depor-



Figura 15: RX de frente con ambos tornillos transversales.



Figura 16: RX de perfil ambos tornillos transversales en femur distal, 2 tornillos de bajo perfil en tibia.

tivas livianas a los 5 meses de operados, mientras que las restantes 21 no refirieron ningún tipo de molestia en actividades deportivas.

EL 90 % de los pacientes operados volvieron a la práctica de su deporte habitual a los 12 meses de operados, un paciente solo manifestó sentirse satisfecho por el resultado de su cirugía y 2 pacientes refirieron haber cambiado el hábito de su deporte por razones inherentes a su rodilla.

Se realizaron en todos los casos Rx en el posoperatorio inmediato, y RNM al 6^a y 12 meses (Fig. 15-16-17-18)

DISCUSION

Para muchos cirujanos realizar esta técnica de doble túnel doble fascículo para el LCA no modificaría en nada la biomecánica de la rodilla reconstruida. Sin embargo es aceptable que con este procedimiento DT/DF estamos haciendo una reconstrucción más anatómica al colocar dos fascículos en diferentes ubicación dentro de la rodilla.



Figura 17: RMI corte sagital de ambos injertos 6 meses de postoperatorio.



Figura 18: RMI vista de ambos tornillos transversales en femur.



Figura 19: Guía tibial para doble tunel (Dr. Miguel Lapera) Micromed S.A.

Evidentemente la técnica de monotúnel es considerada como una propuesta isométrica, es decir el injerto colocado sea este patelar, STRI, cuadricipital no variaría en los distintos movimientos que la rodilla realiza.

En tal sentido la técnica DT/DF sería una propuesta válida en aquellos casos en que la rodilla tenga una inestabilidad anteromedial tanto subjetiva y/o objetiva.

Existen rodillas con rupturas del LCA que al ser examinadas semiológicamente nos encontramos con una inestabilidad importante del componente medial.

Creemos que este es un factor a tener en cuenta ya que la posibilidad de realizar una cirugía con

el propósito de reducir o disminuir la inestabilidad anterior, nos obligaría a pensar que la lesión abarca a los 2 fascículos del LCA.

No caben dudas que la función del LCA es controlar la traslación anterior pero también no debemos de olvidar que en su función es evitar el valgo y la rotación lateral, por ese motivo en algunas reconstrucciones del LCA con monotúnel persiste una ligera inestabilidad medial que solo es perceptible por el examinador.

Nuestro interés por comenzar a realizar esta técnica DT/DF fue a partir de que si la lesión del LCA comprometía el sector medial en su rodilla con un valgo importante nos permitiría ser más estricto con respecto a la técnica quirúrgica a emplear.

Evidentemente un monotúnel para el LCA es ya una técnica y un procedimiento aceptado en todo el mundo, se ha cuestionado los sistemas de fijación como causa de los fracasos, también se discutió sobre la realización de los túneles óseos la tensión inicial que se aplicaba al injerto, en definitiva el mayor porcentaje de fracasos en esta cirugía se le atribuía a errores del cirujano.

CONCLUSION

Nuestra propuesta de realizar la reconstrucción de LCA con doble túnel tanto tibial como femoral nos permitió reducir la inestabilidades residuales medial en paciente con insuficiencia del LCA.

Fuimos estrictos en los pacientes seleccionados considerando que lo ideal sería realizar esta técnica quirúrgica en aquellos casos en que los pacientes presentaran una ruptura total que comprometiera los 2 fascículos, que no tuviera lesión meniscal ni tampoco algún grado de compromiso cartilaginoso.

También fue importante evaluar el compromiso medial, en aquellos casos en que el valgo era de más de (++) 2, valorábamos las dos rodillas comparativamente y en base a esta diferencia nos inclinábamos en realizar DT/DF.

Hasta la fecha tenemos 25 paciente reconstruidos, con esta técnica.

Nuestro interrogante es preguntarnos si realmente la técnica de monotúnel /monofascículo es la indicada para todos los casos en rodillas con insuficiencia del LCA.

Somos concientes que la cirugía del LCA trae todavía algunos cuestionamientos que están relacionados con el posicionamiento de los túneles femoral y tibial, también se hace mención en los diferentes métodos de fijación que existen en la actualidad, por lo tanto todas estas incógnitas nos hace reflexionar si el DT/DF será en definitiva la técnica quirúrgica más apropiada para los pacientes con rupturas del LCA y de esta manera poder disminuir las secuelas articulares que se suelen ver a largo plazo en ciertas rodillas operadas con las reconstrucciones artroscópica del monotúnel.

BIBLIOGRAFIA

1. Arnoczky SP. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop* 1983;172:19-25
2. Amis AA, Jakob RP. Anterior cruciate ligament graft positioning, tensioning and twisting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1998;6:S2-S12 (suppl).
3. Amis AA, Dawkins GP. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg Br* 1991;73:260-267
4. Brantigan OC, Voshell AF. The mechanics of the ligaments and menisci of the knee joint. *J Bone Joint Surg* 1941;23:44-66.
5. Clancy WG, Bisson JJ. PCL reconstruction using two femoral tunnels and two separate grafts. *Trans Am Acad Orthop Surg* 1998;273.
6. Cyril B. Frank and Douglas W. Jackson Current Concepts Review - The Science of Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament. *J. Bone Joint Surg. Am.*, Oct 1997; 79: 1556 - 76
7. Covey DC, Sapega AA, Sherman GM. Testing for isometry during reconstruction of the posterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 1996;24:740-746.
8. Diane HillardI-Sembell, Dale M. Daniel, Mary Lou Stone, Barbara E. Dobson, and Donald C. Fithian Combined Injuries of the Anterior Cruciate and Medial Collateral Ligaments of the Knee. Effect of Treatment on Stability and Function of the Joint
9. Dodds JA, Arnoczky SP. Anatomy of the anterior cruciate ligament: a blueprint for repair and reconstruction *Arthroscopy* 1994;10:132-139.
10. Girgis FG, Marshall JL, Monajem A. The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop* 1975;106:216-231.
11. Guy Bellier MD ,Pascal Christel MD Philippe Colombet MD ,Patrick Dijian MD Jean Pierre Franceschi MD and Abdou Sbihi MD Double – stranded Hamstring Graft for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction *Arthroscopy* 2004 N 8 V20 (890-894)
12. Harner CD, Baek GH, Vogrin TM, Carlin GJ, Kashiwaguchi S, Woo SL. Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions. *Arthroscopy* 1999;15:741-749.
13. Hamada M, Shino K, Horibe S, Mitsuoka T, Miyama T, Shiozaki Y, Mae T. Single- versus bi-socket anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous multiple-stranded hamstring tendons with EndoButton femoral fixation: A prospective study. *Arthroscopy* 2001;17:801-807.
14. Hara K, Kubo T, Suginoshita T, Shimizu C, Hirasawa Y. Reconstruction of the anterior cruciate ligament using a double bundle. *Arthroscopy* 2000;16:860-864.
15. Howell SM. Principles for placing the tibial tunnel and avoiding roof impingement during reconstruction of a torn anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy* 1998;6:S49-S55 (suppl).
16. Kurosawa H, Yamakoshi K, Yasuda K, et al. Simultaneous measurement of changes in length of the cruciate ligaments during knee motion. *Clin Orthop* 1991;265:233-240
17. Maeda A, Shino K, Horibe S, Nakata K, Buccasca G. Anterior cruciate ligament reconstruction with multi strand autogenous semitendinosus tendon. *Am J Sports Med* 1996;24:504-509
18. Maurilio Marcacci MD Alesandro Paladini Molgora MD Stefano Zaffagnini MD Alberto Vascellari MD, Francesco Iacono MD, and Lopresti MD Anatomic Double –Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction UIT Hamstrings *Arthroscopy* Vol 19, N5 (Mayo-June) 2003 540-546.
19. Morgan CD, Kalman VR, Grawl DM. Definitive landmarks for reproducible tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1995;11:275-288
20. Mott HW Semitendinosus anatomic reconstruction for cruciate ligament insufficiency *Clin Orthop* 1983;172:90-92
21. Muneta T, Sekiya I, Yagishita K, Oguichi T, Yamamoto H, Shinomiya K. Two-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament using semitendinosus tendon with EndoButtons Operative technique and preliminary results. *Arthroscopy*

- copy 1999;15:618-624.
22. Norwood LA, Cross MJ. Anterior cruciate ligament: Functional anatomy of its bundles in rotatory instabilities. *Am J Sports Med* 1979;7:23-26
 23. Palmer I. On the injuries to the ligaments of the knee joint: A clinical study *Acta Chir Scand* 1938;91:1-282. 38;91:1-282
 24. Rosenberg TD, Graf B. Techniques for ACL reconstruction with Multi-Trac drill guide Mansfield, MA: Acufex Microsurgical;
 25. Ryohei Takeuchi, M.D., Tomoyuki Saito, M.D., Sigeyuki Mituhashi, M.D., Eiichi Suzuki, M.D., Ikufumi Yamada, M.D., Tomihisa Koshino, M.D. Double-bundle anatomic anterior cruciate ligament reconstruction using bone-hamstring-bone composite graft *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* May- June 2002 • Volume 18 • Number 5
 26. Tatsuo Mae, M.D., Konsei Shino, M.D., Takahide Miyama, M.D., Hirotaka Shinjo, M.D., Takahiro Ochi, M.D., Hideki Yoshikawa, M.D., Hiro-michi Fujie, Ph.D. Single- versus two-femoral socket anterior cruciate ligament reconstruction technique Biomechanical analysis using a robotic simulator *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* September 2001 • Volume 17 • Number 7
 27. Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H. Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts *Arthroscopy* 2004; 20:1015-1025.