



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE MEDICINA  
SECRETARÍA DE SALUD  
INSTITUTO NACIONAL DE  
REHABILITACIÓN  
Luis Guillermo Ibarra Ibarra  
ESPECIALIDAD EN:

**ORTOPEDIA**

**MEDICION MORFOMETRICA DE SURCO INTERCONDILEO  
FEMORAL EN RESONANCIA MAGNETICA EN PACIENTES CON Y  
SIN LESION DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN EL  
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACION.**

**T E S I S**

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE  
MÉDICO ESPECIALISTA EN:

**ORTOPEDIA**

**P R E S E N T A:**

*LEO ALEJANDRO RUEDA FLORES*

PROFESOR TITULAR

*JUAN ANTONIO MADINAVEITIA  
VILLANUEVA*

ASESOR

*ARTURO ALMAZÁN DÍAZ*



Ciudad de México

Febrero 2020



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A mis padres, por su apoyo y amor incondicional e incansable a lo largo de los años.*

*A mis maestros, por su profesionalismo y entrega.*

*A Karla, Andrés, Pablo y Diego; gracias por hacer este viaje inmejorable.*

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	
1.1 ANATOMÍA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR	4
1.2 BIOMECÁNICA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR	5
1.3 MORFOLOGÍA DEL SURCO INTERCONDÍLEO FEMORAL	6
1.4 LESIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR	6
1.5 MEDIDAS MORFOMÉTRICAS DEL SURCO INTERCONDÍLEO	8
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	9
4. JUSTIFICACIÓN	9
5. HIPÓTESIS	10
6. OBJETIVOS	10
7. DISEÑO	11
8. DESCRIPCIÓN DEL UNIVERSO DE TRABAJO	11
9. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	12
10. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	12
11. TAMAÑO DE LA MUESTRA	13
12. RESULTADOS	14
13. DISCUSIÓN	18
14. CONCLUSIONES	18
15. BIBLIOGRAFÍA	20

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 ANATOMÍA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

El ligamento cruzado anterior (LCA) está compuesto de bandas de colágeno orientadas longitudinalmente organizadas en unidades fasciculares y está rodeado de sinovial. El LCA se extiende desde el extremo distal de fémur y se inserta en la porción anteromedial de la tibia, medial a la inserción del cuerno anterior del menisco lateral en una depresión anterolateral a la espina tibial anterior (1).

La anchura promedio de la intrasustancia del LCA es de 10 a 11 mm con un rango que va de 7 a 17 mm y un espesor promedio de 3.9 mm (2). El istmo es la región del LCA con la sección más pequeña en el corte axial y está localizado a un promedio del 53.8% de la distancia desde el centro de la inserción tibial al centro de la inserción femoral (3).

El LCA está formado por dos haces, el haz anteromedial (AM) y el haz posterolateral (PL) (fig. 1), que reciben su nombre de acuerdo a su sitio de inserción tibial. Cada haz entra en función en diferentes grados de flexión de la rodilla, ya que el LCA no es isométrico (4).

La cresta intercondilar lateral del fémur está presente en el 94% a 97% de las personas. Ferreti y cols. realizaron una evaluación artroscópica en 60 pacientes sometidos a reconstrucción de LCA, observando la presencia de dicha cresta en el 100% de los pacientes (5). El margen anterior del sitio de inserción femoral del LCA se encuentra a una distancia promedio de 4.2 mm anterior a la parte proximal de la cresta intercondilar lateral (6).

En la tibia, la inserción del LCA puede ser de forma elíptica (51%), triangular (33%) o en forma de "C" (16%) (7).

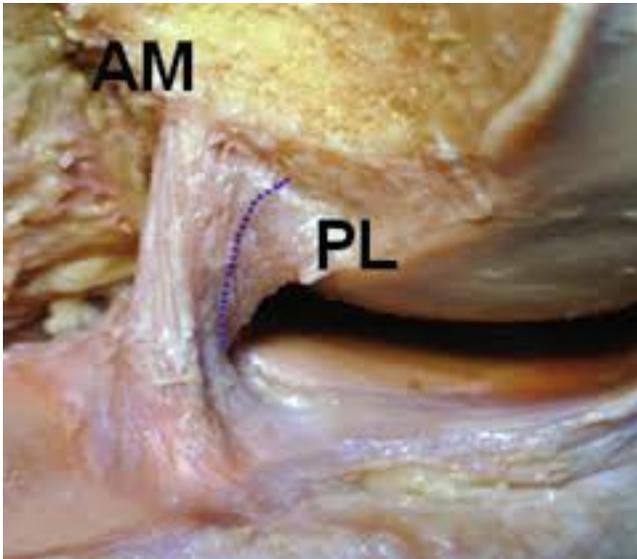


Fig. 1 Ligamento cruzado anterior con su haz anteromedial (AM) y posterolateral (PL).

## 1.2 BIOMECÁNICA DEL LCA

Los haces AM y PL actúan en conjunto para brindar al LCA sus propiedades biomecánicas únicas. El LCA previene la traslación anterior de la tibia lo cual resulta importante al evitar la hiperextensión y proveer a la rodilla estabilidad general durante la locomoción.

Durante la semiflexión, el LCA brinda también resistencia contra la rotación interna y externa (4). Se sabe que el haz AM se tensa en flexión, dando la restricción primaria en esta posición. El haz PL se tensa en extensión de la rodilla, dando así la principal resistencia contra la hiperextensión. La tensión del LCA es menor en el rango de 30° a 40° de flexión. El LCA también funciona como un restrictor secundario de la rotación tibial y de angulaciones en varo/valgo en completa extensión (1).

### 1.3 MORFOLOGÍA DEL SURCO INTERCONDÍLEO FEMORAL

La morfología del surco intercondíleo del fémur ha sido descrita por Anderson y cols. en tres diferentes tipos de acuerdo a su silueta: tipo U invertida, tipo A y tipo W (onda) (Fig. 2). Los surcos en forma de U tienen una anchura normal, mientras que las tipo A o tipo W son más estrechas (8). La influencia de la forma del surco intercondíleo fue reportado por Al-Saeed y cols. quien reportó que los surcos intercondíleos con tipo A están asociados con lesiones de LCA mientras que un índice de anchura pequeño del surco intercondíleo femoral no es un factor de riesgo para presentar lesión del LCA (9) . Además, Alentorn-Geli y cols. sugirieron que el ángulo del surco intercondíleo puede ser un mejor parámetro que la anchura para evaluar el estrechamiento del surco y su potencial asociación con lesiones del LCA (10).

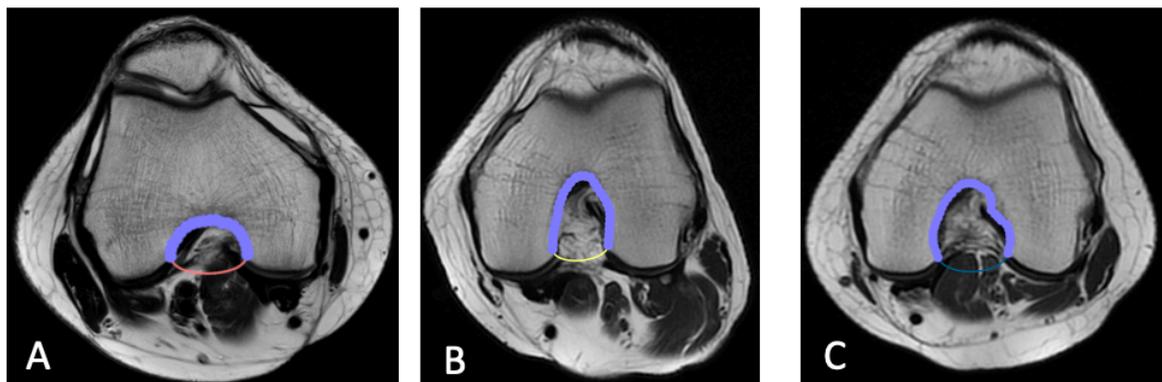


Fig. 2 Se muestran los 3 diferentes tipos de surco intercondíleo descritos por Anderson: A) Tipo U invertida; B) Tipo A; C) Tipo W o en onda.

### 1.4 LESIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

El ligamento cruzado anterior es el ligamento que con más frecuencia se lesiona, representa el 50% de las lesiones de la rodilla (11). Las lesiones del LCA se presentan mayormente en población joven y activa. Se estima que en Estados

Unidos se presentan 250,000 casos nuevos al año, realizándose aproximadamente 175,00 reconstrucciones de LCA al año (12). El riesgo de lesión del LCA es mayor en mujeres que en hombres (10,14). El mecanismo de varo y rotación interna de la tibia durante una hiperextensión es el más frecuentemente asociado a lesiones de LCA sin contacto (13). Existen factores de riesgo modificables y no modificables (Tabla1) para lesión de LCA. Dentro de los factores no modificables destaca una disminución en el tamaño del surco intercondíleo (14).

No modificables	Modificables
Sexo	Patrones de control neuromuscular
<u>Hiperlaxitud ligamentaria</u>	Patrones de movimiento biomecánico grueso
<u>Recurvatum de rodilla (hiperextensión)</u>	Factores ambientales (equipamiento atlético, superficies deportivas, clima)
Inclinación tibial lateral aumentada	Fuerza de <u>isquiotibiales</u>
<u>Tamaño reducido de surco intercondíleo</u>	Fuerza en el tronco y propiocepción
Valgo estructurado	Ángulo de flexión de la rodilla durante el salto/aterrizaje
<u>Anteversión femoral</u>	Valgo dinámico
Discrepancia de extremidades inferiores	Deporte practicado
Lesión de LCA contralateral	

Tabla 1 Factores de Riesgo Modificables y no modificables para lesión de LCA. Meghan J. Pricea, Maria Tucab, Frank A. Cordasco, and Daniel W. Green. Nonmodifiable risk factors for anterior cruciate ligament injury

La asociación entre la lesión del ligamento cruzado anterior y el desarrollo de osteoartritis en la rodilla ha sido ampliamente estudiada. Existen estudios que demuestran que una ruptura de ligamento cruzado anterior produce un desarrollo prematuro de gonartrosis hasta en un 13% de los casos al cabo del primer año de la lesión y, si esta se asocia a lesiones de cartílago, hueso subcondral, ligamentos colaterales o meniscos, la prevalencia se eleva hasta 21-41% (15,16).

## 1.5 MEDIDAS MORFOMÉTRICAS DEL SURCO INTERCONDÍLEO

La línea de referencia bicondilar posterior se traza tangente a los puntos más bajos de los cóndilos lateral y medial. La profundidad intercondílea se define como la distancia desde la línea bicondilar hasta lo más alto del surco intercondíleo en ángulo recto. La anchura intercondílea es mitad a dos tercios de la línea de profundidad intercondílea. La anchura del cóndilo lateral y medial son medias a ese mismo nivel. La suma de la anchura intercondílea, la anchura del cóndilo medial y del cóndilo lateral proporcionan la anchura condílea. El ángulo formado entre los puntos más inferiores del surco intercondíleo en los cóndilos lateral y medial, y el punto más alto del mismo forman el ángulo intercondíleo. El índice de anchura de la escotadura (NWI) se define como la razón entre la anchura de la escotadura intercondílea y la anchura condílea. La razón entre la anchura de la escotadura y la profundidad de la misma se denomina índice de forma de la escotadura (NSI). El índice de profundidad del surco (NDI) es la razón entre la profundidad del surco y la profundidad del cóndilo lateral en el corte axial. El ángulo del techo (RA) se calcula en el corte sagital de la RMN. Es el ángulo formado entre la línea de Bluemensaar y la línea del eje del fémur (13).

En 2018 Balgovind Raja y cols. encontraron que las lesiones de LCA están asociadas a un índice de anchura de escotadura y un ángulo de escotadura intercondílea disminuidos. Asimismo, notaron que las escotaduras con tipo A presentan mayor riesgo de ruptura de LCA (13).

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

De acuerdo a Shelbourne y cols. las dimensiones del surco intercondíleo femoral se consideran un importante predictor de riesgo de lesión del LCA (17).

Anderson compara diferentes técnicas radiológicas para obtener mediciones del ancho total condilar, el ancho máximo del surco así como del índice de ancho del surco. En su estudio, concluye con que las mediciones en estudios radiográficos no son exactas (18).

De acuerdo a los términos de búsqueda “MRI intercondyle notch measurement”, “MRI femoral notch measurement”, “Intercondylar notch morphometrics measurement” en buscadores: PubMed, Ovid, ClinicalKey y Google scholar no existen estudios realizados en población mexicana.

## **3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles son los valores morfométricos (NWI, NSI, NDI, NA y RA) y la forma (U, A o W) del surco intercondíleo femoral en pacientes con lesión y pacientes sin lesión de LCA atendidos en el INR?

## **4. JUSTIFICACIÓN**

Se han descrito las variaciones anatómicas del surco intercondíleo femoral en diferentes grupos étnicos, sin embargo, no existe ningún estudio realizado en población mexicana que evalúe el Índice de Ancho de la Escotadura (NWI), el Ángulo de la Escotadura (NA), el Índice de Forma de la Escotadura (NSI), el Índice de Profundidad de la Escotadura (NDI), el Ángulo de Techo de la Escotadura (RA) y la forma del surco (A, U y W). De conocerse las medidas antropométricas del surco intercondíleo femoral en pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación que hayan o no hayan presentado lesión de LCA, podrá llevarse una mejor prevención y/o seguimiento en el manejo de dichos pacientes.

## **5. HIPÓTESIS**

- a) El ángulo de la escotadura femoral (NA) será 10% mayor en pacientes sin lesión de LCA que en pacientes con lesión de LCA en población atendida en el INR.
- b) La forma más común de la escotadura intercondílea en pacientes con lesión de LCA en el Instituto Nacional de Rehabilitación será la forma en A.

## **6. OBJETIVOS**

### PRINCIPAL

- Describir los valores morfométricos del surco intercondíleo femoral en población del INR.

### SECUNDARIOS

- Comparar los valores morfométricos del surco intercondíleo femoral entre pacientes con lesión de LCA y sin lesión de LCA atendidos en el INR.

## 7. DISEÑO

Por suieto

- Clínico

Por maniobra

- Observacional (serie de casos-controles)

Por tiempo

- Transversal

Por recolección de datos

- Retrospectivo

Por observación

- Retrospectivo

## 8. DESCRIPCIÓN DEL UNIVERSO DE TRABAJO

Universo	Pacientes del servicio de Ortopedia del Deporte y Artroscopia del Instituto Nacional de Rehabilitación.
Población Blanco	Pacientes que cuenten con resonancia magnética de rodilla con cortes axiales, coronales y sagitales en secuencia T1 y T2.

## **9. CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Pacientes con madurez esquelética en metáfisis distal de fémur.
- Pacientes de cualquier género.
- Pacientes de 16 hasta 56 años de edad.
- Pacientes con extremidades inferiores simétricas.
- Pacientes con lesión de ligamento cruzado anterior (LCA)
- Pacientes sin lesión de LCA
- Pacientes con arcos de movilidad completos de rodilla.

## **10. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Pacientes con osteofitos en metáfisis distal del fémur.
- Pacientes con alteraciones morfológicas congénitas y/o del desarrollo en extremidades inferiores.
- Pacientes con enfermedades neoplásicas o de depósito en fémur distal.
- Pacientes con antecedente de fractura en cóndilos femorales.
- Pacientes con antecedente de cirugía previa en rodilla.
- Paciente con antecedente de artritis séptica en rodilla.
- Pacientes con resonancia magnética incompleta o con interferencia que no permita realizar las mediciones.

## 11. TAMAÑO DE LA MUESTRA

En el año 2018 se realizaron 1279 RMN de rodilla en el Instituto Nacional de Rehabilitación.

N= 1279

Nivel de confianza 95%

Margen de error 5%

n= 296

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

## 12. Resultados:

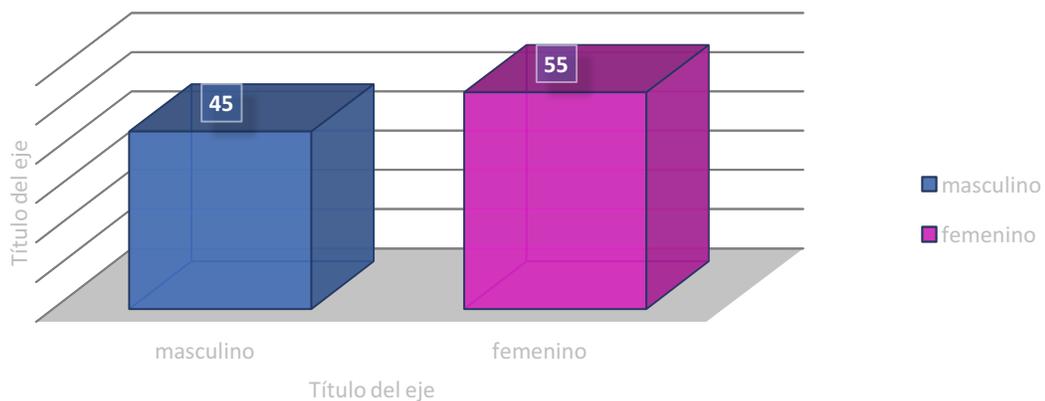
Se analizaron un total de 60 sujetos, de manera que el promedio de edad general para la población fue de  $33.8 \pm 9.6$  años, mientras que para el sexo femenino fue de  $33.7 \pm 9.6$  y para el sexo masculino fue de  $34.8 \pm 9.8$ , predominando el sexo femenino con el 55.0%, al hacer las comparaciones con el grupo de edad no existen diferencias estadísticamente significativas en ambos grupos  $p=0.9$ .

Tabla 1, distribución, frecuencia, media, desviación estándar y comparación de medias de la población de estudio por medio de la edad y sexo.

	Femenino	Masculino	Valor de p
Edad Media y DE	$33.7 \pm 9.6$	$34.8 \pm 9.8$	0.9*
Sexo (%)	55.0%	45.0%	0.9

DE, Media, T de Student\*.

FIGURA.1 DISTRIBUCIÓN Y FRECUENCIA DEL SEXO EN LOS SUJETOS DE ESTUDIO



En la tabla 2 se puede mostrar la distribución con y sin lesión en donde la edad para los sujetos con lesión fue de  $34.1 \pm 9.5$  mientras que para los que no presentan lesión fue de  $33.3 \pm 10.1$ , con respecto al sexo los pacientes que predominaron fue el sexo masculino con 66.7% mientras que el sexo femenino estuvo con 33.6%, al hacer las comparaciones por grupos estos no presentaron una asociación estadísticamente significativa.

Tabla 2, distribución, frecuencia, media, desviación estándar y comparación de medias de la población de estudio por medio de la edad y sexo con y sin lesión.			
	Con lesión	Sin lesión	Valor de p
Edad Media y DE	$34.1 \pm 9.5$	$33.3 \pm 10.1$	0.4*
Sexo femenino	21(63.6%)	12(36.4%)	0.8
Sexo masculino	18(66.7%)	9(33.3%)	0.8
DE, Media, T de Student*.			

En la tabla 3 se muestra la distribución y frecuencia de la lesión del ligamento cruzado por lesión del lado derecho en donde el 22(62.9%) presenta la lesión mientras que el lado izquierdo presenta 17(68.0%).

Figura 2. Distribución de los sujetos masculinos con y sin lesión del ligamento cruzado.

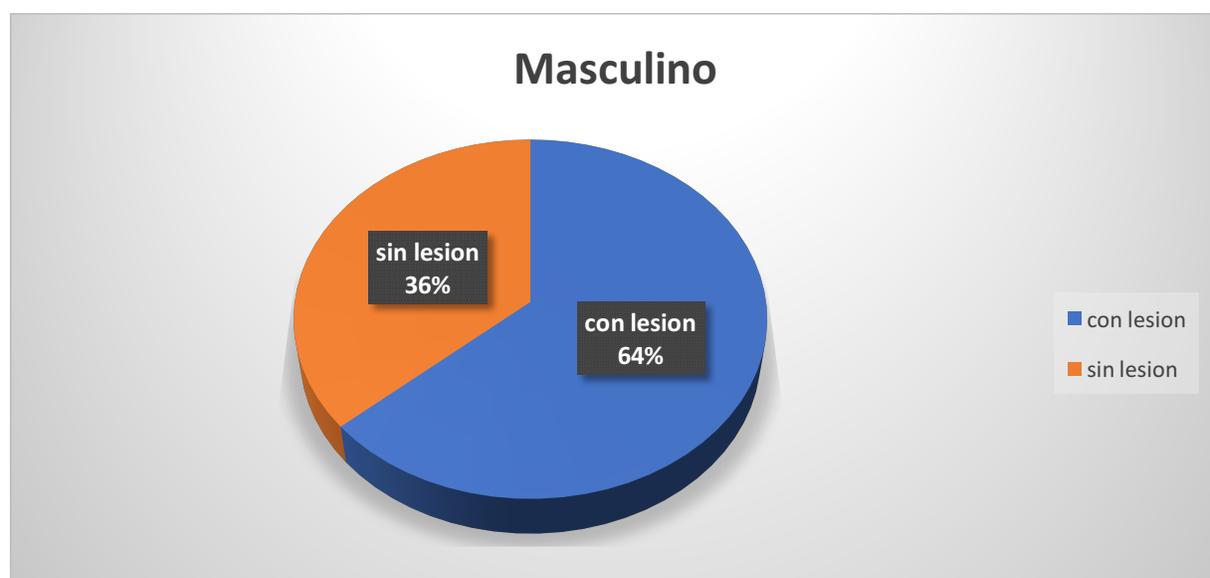


Figura 3. Distribución de las sujetos femeninos con y sin lesión del ligamento cruzado anterior.

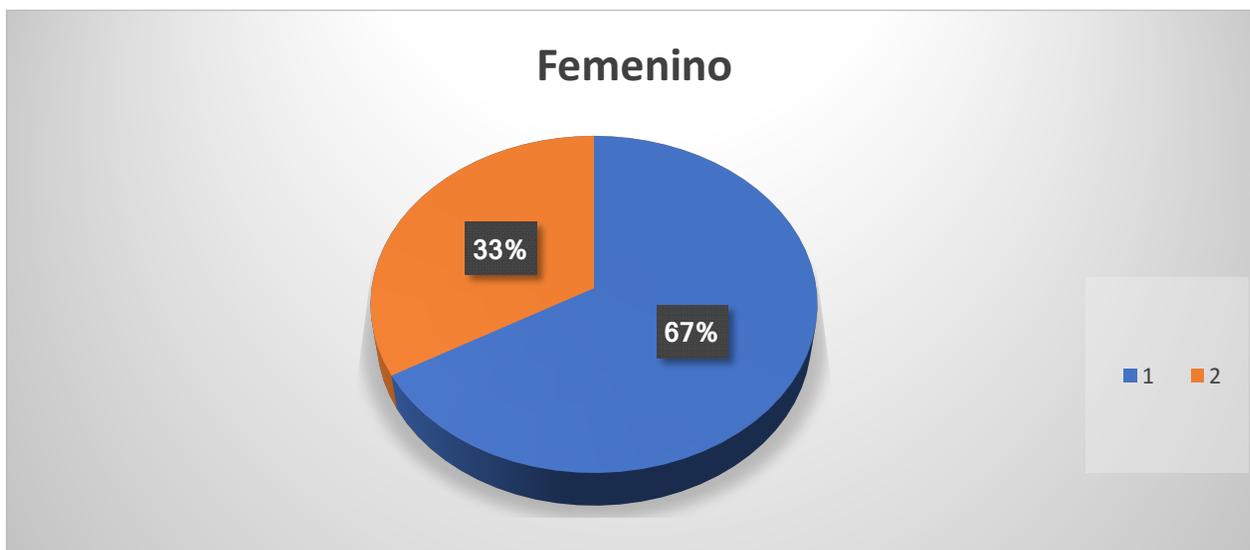


Tabla 3 Distribución y frecuencia del lado de la lesión de los pacientes con y sin lesión del ligamento cruzado anterior.

	Con lesión	Sin lesión
Lado derecho	22(62.9%)	13(33.1%)
Lado izquierdo	17(68.0%)	8(32.0%)

Tabla 4. Media y desviación estándar de los índices de escotadura, profundidad de la escotadura, ángulo de la escotadura en pacientes con y sin lesión de ligamento cruzado.

	Sin Lesión	Con lesión	Valor de p
Índice de ancho de escotadura	0.23 ± 0.1	0.25 ± 0.1	0.05
Índice de forma de escotadura	0.58 ± 0.07	0.82 ± 0.22	0.001
Índice de profundidad de la escotadura	0.5 ± 0.06	0.39 ± 0.08	0.151
Ángulo de la escotadura	44.70 ± 5.7	62.22 ± 13.8	0.001
Índice de la escotadura del plano coronal	0.22 ± 0.02	0.23 ± 0.01	0.911
Forma de la escotadura el plano coronal	0.67 ± 0.10	0.77 ± 0.06	0.007
Angulo de la escotadura	49.13 ± 9.3	57.26 ± 6.9	0.099
Angulo del techo en el corte sagital	38.02 ± 5.9	40.75 ± 5.2	0.427
Comparación de medias por T de Student			

En la tabla 4 se muestran los promedio y desviación estándar de la población con lesión de ligamento cruzado en donde el promedio para el índice de ancho de la escotadura fue de  $0.25 \pm 0.1$  para los que presentan lesión y  $0.23 \pm 0.1$  y para los que no presentan lesión alguna, con un valor de p de 0.05, para los que presentan lesión de la forma de la escotadura se encontró que el promedio fue de  $0.82 \pm 0.22$  y para los que no tuvieron lesión fue de  $0.58 \pm 0.07$  con un valor de 0.001m este dato resulta estadísticamente significativo, para el índice de escotadura el índice de escotadura del plano coronal, el ángulo de la escotadura y el ángulo del techo sagital no resultaron con diferencias estadísticamente significativas, mientras que en los pacientes con lesión en ángulo de la escotadura  $62.22 \pm 13.8$ , y la forma de la escotadura el plano coronal fue de  $57.26 \pm 6.9$  tuvieron un valor de p de 0.001 y 0.009 respectivamente, siendo esto valores estadísticamente significativos.

### **13. DISCUSIÓN**

Balgovind Raja y cols. describieron las medidas antropométricas de población hindú encontrando que un índice de anchura de la escotadura y un ángulo de la escotadura están asociados a lesión de LCA y que la forma de la escotadura tipo A presentan mayor riesgo de lesión de dicho ligamento (13).

En la población analizada en este estudio, se pudo observar una similitud en esos resultados, siendo los sujetos con un menor índice de anchura de la escotadura, un ángulo de la escotadura y el ángulo del techo de la escotadura en el plano sagital los que más se relacionaron con lesión del LCA.

Como se ha descrito en diferentes estudios, las mujeres presentan mayor riesgo de ruptura de LCA sin mecanismos de contacto, teniendo en nuestra serie un total de 21 pacientes del sexo femenino (63.3%) con lesión, comparado con 36.7% de pacientes masculinos con lesión del LCA. Esto es debido a que presentan dimensiones menores en el surco intercondíleo produciendo un mecanismo de pinzamiento crónico, aunado a que es más común el tipo A de escotadura en dicha población (9).

### **14. CONCLUSIÓN**

Los datos obtenidos en este estudio se correlacionan con los obtenidos en la literatura mundial. Se demuestra que la geometría del surco intercondíleo juega un papel crucial en la lesión del LCA sin mecanismo de contacto. Al igual que en el estudio realizado en población hindú, la población analizada presenta mayor tendencia a lesión de LCA con medidas antropométricas más pequeñas, siendo las de mayor importancia el ángulo de la escotadura y el índice de anchura de la escotadura, así como el tipo de escotadura.

Tomando esto en cuenta, se puede realizar una mejor prevención de rupturas de LCA en población que presente dichas características de la geometría del surco intercondíleo, ya sean pacientes con una actividad física normal o atletas de alto rendimiento. En pacientes con lesión de LCA ya establecida o tratada, se puede llevar a cabo un mejor seguimiento, siendo más cercano en pacientes que presenten mayor riesgo de re-ruptura o de presentar lesión ligamentaria en la rodilla contralateral.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Campbell Cirugía Ortopédica, 13ª edición, parte XIII, capítulo 45, pag. 2211
- (2) Siebold R, Schuhmacher P, Fernandez F, S´migielski R, Fink C, Brehmer A, Kirsch J. Flat midsubstance of the anterior cruciate ligament with tibial “C”-shaped inser- tion site. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015 Nov;23(11):3136-42. Epub 2014 May 20.
- (3) Fujimaki Y, Thorhauer E, Sasaki Y, Smolinski P, Tashman S, Fu FH. Quantitative in situ analysis of the anterior cruciate ligament: length, midsubstance cross-sectional area, and insertion site areas. *Am J Sports Med.* 2016 Jan;44(1):118-25. Epub 2015 Nov 12.
- (4) Matthew J. Kraeutler, MD, Ryan M. Wolsky, BS, Armando F. Vidal, MD, and Jonathan T. Bravman, MD. Anatomy and Biomechanics of the Native and Reconstructed Anterior Cruciate Ligament: Surgical Implications. *The Journal of Joint and Bone Surgery.* 2017;99:438-45 d
- (5) Ferretti M, Ekdahl M, Shen W, Fu FH. Osseous landmarks of the femoral attachment of the anterior cruciate ligament: an anatomic study. *Arthroscopy.* 2007 Nov;23(11):1218-25.
- (6) Tsukada S, Fujishiro H, Watanabe K, Nimura A, Mochizuki T, Mahakkanukrauh P, Yasuda K, Akita K. Anatomic variations of the lateral intercondylar ridge: relationship to the anterior margin of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med.* 2014 May;42(5):1110-7. Epub 2014 Mar 6.
- (7) Guenther D, Iarra zaval S, Nishizawa Y, Vernacchia C, Thorhauer E, Musahl V, Irrgang JJ, Fu FH. Variation in the shape of the tibial insertion site of the anterior cruciate ligament: classification is required. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015 Dec 12. [Epub ahead of print].
- (8) Anderson AF, Lipscomb AB, Liudahl KJ, et al. Analysis of the intercondylar notch by computed tomography. *Am J Sports Med.* 1987;15:547e552.
- (9) Al-Saeed O, Brown M, Athyal R, Sheikh M. Association of femoral intercondylar notch morphology, width index and the risk of anterior cruciate ligament injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21:678e682.
- (10) Alentorn-Geli E, Pelfort X, Mingo F, Lizano-Díez X, Leal-Blanquet J, Torres-Claramunt R, *et al.* An evaluation of the association between radiographic intercondylar notch narrowing and anterior cruciate ligament injury in men: The notch angle is a better parameter than notch width. *Arthroscopy* 2015;31:2004-13. doi: 10.1016/j. arthro.2015.04.088.
- (11) Jin Sung Park, MD, Dae Chul Nam, MD, Dong Hee Kim, MD, Hyung Kan Kim, MD and Sun Chul Hwang, MD. Measurement of Knee Morphometrics Using MRI: A Comparative Study between ACL-Injured and Non- Injured Knees. *Knee Surg Relat Res* 2012;24(3):180-185 <http://dx.doi.org/10.5792/ksrr.2012.24.3.180> pISSN 2234-0726 · eISSN 2234-2451

- (12) Hewett TE, Myer GD, Ford KR, et al. Mechanisms, prediction & prevention of ACL injuries: cut risk with 3 sharpened & validated tools. *J Orthop Res* 2016;34(11): 1843–55.
- (13) Balgovind Raja, Nandan Marathe, Jigar Desai, Aditya Dahapute, Swapneel Shah, Amol Chavan. Evaluation of anatomic risk factors using magnetic resonance imaging in non-contact anterior cruciate ligament injury. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma* doi.org/10.1016/j.jcot.2019.02.013 10 (2019) 710e715.
- (14) Meghan J. Price, Maria Tuca, Frank A. Cordasco, and Daniel W. Green. Nonmodifiable risk factors for anterior cruciate ligament injury. 1040-8703 *Current Opinion Pediatrics* 2017
- (15) Slauterbeck JR, Kousa P, Clifton BC, Naud S, Tourville TW, Johnson RJ, et al. Geographic mapping of meniscus and cartilage lesions associated with anterior cruciate ligament injuries. *J Bone Joint Surg [Am]* 2009;91:2094–103.
- (16) Øiestad BE, Engebretsen L, Storheim K, Risberg MA. Knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament injury: a systematic review. *Am J Sports Med* 2009;37:1434–43.
- (17) ShelbourneKD Davis TJ. KlootwykTE. The relationship between intercondylar notch width of the femur and the incidence of anterior cruciate ligament tears. A prospective study. *Am J Sports Med*. 1998;26(3):402e8.
- (18) Allen F. Anderson, M.D., Christian N. Anderson, Troy M. Gorman, Michael B. Cross, and Kurt P. Spindler, M.D. Radiographic Measurements of the Intercondylar Notch: Are They Accurate? *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, Vol 23, No 3 (March), 2007: pp 261-268.