

¿Existen diferencias entre la inclinación posterior de la tibia proximal y la inclinación meniscal entre pacientes con lesión del ligamento cruzado anterior y un grupo control?

Emilio Corinaldesi

TIM Instituto DC Instituto de Medicina Deportiva y Rehabilitación
Universidad Nacional del Sur Bahía Blanca, Argentina

Resumen

La inclinación posterior de la tibia proximal (IPTP) es uno de los factores de riesgo anatómicos más vinculados con lesiones del LCA. La presencia meniscal, fundamentalmente del menisco externo, podría representar un aspecto de gran importancia para la biomecánica de la rodilla y para el mecanismo lesional del LCA. La mayor altura del cuerno posterior del menisco externo (IM) podría actuar como un protector de la traslación anterior de la tibia proximal. El objetivo de este estudio es determinar el comportamiento de la IPTP y la IM en un grupo de pacientes con lesión del LCA y un grupo control y determinar el rol de la IM en la lesión del LCA. El grupo control fue conformado por pacientes que concurren a nuestra consulta y que realizaron RM de rodilla por cualquier motivo. El grupo de estudio fue conformado por pacientes que concurren a nuestra consulta con una RM de rodilla con lesión total del LCA y que cumplían los criterios de inclusión. Se analizaron en total 90 pacientes. 45 correspondieron al grupo control y 45 al grupo de estudio. El valor promedio de la IPTPL fue de $6,68^\circ$ en el grupo control y $4,58^\circ$ en el grupo de estudio. Con respecto a la IML, el valor promedio en el grupo control fue de $-0,59^\circ$ y en el grupo de estudio $-0,95^\circ$. Los resultados obtenidos en nuestro estudio no permiten establecer una relación entre la mayor IM y el riesgo de lesión del LCA.

Abstract

The posterior inclination of the proximal tibia (PIPT) is one of the anatomical risk factors most related with ACL injuries. The meniscal presence, fundamentally of the lateral meniscus, could be very important for the biomechanics of the knee and for the injury mechanism of the ACL. The higher height of the posterior horn of the lateral meniscus (MI) could act as a protector of anterior translation of the proximal tibia. The goal of this study is to determine the behavior of PIPT and MI in a group of LCA injury patients and a control group and determine the role of MI in ACL injury.

The control group was made up of patients who attended our institute and who performed knee MRI for any reason. The study group was made up of patients who attended our consultation with an MRI knee with total ACL injury and met the inclusion criteria. A total of 90 patients were tested. 45 corresponded to the control group and 45 to the study group. The average value of PIPTL was

6.68o in the control group 4.58degree in the study group. With respect to the MIL, the average value in the control group was - 0.59o and in the study group - 0.95o. The results obtained in our study do not allow for the establishment of a link between the highest MI and the risk of ACL injury.

Introducción

La anatomía de la tibia proximal es un importante parámetro a la hora de estudiar los factores de riesgo anatómicos de lesión del ligamento cruzado anterior (LCA)¹. Principalmente, la inclinación posterior de la tibia proximal (IPTP) es uno de los factores de riesgo anatómicos más vinculados en la bibliografía con lesiones del LCA^{2,3,4,5,6,7,8,9}.

La importancia de establecer una relación entre las características anatómicas de la tibia proximal y las lesiones de LCA radica en que nos permitiría conocer con más precisión la biomecánica de la rodilla y de esta manera poder diseñar programas de prevención de lesiones más apropiados^{25,26}. Estos sistemas de prevención parecerían de importancia para la prevención de las lesiones del LCA que se producen por mecanismos de no contacto.

Dejour y cols. demostraron una relación entre el grado de inclinación posterior de la tibia proximal y la traslación anterior de la tibia en un estudio radiográfico¹¹. Este estudio fue realizado tomando como referencia la anatomía de la tibia proximal obtenida a partir de radiografías de perfil. El mecanismo biomecánico propuesto para esta relación es que ante una mayor IPTP y ante la aplicación de fuerzas compresivas a nivel de la rodilla, se producirían fuerzas cizallantes en la tibia proximal que determinarían la traslación anterior de la tibia en relación al fémur, las cuales se transmitirían al LCA por ser esta estructura ligamentaria el principal limitante de este tipo de movimiento¹².

La determinación de la IPTP en radiografías simples de perfil no permite medir de manera independiente la IPTP de ambos platillos tibiales así como la inclinación meniscal (IM). Sumado a esto, numerosos artículos han demostrado la variabilidad de estas mediciones en radiografías simples, atribuyéndole esta

variabilidad a alteraciones en la posición del miembro a la hora de realizar la radiografía y a alteraciones de la técnica radiográfica, solo por citar algunos^{8,9,11}.

Recientemente, distintas publicaciones han destacado la utilidad de medir la IPTP en ambos platillos tibiales de manera independiente, ya que biomecánicamente parecería existir una asociación entre la mayor IPTP del platillo lateral y la lesión del LCA^{13,14}. Este concepto se ha ido desarrollando a la vez que se comenzó a estudiar con mayor precisión el rol de la inclinación meniscal (IM) en la biomecánica de la rodilla. Es por esto que distintos autores han propuesto la medición de la IPTP y la IM en Resonancia Magnética (RM), ya que permite medir con más precisión la IPTP en ambos compartimentos, a la vez que permite determinar ambas IM.

En un estudio publicado por el autor principal, se estudió la correlación entre la IPTP y la IM demostrando que estas variables presentan una correlación entre baja y moderada¹⁵. Es decir, un pequeño porcentaje de la IM se puede explicar por la IPTP. Estos resultados refuerzan la hipótesis de que la presencia meniscal, fundamentalmente del menisco externo, podría representar un aspecto de gran importancia para la biomecánica de la rodilla y para el mecanismo lesional del LCA en particular. La mayor altura del cuerno posterior del menisco externo en relación al interno (IM) podría compensar esta mayor IPTP y por lo tanto actuar como un efecto protector de la traslación anterior de la tibia proximal y esto podría influir en la tensión del LCA. A pesar de todo lo mencionado, la relación entre la IPTP y la IM con la lesión del LCA continúa siendo controvertida^{1,10}. Si bien podemos encontrar trabajos en la bibliografía con respecto a este tema, en nuestro conocimiento, no hay resultados concluyentes al respecto. El objeti-

vo de este estudio es determinar el comportamiento de la IPTP y la IM en un grupo de pacientes con lesión del LCA y un grupo control y de esta manera determinar el rol de la IM en la lesión del LCA.

Materiales y método

Los pacientes involucrados en el estudio fueron aquellos que concurrieron a nuestra consulta entre el año 2017 y 2018 y que requirieron para su estudio una RM de rodilla. Los criterios de exclusión fueron los siguientes: pacientes que presentaban antecedentes de alteraciones anatómicas de la tibia proximal, antecedentes de meniscectomías totales o subtotales o evidencia de ello en la RM, pacientes con artrosis de rodilla, pacientes con patología agregada más allá de la lesión del LCA y aquellos cuyos estudios por imágenes no permitían medir los parámetros estudiados.

Los pacientes que cumplían con los criterios de inclusión, fueron separados en dos grupos. El grupo 1 (grupo de control) fue conformado por pacientes que cumplían los criterios de inclusión y que realizaron RM de rodilla por cualquier motivo distinto a una lesión de LCA o inestabilidad anterior de rodilla y que concurrieron a nuestra consulta. El grupo 2 fue conformado por pacientes que concurrieron a nuestra consulta con una lesión total o parcial de LCA y que cumplían los criterios de inclusión al estudio. El grupo de estudio quedó conformado por 45 pacientes (10 mujeres y 35 varones), con un rango de edad de 14 – 53 años (Media +/- SD: 27,4 +/- 8,81). El grupo control quedó conformado por 45 pacientes (13 mujeres y 32 varones) con un rango de edad de 15 – 65 (Media +/- SD: 35,9 +/-).

En todos los casos se realizaron las mediciones de la IPTP y la IM en ambos compartimentos según el método descrito por Hudeck y cols.¹⁶. Todas las mediciones fueron realizadas por el autor principal. Este método consiste en analizar cortes sagitales de RM de la rodilla en estudio. Se analiza un corte central que corresponde a la inserción tibial del ligamento cruzado posterior (LCP). En este corte la cortical anterior y posterior de la tibia proximal tienen una forma cóncava.

Se crean dos círculos, uno proximal y otro distal, centrados en la tibia proximal y haciendo coincidir la circunfe-

rencia de los mismos con las corticales anterior y posterior de la tibia. Para estandarizar esta medición, el centro del círculo inferior se ubica en la circunferencia inferior del círculo proximal. Se determinan los puntos centrales de estos círculos y se unen ambos. Esa línea (A) representa el eje central de la tibia proximal (fig. 1). Se superponen las imágenes correspondientes a cortes sagitales de la mitad del platillo tibial medial y lateral con A, y se trazan líneas tangentes al cartílago articular del platillo tibial (B), otra que une el punto más proximal de ambos cuernos meniscales (C) y la línea perpendicular a A (D) (figs. 2 y 3). Se determinaron los valores para cada paciente de la IPTP e IM, interna y externa y se realizó la comparación entre ellas, fueron documentadas las causas por las que se realizó la RM y el resultado de la misma. Se tomaron parámetros estadísticos para determinar las diferencias entre la IPTP e IM en ambos compartimentos entre si en ambos grupos. Las relaciones que se analizaron fueron las correspondientes a ambas IPTPL, ambas IML y la relación entre la IML y la IPTPL en ambos grupos de manera comparativa. Todas las mediciones fueron realizadas con la aplicación digital Ruler - Swift (AppStore, China, 2016).

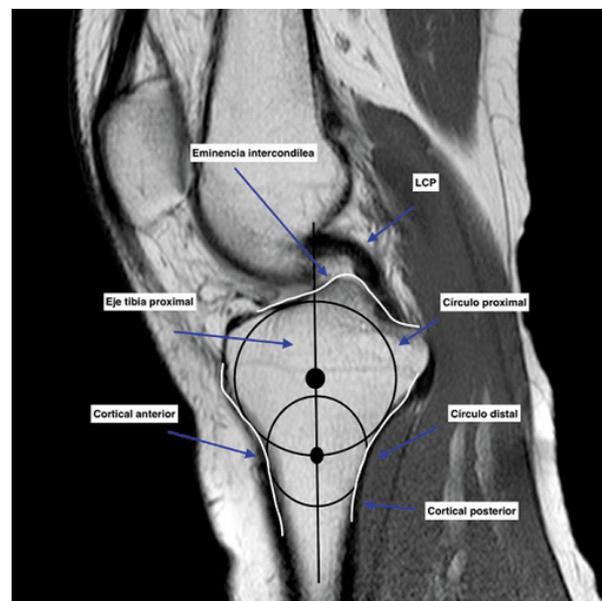


Figura 1. Medición del eje longitudinal de la tibia proximal

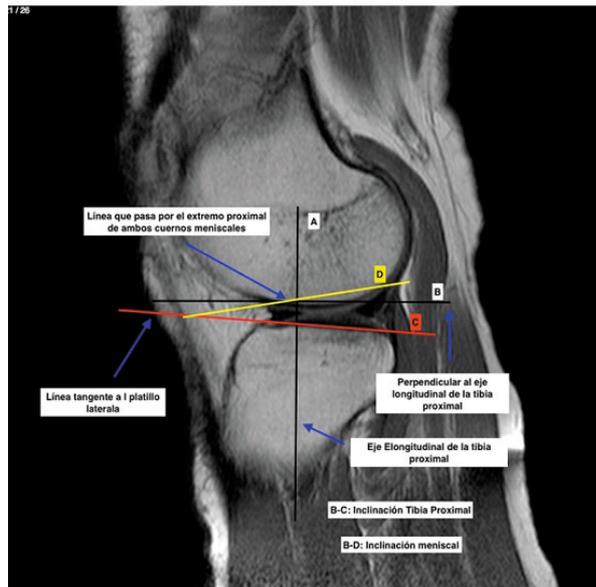


Figura 2. Medición de la inclinación ósea (C) e inclinación meniscal. Compartimento medial.

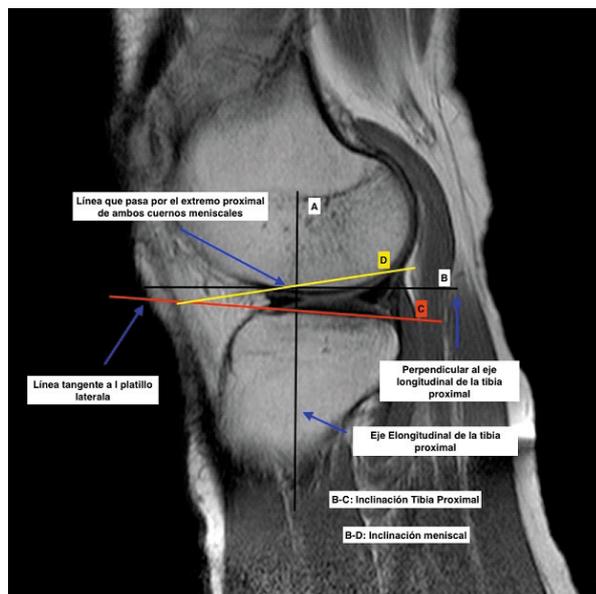


Figura 3. Medición de la inclinación ósea e inclinación meniscal – Compartimento lateral.

Análisis estadístico

La IPTP y la IM fue calculada para ambos compartimentos y expresada en rangos y media con desvíos

standard (SD). La prueba *t student* fue calculada para comparar las variables entre sí. El tamaño de la muestra calculada fue de 45 pacientes para obtener un 90% de poder para responder nuestra pregunta de investigación.

Resultados

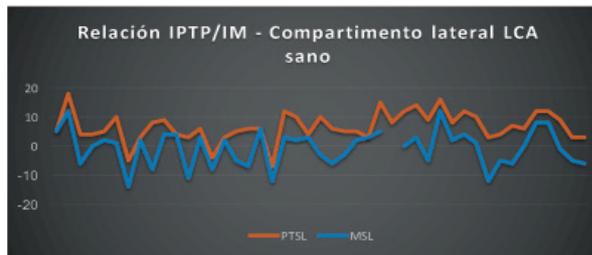
Se analizaron en total 90 pacientes. 45 correspondieron al grupo control y 45 al grupo de estudio. Analizando el grupo control, el valor promedio de la $IPTP_L$ fue de $6,68^\circ$. Este mismo parámetro en el grupo de estudio arrojó un valor de $4,58^\circ$, registrando una diferencia entre ambos de $2,10^\circ$. Esta diferencia resultó significativa ($P < 0,05$). Con respecto a la IM_L en ambos grupos, el valor promedio en el grupo control fue de $-0,59^\circ$ y en el grupo de estudio $-0,95^\circ$ con una diferencia de $0,36^\circ$. Esta diferencia no resultó significativa ($P > 0,05$). Es de destacar que la IM_L en ambos grupos se produce en sentido contrario a la $IPTP_L$. Mientras que la inclinación ósea se produce en sentido posterior, la IM lo hace en sentido anterior. Al comparar la relación entre la IM_L y la $IPTP_L$ en ambos grupos, lo que encontramos es una diferencia en el sentido de la orientación de ambas mediciones. Siendo la diferencia entre la IM_L y la $IPTP_L$ en el grupo control de $7,27^\circ$ y en el grupo de estudio $5,67^\circ$.

	Grupo control	Grupo de estudio	P 95% CI
IPTPm	6,26 SD 4,05	4,58 SD 3,8	0,025
IPTPL	6,68 SD 5,06	4,72 SD 4,39	0,027
Imm	2,18 SD 4,88	1,68 SD 3,69	0,30
IML	-0,59 SD 6,19	-0,95 SD 5,55	0,38

Cuadro 1. Se observa los resultados de las variables estudiadas.



Cuadro 2. Se observa la baja correlación entre la IPTP y la IM en el compartimiento lateral en pacientes con lesión.



Cuadro 3. Se observa una moderada a baja correlación entre la IPTP y la IM en compartimiento lateral en grupo control.

En lo que respecta al análisis de estos datos podemos observar una baja correlación entre los valores de $IPTP_L$ e IM_L en coincidencia con publicaciones previas¹⁵. Esto significa que la IM se produce en sentido anterior con respecto a la IPTP. Con respecto a los valores de IM_L , no se observan diferencias significativas en nuestro estudio comparando los pacientes con lesión del LCA y el grupo control.

Discusión

Algunos autores han sugerido que el riesgo de lesión del LCA por mecanismos de no contacto aumentaría en pacientes con una IPTP aumentada^{18,19,20}. Dejour y Bonnin describieron la magnitud de la traslación anterior de la tibia proximal de acuerdo al grado de inclinación posterior de la tibia proximal¹¹. Ellos concluyen que cada 10° de aumento de la IPTP se produce una traslación anterior de la tibia proximal de 6mm tanto en pacientes sanos como en aquellos con lesión del LCA.

A pesar de estos hallazgos los resultados publicados en la bibliografía al respecto no son concluyentes. Algunas publicaciones han descrito la relación entre la IPTP y la

lesión de LCA realizando mediciones de la IPTP en radiografías de perfil de la rodilla²¹. Las críticas a esta técnica de medición radican en una alta variabilidad reportada debido a dificultad para obtener el mismo grado de rotación de la rodilla así como dificultades para realizar una técnica radiográfica precisa en todas las mediciones y la imposibilidad de determinar la IM con este método^{22,23,24}. Por este motivo es que se han publicado y validado técnicas de medición de la IPTP y la IM en RM¹⁶.

Las ventajas de este método de evaluación de las imágenes radica en poder medir la IPTP en ambos compartimentos de la rodilla así como poder estudiar las IM internas y externas. Hudeck y cols. realizaron la descripción y validación de un método de medición de la IPTP e IM en RM a través de un estudio en 100 pacientes y compararon los resultados obtenidos con su técnica de medición en RM con los obtenidos a través de mediciones radiográficas. Concluyeron que la técnica propuesta representaba una alternativa confiable para determinar la IPTP y la IM en ambos compartimentos de manera independiente y de esta manera estudiar con más precisión la biomecánica de la rodilla¹⁶. Al poder medir con más precisión la geometría de la tibia proximal resta determinar cuál es la vinculación entre la IPTP y la IM y los mecanismos de producción de la lesión del LCA. Distintos autores han propuesto que ante fuerzas de compresión axial sobre la articulación tibiofemoral, una IPTP en el compartimiento externo aumentada podría determinar una traslación anterior y una rotación interna de la tibia proximal, lo que traería como consecuencia un mayor carga sobre las fibras del LCA predisponiendo a su ruptura²⁵.

La mayoría de estas publicaciones están centradas en la geometría ósea de la tibia proximal y no consideran la contribución de las partes blandas (menisco y cartílago articular) en el mecanismo de producción de la lesión del LCA. En un trabajo realizado sobre 87 estudios de RM donde se estudió la correlación entre la IPTP y la IM se observó una correlación entre baja y moderada de estas mediciones¹⁵. Es decir, una IPTP no necesariamente implica una IM en el mismo sentido y con la misma angulación. De hecho, para el compartimiento lateral de la rodilla la diferencia entre la IPTP y la IM fue de 7,3° siendo el promedio de la IM en los pacientes estudiados

de $-1,8^\circ$, lo que significa que la IM fue en sentido anterior $1,8^\circ$ en promedio.

En este punto, lo que resta determinar es la contribución de esta diferencia en la biomecánica de la rodilla y de esta manera determinar si efectivamente, la IM está expresando una mayor protección frente a una lesión del LCA, fundamentalmente en el compartimento lateral de la rodilla. Stijak y cols. realizaron un estudio comparativo en RM (33 pacientes por grupo) en donde encontraron una mayor IPTL en el compartimento externo en pacientes con lesión del LCA pero no encontraron diferencias con respecto a la IM¹⁷. Khan y cols. arribaron a las mismas conclusiones en un grupo mayor de pacientes estudiados²⁶. Hudeck y cols. observaron una mayor IM en pacientes con lesión de LCA comparándolos con un grupo control¹⁸. Los autores concluyen que el cuerno posterior del menisco externo (CPME) al ser más alto que el cuerno anterior actuaría como una cuña limitando la traslación posterior del cóndilo externo y, por ende, la traslación anterior de la tibia proximal y destacan la importancia de preservar el CPME con el objetivo de evitar la mayor carga sobre el LCA.

De la misma manera que nuestro estudio, concluyen que un estudio dinámico puede contribuir a estudiar con más precisión el comportamiento del CPME durante los distintos grados del rango de movilidad. Elmansori y cols. en otro estudio comparativo sobre 100 pacientes por grupo, concluyeron que los pacientes con lesión del LCA presentaban una IPTP y una IM aumentada en el compartimento lateral pero no pudieron establecer un valor límite a partir del cual estos valores podrían exponer a los pacientes a una lesión del LCA²⁷. Esto último podría contribuir a detectar pacientes en riesgo y poder diseñar estrategias de prevención específicas con el objetivo de prevenir lesiones del LCA.

En nuestro estudio podemos encontrar resultados que se corresponden con los publicados en la bibliografía. No podemos encontrar en nuestro estudio resultados que nos permitan asegurar que una mayor IM o IPTP podrían determinar una lesión del LCA. Parecería ser evidente que la IM en el compartimento lateral tiende a ser paralela a la horizontal o incluso tener una inclinación anterior en contraste con la IPTP que en promedio suele ser varios

grados en dirección posterior. Esto podría sugerir que la preservación del CPME tendría un efecto protector sobre el LCA. Pero a pesar de esta tendencia, no encontramos diferencias significativas en nuestro estudio que nos permitan asegurar que el CPME efectivamente protege al LCA de ser sometido a fuerzas de tensión que predispongan a su ruptura. Una de las explicaciones para estos resultados podría ser que el menisco es una estructura elástica y que probablemente no tenga un comportamiento homogéneo en los distintos rangos de movilidad de la rodilla. Esto podría hacer modificar la IM.

Los estudios con el diseño como el nuestro permiten sacar conclusiones de una situación dinámica sobre el estudio de una imagen estática y eso puede ser la explicación de los datos controvertidos que se observan en la bibliografía. Lustig y cols. realizaron un estudio en 15 pacientes a los cuales se les realizó una RM dinámica en los distintos grados de flexión e intentando reproducir las situaciones de carga axial¹. Ellos concluyen que la IM va aumentando en sentido posterior a medida que aumenta la flexión de rodilla, principalmente en el compartimento lateral.

Esto refuerza la idea de que la IM es un concepto dinámico a diferencia de la IPTP la cual no se modifica en los distintos grados de flexión. Los autores mencionan el concepto de inclinación mecánicamente relevante a esta situación de *inclinación meniscal dinámica* y que tiene como principal componente al menisco y al cartílago articular más que a la geometría articular ósea. Las limitaciones de nuestro estudio son las limitaciones correspondientes a cualquier estudio anatómico.

Por otro lado, como mencionábamos anteriormente, el estudio de una situación dinámica como es el comportamiento de la rodilla en los distintos rangos de movimiento, a partir de los datos que arroja un estudio estático como lo es la RM hace que tengamos que interpretar estos resultados con precaución. De hecho, creemos que la disparidad de resultados reportados en la bibliografía pueden tener que ver con esta idea.

Conclusión

Los resultados obtenidos en nuestro estudio no permiten establecer una relación entre la mayor IM y el riesgo de lesión del LCA. Sin embargo, parecería existir un efecto protector del CPME sobre el LCA al disminuir la traslación anterior y la rotación interna de la tibia. Si bien una evaluación estática como la que podemos obtener en una

RM puede no reflejar con precisión el comportamiento meniscal por ser este un fenómeno dinámico, sabemos que los mecanismos de lesión del LCA se producen en grados de flexión cercanos a la extensión completa por lo que esta información podría ser de utilidad para el estudio de la relación de la función meniscal con la lesión del LCA y no tan útiles para estudiar la función meniscal en el contexto de una lesión o sutura meniscal donde la evaluación en flexión máxima puede arrojar mayores datos.

Bibliografía

- 1.- Lustig, S., Scholes, C. J., Balestro, J. C., Parker D. (2013). *In vivo assessment of weight-bearing knee flexion reveals compartment-specific alterations in meniscal slope. Arthroscopy* ; pp 1653-1660.
- 2.- Gilchrist J, Mandelbaum H M, Melancon H, Ryan G, Silvers H J, Griffin L Y, Watanabe D S, Dick R W, Dvorak J. A (2008) *Randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in collegiate soccer players. Am J Sports Med* ;36(8):1476-1483.
- 3.- Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, (2006). *Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. Am J Sports Med.* 2006;34(9): 1512-1532.
- 4.- Meyer E. G., Haut R. C. (2008) *Anterior cruciate ligament injury induced by internal torsion or tibiofemoral compression. J Biomech* ;41(16):3377-3383
- 5.- Alentorn-Geli E., Myer G., Silvers H. J., Samitier G., Romero D., Lázaro-Haro C., Cugat R. (2009) *Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: A review of prevention programs aimed to modified risks factors and to reduce injury rates. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*;17:859-879.
- 6.- Shao Q., MacLeod D., Manal K., Buchanan T. (2010) *Effects of ligament loading and anterior tibial translation in healthy and ACL-deficient knees during gait and the influence of increasing tibial slope using EMG-driven approach. Annals of Biomedical Engineering* ;39(1):110-121.
- 7.- Hohmann E., Bryant A., Reaburn P., Tetsworth K.(2011) *Is there a correlation between posterior tibial slope and non-contact anterior cruciate ligament injuries? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19 (Suppl 1):S109–S114.
- 8.- Butler DL, Noyes FR, Grood ES. (2011) *Ligamentous restraints to anterior-posterior drawer in the human knee: a biomechanical study. J Bone Joint Surg Am* ;62(2):259-270.
- 9.- Sonnerly-Cottet B., Archbold P., Cucurulo T., Fayard J-M., Bortolotto J., Thauinat M.,(2011) Prost T., Chambat P. *The influence of the tibial slope and the size of the intercondylar notch on rupture of the anterior cruciate ligament. J Bone Joint Surg Br* 93 (11) 1475.
- 10.- R. Hudeck, B. Fuchs, F. Regenfelder, P. P. Koch. (2011) *Is noncontact acl injury associated with posterior tibial and meniscal slope? Clin Orthop Relat Res* 469:2377–2384.
- 11.- Dejour H, Bonnin M. (1994) *Tibial translation after anterior cruciate ligament rupture: two radiological tests*

compared. *J Bone Joint Surg Br.*; 76:745-749.

12.- B Yu, W. Garret.(2007) Mechanism of non contact ACL injuries. *Br J Sports Med*;41(Suppl 1):i47–i51

13.- Webb J. M., Salmon L. J., Leclerc E., Pinczewski L. A., Roe J. P. (2013) Posterior tibial slope and further anterior cruciate ligament injuries in the anterior cruciate ligament- reconstructed patient. *Am J Sports Med* 41:2800.

14.- Vyas S., van Eck C., Vyas N., Fu F. H., Otsuka N. Y. (2011) Increased medial tibial slope in teenage pediatric population with open physes and anterior cruciate ligament injuries. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19:372-377.

15.- Corinaldesi E.(2018) Relación entre la inclinación posterior de la tibia proximal y la inclinación meniscal. Estudio anatómico en Resonancia Magnética. *ARTROSCOPIA VOL. 25, N° 2: 35-39.*

16.- Hudek R., Schmutz S., Regenfelder F., Fuchs B., Koch P. P. Novel(2009. Measurement Technique of the Tibial Slope on Conventional MRI. *Clin Orthop Relat Res*) 467:2066–2072.

17.- Stijak L, Herzog RF, Schai P (2008) Is there an influence of the tibial slope of the lateral condyle on the ACL lesion? A case-control study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 16(2):112–117

18.- Hudek R, Fuchs B, Regenfelder F, Koch PP (2011) Is noncontact ACL injury associated with the posterior tibial and meniscal slope? *Clin Orthop Relat Res* 469:2377–2384

19.- Schillhammer C. K., Reid J. B., Rister J., Jani S. J., Marvil S.C., Chen A. W., Anderson C. G., D'Agnostino S., Lubowitz J. (2016) Arthroscopy up to date: Anterior Cruciate Ligament Anatomy. *Arthroscopy*;1:209-212.

20.- Markl I., Zantop T., Zeman F. Seitz J., Angele P. (2015) The effect of tibial slope in acute ACL-insufficient patients on concurrent meniscal tears. *Arch Orthop Trauma Surg* 135:1141- 1149

21.- Feuch M., Mauro C. S., Brucker P. U., Imhoff A. B., Hinterwimmer S. (2013) *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 21:134–145 .

22.- Genin P, Weill G, Julliard R. (1993) The tibial slope: proposal for a measurement method [in French]. *J Radiol.* 1993;74:27–33.

23.- Giffin JR, Vogrin TM, Zantop T, Woo SL, Harner CD. (2004) Effects of increasing tibial slope on the biomechanics of the knee. *Am J Sports Med.* 2004;32:376–382

24.- Julliard R, Genin P, Weil G, Palmkrantz P. (1993) The median functional slope of the tibia: principle, technique of measurement, value, interest] [in French]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.*;79:625–634

25.- Sutton K. M., Bullock J. M. (2013) Anterior cruciate ligament ruptures. Differences between males and females. *J Am Acad Orthop Surg* 2013;21: 41-50

26.- Khan MS, Seon JK, Song EK (2011) Risk factors for anterior cruciate ligament injury: assessment of tibial plateau anatomic variables on conventional MRI using a new combined method. *Int Orthop* 35(8):1251–1256

27.- Elmansori AI,2, Lording T3, Dumas R2, Elmajri KI,2, Neyret PI,2, Lustig S. (2017) Proximal tibial bony and meniscal slopes are higher in ACL injured subjects than controls: a comparative MRI study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.*;25(5):1598-1605.