

Artículo original

doi: 10.35366/108123

Efecto del *slope* tibial en la recuperación funcional, en pacientes sometidos a reconstrucción de ligamento cruzado anterior

Effect of tibial slope on functional recovery in patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction

Dobarganes-Barlow FG,^{*,‡} Campos-Flores D,^{*,§} López-Flores A,^{*,§}
Garcini-Munguía F,^{*} Guevara-Álvarez A,^{*} Gálvez-Romero JL[¶]

Instituto Queretano de Alta Especialidad en Ortopedia, Querétaro, México.

RESUMEN. Introducción: el *slope* tibial (inclinación) se ha identificado como uno de los factores asociados a la falla del injerto tras una reconstrucción de ligamento cruzado anterior (LCA); sin embargo, su relación con los resultados funcionales ha sido poco estudiada. El objetivo de este estudio es determinar el efecto del *slope* tibial en la recuperación funcional, en pacientes sometidos a reconstrucción de LCA. **Material y métodos:** se incluyeron los pacientes con lesión de LCA sometidos a reconstrucción primaria, de Mayo de 2018 a Mayo de 2019, midiendo el *slope* tibial y recabando los puntajes de IKDC y Lysholm. Se elaboró un análisis descriptivo de primera intención y para alcanzar los objetivos se realizó una comparativa de 25 pacientes con *slope* tibial normal seleccionados aleatoriamente contra 25 pacientes con *slope* tibial aumentado. **Resultados:** se incluyeron 98 pacientes, 73 contaban con un *slope* tibial normal y 25 con un *slope* tibial aumentado. Los puntajes de IKDC y Lysholm al final del seguimiento fueron mejores en los pacientes con *slope* tibial normal. La falla del injerto sólo se identificó en el grupo con *slope* tibial aumentado. Por otro lado, al análisis comparativo con

ABSTRACT. Introduction: the tibial slope has been identified as one of the factors associated with graft failure after anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction; however, its relationship with functional results has been little studied. The main purpose of this study is to determine the effect of the tibial slope on functional recovery in patients undergoing reconstruction of the anterior cruciate ligament. **Material and methods:** we included patients with a diagnosis of anterior cruciate ligament injury undergoing primary reconstruction, from May 2018 to May 2019, who had a complete radiographic and clinical record; also, the scores from questionnaires of the International Knee Documentation Committee (IKDC) and Lysholm scores were collected pre surgical procedures and throughout the one-year follow-up. The measurement of the tibial slope was performed in lateral knee X-rays from the electronic clinical record. A descriptive analysis of first intention was done, and to achieve the objectives, we compared 25 patients who had normal tibial slope that were selected randomly with 25 patients who had increased tibial slope. **Results:** a total of 98 patients were included, 73 had a normal tibial slope

Nivel de evidencia: III

* Instituto Queretano de Alta Especialidad en Ortopedia. México.

‡ Cirujano de Cadera y Rodilla. Profesor titular del Curso de Alta Especialidad en Cirugía Articular en la Universidad Anáhuac. México.

§ Fellow en Cirugía Articular. Universidad Anáhuac. México.

¶ Jefe de Departamento de Investigación, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado. México.

Correspondencia:

Dr. Fidel G Dobarganes-Barlow

Instituto Queretano de Alta Especialidad en Ortopedia.

E-mail: fdobarganes@icloud.com

Recibido: 13-05-2021. Aceptado: 04-05-2022.

Citar como: Dobarganes-Barlow FG, Campos-Flores D, López-Flores A, Garcini-Munguía F, Guevara-Álvarez A, Gálvez-Romero JL. Efecto del *slope* tibial en la recuperación funcional, en pacientes sometidos a reconstrucción de ligamento cruzado anterior. Acta Ortop Mex. 2022; 36(2): 92-96. <https://dx.doi.org/10.35366/108123>



el grupo control demostró un mejor resultado funcional al final del seguimiento valorado por IKDC en el grupo con *slope* tibial normal. **Conclusión:** los pacientes sometidos a reconstrucción de LCA y *slope* tibial aumentado tienen un resultado funcional inferior al año de seguimiento evaluado por IKDC en comparación con pacientes con *slope* tibial dentro de parámetros normales.

Palabras clave: ligamento cruzado anterior, reconstrucción, rodilla, *slope* tibial, recuperación.

(equal to or less than 12 degrees) and 25 with an increased tibial slope (greater than 12 degrees), the average age in both groups was 28.43 years for the group with normal tibial slope and 28.26 for patients with increased tibial slope. Regarding the functional assessment, the IKDC and Lysholm scores at the end of the follow-up were better for patients with normal tibial slope. Graft failure was only identified in the group with increased tibial slope. On the other hand, the comparative analysis with the control group randomly selected who had normal tibial slope, showed a better functional result assessed by IKDC score at the end of the follow-up for the group with normal tibial slope. **Conclusion:** patients undergoing ACL reconstruction and increased Tibial Slope have an inferior functional result at one year of follow-up assessed by IKDC, when compared with patients with normal tibial slope.

Keywords: anterior cruciate ligament, reconstruction, knee, tibial slope, recovery.

Introducción

El ligamento cruzado anterior (LCA) es un elemento importante en la biomecánica de la rodilla, su papel principal es limitar la rotación y traslación anterior de la tibia^{1,2,3} durante la fase de apoyo de la marcha.⁴ De acuerdo con la Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos, 70% de la lesiones del LCA son resultado de mecanismos sin contacto⁵ durante actividades atléticas que incluyen cambios de velocidad súbitos o que involucren carga axial sobre la rodilla en extensión completa.⁶

La lesión de este ligamento es una causa importante de morbilidad⁵ y puede resultar en la pérdida de temporadas deportivas y becas escolares. En el aspecto económico, el costo del manejo de las lesiones del LCA es significativo, con un costo aproximado de reconstrucción y rehabilitación que excede \$ 17,000.27 dólares.⁷

La reconstrucción del LCA se ha vuelto el tratamiento quirúrgico estándar para restaurar la estabilidad y biomecánica de la rodilla^{1,2,8} con un aumento en el número de procedimientos realizados cada año.⁹ Aunque la reconstrucción del LCA ha demostrado resultados prometedores en cuanto a estabilidad en general, se han detectado problemas a largo plazo como la falla del injerto, la cual aumenta el riesgo de lesiones cartilaginosas y meniscales,^{2,5,10} incrementando el riesgo de desarrollar artrosis temprana.^{4,6}

Se han identificado factores asociados con la falla del injerto, entre los que se encuentran los factores extrínsecos (actividad atlética desarrollada, perturbaciones visuales, contacto físico y la interacción entre zapato-superficie), así como factores intrínsecos: edad, género, índice de masa corporal (IMC),¹¹ disminución del ángulo Q,¹² control neuromuscular, laxitud ligamentaria⁹ y geometría de la rodilla;^{1,7} este último factor ha generado gran atención en los últimos años por su relación con el aumento en la incidencia de fallos tras una reconstrucción de LCA.¹³

El *slope* tibial tiene una fuerte relación lineal con la cantidad de fuerza a la que es sometida el injerto del LCA³ entre los 0 y 30° de flexión,¹⁴ independientemente de la posición de los túneles;⁹ un *slope* tibial más plano disminuye de manera significativa la carga sobre el injerto, mientras que un aumento en el *slope* tibial tiene mayor carga sobre el injerto del LCA³ predisponiendo al fallo^{1,2,3,13} y a malos resultados funcionales.¹⁵

El *slope* e tibial nativo se ha descrito entre 8 y 10°,^{9,12,13} medidos en radiografías laterales y un aumento del *slope* tibial mayor de 12° se ha asociado a una mayor traslación

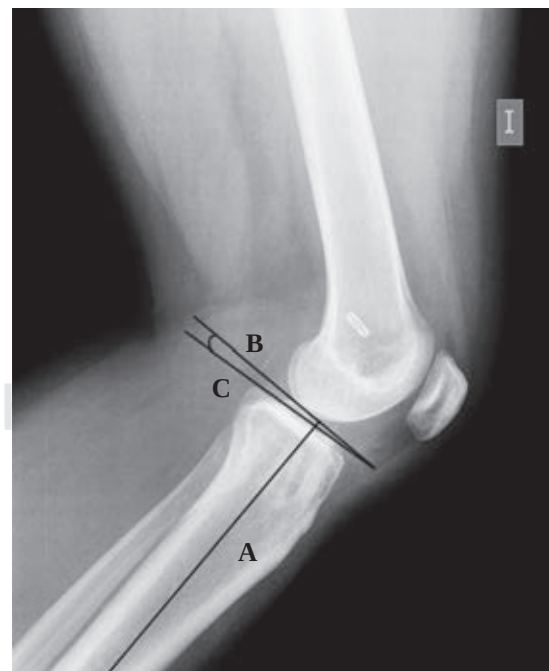


Figura 1: Técnica medición *slope* tibial.

Tabla 1: Datos demográficos generales.

Variable	Slope tibial, n (%)	
	Normal	Aumentado
Pacientes	73 (100.0)	25 (100.0)
Edad (años), media	28.43	28.76
Género		
Hombre	46 (63.0)	22 (88.0)
Mujer	27 (36.9)	3 (12.0)
Rodilla afectada		
Derecha	35 (47.9)	15 (60.0)
Izquierda	38 (52.0)	10 (40.0)
Falla de injerto	0 (0)	5 (20.0)
Sutura meniscal	27 (36.9)	10 (40.0)
IKDC (12 meses postquirúrgicos), media	96.02	91.63
Lysholm (12 meses postquirúrgicos), media	92.44	91.68

IKDC = International Knee Documentation Committee.

tibial anterior^{3,8} y a un aumento de tres a 10 veces del riesgo de falla del injerto de LCA.^{1,13,16}

En los últimos años ha ganado popularidad el uso de osteotomías¹⁰ para disminuir el estrés excesivo sobre el injerto tras la reconstrucción del LCA. La osteotomía tibial de deflexión anterior está indicada en rodillas con antecedente de fallo repetitivo y un *slope* tibial excesivo ($> 12^\circ$)⁴ con el objetivo de proteger el injerto de LCA de una revisión.^{3,14,16}

El objetivo de este estudio es determinar el efecto del *slope* tibial en la recuperación funcional en pacientes sometidos a reconstrucción de ligamento cruzado anterior en nuestra institución.

Material y métodos

Se recabaron los estudios radiográficos y expedientes clínicos de pacientes con diagnóstico de lesión de ligamento cruzado anterior sometidos a reconstrucción, de Mayo de 2018 a Mayo de 2019, recabando los puntajes de cuestionario del Comité Internacional de Documentación de la Rodilla (IKDC, por sus siglas en inglés) y Lysholm prequirúrgicos y a lo largo del seguimiento a un año, se realizó la medición de *slope* tibial en radiografías de expediente clínico electrónico.

Se llevó a cabo un análisis descriptivo de primera intención y para alcanzar el objetivo se realizó una comparativa de 25 pacientes con *slope* tibial normal seleccionados aleatoriamente contra 25 pacientes con *slope* tibial aumentado.

Para la medición del *slope* tibial, ésta se realizó en radiografías laterales de rodilla donde se trazó una primera línea en el eje de la diáfisis de la tibia (A), una segunda línea tangencial a la superficie de las mesetas tibiales (B) y una tercera línea (C) perpendicular a la línea A en el sitio de intersección AB. El ángulo formado por la línea B y C se considera como el valor del *slope* tibial (*Figura 1*).

Se consideró dentro de rangos normales un *slope* tibial igual o menor de 12° y un *slope* tibial aumentado mayor de 12° .

Método estadístico. El análisis de datos se recolectó mediante el programa Excel, las variables numéricas se describieron con media y desviación estándar; las variables nominales se describieron en frecuencia y porcentaje. Para la inferencia estadística se empleó la t de Student para diferencia de las medias en grupos independientes o bien U de Man-Whitney (si se comporta como una distribución no normal) a través del programa SPSS versión 21.

Resultados

Se incluyeron 98 pacientes, de los cuales 73 contaban con un *slope* tibial igual o menor de 12° y 25 con un *slope* tibial mayor de 12° , la edad promedio en ambos grupos fue de 28.43 años en el grupo con *slope* tibial normal y 28.26 en los pacientes con *slope* tibial aumentado. En cuanto a la valoración funcional, los puntajes de IKDC y Lysholm al final del seguimiento fueron mejores en los pacientes con *slope* tibial normal (*Tabla 1*). La falla del injerto sólo ocurrió en el grupo con *slope* tibial aumentado (*Tabla 1*).

Por otro lado, al realizar la comparación entre los pacientes con *slope* tibial aumentado y un grupo control seleccionado aleatoriamente con valor normal de *slope* tibial se incluyeron 25 pacientes de cada grupo con características demográficas similares (*Tabla 2*). Al comparar los resultados funcionales obtenidos por IKDC y Lysholm al final de seguimiento se identificó un mejor puntaje en la valoración de IKDC al año de seguimiento en el grupo con *slope* tibial normal (*Tabla 3*).

Discusión

En nuestro estudio se observa que el aumento de la inclinación tibial tiene un efecto negativo en los resultados funcionales en el primer año postquirúrgico en pacientes sometidos a reconstrucción de LCA; sin embargo, algunos estudios no reportan diferencias entre los resultados funcio-

Tabla 2: Datos demográficos de grupo comparativo.

Variable	Slope tibial, n (%)		
	Normal	Aumentado	p
Pacientes	25 (100.0)	25 (100.0)	1.00
Edad (años)*	27.44 $\pm$ 8.7	28.72 $\pm$ 11.0	0.64
Género			0.80
Hombre	18 (72.0)	22 (88.0)	
Mujer	7 (28.0)	3 (12.0)	
Rodilla afectada			0.70
Derecha	14 (56.0)	15 (60.0)	
Izquierda	11 (44.0)	10 (40.0)	
Slope tibial*	9.04 $\pm$ 3.14	15.0 $\pm$ 1.80	< 0.05
Falla de injerto	0 (0)	5 (20.0)	< 0.05
Sutura meniscal	11 (44.0)	10 (40.0)	0.70

* Valores expresados en media $\pm$ desviación estándar.

Tabla 3: Resultados funcionales grupo comparativo.

Variable	Slope tibial, media $\pm$ DE		
	Normal	Aumentado	p
Lysholm prequirúrgico	59.80 $\pm$ 11.36	57.08 $\pm$ 16.27	0.469
IKDC prequirúrgico	43.52 $\pm$ 8.38	43.28 $\pm$ 8.99	0.923
Lysholm 2 semanas	69.20 $\pm$ 9.45	66.60 $\pm$ 10.50	0.362
IKDC 2 semanas	70.88 $\pm$ 8.67	67.32 $\pm$ 9.15	0.164
Lysholm 1 mes	79.60 $\pm$ 10.50	77.12 $\pm$ 8.42	0.362
IKDC 1 mes	78.24 $\pm$ 9.35	77.0 $\pm$ 7.29	0.604
Lysholm 3 meses	5.75 $\pm$ 2.02	3.60 $\pm$ 1.76	0.568
IKDC 3 meses	88.24 $\pm$ 9.23	84.88 $\pm$ 9.46	0.210
Lysholm 6 meses	93.64 $\pm$ 6.03	90.44 $\pm$ 7.72	0.109
IKDC 6 meses	93.88 $\pm$ 6.61	89.80 $\pm$ 8.21	0.59
Lysholm 12 meses	90.96 $\pm$ 6.85	91.68 $\pm$ 6.42	0.703
IKDC 12 meses	96.44 $\pm$ 4.43	92.44 $\pm$ 7.45	0.025*

IKDC = International Knee Documentation Committee.

* p < 0.05 estadísticamente significativo.

nales en pacientes sometidos a reconstrucción del LCA con *slope* tibial normal y uno aumentado.² Por otro lado Kia-pour y colaboradores¹⁵ encontraron resultados similares a nuestro estudio, con mejores calificaciones en las escalas funcionales en pacientes con *slope* tibial dentro de parámetros normales a los siete años de seguimiento después de la reconstrucción del LCA.

La medición del *slope* tibial en nuestro estudio se realizó en radiografías laterales de rodilla tomando una medición técnicamente sencilla, por lo que consideramos que es un estudio radiográfico accesible para su reproducibilidad así como de fácil medición con la técnica mencionada anteriormente (Figura 1). Existen otros estudios en los que se valora la medición del *slope* tibial medial y lateral en tomografía axial computarizada,⁹ que revelan una mayor relación entre el *slope* tibial lateral y la falla del injerto;¹³ sin embargo, son estudios de mayor costo y dificultad en su toma a diferencia de la radiografía simple que fue usada en nuestro estudio.

Con relación a la falla del injerto de LCA, encontramos una relación entre el aumento del *slope* tibial y la falla del injerto, como se ha descrito en diversos estudios de casos y controles,^{2,11} en especial en aquellos con un *slope* tibial mayor de 12°.^{1,8,14} El mecanismo de falla parece estar asociado a un aumento en la fuerza a la que es sometido el injerto de LCA¹⁴ secundario a un *slope* tibial aumentado, como ha sido demostrado en varios experimentos *in vitro*.^{3,7,10,16,17}

La identificación de los pacientes con alteración en la geometría tibial proximal y lesión del LCA⁸ nos obliga a planear, además de la reconstrucción del LCA, la aplicación de técnicas individualizadas para lograr mayor estabilidad y reducir el riesgo de falla,^{1,18} que va desde técnicas adicionales

en tejidos blandos para lograr mayor estabilidad¹⁷ hasta el empleo de osteotomías de tibia proximal.^{10,16} Todo lo anterior con el propósito de lograr un buen resultado funcional, un retorno temprano al deporte y evitar la falla del injerto.

Dentro de las limitaciones del estudio se encuentra el seguimiento del paciente que sólo abarcó el primer año postquirúrgico. Es necesario un seguimiento mayor para valorar los efectos del *slope* tibial en los resultados funcionales después de una reconstrucción de LCA.

Conclusión

Los pacientes sometidos a reconstrucción de LCA y *slope* tibial aumentado tienen un resultado funcional inferior al año de seguimiento valorado por IKDC en comparación con pacientes con *slope* tibial dentro de parámetros normales.

Referencias

1. Sauer S, English R, Clatworthy M. The ratio of tibial slope and meniscal bone angle for the prediction of ACL reconstruction failure risk. *Surg J (N Y)*. 2018; 4(3): e152-9. doi: 10.1055/s-0038-1668111.
2. Sauer S, Clatworthy M. The effect of medial tibial slope on anterior tibial translation and short-term ACL reconstruction outcome. *Surg J (N Y)*. 2018; 4(3): e160-3. doi: 10.1055/s-0038-1669929.
3. Cooper JD, Wang W, Prentice HA, Funahashi TT, Maletis GB. The association between tibial slope and revision anterior cruciate ligament reconstruction in patients ≤ 21 years old: a matched case-control study including 317 revisions. *Am J Sports Med*. 2019; 47(14): 3330-8. doi: 10.1177/0363546519878436.
4. Hendrix ST, Barrett AM, Chrea B, Replogle WH, Hydrick JM, Barrett GR. Relationship between posterior-inferior tibial slope and bilateral noncontact ACL injury. *Orthopedics*. 2017; 40(1): e136-40. doi: 10.3928/01477447-20161013-06.
5. Schuster P, Geßlein M, Schlumberger M, Mayer P, Richter J. The influence of tibial slope on the graft in combined high tibial osteotomy and anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee*. 2018; 25(4): 682-91. doi: 10.1016/j.knee.2018.04.007.
6. Bates NA, Mejia Jaramillo MC, Vargas M, McPherson AL, Schilaty ND, Nagelli CV, et al. External loads associated with anterior cruciate ligament injuries increase the correlation between tibial slope and ligament strain during *in vitro* simulations of *in vivo* landings. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2019; 61: 84-94. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2018.11.010.
7. Grassi A, Signorelli C, Urrizola F, Macchiarola L, Raggi F, Mosca M, et al. Patients with failed anterior cruciate ligament reconstruction have an increased posterior lateral tibial plateau slope: a case-controlled study. *Arthroscopy*. 2019; 35(4): 1172-82. doi: 10.1016/j.arthro.2018.11.049.
8. Bernhardtson AS, Aman ZS, Dornan GJ, Kemler BR, Storaci HW, Brady AW, et al. Tibial slope and its effect on force in anterior cruciate ligament grafts: anterior cruciate ligament force increases linearly as posterior tibial slope increases. *Am J Sports Med*. 2019; 47(2): 296-302. doi: 10.1177/0363546518820302.
9. Dejour D, Pungitore M, Valluy J, Nover L, Saffarini M, Demey G. Tibial slope and medial meniscectomy significantly influence short-term knee laxity following ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2019; 27(11): 3481-9. doi: 10.1007/s00167-019-05435-0.
10. Wang D, Kent RN 3rd, Amirtharaj MJ, Hardy BM, Nawabi DH, Wickiewicz TL, et al. Tibiofemoral kinematics during compressive loading of the ACL-intact and ACL-sectioned knee: roles of tibial slope, medial eminence volume, and anterior laxity. *J Bone Joint Surg Am*. 2019; 101(12): 1085-92. doi: 10.2106/JBJS.18.00868.
11. Jaeger V, Drouven S, Naendrup JH, Kanakamedala AC, Pfeiffer T, Shafizadeh S. Increased medial and lateral tibial posterior

- slopes are independent risk factors for graft failure following ACL reconstruction. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2018; 138(10): 1423-31. doi: 10.1007/s00402-018-2968-z.
12. Bojicic KM, Beaulieu ML, Imaizumi Krieger DY, Ashton-Miller JA, Wojtys EM. Association between lateral posterior tibial slope, body mass index, and ACL injury risk. *Orthop J Sports Med.* 2017; 5(2): 2325967116688664. doi: 10.1177/2325967116688664.
 13. Lee CC, Youm YS, Cho SD, Jung SH, Bae MH, Park SJ, et al. Does posterior tibial slope affect graft rupture following anterior cruciate ligament reconstruction? *Arthroscopy.* 2018; 34(7): 2152-5. doi: 10.1016/j.arthro.2018.01.058.
 14. Samuelsen BT, Aman ZS, Kennedy MI, Dornan GJ, Storaci HW, Brady AW, et al. Posterior medial meniscus root tears potentiate the effect of increased tibial slope on anterior cruciate ligament graft forces. *Am J Sports Med.* 2020; 48(2): 334-40. doi: 10.1177/0363546519889628.
 15. Kiapour AM, Yang DS, Badger GJ, Karamchedu NP, Murray MM, Fadale PD, et al. Anatomic features of the tibial plateau predict outcomes of ACL reconstruction within 7 years after surgery. *Am J Sports Med.* 2019; 47(2): 303-11. doi: 10.1177/0363546518823556.
 16. DePhillipo NN, Kennedy MI, Dekker TJ, Aman ZS, Grantham WJ, LaPrade RF. Anterior closing wedge proximal tibial osteotomy for slope correction in failed ACL reconstructions. *Arthrosc Tech.* 2019; 8(5): e451-7. doi: 10.1016/j.eats.2019.01.001.
 17. Sabzevari S, Rahnemai-Azar AA, Shaikh HS, Arner JW, Irrgang JJ, Fu FH. Increased lateral tibial posterior slope is related to tibial tunnel widening after primary ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017; 25(12): 3906-13. doi: 10.1007/s00167-017-4435-8.
 18. Rahnemai-Azar AA, Abebe ES, Johnson P, Labrum J, Fu FH, Irrgang JJ, et al. Increased lateral tibial slope predicts high-grade rotatory knee laxity pre-operatively in ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017; 25(4): 1170-6. doi: 10.1007/s00167-016-4157-3.