

# Reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior

## Variabilidad de la ubicación del túnel tibial, en el plano sagital, empleando diversas guías Estudio en modelo cadavérico

Dr. Cristian Collazo Blanchod, Dr. Horacio Federico Rivarola Etcheto, Dr. Marcos Galli Serra,  
Dr. Marcos Palanconi, Dr. Carlos Maria Autorino

**RESUMEN: Introducción:** Uno de los factores más importantes para lograr una reconstrucción satisfactoria del LCA es la correcta orientación y alineación de los túneles tanto tibial como femoral. Es conocido que al trabajar con diferentes guías tibiales, nos brinda diferentes resultados funcionales y radiográficos. **Objetivo:** Consistió en investigar experimentalmente la variabilidad de la angulación del túnel tibial en el plano sagital empleando tres diferentes guías tibiales disponibles en el mercado nacional. **Materiales y métodos:** Se utilizaron 30 rodillas de cadáveres formolizados. Se colocaron en ellos la clavija guía a nivel tibial. Reprodujeron esto con las tres guías disponibles (ARTHREX NR, MITEK NR, ACUFEX NR). En cada caso se registró con radioscopia el ángulo formado entre la clavija guía y el platillo tibial. El análisis estadístico se ejecutó utilizando el programa Graph Pad version 4.0. Se practicó un análisis de varianza ANOVA de una vía y se evaluó con un t test de Bonferroni, comparando los 3 grupos entre sí, con un nivel de significancia definido como una  $p < 0.05$ . Los datos fueron expresados con una media  $\pm$  desvío estándar. **Resultados:** Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la angulación de los túneles al comparar las guías ARTHREX Y ACUFEX con la guía MITEK. **Conclusiones:** Inclusive en las manos de cirujanos artroscopistas experimentados, el entrenamiento específico con cada una de las guías es fundamental para adecuar detalles de técnica con el objetivo de lograr una correcta reconstrucción del LCA. **Relevancia clínica:** Creemos que los resultados observados en este trabajo (localización y angulación del túnel tibial) son importantes a la hora de evaluar la causa de falla a largo plazo de las plásticas de LCA.

**ABSTRACT: Background:** The correct orientation and alignment of both the tibial and femoral tunnel are one of the most important issues to achieve a successful ACL reconstruction. It is known that working with different guides will provide us with different results, during surgery, and in the postoperative Rx Objective. The purpose of this study was to experimentally investigate the variability of the tibial tunnel angle in the sagittal plane using three different commercially available tibial guides. **Materials and Methods:** Thirty formolized cadaver knees were used. Arthroscopic surgeon insert de guide pin for the tibial tunnel placement They reproduced it with three different guides (Arthrex NR, Mitek NR y Acufex NR). In each case we registered with image intensifier the "pin - tibial plateau angle". Statistical analysis was done (graph pad 4), the one-way analysis of variance (ANOVA) was performed and was assessed with a Bonferroni t test, comparing the three groups. **Results:** We found statistical difference in the tibial tunnel angulations when we compared the arthrex and acufex guides with the mitek. **Conclusions:** Even with experimented surgeons, the need of specific training for each guide remains a crucial point, as it is too adequate the technique details for each one of them in order to achieve a correct ACL reconstruction. **Clinical relevance:** The implications of these findings would be relevant when evaluating the causes of long-term failure since other variables (location and tunnel angling) correlate with final results

### INTRODUCCION

La correcta orientación de los túneles (Tibial y Femoral) es uno de los factores fundamentales para lograr un resultado exitoso en la reconstrucción del LCA. La literatura clásica hace referencia, desde la década del

'80, sobre cuáles son los sitios "ideales", tanto femoral cuanto tibial, para la colocación de las guías de reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) (1). En referencia al túnel tibial, gracias a la aparición de las guías endoscópicas transtibiales en comparación con las laterales, se ha desplazado distalmente el punto de inserción tibial procurando así generar un aumento en el ángulo de divergencia del túnel tibial con respecto a la superficie articular en el plano sagital; asimismo, se puede generar de esta manera un

Servicio de Ortopedia y Traumatología  
Hospital Universitario Austral  
Av. Pte. Perón 1500, Pilar - Bs. As. - Argentina  
Tel.: 02322 - 482000 - ccollazo@cas.austral.edu.ar



túnel tibial más largo, obteniendo por lo tanto una mejor y mayor interferencia entre el injerto, el túnel y el tornillo (2,3)

La correcta colocación de injerto en el plano sagital debería ser en el lugar original de LCA nativo es decir central, evitando de esta forma el pellizcamiento ("impingement") durante la extensión completa (2); por lo tanto, si el cirujano emplaza el túnel tibial muy ventralmente a la línea de Blumensaat, el macizo intercondíleo contacta en la extensión completa con el injerto generando la lesión del mismo; por el contrario, cuando se emplaza el túnel tibial dorsalmente a la línea de Blumensaat, el injerto no sufrirá pellizcamiento al realizar la extensión completa (4,5) (Fig. 1)



**Figura 1:** Disposición de la plástica en relación a la línea de Blumensaat.

Es divulgado en base a la experiencia práctica cotidiana la apreciación de que trabajando con diversas guías disponibles en el mercado se obtienen resultados prácticos diversos, evidenciables ya durante el acto quirúrgico cuanto al evaluar radiológicamente el resultado.

Por lo precedentemente expuesto, la hipótesis del presente trabajo consistió en que utilizando guías provistas por diferentes compañías, siendo constante el punto de emergencia intraarticular, resulta variable el sitio de ingreso tibial y consecuentemente

la angulación del túnel. Las implicancias serían de esta manera fundamentales para evaluar las causas de las fallas en el largo plazo en orden a que otras variables (la ubicación y angulación de este túnel) correlacionan con el resultado final.

El objetivo del presente trabajo consistió en investigar experimentalmente la variabilidad de la angulación del túnel tibial en el plano sagital empleando tres diferentes guías tibiales disponibles en el mercado nacional.

## MATERIALES Y METODOS

En un lote de 30 rodillas de cadáveres de adulto formalizados, fijados en mesa de anatomía con un sistema de morsa en 90° de flexión, se realizó un portal anterolateral, a través del cual se realiza la visualización artroscópica, y un portal antero medial para la introducción de las guías tibiales, ubicado este último 1cm a medial del borde medial del tendón rotuliano y 1cm. a proximal del reborde del platillo tibial identificando el mismo previamente con aguja IM 50 x 8.

Se prepararon las tres guías tibiales (Arthrex NR (1), Mitek NR (2) y Acufex NR (3)) con la misma angulación (45°) (Fig. 2), un equipo quirúrgico entrenado en cirugía artroscópica reprodujo la colocación de la clavija guía para el túnel tibial, guiados artroscópicamente, tomando los reparos clásicos anatómicos (muñón del LCA nativo, borde libre de cuerno anterior del menisco externo, la espina tibial medial y el LCP (6).

Se realizó un abordaje distal longitudinal hasta plano óseo a nivel del trócar guía de la clavija de 2mm (2cm medial al TAT y 1cm. inferior). Con perforador a batería (Stryker NR) se realizó la colocación de la clavija guía, siendo su punto de entrada óseo 2 cm a medial del TAT, constatándose artroscópicamente su relación intraarticular con los reparos ya descriptos.

Se reprodujo el gesto con cada guía en cada rodilla, dejando las clavijas en sus respectivos túneles, retirándolas 1cm. por debajo de la superficie articular para no interferir con la orientación de los túneles de las restantes clavijas.

Con equipo portátil de radioscopia (General Electric NR) se realizaron: a) un perfil estricto de cada rodilla con cada una de las clavijas colocadas y, b) un control final con las tres clavijas implantadas para su posterior análisis.

Se realizó la impresión de las fotos en una magnifi-



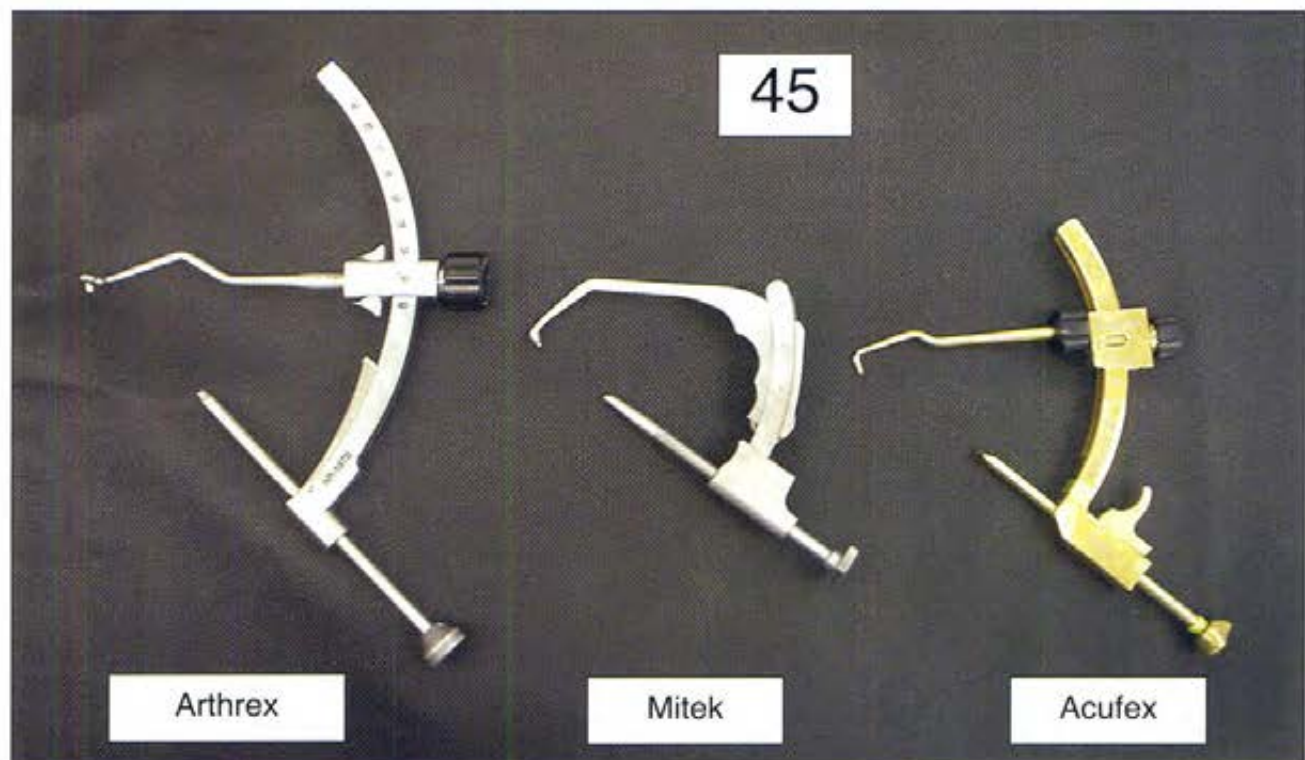


Figura 2: Guías tibiales analizadas

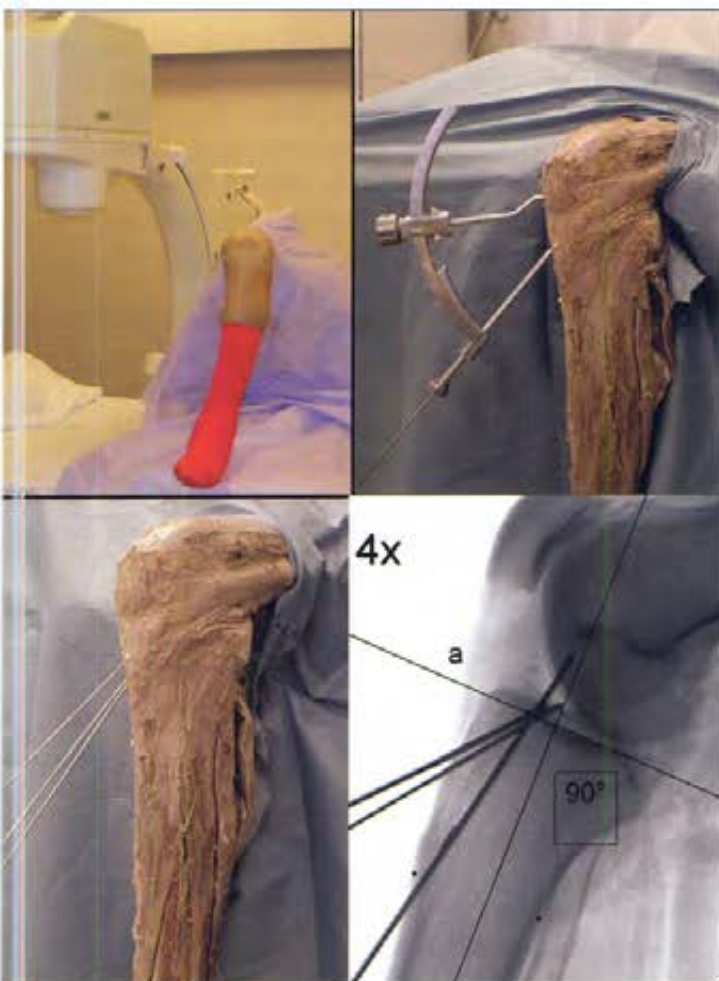


Figura 3: Materiales y métodos.

cación de 4x. Posteriormente se registró el eje anatómico de la tibia, luego se trazó una línea perpendicular a esta a nivel de la superficie articular tomando como reparo de la misma el reborde anterior del platillo tibial interno (línea "a"). (Fig. 3) En cada caso se midió el ángulo formado por la línea "a" y la clavija en su punto de ingreso a la articulación.

#### Análisis Estadístico:

El análisis estadístico se ejecutó utilizando el programa Graph Pad versión 4.0.

Se practicó un análisis de varianza ANOVA de una vía y se evaluó con un t test de Bonferroni, comparando los 3 grupos entre sí, con un nivel de significancia definido como una  $p < 0.05$ . Los datos fueron expresados con una media +/- desvío estándar.

### RESULTADOS

Las medias encontradas para cada una de las guías fueron: Arthrex NR 55.63° con un rango de 48° - 61°, Mitek NR 72.76° (63° - 82°) y Acufex 55° (48° - 65°) (ver Tabla 1 y Fig. 1). El análisis de varianza ANOVA de una vía y la evaluación con el t test de Bonferroni arrojaron los siguientes resultados: La

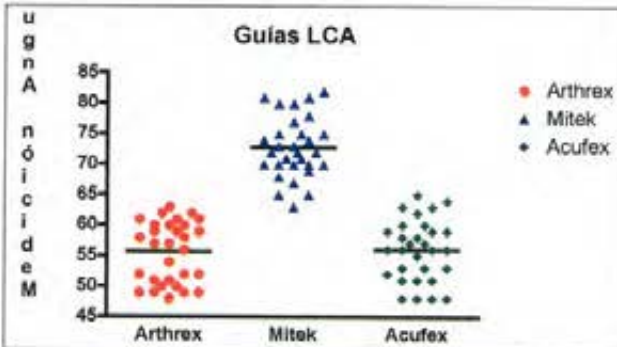


Guías Tibiales (NR)	n	Promedio <sup>o</sup> (rango)
Arthrex	30	55,63 (48-61)
Mitek	30	72,76 (63-82)
Acufex	30	55,96 (48-65)

**Tabla 1:** n, media y rango de cada guía

	t	P value
Arthrex vs Acufex	0.2496	p > 0.05
Arthrex vs Mitek	12.83	p < 0.001
Mitek vs Acufex	12.58	p < 0.001

**Tabla 2:** Resultados comparativos entre los grupos muestrales para las diferentes guías.



**Gráfico 1:** Distribución de las muestras según medición angular y guías.

comparación entre Arthrex NR y Acufex NR presentó una t de 0.2496 con una p > 0.05 (no significativa), Arthrex NR vs Mitek NR t: 12.83 (p < 0.001), Mitek NR vs Acufex NR t 12.58 (p < 0.001) ambas diferencias por lo tanto estadísticamente significativas. (ver Tabla 2 y Gráfico 1)

## DISCUSION

Son numerosas las variables que determinan el resultado satisfactorio en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. La orientación del túnel tibial es una de éstas. Si bien la atención se focaliza en la localización intraarticular del injerto, poca atención se ha prestado a la influencia de esta según otros factores: a) la guía tibial empleada, b) el punto de ingreso en la cortical tibial y, los ángulos generados entre el túnel tibial y la superficie articular (2).

Con referencia al último factor, los estudios han sido orientados preferentemente al estudio del sitio de emergencia del mismo a nivel de la articulación y sus implicancias con respecto a su ubicación más anterior, posterior, medial y lateral.

La línea de Blumensaat es la clásicamente referida por los autores como guía para evaluación de la co-

locación de injerto en las radiografías de perfil (7) Estudios realizados en RM (7,8,9) han demostrado que la colocación de un túnel tibial muy anterior en el plano sagital genera un pellizcamiento en el techo con la consecuente falla del injerto en extensión máxima (2). La intercóndiloplastia anterior sería una forma de evitar esto, sin embargo se ha estudiado que con el tiempo el intercóndilo vuelve a cerrarse (7,9,10,11). La alternativa más difundida actualmente es la de localizar el injerto más a posterior para de esta manera evitar el impingement (2,4,9).

El concepto de "rodilla permisiva" o "rodilla no permisiva", incorporado por Howell (4), procura hallar explicación justamente de cómo la angulación y posición del túnel tibial debieran ser modificados según el morfotipo antropológico del paciente y la angulación del techo en el planeamiento preoperatorio. También hace referencia en su trabajo a los defectos asociados a las guías y los puntos de reparos utilizados en el intraoperatorio (guías con apoyo en LCP o en la inserción del LCA). Todos estos conceptos son los que lo llevaron al desarrollo de una guía tibial en extensión con la cual evitaría el pellizcamiento anterior, facilitando así la obtención de una angulación del túnel tibial acorde a la línea de Blumensaat. Esta guía fue posteriormente validada por Cuomo y col. (12) en un trabajo cadavérico.

Poco hincapié se hace en las publicaciones con respecto al sitio de origen del túnel tibial y su angulación en el plano sagital con las guías que trabajan con la rodilla en flexión. En nuestro medio el instrumental en general es provisto por las diferentes compañías de la industria ortopédica debiendo el ortopedista estar entrenado para utilizar los diferentes instrumentales que en principio parecen presentar pocas diferencias, pero como se demuestra en el presente trabajo y en referencia a el uso de las guías tibiales, realizando los mismos abordajes, y colocando las guías con las mismas angulaciones predefinidas, el punto de entrada en tibia y la angulación del túnel tibial presenta diferencias significativas que debe ser conocida por el cirujano para la correcta planificación preoperatorio.

El análisis de los resultados evidencia que las medias obtenidas utilizando las guías Arthrex NR y Acufex NR son similares. Mientras que las medias obtenidas utilizando la guía Mitek NR ofrece resultados disímiles. Cuando se realizó un análisis estadístico estos datos que uno apreciaba con el simple cálculo de la media se confirman ya que las p < 0.001 confirman estas diferencias y las con-



vierten en diferencias estadísticamente significativas cuando se comparan las guías Arthrex NR y Acufex NR con la guía Mitek NR respectivamente. Del análisis de los resultados obtenidos se comprueba que con la guía Mitek NR se registran angulaciones mayores y con puntos de entrada más distales. Puede ser considerado que lo descrito obedece a la angulación que presenta en la rama horizontal y al sistema de orientación intraarticular, en comparación a las guías Arthrex NR y Acufex NR. Dicho factor lleva a realizar el túnel en una posición más vertical obteniendo de esta forma un punto de entrada en tibia más distal y una angulación mayor del túnel que como se ha comentado anteriormente modifica la biomecánica de la plástica ligamentaria y por consiguiente sus resultados a largo plazo. Por otra parte apreciamos en el intraoperatorio que esta mayor angulación del túnel tibial nos dificulta la correcta ubicación del femoral obligándonos a realizar una extensión de la rodilla para llegar al punto isométrico de entrada de este túnel con el consiguiente riesgo de lesionar la pared posterior (13). Una posible solución a este problema con la guía Mitek NR es realizar el abordaje medial más proximal, ya que de esta forma se evitaría horizontalizar la rama horizontal de esta guía.

Las observaciones realizadas en el presente trabajo abren una nueva línea de investigación consistente en medir la distancia que habría que realizar hacia proximal el abordaje anteromedial para reproducir la angulación lograda con las restantes guías estudiadas.

### CONCLUSION

El análisis estadístico demuestra diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la angulación del túnel tibial comparando las guías Arthrex NR y Acufex NR con la guía Mitek NR.

Aún en manos de cirujanos entrenados, resulta recomendable un entrenamiento específico para cada guía a la vez que adecuar detalles de técnica específicos para cada una de ellas.

### BIBLIOGRAFIA

- Muneta T, Haruyasu Y, Ishibari T, Ashina S, Murakami S, Furuya K. The effect of tibial tunnel placement and roofplasty on reconstructed anterior cruciate ligament Knees. *Arthroscopy* 1995; 11 (1): 57-6
- Morgan CD, Kalman VR, Grawl, DM. Definitive landmarks for reproducible tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1995; 11 (3): 275-288
- Chhabra A, Diduch DR, Blessey PB, Miller MD. Recreating an acceptable angle of tibial tunnel in the coronal plane in anterior cruciate ligament reconstruction using external landmarks. *Arthroscopy* 2004; 20 (3): 328-330
- Howell SM. Principles for placing the tibial tunnel and avoiding roof impingement during reconstruction of a torn anterior cruciate ligament. *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc* 1998; 6 (1): 49-55
- Howell SM, Gittins ME, Gottlieb JE, Traina, SM, Zoellner TM. The relationship between the angle of the tibial tunnel in the coronal plane and loss of flexion and anterior laxity after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2001; 29 (5): 567-574
- Andrews JR, Timmerman LA: *Diagnostic and Operative arthroscopy*. W.B. Saunders Co. Primera edición. 2001.
- Howell SM, Clark JA, Farkey Te: A rationale for predicting anterior cruciate graft impingement by the intercondylar roof. A magnetic resonance imaging study. *Am J Sports Med* 1991; 276-282.
- Howell SM, Clark JA, Farley TE: Serial magnetic resonance imaging of hamstring anterior cruciate ligament autograft during the first year of implantation. A preliminary study. *Am J Sports Med* 1991; 19: 42-47
- Ayerza MA, Muscolo DL, Costa-Paz M, Makino A, Rondon L. Comparison of sagittal obliquity of the reconstructed anterior cruciate ligament with native anterior cruciate ligament using magnetic resonance imaging. *Arthroscopy*. 2003; 19(3):257-61.
- Bents RT, Jones RC, May DA, Snearly WS. Intercondylar notch encroachment following anterior cruciate ligament reconstruction: A prospective study. *Am J Knee Surg* 1998;11:81-88.
- May DA, Snearly WN, Bents R, Jones R. MR imaging findings in anterior cruciate ligament reconstruction: Evaluation of notchplasty. *AJR Am J Roentgenol* 1977;169:217-222.
- Cuomo P, Edwards A, Giron F, Bullo A, Amis D, Aglietti P. Validation of the 65° Howelle guide for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2006; 22 (1): 70-75
- Giron F, Buzzi R, Aglietti P. Femoral tunnel position in anterior cruciate ligament reconstruction using three techniques. A cadaver study. *Arthroscopy* 1999; 15 (7)