

Ligamento Cruzado Anterior: Reconstrucción Transtibial vs. Transportal, Evaluación Radiológica de la Posición del Túnel Femoral y Tibial

Dr. Fernando Barclay, Dr. Francisco Arcuri, Dr. Ivan Nacul

Instituto Argentino de Diagnóstico y Tratamiento, CABA; Clínica Bessone, San Miguel, Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Introducción: la tendencia actual en la cirugía de reconstrucción del LCA es intentar reproducir con la plástica, la huella anatómica original femoral y tibial. La realización de túneles independientes permitiría optimizar el punto de entrada en la huella femoral, que junto con la oblicuidad y el diámetro de la fresa, reproducirían con mayor certeza la anatomía.

Objetivo: comparar con parámetros radiográficos objetivos la posición de los túneles femorales y tibiales, en dos grupos de pacientes operados con técnica Transtibial y Transportal anatómicas.

Material y Métodos: de diciembre del 2012 a diciembre del 2013, se evaluaron radiológicamente en forma prospectiva 59 pacientes con plástica primaria del LCA divididos en dos grupos, uno con técnica transtibial (TT), 19 pacientes y 40 pacientes con técnica transportal (TP). En el fémur, determinamos, el ángulo de inclinación del túnel, el sitio de inserción con respecto a la línea de Blumensaat y la distancia transósea; en la tibia, la ubicación en porcentaje de la localización con respecto al platillo tibial en el frente y perfil y el ángulo del túnel tibial en el frente y en el perfil.

Resultados: en el fémur: el ángulo de inclinación del túnel en el grupo (TP) fue de 45,92°, y en el (TT) de 24,53°, $P = 0,002$; el porcentaje en la línea de Blumensaat en el (TP), fue de 20,95 y en (TT) de 20,74 con una $p = 0,681$, y la distancia transósea en el (TP) fue de 3,43 cm y para el (TT) de 4,79 cm con una $p < 0,000$. En la tibia la distancia porcentual en el frente fue de 44,35 para (TP) y de 40,80 para TT con $p = 0,076$, y en el perfil fue de 28,70 para (TP) y de 34,53 para TT con una $p = 0,367$. Finalmente, el ángulo del túnel tibial en el frente fue de 73,48 para el (TP) y de 62,81 para el (TT) con $p = 0,002$, y para el perfil fue de 114,69 para (TP) y de 112,79 para (TT) con $p = 0,427$.

Conclusión: con ambas técnicas es posible realizar un túnel tibial y femoral en posición óptima pero no iguales. La realización de túneles independientes permitiría colocar un túnel tibial más anterior y vertical mejorando la cobertura de la huella anatómica normal, y el túnel femoral por vía Transportal nos permitiría obtener un mayor ángulo de inclinación y una menor distancia transósea, detalles técnicos que optimizarían la cobertura anatómica de esta huella.

Nivel de Evidencia: II.

Tipo de Estudio: prospectivo comparativo.

Palabras claves: LCA; Transtibial; Transportal

ABSTRACT

Introduction: the most recent advances in ACL reconstruction try to reproduce the anatomic femoral and tibial footprints as close as possible. Creating independent tunnels would allow the optimization of the entry point and the femoral tunnel obliquity, and together with an adequate reamer diameter, they would all reproduce with greater certainty the anatomy.

Objective: to compare the radiographic parameters of the femoral and tibial tunnel positions in two groups of patients, one operated with a transtibial and other with transportal anatomic techniques.

To compare radiographic parameters of a group of patients operates with a transtibial technique versus a group operated with a transportal one and define the the tunnel positions.

Materials and methods: from December 2012 to December 2013, 59 patients with a primary ACL reconstruction divided in two groups, a trans tibial technique (TT), 19 patients, and an transportal one (TP) with 40 patients were prospectively evaluated with AP and lateral X-rays. The femoral tunnel angle, the insertion site with respect of the Blumensaat line, the trans osseous distance, the tibial tunnel position as a percentage of the tibial plateau in the AP and lateral views. Finally the tibial tunnel angle in the AP and Lateral views.

Results: the femoral tunnel angle was in the TP group of 45,92° and in the TT one 24,53°, $p = 0,002$. The insertion site percentage of the Blumensaat line was of 20,96 in TP and 20,74 in the TT, $p = 0,681$. Trans osseous distance was in the TP of 3,43 cm and in the TT of 4,79 cm, $p < 0,000$. The tibial tunnel position as a percentage in the AP tibial plateau was of 44,35 in TP and of 40,80 TT with a $p = 0,076$. The tibial tunnel position as a percentage of the lateral tibial plateau was of 28,70 in TP and 34,53 in TT with a $p = 0,367$. Tibial tunnel angle in the AP was of 73,48° in TP and 62,81 in TT with a $p = 0,002$, and in the lateral plateau of 114,69° in TP and 112,79° in TT with a $p = 0,427$.

Conclusion: it is possible to create tibial and femoral tunnel in optimal positions but not equal between both groups.

Creating independent tunnels allow a more anterior and vertical tibial tunnel allowing a better coverage of the tibial footprint. A transportal femoral tunnel would allow a better inclination angle and a lesser trans-osseous distance, technical details that would allow a better coverage of the femoral footprint.

Level of Evidence: II.

Type of study: prospective comparative study.

Key Words: LCA; Transtibial; Transportal

INTRODUCCIÓN

La posición del injerto en la reconstrucción del ligamen-

to cruzado anterior y su similitud con la anatomía normal, es uno de los principales factores a tener en cuenta para el éxito de esta cirugía. Si revisamos la bibliografía de los últimos años con respecto a las plásticas artroscópicas del LCA, podemos observar una clara tendencia técnica a realizar maniobras y estrategias quirúrgicas que intenten lle-

Dr. Fernando Barclay
fernandoebarclay@gmail.com

gar a un concepto de reconstrucción anatómica, colocando los túneles u hoyos femorales y tibiales lo más cercano posible a la huella de inserción del ligamento cruzado anterior normal.¹

La gran mayoría de las técnicas actualmente utilizadas, denominadas anatómicas,^{2,3} parten de la premisa que para poder controlar mejor la ubicación del túnel femoral y tibial, estos deben hacerse en forma independiente, y este concepto técnico permitiría actuar sobre dos factores importantes en la reproducción anatómica de la huella femoral, que son: el sitio de entrada y la oblicuidad del túnel. En las técnicas llamadas transtibiales (TT), caracterizadas por la realización de túneles no independientes, realizamos el túnel tibial, en general más posterior y desde más medial, para intentar llegar a una posición lo más cercana a la normal en el área femoral. En definitiva la premisa actual sería, no solo reproducir el punto de entrada anatómico en la tibia y en el fémur, sino también tratar de cubrir el mayor porcentaje posible de cobertura de ambas huellas.

El objetivo del presente trabajo es evaluar radiológicamente en forma prospectiva dos grupos de pacientes, uno operado con una técnica transtibial (TT) y otro con técnica transportal (TP), intentando, con parámetros objetivos definir cuál de estas dos técnicas, reproduciría mejor la anatomía normal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre diciembre de 2012 a diciembre de 2013, se evaluaron radiológicamente 59 pacientes con plástica de ligamento cruzado anterior primaria en forma prospectiva. Los criterios de inclusión fueron: edad de entre 18 y 40 años, y reconstrucción primaria de ligamento cruzado anterior con autoinjerto de semitendinoso y recto interno cuádruple. Los criterios de exclusión fueron cirugías previas en la rodilla a intervenir.

Se les realizaron radiografías de frente y perfil en formato digital, utilizando luego el programa de visualización DICOM, OsiriX versión 5.8.1, para realizar las mediciones.

Todos los pacientes fueron operados por el mismo grupo quirúrgico con técnica artroscópica y divididos en 2 grupos según la técnica utilizada para la localización del túnel femoral, uno transtibial (TT) con 19 pacientes y otro transportal (TP) con 40 pacientes. Se utilizó la misma fijación tibial en ambos grupos, un tornillo interferencial Delta Biocomposite de 35 mm (Arthrex) y diferente fijación femoral, en el grupo (TT) se utilizó un poste transversal transfixiante (Transfix, Arthrex) y en el grupo (TP) un botón cortical (ACL TighRope, Arthrex).

Radiográficamente evaluamos, en el fémur: el ángulo de inclinación del túnel femoral, tomando una línea recta que pasa por el centro de la diáfisis femoral y otra línea que

passa por el centro del túnel femoral,⁴ el sitio de inserción con respecto a la línea de Blumensaat en forma porcentual,⁵ tomando la longitud de la línea de Blumensaat en cm y luego midiendo desde la cortical posterior la distancia en cm al centro del túnel femoral y la distancia transósea del fémur, medida desde el intercóndilo hasta la cortical femoral a la altura del botón femoral o proyectado una línea a través del centro del túnel femoral hasta la cortical femoral (fig. 1).

Para evaluar la ubicación del túnel tibial,⁶ se midió la ubicación en porcentaje de la localización con respecto al platillo tibial en el frente, midiendo el ancho del platillo tibial y la distancia entre el extremo medial del platillo al centro del túnel femoral, expresado en forma porcentual. En el perfil se midió la distancia antero-posterior del platillo tibial interno y la distancia desde la cara anterior de la tibia al centro del túnel tibial, expresado en forma porcentual. El ángulo del túnel tibial en el frente, evaluado por una línea que pasa por el platillo tibial interno y su intersección con una línea que pasa por el centro del túnel ti-

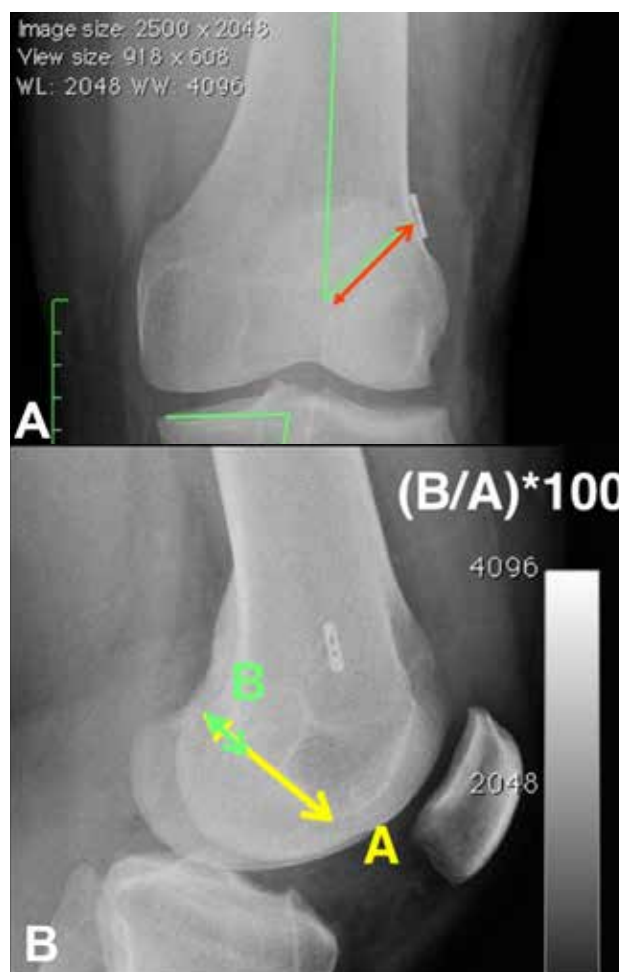


Figura 1: A. Radiografía de fémur de frente donde se observa el ángulo de inclinación femoral (líneas verdes) y la distancia trans-ósea (línea roja con dos flechas). B. Radiografía de perfil, se marca la línea de Blumensaat (A) y la distancia del túnel femoral a la pared post (B).

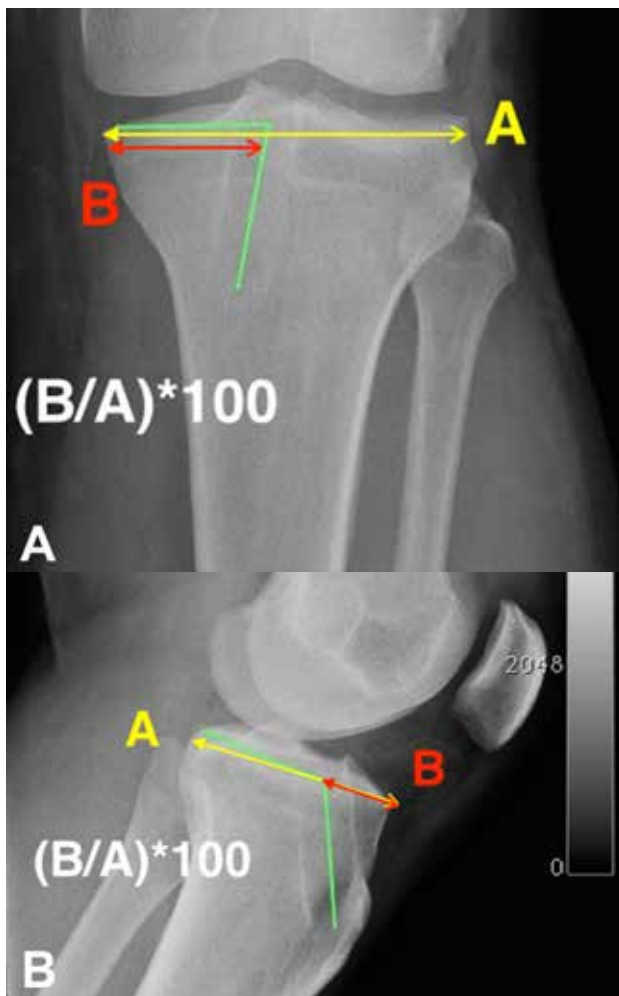


Figura 2: A. Radiografía de tibia de F, se observa la dist mediolateral del platillo tibial (A) y la distancia del túnel tibial a la cortical medial (B) y la medición porcentual. La línea verde evidencia el ángulo del túnel tibial. B. Rx tibia perfil donde se observa la distancia posteroanterior del platillo tibial interno (A) y la distancia del túnel tibial a la cortical anterior (B). El ángulo del túnel tibia con respecto al platillo tibial (línea verde).

El ángulo de inclinación del túnel tibial en el perfil, medido por una línea que pasa por el platillo tibial interno de antero-posterior y otra línea que pasa por el centro del túnel tibial que lo intercepta (fig. 2).

Análisis Estadístico

Se realizaron pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para evaluar el tipo de test a utilizar en cada una de las variables. Utilizando la prueba t de Student para las variables que presentan distribución normal y prueba no paramétrica para las que no presentan una distribución normal. Se ajustó significancia estadística a una $p < 0,05$.

Se utilizó el SPSS versión 22.0, 2013, para Mac (SPSS Inc, Chicago, Illinois) para todos los análisis estadísticos.

RESULTADOS

En el grupo transportal, el ángulo de inclinación del túnel

femoral fue de $45,92^\circ$ y en el grupo trans tibial de $24,53$, $P 0,002$, significativa, con la prueba t student para muestras independientes (fig. 3). El porcentaje del sitio de inserción femoral en la línea de Blumensaat fue de $20,95\%$ en el (TP) y de $20,74\%$ en el (TT) con una $p 0,681$ no significativa. La distancia transósea fue: en el grupo (TP) de $3,43$ cm y para el grupo (TT) de $4,79$ cm con una $p < 0,000$, significativa (fig. 4). La distancia porcentual en el frente de la tibia fue de $44,35$ para el (TP) y de $40,80$ para

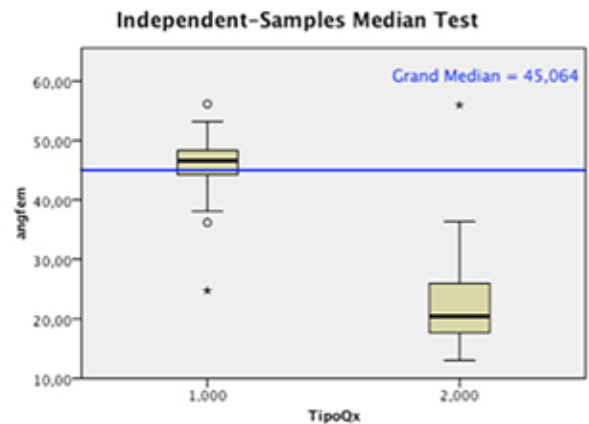


Figura 3: Comparación de medias, para inclinación femoral. 1: transportal, 2: transtibial.

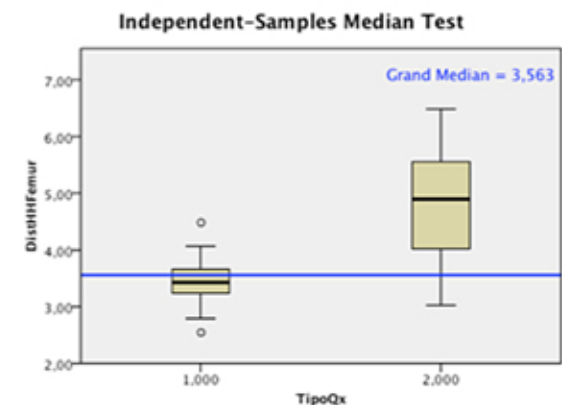


Figura 4: Comparación de medias para la distancia transósea. 1: transportal, 2: transtibial.

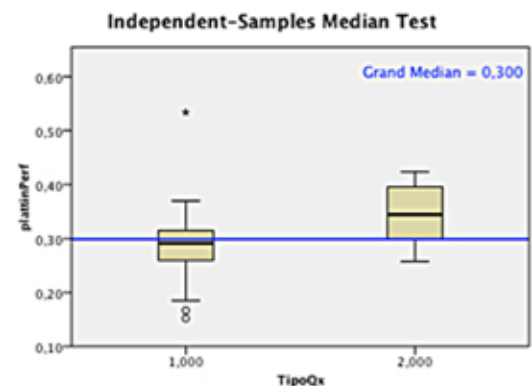


Figura 5: Comparación de medias de la ubicación del túnel tibial en el perfil. 1: transportal, 2: transtibial.

el (TT) con p de 0.076, no significativa. La distancia porcentual en el perfil de la tibia fue de 28,70 para el (TP) y de 34,53 para el (TT) con una p 0,367, no significativa. Finalmente el ángulo del túnel tibial en el frente fue de 73,48 para el (TP) y de 62,81 para el (TT) con p 0,002 significativa y para el perfil fue de 114,69 para el (TP) y de 112,79 para (TT) con p de 0.427 no significativas (tabla 1). Las diferencias significativas implican una mayor inclinación en el túnel femoral, una distancia transósea menor y un ángulo mayor en el túnel tibial en el frente para el grupo transportal.

DISCUSIÓN

El uso de imágenes radiológicas en dos planos, es un método de evaluación postoperatorio de rutina sencillo y de bajo costo, que permite determinar con bastante precisión la posición del túnel tibial y femoral cuando realizamos plásticas artroscópicas del LCA. Con la utilización de técnicas transtibiales o transportales es posible realizar túneles tibiales y femorales en posiciones que imiten la anatomía normal, pero en términos de cobertura de huellas, no lograrían el mismo resultado. Altcheck et col.,⁴ mediante estudios de resonancia de alta definición y una posterior reconstrucción 3D, determinaron que se podía colocar en túnel femoral cubriendo óptimamente la huella femoral utilizando cualquiera de las dos técnicas, la transtibial y la transportal, pero también observaron que para lograr esa cobertura, debía hacerse a expensas de la ubicación del túnel tibial, observándose una cobertura de la huella de un

66,3% como media (rango entre 100-44,6%) con técnica transportal y de solo el 38% (rango de 82-6-5,7%) con la técnica transtibial. Hemming,⁸ mediante estudios anatómicos había llegado a la misma conclusión, asegurando que para lograr un túnel femoral que cubra completamente la huella, el túnel tibial, debe iniciarse muy cerca de la interlínea articular y muy horizontal, generando como consecuencia un túnel más corto.

Algunos autores relacionan la ubicación de los túneles con el resultado clínico y aconsejan que la ubicación del túnel tibial fuera en el sector posteromedial de la huella y no en el centro, para evitar de esta manera los síndromes de fricción del injerto en el techo del intercónilo.^{9,10,11} Moissala et al,¹² luego de evaluar 102 pacientes, determinó que los mejores resultados se obtuvieron cuando el injerto estaba lo más posterior posible en el fémur y lo más anterior posible en la tibia; el túnel femoral lo ubica entre el 25-29% de la línea de Blumensaat. Nuestra investigación radiológica demostró túneles femorales de ambos grupos entre 12-41%, siendo los del grupo TP un poco más anteriores, pero todos en posiciones óptimas.

En cuanto a la posición de túnel tibial, este mismo autor lo ubica entre un 32-37 % de la cara anterior de la tibia. En nuestro grupo se ubicaron un poco más anteriores sin que ello haya producido clínicamente una limitación de extensión de la rodilla.

Pinczewski¹³ luego de evaluar prospectivamente 200 pacientes, mostró que los resultados óptimos luego de una reconstrucción de ligamento cruzado anterior con isquiotibiales dependían de la orientación de los túneles. Observaron un elevado índice de re-ruptura si no se ubicaba el túnel femoral en el 86% posterior de la línea de Blumensaat. El túnel tibial en el perfil se ubicaría en el 48% o menos, ya que a más del 50% se observó un elevado índice de re-ruptura. El ángulo de inclinación femoral fue de 19° o menos en los pacientes con pivot grado 1 o menor. Estos valores son similares en el grupo transportal y no en el transtibial.

Según estos trabajos, la orientación del túnel y del injerto sería vital para obtener propiedades biomecánicas casi normales y una buena funcionalidad de la reconstrucción. Las mediciones radiográficas obtenidas en el presente trabajo son consistentes con los valores publicados como óptimos de una reconstrucción anatómica del LCA.¹⁴

Las técnicas transtibiales fueron criticadas por no lograr una posición óptima del túnel femoral o forzar la realización del túnel tibial para lograrlo.¹⁵ Estudios anatómicos recientes^{8,16} mostraron que se obtenían túneles con mejor cobertura de la huella y con mejor inclinación del injerto cuando estos eran realizados utilizando el criterio de independencia. Observaron además que con técnicas transtibiales obtenían un túnel tibial más corto, y más horizontal

TABLA 1

	Trans-tibial	Transportal	p
Inclinación femoral	24,53	45,92	0,002*
% línea Blumensaat	20,74	29,95	0,681
Dist. transósea	4,79	3,43	< 0,0001*
% Tibia F	40,80	44,35	0,076
% Tibia P	34,53	28,7	0,367
Ang. Tibial F	62,81	73,48	0,002*
Ang. Tibial P	112,79	114,69	0,427

* Diferencias significativas, % línea de Blumensaat es distancia porcentual de la ubicación del túnel femoral. % tibia F: es la distancia porcentual del túnel tibial con respecto a la cortical medial. % tibia P, es la distancia porcentual del túnel tibial con respecto a la cortical posterior; ang tibia F, es el ángulo de inclinación de la tibia en el frente. Ang Tibia P, es el ángulo de inclinación de la tibia en el perfil.

con menor distancia entre el túnel y la cortical medial del platillo tibial.¹⁷

Las fortaleza del presente trabajo es que todos los casos fueron operados por el mismo grupo quirúrgico, utilizando la misma técnica quirúrgica e implantes, y que en todos se utilizaron criterios de reconstrucción anatómicos. Las debilidades, son la falta de randomización entre los grupos y la no utilización de imágenes de evaluación de los túneles en forma tridimensional.

CONCLUSIÓN

La realización de túneles independientes permitiría colocar un túnel tibial más anterior y vertical mejorando el porcentaje de cobertura de la huella anatómica normal, y un del túnel femoral por vía Transportal permitiría un mayor ángulo de inclinación y una menor distancia transósea, detalles técnicos que optimizarían el porcentaje de cobertura de esta huella.

BIBLIOGRAFÍA

- Jepsen CF, Lundberg-Jensen AK, Faunoe P. Does the position of the femoral tunnel affect the laxity or clinical outcome of the anterior cruciate ligament-reconstructed knee? A clinical, prospective, randomized, double-blind study. *Arthroscopy*. 2007;23(12):1326-1333.
- Abebe ES, Moorman CT 3rd, Dziedzic TS, et al. Femoral tunnel placement during anterior cruciate ligament reconstruction: an in vivo imaging analysis comparing transtibial and 2-incision tibial tunnel-independent techniques. *Am J Sports Med*. 2009;37(10):1904-1911.
- Bedi A, Altchek DW. The "footprint" anterior cruciate ligament technique: an anatomic approach to anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 2009;25(10):1128-1138.
- Illingworth KD, Hensler D, Working ZM, Macalena JA, Tashman S, Fu FH (2011). A Simple Evaluation of Anterior Cruciate Ligament Femoral Tunnel Position: The Inclination Angle and Femoral Tunnel Angle. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(12), 2611-2618.
- Piefer JW, Pflugner TR, Hwang MD, Lubowitz JH. Anterior Cruciate Ligament Femoral Footprint Anatomy: Systematic Review of the 21st Century Literature. *Arthroscopy*. (2012), 28(6), 872-881.
- Hwang MD, Piefer JW, Lubowitz JH. (2012). Anterior Cruciate Ligament Tibial Footprint Anatomy: Systematic Review of the 21st Century Literature. *Arthroscopy*, (2012) 28(5), 728-734.
- Bowers AL, Bedi A, Lipman JD, Potter HG, Rodeo SA, Pearle AD, et al. (2011). Comparison of Anterior Cruciate Ligament Tunnel Position and Graft Obliquity With Transtibial and Anteromedial Portal Femoral Tunnel Reaming Techniques Using High-Resolution Magnetic Resonance Imaging. *Arthroscopy*. 2011; 27(11), 1511-1522.
- Heming JF, Rand J, Steiner ME. (2007). Anatomical Limitations of Transtibial Drilling in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(10), 1708-1715.
- Lee MC, Seong SC, Lee S, et al. Vertical femoral tunnel placement results in rotational knee laxity after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2007;23: 771-778.
- Scopp JM, Jasper LE, Belkoff SM, Moorman CT III. The effect of oblique femoral tunnel placement on rotational constraint of the knee reconstructed using patellar tendon autografts. *Arthroscopy* 2004;20:294-299.
- Yamamoto Y, Hsu WH, Woo SL, Van Scyoc AH, Takakura Y, Debski RE. Knee stability and graft function after anterior cruciate ligament reconstruction: A comparison of a lateral and an anatomical femoral tunnel placement. *Am J Sports Med* 2004;32:1825-1832.
- Moisala AS, Jarvela T, Harilainen A, Sandelin J, Kannus P, Jarvinen M. The effect of graft placement on the clinical outcome of the anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15:879-87.
- Pinczewski LA, Salmon LJ, Jackson WMF, von Bormann RPB, Haslam PG, Tashiro S. Radiological landmarks for placement of the tunnels in single-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Jt Surg [Br]* 2008;90B:172-9.
- Gougoulias N, Khanna A, Griffiths D, Maffulli N (2008). ACL reconstruction: Can the transtibial technique achieve optimal tunnel positioning? A radiographic study. *The Knee*, 15(6), 486-490. doi:10.1016/j.knee.2008.07.006.
- Arnold MP, Kooloos J, van Kampen A. Single-incision technique misses the anatomical femoral anterior cruciate ligament insertion: a cadaver study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001;9:194-9.
- Rue JP, Ghodadra N, Bach BR. Femoral tunnel placement in single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. A cadaveric study relating transtibial lateralized femoral tunnel position to the anteromedial and posterolateral bundle femoral origins of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 2008;36:73-9.
- Chang CB, Choi JY, Koh IJ, Lee KJ, Lee KH, Kim TK. (2011). Comparisons of Femoral Tunnel Position and Length in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Modified Transtibial Versus Anteromedial Portal Techniques. *Yjars*, 27(10), 1389-1394.