

Ensanchamiento del túnel tibial tras reconstruir LCA con injerto de tendón cuádriceps

Comparación entre tres técnicas de fijación

Dr. Marcus Valladares Guimaraes¹, Dr. Jorge Brandao Murta Filho²,
Dr. Daniel Soares Baumfeld³, Wagner Nogueira Da Silva⁴

RESUMEN: Objetivo: Determinar, a través de estudio prospectivo, de observación, radiográfico, si se ha producido ensanchamiento del túnel tibial comparando tres técnicas de fijación del injerto del tendón del músculo cuádriceps femoral en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA); si hay ensanchamiento, definir el patrón. **Métodos:** Se evaluaron radiografías en antero-posterior (AP) y perfil (P) de 126 rodillas de 123 pacientes, siendo 118 de sexo masculino y cinco de femenino. Los pacientes fueron divididos en grupo 1 (fijación distal del injerto con tornillo poste y dos hilos Ethibond®) y grupo 2 (fijación distal del injerto con tornillo de interferencia y tornillo poste con dos hilos Ethibond®). El grupo 2 fue subdividido en 2a (interferencia metálica) y 2b (interferencia absorbible). El promedio de edad en la cirugía fue de 32 años (17 a 55 años). El promedio entre la cirugía y el control radiográfico fue de tres meses (variando entre dos a seis meses). Se midieron los diámetros de los túneles tibiales en las extremidades y en el tercio promedio de las radiografías en AP y P. Los túneles se clasificaron de acuerdo con su forma en cilíndricos, cónicos y cavitarios. **Resultados:** En los grupos 1 y 2a la forma predominante fue de cono. En el grupo 2b fue la cilíndrica. Comparando los grupos 1 y 2 se encontraron diferencias significativas en varias medidas mostrando un ensanchamiento menor en el grupo 2. Comparando los grupos 2a y 2b, el ensanchamiento fue menor en el grupo 2b. **Conclusión:** La oclusión del túnel tibial con un tornillo de interferencia absorbible asociado al tornillo poste disminuye el ensanchamiento del túnel en la reconstrucción del LCA con injerto de tendón del músculo cuádriceps. La forma del tornillo de interferencia es fundamental para definir el ensanchamiento. Nivel de evidencia: III.

Palabras clave: Ligamento cruzado anterior; rodilla; injertos.

ABSTRACT: Purpose: Determine, using retrospectively, observational, radiographic studies, if there is tibial tunnel enlargement comparing three fixation techniques of the graft from tendon of the muscle femoral quadriceps used in anterior cruciate ligament reconstruction (ACL); if it may get enlarge, define the standard. **Material and method:** Anteroposterior and lateral radiographic of 126 knees of 123 patients were evaluated (118 male and 5 female). The patients were divide in to group 1 (distal fixation of the graft with post-screw and two Ethibond® thread) and group 2 (distal fixation of the graft with interference screw and post-screw and two ethibond thread). The group 2 was subdivide into 2a (metallic interference) and 2b (interference absorbable). The average age was 32 years (17-55). The average time between surgery and radiographic control was three months (two to six months). The tibial tunnels diameters were measured in the extremities and medial third of the anteroposterior and lateral X-ray film. The tunnels were classified according theirs cylindrical, cone and cavity forms. **Results:** The cone form was predominant in the group 1 and 2a differently of the group 2b were the cylindrical form was more common. Comparing the groups 1 and 2 were found significant distinctions in several measures showing smaller enlargement in the group 2. When the group 2a and 2b are compared the enlargement was smaller in the second one. **Conclusion:** The occlusion of the tibial tunnel with a absorbable interference screw associated with a post-screw decreases the enlargement of the tunnel in ACL reconstruction with quadriceps autograft. Level of evidence: III.

Keywords: Anterior cruciate ligament; knee; graft.

INTRODUCCION

La reconstrucción del LCA en Brasil se realiza preferentemente con el injerto del tercio central del liga-

mento patelar (LP) o con los tendones del músculo grácil y semitendíneo, tendones flexores de la rodilla (TF) (1). El uso de los TF ha aumentado debido a la facilidad de la retirada, baja morbilidad del local donador y una buena resistencia (2). Según Buelow et al (3), un tópico de la cuestión de la cicatrización del injerto en los túneles óseos permanece en abierto: el ensanchamiento de esos túneles en los casos en que el LP era usado, Webster et al (4) demostraron que el ensanchamiento era más frecuente y mayor en el túnel femoral cuando usados los TF. Varios autores elaboraron teorías para explicar el ensanchamiento: mecánicas como el movimiento del limpiador de parabrisas y biológicas, como la acción del líquido sinovial resultando en osteólisis (5,6,7,8). A pesar del ensanchamiento evidente, no se observó correlación entre el tamaño del túnel y el resultado clínico (4, 8, 9), pero se-

¹ Master en Medicina por la UFMG, Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil. Miembro de las Sociedades Brasileñas de Cirugía de Rodilla, Artroscopia y Cirugía de Hombro y Codo.

² Miembros de la Sociedad Brasileña de Cirugía de Rodilla, Médico Ortopedista del Núcleo de Ortopedia y Traumatología – Belo Horizonte.

³ Alumno 6º año del curso de graduación en Medicina de la Facultad de Ciencias Médicas de Minas Gerais. Monitor de Anatomía.

⁴ Miembro de la Sociedad Brasileña de Ortopedia y Traumatología, Jefe del Servicio de Ortopedia del Hospital da Baleia – Fundação Benjamin Guimaraes.

Avenida Raja Gabaglia 2636, CEP 30350-540 Belo Horizonte MG marcusvg40@hotmail.com, Telefone: 0xx31 3297-2600, Fax: 0xx31 3297-2700

Trabajo realizado en el Núcleo de Ortopedia y Traumatología de Belo Horizonte/MG

gún Buelow (3), está claro que un túnel amplio lleno de fibrosis sería difícil de tratar durante una eventual cirugía de revisión.

El uso de injerto cuadricepsital (TC) no es común en nuestro medio. Recientemente, Cortelazzo et al (10) y Guimarães et al (11, 12) publicaron trabajos sobre el asunto. Sin embargo, no existe evaluación sobre el comportamiento del túnel tibial después de la reconstrucción del LCA con TC. El objetivo de este trabajo es determinar, a través de estudio radiográfico, si hay ensanchamiento del túnel tibial comparando tres técnicas de fijación del injerto del tendón del músculo cuádriceps femoral, en el caso que haya ensanchamiento, definir su patrón.

MÉTODOS

Durante el período comprendido entre 01/11/1997 y 15/11/2005 el autor principal realizó 187 cirugías de reconstrucción vídeo-artroscópica del LCA con uso de injerto del TC en 187 pacientes, 181 del sexo masculino y seis del sexo femenino.

Se consideraron como criterios de inclusión:

- procedimiento quirúrgico artroscópico con técnica transtibial;
- fijación proximal del injerto con tornillo de interferencia tipo Kurosaka de 7 x 25 o 9 x 25mm (Arthrex®)
- fijación distal del injerto con un tornillo AO esponjoso con arandela o incluso asociado a un tornillo de interferencia absorbible 9 x 28mm (Arthrex®) o incluso asociado a un tornillo de interferencia metálico 10 x 25mm (Arthrex®)
- seguimiento del protocolo de rehabilitación postoperatoria
- seguimiento radiográfico

Se consideraron criterios de exclusión, teniendo en cuenta la necesidad de mantener una buena amplitud de movimiento de la articulación:

- ruptura del LCA reconstruido
- reoperación
- infección

Se evaluaron todas las radiografías de 126 rodillas de 123 pacientes, siendo 118 del sexo masculino y cinco del femenino. El promedio de edad en la cirugía fue de 32 años (variando entre 17 y 55 años). El tiempo promedio entre la cirugía y el control radiográfico fue de seis meses (variando entre cuatro y siete meses). Los

pacientes fueron divididos en dos grupos: grupo 1, pacientes que tuvieron el injerto de TC fijado en la tibia solamente con tornillo AO esponjoso hilos Ethibond 5® y grupo 2, pacientes con la misma fijación en la tibia añadiendo tornillo de interferencia. Los pacientes del grupo 2 posteriormente fueron separados en el grupo 2a, pacientes que recibieron tornillos de interferencia de titanio Arthrex® y el grupo 2b, pacientes que recibieron tornillos de interferencia absorbible Arthrex®.

La técnica quirúrgica, cuidados posoperatorios y protocolo de rehabilitación fueron descritos por Guimarães et al (11 12). El estudio radiográfico de los pacientes utilizando aparato VMI® Compacto 500 SE, con distancia patrón de un metro entre el filme y la ampolla para las incidencias en antero-posterior (AP) y perfil (P).

Para la evaluación de los túneles tibiales en la radiografía en AP y P se definió una recta paralela al mayor eje del túnel. A continuación se definie-



Figura 1: Para la evaluación del túnel tibial en la radiografía en antero-posterior se definió una recta paralela al mayor eje del túnel. Se trazaron tres rectas perpendiculares, la primera recta (AP1) empieza en el borde medial del túnel óseo en los condilos tibiales; la tercera recta (AP3) empieza en el borde medial del orificio de apertura externa del túnel tibial y la segunda recta (AP2) está en el punto medio entre la primera.



ron tres rectas perpendiculares a esa primera, para medir el tamaño del túnel. En la radiografía en AP de la tibia, la primera recta (AP1) empieza en el borde medial del túnel óseo en los cóndilos tibiales; la tercera recta (AP3) empieza en el borde medial del orificio de abertura externo del túnel tibial y la segunda recta (AP2) está en el punto medio entre la primera (Fig. 1).

En la radiografía en perfil para la evaluación del túnel tibial se definió una recta paralela al mayor eje del túnel. Se definieron tres rectas perpendiculares a esa primera para medir el tamaño del túnel. En la radiografía en perfil de la tibia, la primera recta (P1) empieza en el borde anterior del túnel óseo en los cóndilos tibiales; la tercera recta (P3) empieza en el borde anterior del orificio de abertura externo del túnel tibial y la segunda recta (P2) está en el punto medio entre la primera y la tercera rectas (Fig. 2).

Las formas de los túneles tibiales fueron definidas en dibujos realizados en papel transparente sobre las radiografías y separadas en grupos (Tabla 4): túneles en forma de cono con base proximal (T1), túneles con el tercio central ensanchado (T2) y túneles en forma de cilindro (T3) (Fig. 3). Se consideraron solamente los túneles donde había buena definición completa de bordes en las radiografías. Los porcentajes se calcularon en relación al número total de pacientes de cada grupo.

Las radiografías en AP y P se utilizaron para definir el patrón de ensanchamiento de los túneles tibiales. Quedó establecido que la medida patrón del túnel tibial no ensanchado sería de 1,1cm (1cm de túnel más el 10% de ampliación de la imagen en las radiografías). Se optó por evaluar

Figura 2 : Para la evaluación del túnel tibial en la radiografía en perfil de la rodilla se definió una recta paralela al mayor eje del túnel. Se definieron tres rectas perpendiculares a esa primera para medir el tamaño del túnel. En la radiografía en P de la tibia, la primera recta (P1) empieza en el borde anterior del túnel óseo y los cóndilos tibiales; la tercera recta (P3) empieza en el borde anterior del orificio de abertura externo del túnel tibial y la segunda recta (P2) está en el punto medio entre la primera y la tercera rectas.

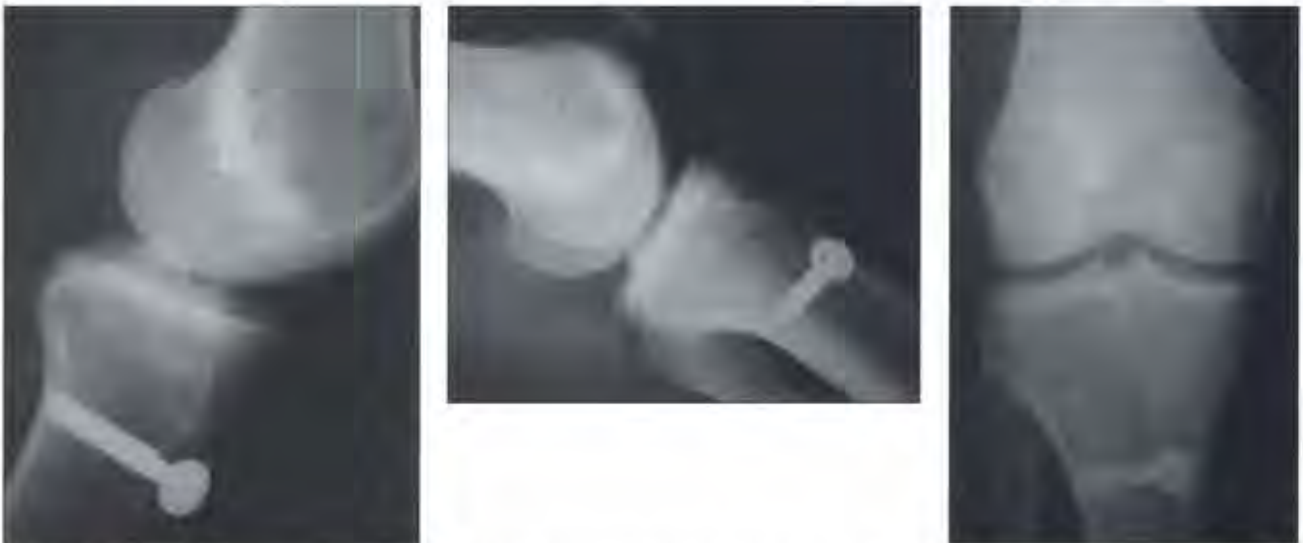


Figura 3: Radiografías en antero-posterior y perfil mostrando túneles en forma de cono con base proximal (T1), túneles con el tercio central ensanchado (T2) y túneles en forma de cilindro (T3).

solamente el túnel tibial porque las técnicas de fijación variaban únicamente en este local. El injerto del TC fue fijado en el túnel femoral siempre con tornillo de interferencia fijando el hueso al bloque en el túnel. Las medidas fueron realizadas por los coautores.

Los datos fueron computados y almacenados en banco de datos para análisis estadístico, constando de distribución de frecuencia, porcentaje y medidas de tendencia central. En los estudios comparativos entre las técnicas fue utilizado el test "t de Student", considerando significativas las diferencias en relación al valor p, si fuese <0,05.

RESULTADOS

En relación a las lesiones asociadas al LCA, 45 pacientes presentaban lesión del menisco medial, 13 presentaban lesión del menisco lateral y dos presentaban lesión condral del cóndilo medial.

Comparando las medias de ensanchamiento en la Tabla 1, hubo ensanchamiento en las porciones medias y próximas de los túneles en las radiografías en perfil y AP. El ensanchamiento en las medidas en perfil fue siempre mayor.

En la Tabla 2 comparamos los grupos 1 y 2. Observamos ensanchamiento en las medidas medias y proximales. En las medidas proximales en AP el ensanchamiento es mayor en el grupo 1 (1,23cm) y en las medidas medias es mayor en el grupo 2 (1,29cm). En las medidas en perfil, hubo ensanchamiento mayor en el grupo 2, principalmente en el medio del túnel (1,25cm). El test de variación muestra grupos homogéneos (<0,4).

En la Tabla 3 separamos el grupo 2 de acuerdo con el tornillo de interferencia usado. Observamos que el ensanchamiento en la porción media del túnel medido en perfil es significativamente mayor (P = 0,007) cuando se utiliza el tornillo de interferencia metálico. Eso es una tendencia en las medidas proximales, pero sin valor estadístico (P=0,28).

Referente al ensanchamiento del túnel tibial (Tablas 1, 2 y 3), comparando las medidas en AP y P, no hubo diferencia significativa en los grupos, excepto comparando la medida P1 del grupo 1 y grupo 2 (p<0,002). Sin embargo, la tabla 3 muestra que esta diferencia puede ser atribuida al mayor ensanchamiento de la parte tercera media del túnel en los pacientes que recibieron tornillo poste + tornillo de interferencia metálico. En todos los grupos hubo ensanchamiento de los túneles.

En la tabla 4, los resultados muestran que los túneles tienen formas diferentes en las radiografías en AP y P. Las

	AP1	AP2	AP3	P1	P2	P3
Promedio grupo 1 (cm)	1,23	1,22	1,04	1,28	1,14	1,02
DP grupo 1	0,12	0,14	0,12	0,12	0,12	0,11
Promedio grupo 2a (cm)	1,16	1,34	1,15	1,04	1,32	1,09
DP grupo 2a	0,11	0,20	0,17	0,17	0,08	0,07
Promedio grupo 2b (cm)	1,16	1,27	1,12	1,26	1,20	1,12
DP grupo 2b	0,15	0,18	0,18	0,19	0,10	0,10

Tabla 1: Comparación entre los grupos de pacientes que fueron sometidos a reconstrucción del LCA con fijación distal realizada por tornillo esponjoso AO (grupo 1), pacientes que recibieron tornillos de interferencia metálicos + tornillo poste (grupo 2a) y tornillos de interferencia absorbibles + tornillo poste (grupo 2b). AP1, AP2 y AP3 son las medidas realizadas en las radiografías en AP, de proximal para distal. P1, P2 y P3 son las medidas realizadas en las radiografías en P, de proximal para distal.

Fuente: Núcleo de Ortopedia y Traumatología – Belo Horizonte/MG.

	AP1	AP2	AP3	P1	P2	P3
Promedio grupo 1 (cm)	1,23	1,22	1,04	1,28	1,14	1,02
DP grupo 1	0,12	0,14	0,12	0,12	0,12	0,11
Variación grupo 1y	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03
Promedio grupo 2 (cm)	1,16	1,29	1,12	1,30	1,25	1,11
DP grupo 2	0,13	0,19	0,18	0,17	0,10	0,09
Variación grupo 2	0,03	0,08	0,04	0,05	0,00	0,01
Test t	0,005	0,085	0,060	0,638	0,002	0,044

Tabla 2: Comparación entre los grupos de pacientes que fueron sometidos a reconstrucción del LCA con fijación distal realizada por tornillo esponjoso AO (grupo 1) y pacientes que recibieron tornillos de interferencia metálicos o absorbibles + tornillo poste (grupo 2). AP1, AP2 y AP3 son las medidas realizadas en las radiografías en AP, de proximal para distal. P1, P2 y P3 son las medidas realizadas en las radiografías en P, de proximal para distal.

Fuente: Núcleo de Ortopedia y Traumatología – Belo Horizonte/MG.

	AP1	AP2	AP3	P1	P2	P3
Promedio grupo 2b (cm)	1,16	1,34	1,15	1,04	1,32	1,09
DP grupo 2b	0,11	0,20	0,17	0,17	0,08	0,07
Variación grupo 2b	0,02	0,07	0,05	0,04	0,01	0,01
Promedio grupo 2a (cm)	1,16	1,27	1,12	1,26	1,20	1,12
DP grupo 2a	0,18	0,18	0,14	0,18	0,10	0,10
Variación grupo 2a	0,03	0,00	0,04	0,05	0,01	0,01
Test t	0,070	0,468	0,072	0,200	0,007	0,407

Tabla 3: Comparación entre los grupos de pacientes que recibieron tornillos de interferencia metálicos (grupo 2a) y absorbibles (grupo 2b).

Fuente: Núcleo de Ortopedia y Traumatología – Belo Horizonte/MG.

		3D*			Perfil		
		11	12	13	11	12	13
Grupo 1	Número	14	8	15	25	2	10
	%	33,33	19,05	32,71	59,32	4,76	23,81
Grupo 2a	Número	12	10	13	18	5	13
	%	27,71	23,26	34,09	41,86	11,63	30,23
Grupo 2b	Número	3	7	27	3	8	21
	%	7,32	15,07	65,85	12,20	19,34	51,22

Tabla 4: Comparación entre los grupos en relación a los túneles fibrales.*Los porcentajes fueron calculados en relación al número total de pacientes por grupo cuyos túneles presentaban los bordes visibles en las radiografías.

Fuente: Núcleo de Ortopedia y Traumatología – Belo Horizonte/MG.

radiografías en perfil definen mejor la forma de los túneles. En las radiografías en perfil del grupo 1, el 59,32% presentaban túneles de forma cónica. En el grupo 2, la forma cónica (41,86%) todavía es predominante, pero la forma cilíndrica ya representa el 30,23%. En el grupo 3, la forma cilíndrica representa el 51,22%.

DISCUSION

Jagodzinskia et al (13), en el artículo de revisión relataron que el ensanchamiento del túnel tibial ha sido observado por muchos autores después de reconstruir el LCA (4, 14, 15, 16). Aunque no exista correlación entre el ensanchamiento y el tiempo de cirugía (16, 17, 18), hay problemas clínicos asociados a este fenómeno. El ensanchamiento del túnel altera la dirección del injerto dentro de la articulación. Aunque no se sepa cual es el resultado a largo plazo, es cierto que la osteólisis o el ensanchamiento del túnel podría comprometer el local de fijación del injerto. Si es necesario hacer una cirugía de revisión, podrá ser necesario injerto óseo para rellenar el túnel antes de colocar otro injerto (19). Se han planteado muchas teorías sobre la osteólisis del túnel. La más aceptada es la etiología multifactorial.

Se presentan factores biológicos como la causa del ensanchamiento. Cirugías realizadas con injertos exclusivamente de partes blandas, como los TF, son destacados como los más propensos al ensanchamiento (4, 20, 21). El líquido sinovial que penetra por la abertura articular del túnel también se presenta como causa (6). Zisk et al (22) relataron que había evidencias de que citocinas como factor de necrosis tumoral (FNT) alfa, interleucina (IL) 1beta, IL-6, BNP y óxido nítri-

co (NO) pueden tener un papel importante en el ensanchamiento de los túneles óseos después de la reconstrucción del LCA.

El movimiento del injerto dentro del túnel se ha presentado como la causa del ensanchamiento (23). Dos movimientos han sido mostrados: el axial - bungee effect y el perpendicular al eje del túnel - windshield wiper effect (6).

Jagodzinskia et al (13) citan Perren, que defiende que la transformación del tipo de tejido se debe al movimiento y al espacio entre el hueso y el injerto. Ambos son influenciados por la magnitud de la fuerza y dirección. Si la distancia es grande, no ocurre unión o se produce retardo de consolidación, incluso en la presencia de fijación adecuada. La reducción de la distancia ocurre cuando el material de fijación ocupa espacio dentro del túnel y limita el movimiento del injerto. La fijación del injerto próximo a la abertura articular del túnel tibial altera los vectores de fuerza sobre el tendón, limitando su migración (6, 7, 24, 25, 26, 27). Weiler et al.(28) demostraron en modelo animal, que el cierre del túnel promueve una unión madura de fibrocartilago entre el injerto y el hueso, entre las 9 y las 12 semanas.

La redirección de las fuerzas puede ser un factor importante en el ensanchamiento de los túneles. Su magnitud depende de la posición del injerto dentro del túnel y de su tensión. Muchas técnicas recomiendan la fijación del injerto en extensión, lo que produciría una tensión muy grande en el túnel femoral. La solución sería reducir el ángulo de los túneles. La fijación rígida cerrando el túnel es otro elemento para redireccionar las fuerzas que causan su ensanchamiento (29, 30). Robert e Es-Sayeh 31 y Chen et al 2 añadieron el uso de injerto de periosteo obstruyendo el túnel tibial resultando en la disminución del ensanchamiento. La inmovilización podría redireccionar las fuerzas, pero ocasionaría complicaciones en la fase posoperatoria (PO). La manutención de la rehabilitación es preferible, restringiendo el movimiento de la extensión total hasta 15°. Los efectos de protocolos de rehabilitación en el ensanchamiento del túnel han sido estudiados. Paessler y Mastrokalos (29) y Hantes et al (32) relataron que el protocolo de rehabilitación rápida aumenta el ensanchamiento de los túneles. Hay otros factores que influyen en el ensanchamiento y la elección del injerto es uno de ellos. Los tendones han mostrado mayor relación con ensancha-

mientos que con bloques óseos (4, 7).

En relación al tiempo ideal para la evaluación del ensanchamiento del túnel óseo no existe consenso en la literatura. Buelow et al (3) realizaron un estudio prospectivo comparando la fijación del injerto dentro del túnel tibial y fuera del mismo. La reconstrucción del LCA se realizó con tendones flexores y el control radiográfico fue realizado inmediatamente, seis meses y dos años después de la cirugía. En el grupo con fijación intratúnel, el ensanchamiento del túnel tibial fue del 75% inmediatamente a la cirugía, del 31% después de seis meses y no varió hasta los 2 años de PO. En el grupo con fijación extratúnel no hubo ensanchamiento inmediatamente a la cirugía. Seis meses después de la cirugía el ensanchamiento fue del 65% y después de 2 años del 47%. Simonian et al. 33 estudiaron 40 pacientes sometidos a reconstrucción del LCA con TF. Veinte pacientes recibieron tornillos de interferencia en el túnel tibial. La fijación extra produjo un ensanchamiento del túnel tibial entre los 3 y los 12 meses. Fink et al. (34), en estudio con tomografía computadorizada, relataron que el ensanchamiento del túnel tibial ocurrió principalmente en las primeras seis semanas del PO.

Los estudios muestran un ensanchamiento mayor en el túnel femoral que en el tibial. Las referencias citadas indican más ensanchamiento del túnel tibial en el plano sagital que en el coronal (3, 4, 5, 13, 15, 16, 18, 34). En la evaluación de las medidas de los túneles en el trabajo actual el ensanchamiento de los túneles tibiales fue encontrado en todas las radiografías. Sin embargo, no se encontró diferencia en la evaluación entre los dos planos, excepto en la medida del 1/3 central de los túneles en el grupo 2a, tomado en perfil ($p < 0,002$).

Peyrache et al (9) evaluaron 44 pacientes sometidos a la reconstrucción del LCA con ligamento patelar. La anchura del túnel tibial en la fase proximal aumentó de $12 \pm 1,9$ mm para $14 \pm 2,2$ mm hasta el tercer mes de posoperatorio. Después de este período no hubo ensanchamiento del túnel. El patrón del ensanchamiento fue tipo cono en el 57%, cavidad en el 40% y cilíndrico en el 3%. No hubo relación entre ensanchamiento y resultado clínico. Se concluyó que la etiología del ensanchamiento permanecía desconocida, pero posiblemente había una relación con el micromovimiento del injerto dentro del túnel.

En este trabajo se encontraron las mismas formas de ensanchamiento. Se supone que la absorción de las paredes del túnel puede ocurrir en áreas de mayor movimiento del tendón en relación al túnel. Por lo tanto, en los túneles en forma de cono (T1) habría mayor movimiento en el 1/3 proximal del túnel. En los túneles en forma de cavidad (T2), en el área central y en los túneles de forma cilíndrica o línea (T3), el movimiento sería mínimo y homogéneamente distribuido en todo el túnel. En los pacientes del Grupo 1 predominó la forma de cono, lo que muestra que la fijación distal del injerto produjo un ensanchamiento proximal mayor en el sentido antero-posterior. En el Grupo 2a todavía persiste esta tendencia. En el Grupo 2b esta tendencia se invierte con los túneles siendo predominantemente cilíndricos. Creemos que la diferencia entre el Grupo 2a y 2b se debe a la forma del tornillo, más que a factores biológicos. Los tornillos absorbibles Arthrex® son cilíndricos y ocuparían de forma homogénea el espacio entre el tendón y la pared ósea en los túneles. Los tornillos metálicos son cónicos y por lo tanto ocupan totalmente solo la parte distal del túnel tibial en tesis permitiendo movimiento en el 1/3 proximal. Tres de esos tornillos metálicos eran cilíndricos y en esos túneles el ensanchamiento fue cilíndrico, pero el número de pacientes fue pequeño para que la conclusión pudiese considerarse estadísticamente válida.

CONCLUSIONES

En la reconstrucción del LCA con tendón cuadriceps, la oclusión del túnel tibial con un tornillo de interferencia absorbible asociado al tornillo poste disminuye el ensanchamiento del túnel en la tercera parte media. La forma del tornillo de interferencia interfiere en el patrón de ensanchamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Guimarães MV, Cunha FM, Silva WN. Reconstrucción de ligamento cruzado anterior utilizando injerto de tendón de cuádriceps: evaluación clínica e isocinética. *Rev Bras Ortop* 2005;40(4): 182-192.
2. Chen CH, Chen WJ, Shih CH, Chou SW. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with periosteum-enveloping hamstring tendon graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2004;12(5): 398-405.

3. Buelow JU, Siebold R, Ellermann A. A prospective evaluation of tunnel enlargement in anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings: extra-cortical versus anatomical fixation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2002;10(2): 80-85.
4. Webster KE, Feller JA, Hameister KA. Bone tunnel enlargement following anterior cruciate ligament reconstruction: a randomised comparison of hamstring and patellar tendon grafts with 2-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001;9(2): 86-91.
5. Clatworthy MG, Annear P, Bulow JU, Bartlett RJ. Tunnel widening in anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective evaluation of hamstring and patella tendon grafts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999;7(3): 138-145.
6. 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): 231-240.
7. L'Insalata JC, Klatt B, Fu FH, Harner CD. Tunnel expansion following anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of hamstring and patellar tendon autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1997;5(4): 234-238.
8. Fahey M, Indelicato PA. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament replacement. *Am J Sports Med* 1994;22(3): 410-414.
9. Peyrache MD, Djian P, Christel P, Witvoet J. Tibial tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction by autogenous bone-patellar tendon-bone graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1996;4(1): 2-8.
10. Cortelazzo MJ, Cohen M, Mestriner LA. Reconstrucción artroscópica do ligamento cruzado anterior com injerto do tendón quadriceps: estudo das características dimensionais do tendón e da técnica cirúrgica. Nota preliminar. *Revista Brasileira de Ortopedia* 2002;37(5): 247-255.
11. Guimarães M. Reconstrucción artroscópica do ligamento cruzado anterior: estudo comparativo entre os injertos autólogos de ligamento patelar e de tendón do cuadriceps. *Revista Brasileira de Ortopedia* 2004;39(1): 30-41.
12. Guimarães MV, Cunha FM, Silva WN. Reconstrucción do ligamento cruzado anterior utilizando injerto de tendón do cuadriceps: avaliação clínica e isocinéctica. *Revista Brasileira de Ortopedia* 2005;40(4): 182-192.
13. Jagodzinski M, Foerstemann T, Mall G, Krettek C, Bosh U, Paessler HH. Analysis of forces of ACL reconstructions at the tunnel entrance: is tunnel enlargement a biomechanical problem? *J Biomech* 2005;38(1): 23-31.
14. Wilson TC, Kantaras A, Atay A, Johnson DL. Tunnel enlargement after anterior cruciate ligament surgery. *Am J Sports Med* 2004;32(2): 543-549.
15. Hogervorst T, van der Hart CP, Pels Rijken TH, Taconis WK. Abnormal bone scans of the tibial tunnel 2 years after patella ligament anterior cruciate ligament reconstruction: correlation with tunnel enlargement and tibial graft length. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2000;8(6): 322-328.
16. Jansson KA, Harilainen A, Sandelin J, Karjalainen PT, Aronen HJ, Tallroth K. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with the hamstring autograft and endobutton fixation technique. A clinical, radiographic and magnetic resonance imaging study with 2 years follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1999;7(5): 290-295.
17. Segawa H, Omori G, Tomita S, Koga Y. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendons. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001;9(4): 206-210.
18. Nebelung W, Becker R, Merkel M, Ropke M. Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus tendon using Endobutton fixation on the femoral side. *Arthroscopy* 1998;14(8): 810-815.
19. Brown CH, Jr., Carson EW. Revision anterior cruciate ligament surgery. *Clin Sports Med* 1999;18(1): 109-171.
20. Hersekli MA, Akpınar S, Ozalay M, Ozkoc G, Cesusur N, Uysal M, Pourbagher A, Tandogan RN. Tunnel enlargement after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: comparison of bone-patellar tendon-bone and hamstring autografts. *Adv Ther* 2004;21(2): 123-131.
21. Klein JP, Lintner DM, Downs D, Vavrenka K. The incidence and significance of femoral tunnel widening after quadrupled hamstring anterior cruciate ligament reconstruction using femoral cross pin fixation. *Arthroscopy* 2003;19(5): 470-476.
22. Zysk SP, Fraunberger P, Veihelmann A, Dorger M, Kalteis T, Maier M, Pelligahr C, Refior HJ. Tunnel enlargement and changes in synovial fluid cytokine profile following anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon and hamstring tendon autografts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2004;12(2): 98-103.
23. Sakai H, Yajima H, Hiraoka H, Fukuda A, Hayashi M, Tamai K, Saotome K. The influence of tibial fixation on tunnel enlargement after hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2004;12(5): 364-370.
24. Otsuka H, Ishibashi Y, Tsuda E, Sasaki K, Toh S. Comparison of three techniques of anterior cruciate ligament reconstruction with bone-patellar tendon-bone graft. Differences in anterior tibial translation

- and tunnel enlargement with each technique. *Am J Sports Med* 2003;31(2): 282-288.
25. Barber FA, Spruill B, Sheluga M. The effect of outlet fixation on tunnel widening. *Arthroscopy* 2003;19(5): 485-492.
 26. Zijl JA, Kleipool AE, Willems WJ. Comparison of tibial tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autograft or allograft. *Am J Sports Med* 2000;28(4): 547-551.
 27. Aglietti P, Zuccherotti G, Simeone AJ, Buzzi R. Anatomic versus non-anatomic tibial fixation in anterior cruciate ligament reconstruction with bone-patellar tendon-bone graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1998;6 Suppl 1: S43-48.
 28. Weiler A, Peine R, Pashmineh-Azar A, Abel C, Sudkamp NP, Hoffmann RF. 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* 2002;18(2): 113-123.
 29. Paessler HH, Mastrokalos DS. Anterior cruciate ligament reconstruction using semitendinosus and gracilis tendons, bone patellar tendon, or quadriceps tendon-graft with press-fit fixation without hardware. A new and innovative procedure. *Orthop Clin North Am* 2003;34(1): 49-64.
 30. Boszotta H. Arthroscopic reconstruction of anterior cruciate ligament using BTB patellar ligament in the press-fit technique. *Surg Technol Int* 2003;11: 249-253.
 31. Robert H, Es-Sayeh J. The role of periosteal flap in the prevention of femoral widening in anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendons. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2004;12(1): 30-35.
 32. Hantes ME, Mastrokalos DS, Yu J, Paessler HH. The effect of early motion on tibial tunnel widening after anterior cruciate ligament replacement using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy* 2004;20(6): 572-580.
 33. Simonian PT, Monson JT, Larson RV. Biodegradable interference screw augmentation reduces tunnel expansion after ACL reconstruction. *Am J Knee Surg* 2001;14(2): 104-108.
 34. Fink C, Zapp M, Benedetto KP, Hackl W, Hoser C, Rieger M. Tibial tunnel enlargement following anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft. *Arthroscopy* 2001;17(2): 138-143.