

Agrandamiento de túneles luego de la reconstrucción del LCA utilizando isquiotibiales

Dr. Jorge Batista , Dr. Rodrigo Maestu , Dr. Alejandro Rasumoff , Dr. Pablo Ortega Gallo

RESUMEN:

El propósito del presente trabajo es realizar una evaluación prospectiva del agrandamiento de los túneles femoral y tibial en las plásticas del LCA utilizando autoinjerto cuádruple de isquiotibiales. Se han utilizado dos sistemas de fijación femoral: a) Corticoesponjosa y b) Cross pin. Las fijaciones tibiales utilizadas fueron tornillo de bajo perfil y grapa.

Veintidós pacientes fueron evaluados clínicamente de acuerdo a los scores de Lysholm, Tegner e IKDC. La estabilidad anterior de rodilla fué evaluada en el último control mediante la utilización del artrómetro KT1000.

Se realizaron RX y RMN periódicas en las cuales se efectuaron mediciones de los túneles tibial y femoral en tres sectores: proximal, medial y distal.

En las RX se ha comprobado un agrandamiento significativo del túnel tibial (X=40%) durante los primeros 99 días posteriores a la cirugía (P= 0,01) y un agrandamiento significativo del túnel femoral (X=38%) hasta los 221 días (p<0,01).

En la 1er. RMN (X=92 días) se comprobó un agrandamiento significativo de ambos túneles (X=39%) (P=0,01), mientras que el agrandamiento no fue significativo entre ésta y la segunda RMN (X= 642 días). En ambos estudios complementarios de diagnóstico no se comprobó agrandamiento de los túneles luego del año de la cirugía.

No hemos encontrado correlación entre el agrandamiento de los túneles y la clínica de los pacientes (P> 0,18). Follow up promedio: 24,72 meses (R=21-38)

ABSTRACT:

The aim of the study was to compare tunnel widening between two different fixation systems in autogenous hamstring ACL reconstruction: a) Corticancellous bone b) Cross pin.

Twenty two patients were prospectively evaluated using 3 different scores (Lyshom, Tegner, IKDC). The anterior knee laxity was assessed using the KT-1000 arthrometer.

X-rays and MRI were periodically used to measure tunnel widening in 3 portions of each tunnel (proximal- central- distal).

The x-ray revealed a tibial tunnel widening (x=40%) during the first 99 days post-op (p=0.001) and a femoral widening (x=38%) up to the day 221 (P<0.01).

The first MRI study (x=92 days) showed a widening in the two tunnels (x=39%) (p=0.01) While there was no significative changes between the first and second MRI (x=642 days).

There was no tunnel widening after 1 year post op, nor in the x-rays neither in the MRI.

There was no correlation between tunnel widening and symptoms of instability. The mean F-up was 24 months (21-38)

INTRODUCCION

La reconstrucción del ligamento cruzado anterior utilizando injerto autólogo de isquiotibiales es una técnica que ha sumado adeptos en el transcurso de

los últimos años.(1, 29, 30)

El aumento en la utilización de este injerto se debe en parte a características intrínsecas del mismo como lo son el incremento de la fuerza, el área seccional similar al LCA y potencialmente la gran superficie de revascularización y a las características extrínsecas como la baja morbilidad del sitio dador y la escasa gama de complicaciones en relación a los déficits de extensión, flexión y artrofibrosis en comparación con las reconstrucciones que involucran al tendón patelar (7,16,18,30). Cierta es la posibilidad

Contactar CETEA Av. Pueyrredón 2446 4º piso
CP A1119 ACU Buenos Aires Argentina.
Mail: info@ceteatrauma.com

que nos brinda este injerto de ser utilizado en pacientes de edad avanzada con diversos grados de artrosis (13). Por otro lado la aparición de dispositivos de fijación femoral y tibial suficientemente fuertes para soportar un acelerado plan de rehabilitación que comience en el postoperatorio inmediato han superado a los sistemas de fijación anteriormente utilizados. (16,29)

Sin embargo ninguno de estos dispositivos ha logrado disminuir el agrandamiento de los túneles.

Existen controversias acerca de los resultados en la osteointegración del injerto utilizando tornillos interferenciales intratúnel. (6,9,10,26,27)

Algunos investigadores han propuesto que la fijación rígida del injerto próxima a la articulación ("fijación de apertura") puede disminuir el movimiento del injerto dentro del túnel, disminuyendo en teoría el agrandamiento del mismo. (10)

Van der Reis y Rosenberg han comparado diversos dispositivos de fijación proximal bajo carga cíclica y han llegado a la conclusión de que todos los dispositivos evaluados respondieron satisfactoriamente excepto los tornillos biodegradables. El Endobutton, Trans Fix y Linx fallaron a 1030 N, 1002 N y 638 N respectivamente 21 23 24. Si consideramos que en las primeras etapas de la rehabilitación las cargas no sobrepasan los 300 N parecería que estos dispositivos brindan una adecuada fijación mecánica en las primeras etapas previo a la osteointegración. (2,24)

Mucho se ha escrito en relación a la osteointegración, revascularización y ligamentización del tendón. Pinczewski y col., sostienen que existe una adecuada osteointegración entre las 6 y 15 semanas posteriores a la cirugía (7,14). Trabajos como el de Falconiero y col., han demostrado en animales que la vascularización, la organización y el patrón celular y el grado de metaplasia son similares al LCA 12 meses después de la reconstrucción (5).

Scranton y col., han realizado investigaciones en ovejas en donde luego de la reconstrucción del LCA con isquiotibiales las fibras de Sharpey fueron visualizadas a la 6ta. semana. Al 6to. mes del postoperatorio los ligamentos cruzados reconstruidos aparecían clínicamente, histológicamente e inmunohistoquímicamente indistinguibles en relación al LCA de ovejas sanas (17).

Hemos desarrollado un estudio prospectivo para evaluar el comportamiento de los túneles luego de la reconstrucción del LCA con injerto autólogo de isquiotibiales utilizando dispositivos de fijación proximal de Cross pin y Corticoesponjosos. (28, 29)

MATERIAL Y METODO

Treinta y un pacientes (5 mujeres, 26 hombres; edad promedio: 29.61 años; rango de edad entre 15 y 62 años fueron incluidos en este trabajo.

Criterios de inclusión:

1. Ruptura del ligamento cruzado anterior unilateral confirmada clínicamente y por resonancia magnética nuclear.
2. Ausencia de lesiones osteocondrales en la inspección artroscópica.
3. No tener antecedentes previos de cirugía ligamentaria de la rodilla en cuestión.
4. Plástica del LCA efectuada con Semitendinoso y Recto interno cuádruple.

Criterios de exclusión:

1. Deseje femorotibial (Varo-Valgo).
2. Lesiones osteocondrales asociadas.
3. Antecedente de plástica del LCA en la rodilla involucrada.
4. Lesiones ligamentarias múltiples.
5. Plástica del LCA con Tendón Patelar.

Técnica quirúrgica y rehabilitación

Luego de la administración de anestesia peridural, se efectuó la plástica del LCA utilizando injerto autólogo cuádruple de isquiotibiales, las mismas fueron llevadas a cabo por los mismos dos cirujanos en todos los procedimientos.

La localización exacta del túnel tibial fue determinada por visión artroscópica directa tratando que la posición del injerto fuera lo más cercana posible al punto distal de inserción original del LCA. Para el labrado del túnel femoral se utilizó una guía femoral realizando el túnel en hora 10 ú 11 en rodillas derechas ó 1 ó 2 en rodillas izquierdas.

Fueron utilizados dos tipos de fijación proximal:

1. Sistema de fijación Cortico-esponjosa.
2. Sistema de fijación Cross pin. (Fig. 1 y 2)

El dispositivo utilizado para la fijación distal fue el tornillo de bajo perfil y grapa.

El protocolo de rehabilitación postquirúrgico fue similar en todos los pacientes a quienes se les permitió deambular con descarga completa del miembro intervenido al día siguiente de la cirugía ayudados por el uso de muletas. No se utilizó férula inmovilizadora. Todos los pacientes luego de la primer curación efectuada entre el 6to. y 7mo. día comenzaron con ejercicios de movilidad pasiva autoasistida.



Figura 1:



Figura 2:

Métodos de evaluación

Una vez explicado el trabajo y habiéndose obtenido la autorización por escrito de los pacientes, llevamos a cabo en el postoperatorio las citaciones preestablecidas para efectuar los controles periódicos radiográficos y de resonancia nuclear magnética, la evaluación clínica de los mismos, utilizando los scores de Tegner, Lysholm e IKDC, y la medición con KT-1000 (Med - Metric, San Diego, CA).

La primera evaluación radiográfica se obtuvo a los 31 días (R=20-44), la segunda a los 99 días (R=89-115), la tercera a los 221 días (R=187-260) y la cuarta evaluación radiográfica fue efectuada a los 666 días promedio de efectuada la intervención (R=550-794).

Fueron realizadas todas las radiografías de frente y de perfil sobre papel milimetrado, eligiéndose para la evaluación solo las incidencias de frente.

Los estudios de resonancia magnética nuclear fueron realizados en equipos superconductivos de 1.0 y

1.5 Tesla (Magnetom Siemens y Philips Intera respectivamente) con bobinas de rodilla con cortes en los planos de perfil y coronal con los siguientes parámetros: sagitales TSE TR 2600-2932, TE 11/119, FOV 150, Matriz 200-256/256 y coronales T2* 2D TR 500, TE 18, FOV 150 y matriz 190/256, con un flip de 30° en el primero de los equipos y PD SPIR TR 2200, TE 12, FOV 150 y matriz 224/256. Todos los cortes fueron efectuados con un espesor de 4 mm y un espacio entre corte de 0.4 mm.

Se han solicitado Resonancias nucleares magnéticas en dos períodos del postoperatorio. La primera a los 92 días promedio (R=78-104) mientras que la segunda y última resonancia fue solicitada a los 642 días promedio (R=557-734).

Tanto para las mediciones radiográficas como de resonancia magnética se efectuaron las mediciones de los túneles tibial y femoral a nivel proximal, medial y distal volcando los mismos en una planilla de cálculo para su posterior análisis. (Fig. 3 a 6)



Figura 3:

Seguimiento

Nueve pacientes (29.03%; 2 mujeres y 7 hombres) no completaron el seguimiento preestablecido. Entre ellos, tres pacientes viajaron al exterior por respectivos cambios en sus tareas laborales interrumpiendo el seguimiento.

Un paciente al 5to. mes sufrió la ruptura de la plástica efectuada debiendo ser reintervenido quirúrgicamente. Finalmente 5 pacientes no completaron todas las eva-



Figura 4:



Figura 5:



Figura 6:

luaciones radiográficas y de resonancia magnética nuclear razón por la cuál fueron quitados de la muestra.

Análisis estadístico

Se utilizó el Test de Student para comparar el agrandamiento de los túneles entre cada intervalo de tiempo en que se solicitaron los estudios complementarios de diagnóstico (Rx y Rmn).

El coeficiente de correlación de Pearson fue utilizado para determinar la correlación entre agrandamiento de los túneles y la clínica de los pacientes.

RESULTADOS

Si evaluamos las radiografías, el mayor agrandamiento de ambos túneles se comprueba entre el tiempo transcurrido entre la cirugía y la realización de la primera radiografía (X=31; R=20-44 días, P<0,01). (Tabla 1).

El túnel tibial presenta un agrandamiento que continúa siendo significativo entre el primer y segundo control radiográfico (P<0,01) no visualizándose un agrandamiento significativo en los controles radiográficos posteriores (X=40%).

El túnel femoral presenta un agrandamiento significativo durante los tres primeros controles radiográficos (X=38%) (P<0,01)

En ninguno de los dos túneles se comprobó un agrandamiento significativo entre la 3er. (X=221 días) y la 4ta. radiografía (X= 666 días).

Si evaluamos los túneles tibial y femoral mediante RMN comprobamos que en relación al diámetro del túnel efectuado durante la cirugía existe un agrandamiento significativo (X=39%) en la primera RMN (X=92 días; P<0,01); mientras que no se comprobó un agrandamiento significativo entre la 1ra. y la 2da RMN (X= 642 días). (Tabla Nro.1)

Tabla Nro.1

% de agrandamiento de túneles

	TIBIAL	FEMORAL
Rx 1	25 %*	15 %*
Rx 2	40 %*	27 %*
Rx 3	47 %	38 %*
Rx 4	48 %	45 %
RMN 1	39 %*	38 %*
RMN 2	36 %	44 %

P<0.01 en relación a la cirugía o el control anterior.

Si evaluamos los 2 dispositivos de fijación proximal por separado encontramos los siguientes resultados: Los diámetros iniciales son significativamente diferentes para ambas técnicas. (Tabla Nro.2)

Tabla Nro.2
Diámetro de túneles (mm)
durante la cirugía

	TIBIAL	FEMORAL
Corticoesponjosa	9,82 (SD 0,405)	9,82(SD 0,405)
Cross pin	8,27 (SD 0,647)	8,27(SD 0,647)

P<0,01 entre ambas técnicas.

Porcentualmente el agrandamiento evidenciado entre la cirugía y el primer control radiográfico es significativamente mayor para la técnica de Cross pin en ambos túneles 37 vs 14% para el túnel tibial (P<0,01) y 21 vs 10% para el túnel femoral (P<0,01). La dilatación continúa siendo significativamente mayor en la técnica de Cross pin para el segundo control radiográfico 47 vs 29% para el túnel tibial (P<0,01) pero no para el túnel femoral.

Entre el tercer y cuarto control radiográfico el agrandamiento del túnel femoral es significativamente mayor en la técnica de Cross pin 51 vs 39% (P<0,01).

En el cuarto control radiográfico y en la segunda RMN no hay diferencias significativas en el tamaño de ambos túneles entre las dos técnicas.

En relación a la evaluación por RMN, ambos siste-

mas se comportan de forma similar presentando un agrandamiento significativo de ambos túneles durante el tiempo transcurrido entre la cirugía y la 1er.RMN (P<0,01, X= 92 días), no habiéndose documentado un agrandamiento significativo entre la 1er. y la 2da. RMN (X= 642días) (Tabla Nro. 3)

Sin embargo porcentualmente el agrandamiento es significativamente mayor en la técnica de Cross pin entre la cirugía y la primer RMN 50 vs 28% para el túnel tibial (P<0,01) y para el túnel femoral 50 vs 26% (P<0,01).

Efectuando la evaluación clínica y con KT1000 de los pacientes de la muestra, no se ha encontrado correlación clínica significativa entre ninguno de los parámetros analizados tomados en su conjunto así como tampoco se ha documentado correlación clínica significativa entre los dos sistemas de fijación proximal evaluados.

DISCUSION

La reconstrucción artroscópica del ligamento cruzado anterior utilizando isquiotibiales ha demostrado haber obtenido buenos resultados comparables a los evidenciados con el tendón patelar (18,22).

Su uso ha sumado adeptos en los últimos años, estando este hecho intimamente ligado a las reconocidas características intrínsecas y extrínsecas del injerto como la fuerza y el área seccional del ST-RI, los mejorados dispositivos de fijación que permiten iniciar una rehabilitación mas agresiva desde etapas tempranas, la menor morbilidad del sitio dador y a las pequeñas incisiones efectuadas para obtener el

Tabla Nro.3
% DE AGRANDAMIENTO DE TUNELES SEGUN DISPOSITIVO DE FIJACION.

ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS	Corticoesponjosa		Cross Pin	
	T. TIBIAL	T. FEMORAL	T. TIBIAL	T. FEMORAL
Rx 1	14 %1	10 %2	37 %1	21 %2
Rx 2	29 %3	28 %	47 %3	27 %
Rx 3	38 %	36 %	55 %	40 %
Rx 4	39 %	39 %4	58 %	51 %4
RMN 1	28 %5	26 %6	50 %5	50 %6
RMN 2	31 %	35 %	42 %	52 %

1 al 6 diferencias significativas en el % de agrandamiento entre técnicas; p<0,01

injerto esteticamente mas aceptadas por los pacientes. (18,29)

La incorporación de los isquiotibiales a los túneles ha sido estimada entre las 8 y las 12 semanas en perros y entre las 12 y 15 semanas en humanos (14,22, 30).

La etiología del agrandamiento de los túneles femoral y tibial puede ser multifactorial. Se han descrito factores biológicos y mecánicos en la producción de este fenómeno.

Dentro de los factores biológicos se podrían incluir respuestas inflamatorias no específicas (osteólisis), necrosis celular ocasionada por productos tóxicos en el túnel (óxido de etileno , metalosis , etc.) y necrosis por calor (al efectuar el fresado del túnel).

Dentro de los factores mecánicos, la presencia del líquido sinovial dentro del túnel rodeando el injerto podría tener un papel preponderante así como también el movimiento del injerto dentro del túnel en sentido anteroposterior (efecto limpiaparabrisas) y en sentido vertical (efecto bungee cord) evidenciado con el Endobutton .

El agrandamiento del túnel también estaría relacionado a la inadecuada localización del túnel tibial. (22,30)

La utilización de nuevos dispositivos de fijación proximal como los utilizados en este trabajo (Sistema de Cross Pin y Sistemas de Fijación Corticoesponjosa) disminuirían el efecto Bungee Cord, pero no lograrían disminuir el efecto limpiaparabrisas.

El mayor agrandamiento de los túneles con las técnicas de fijación de cross pin en nuestra casuística creemos que estaría relacionado al anclaje más proximal del cross pin en relación a los sistemas de fijación corticoesponjosa.

El efecto limpiaparabrisas en los sistemas de cross pin podría ser disminuido mediante la colocación de tornillos interferenciales intratúnel, pero existen controversias acerca de los resultados en la osteointegración del injerto utilizando estos dispositivos. (9,10,26,27)

Algunos investigadores han propuesto que la fijación rígida del injerto próxima a la articulación ("fijación de apertura") puede disminuir el movimiento del injerto dentro del túnel, disminuyendo en teoría el agrandamiento del mismo.

Fu, Harner y col. manifiestan que la fijación rígida de apertura utilizando tornillo biodegradable no disminuye el agrandamiento del túnel femoral comparando tornillos de bajo perfil con endobottom.(10)

Para corregir este movimiento intratúnel, se ha postulado compactar las paredes de los túneles median-

te la utilización de dilatadores luego del fresado de los mismos y colocar un tornillo de interferencia de bordes romos para producir un efecto de relleno intratúnel, favoreciendo la osteointegración de la interfase tendón-hueso, eliminando así el posible contacto del fluido sinovial con las paredes del túnel. Sin embargo, diversos autores se han encargado de refutar esta teoría.

Weiler y col. sugieren que la colocación de un tornillo interferencial intratúnel comprometería la maduración del injerto alterando las propiedades mecánicas del mismo durante las etapas tempranas de remodelación del tendón. Refiere también que no está claro si el mecanismo de laceración tisular estaría provocado durante la colocación del tornillo ó si se debería al posible daño del injerto intratúnel sometido a la acumulación de cargas cíclicas durante las actividades de la vida diaria. (25,26,27)

Estos factores expuestos anteriormente podrían explicar el agrandamiento de túneles evidenciado en este trabajo dentro de los primeros 3 meses posteriores a la plástica ligamentaria.

El interrogante que queda por responder es si los agresivos protocolos de rehabilitación que hemos implementado (basados en los nuevos dispositivos de fijación que nos aseguran una alta fuerza de fijación inicial) contribuyen en la aparición del agrandamiento.

Trabajos de diversos autores demuestran que existe un agrandamiento variable de los túneles luego de la plástica del LCA durante los primeros meses posteriores a la cirugía, pero el mismo no presenta correlación con la clínica de los pacientes.

En nuestro estudio no hay una diferencia significativa entre el resultado clínico y el agrandamiento evidenciado en los túneles femoral y tibial. Esto indicaría que aunque el agrandamiento de los túneles durante los primeros 3 meses del postoperatorio es significativo, no implicaría una mayor laxitud de la plástica en cuestión dentro de los 2 primeros años posteriores a la cirugía.

Resta por resolver cual será la implicancia de este agrandamiento en el seguimiento a largo plazo de estos pacientes.

CONCLUSION

Los resultados obtenidos con las técnicas de reconstrucción del LCA con isquiotibiales utilizando dispositivos de fijación corticoesponjosa y cross pin son satisfactorios pero también presentan el agran-

damiento de túneles tibial y femoral evidenciado con otras técnicas.

Este agrandamiento resulta mas evidente dentro de los primeros 3 meses de la cirugía y es significativamente mayor para la técnica de Cross pin, aunque ello no pareciera influir en el cuadro clínico del paciente.

No se visualiza un agrandamiento significativo de los túneles luego del año de la cirugía. No hemos encontrado correlación significativa entre el agrandamiento de los túneles y la evolución clínica de los pacientes.

Follow-up: 24,72 meses (R:21-38)

BIBLIOGRAFIA

1. Aparicio J, Nou A, Aparicio F. "Store de reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior con Técnica Artroscópica". Rev.Arg. de Artroscopia, 1995 Vol 2 :238-254.
2. Boylan D, Greis P, West J, Bachus K, Burks R. "Effects of Initial Graft Tension on Knee Stability After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Hamstring Tendons: A Cadaver Study". Arthroscopy, Vol 19, Nro7 (September), 2003; pp 700-705.
3. Buck D, Simonian P, Larson R, Borrow J, Nathanson D. "Timeline of Tibial Tunnel Expansion After Single-Incision Hamstring Anterior Cruciate Ligament Reconstruction". Arthroscopy, Vol 20, Nro1 (January), 2004; pp 34-36.
4. Fahley M, Indelicato P. "Bone Tunnel Enlargement After Anterior Cruciate Ligament Replacement". American Journal of Sports Medicine, Vol 22,Nro3, 1994 pp 410-414.
5. Falconiero R, Distefano V, Cook T. "Revascularization and Ligamentization of Autogenous Anterior Cruciate Ligament Grafts in Humans". Arthroscopy, Vol 14, Nro2 (March), 1998; pp 197-205.
6. Fink C, Zapp M, Benedetto K, Hackl W, Hoser C, Rieger M. "Tibial Tunnel Enlargement Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Patellar Tendon Autograft" Arthroscopy, Vol 17, Nro2 (February), 2001; pp 138-143.
7. Gobbi A, Tuy B, Mahajan S, Panunzialman L. "Quadrupled Bone-Semitendinosus Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Clinical Investigation in a Group of Athletes". Arthroscopy, Vol 19, Nro7 (September), 2003; pp 691-699.
8. Harris NL, Indelicato P, Bloomberg M, Meister K, Wheeler D. "Radiographic and Histologic Analysis of the Tibial Tunnel After Allograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Goats". American Journal of Sports Medicine, Vol 30 Nro 3, 2002 368.htm
9. Hoher J, Moller HD, Fu FH. "Bone Tunnel Enlargement After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Fact or Fiction?" Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 1998, 6(4): pp 231-240.
10. Ma B, Francis K, Towers J, Irrgang J, Fu F, Harner C. "Hamstring Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Comparison of Bioabsorbable Interferente Screw and Endobutton-Post Fixation". Arthroscopy Vol.20, Nro2 (February), 2004; pp 122-128.
11. Nebelung W; Becker R, Merkel M, R'pke M: "Bone Tunnel Enlargement After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Semitendinosus Tendon Using Endobutton Fixation on the Femoral Side". Arthroscopy, Vol 14, Nro8 (Nov-Dec), 1998; pp 810-815.
12. Patiño O, Kobrinsky P, Tacus L, Chiapara J, Merlo A. "Rehabilitación Precoz Luego de la Plástica del LCA". Rev.Arg. de Artroscopia, 1994 Vol 1 Nro. 2:124-133.
13. Pereira E, Previgliano J, Macías J, Butler S, Barclay F, Lacroze P, Arce G. "Reconstrucción del LCA en Pacientes Mayores de 40 años". Rev.Arg. de Artroscopia.Vol.7 Nro.1 pp:25-29.
14. Pinczewski L, Clingeffer A, Sci A, Otto D et all. "Integration of Hamstring Tendon Graft With Bone in Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament". Arthroscopy, Vol 13, Nro 5 (October), 1997; pp 641-643.
15. Rodeo SA; Arnoczky SP, Torzilli PA et all: "Tendon Healing in a bone tunnel: A biomechanical and histological study in the dog". J. Bone Joint Surg. 75A:1795-1803, 1993.
16. Rosenberg T, Brown G, et all. "Anterior Ligament Reconstruction With a Quadrupled Semitendinosus Autgraft". Sports Medicine and Arthroscopy Review, Vol 5 Nro.1, 1997 : 51-58.
17. Scranton P, Lanzer W, Ferguson M, Kirkman B, Pflaster M. "Mechanisms of Anterior Cruciate Ligament Neovascularization and Ligamentation". Arthroscopy, Vol 14, Nro 7 (October), 1998; pp 702-716.
18. Simonian P, Harrison S, Cooley V, Larson R et all. "Assessment of Morbidity of Semitendinosus and Gracilis Tendon Harvest for ACL Reconstruction". The American Journal of Knee Surgery Vol 10, Nro.2, 1997; 54-59.
19. Simonian P, Sussmann P, Baldini T, Crockett H, Wiekiewicz T. "Interference Screw Position and Hamstring Graft Location for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction". Arthroscopy, Vol 14, Nro 5 (July-August), 1998; pp 459-464.
20. Simonian P; Erickson M, Larson R, O'Kane J.: "Tunnel Expansion After Hamstring Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With 1- Incision Endobutton Femoral Fijation". Arthroscopy, Vol 16, Nro 7 (October), 2000; pp 707-714.
21. Stapleton Timothy. "Comparison of ACL Grafo Fi-

- xation Pullout Strengths". *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, Vol 5 Nro.1, 1997 : 44-50.
22. Tomita F, Yasuda K, Mikami S, Sakai T, Yamazaki S, Tohyama H. "Comparisons of Intraosseus Graft Healing Between the Doubled Flexor Tendon Graft and the Bone-Patellar Tendon-Bone Graft in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy*, Vol 17, Nro5 (May-June), 2001: pp 461-476.
 23. Uchio Y, Ochi M, Adachi N, Kawasaki K, Kuriwaka M.: "Determination of Time of Biologic Fixation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Hamstring Tendons". *American Journal of Sports Medicine*, Vol 31, Nro3, 2003 pp 345-352.
 24. Van der Reis W, Deffner K, Rosenberg T. "Comparison of Hamstring Fixation Devices Under Cyclic Loading". Instructional Course. AANA, 2000.
 25. Weiler A, Hoffmann F, Stahelin A, Bail H, Siepe C, Sudkamp N.: "Hamstring Tendon Fijation Using Interference Screws: A Biomechanical Study in Calf Tibial Bone". *Arthroscopy*, Vol 14, Nro1 (January), 1998: pp 29-37.
 26. Weiler A, Hoffmann R, Bail H, Oliver Rehm, Sudkamp N., "Tendon Healing in a Bone Tunnel. Part II: Histologic Analysis After Biodegradable Interference Fit Fijation in a Model of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Sheep". *Arthroscopy*, Vol 18, Nro 2 (February), 2002: pp 124-135.
 27. Weiler A, Peine R, Pashmineh-Azar A, Clemens Abel, Sudkamp N, Hoffmann R. "Tendon Healing in a Bone Tunnel. Part I: Biomechanical Results After Biodegradable Interference Fit Fixation in a Model of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Sheep". *Arthroscopy*, Vol 18, Nro 2 (February), 2002: pp 113-123.
 28. Weiss J, Ellis B. "In Vitro Evaluation of Initial Pullout Strength of the Innovasive Devices Inc.LinX HT Hamstring Tendon Fastener in Cancellous Bone". Instructional Course. AANA, 2000.
 29. Wolf Eugene. "Hamstring Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Femoral Cross-Pin Fixation" *Operative Techniques in Sports Medicine*, Vol 7, Nro.4, 1999: 214-222.
 30. Yamakado K, Kitaoka K, Yamada H, Hashiba K, Nakamura R, Tomita K. "The Influence of Mechanical Stress on Graft Healing in a Bone Tunnel". *Arthroscopy*, Vol 18, Nro1 (January), 2002: pp 82-90.