



Ligamentos meniscofemorales de la rodilla: Estudio cadavérico e imagenológico

Meniscofemoral ligaments of the knee: Cadaveric and imaging study



URUGUAY

Ignatov Galán, María Florencia; Rodríguez Abella, Camila; Gutiérrez Suárez, Germán

Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.

E-mail de autor: María Florencia Ignatov Galán mariaignatov94@outlook.com.

Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.

Departamento Clínico de Imagenología. Hospital de Clínicas. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.

Resumen

Los ligamentos meniscofemorales, inconstantes, se extienden desde del cóndilo femoral medial al cuerno posterior del menisco lateral, y se dividen en anterior y posterior según se ubiquen por delante o detrás del ligamento cruzado posterior.

Desempeñan una función mecánica en los movimientos de flexo-extensión de la rodilla, y en el estudio de la rodilla por resonancia magnética pueden dar lugar a errores de interpretación, simulando una rotura meniscal dada su inserción en el menisco lateral. Por tratarse de ligamentos inconstantes, el objetivo del presente trabajo es determinar su frecuencia tanto en material cadavérico como en resonancia magnética y comparar los hallazgos con bibliografía clásica y actual sobre el tema.

Se diseccionaron dieciséis rodillas de cadáveres adultos formolados, registrándose la frecuencia de presentación de los ligamentos meniscofemorales. Además, se revisaron de forma retrospectiva ciento cuarenta y siete resonancias magnéticas de pacientes adultos, desde mayo de 2019 hasta octubre de 2020, donde también se consignó la frecuencia de dichos ligamentos.

En el estudio cadavérico, 50% de los miembros inferiores presentaban al menos alguno de los ligamentos meniscofemorales; 31,25% presentaban ambos.

En resonancia magnética, en 97,24% estuvo presente alguno de los ligamentos; en 70,35% estuvieron ambos ligamentos. Se compararon las frecuencias halladas con la literatura.

Se logró establecer la frecuencia de los ligamentos meniscofemorales tanto en material cadavérico como en resonancia magnética.

Por su relevancia clínica e imagenológica es importante conocer la frecuencia de los ligamentos meniscofemorales.

Palabras clave: Anatomía; Articulación de la Rodilla; Menisco; Imagen por resonancia magnética, ligamento cruzado posterior.

Abstract

The meniscofemoral ligaments, inconstant structures, are extended from the medial femoral condyle to the posterior horn of the lateral meniscus, and are divided into anterior and posterior depending on whether they are located in front or behind the posterior cruciate ligament.

They play a mechanical role in the flexion-extension movements of the knee, and in the study of the knee by magnetic resonance imaging, they can lead to mistakes of interpretation (pitfalls), simulating a lateral meniscal tear given their insertion in the lateral meniscus. Because they are inconstant ligaments, the objective of this work is to determine their frequency in both cadaveric material and magnetic resonance imaging, and to compare the findings with the classic and current bibliography on the subject.

Sixteen knees of adult cadavers preserved in formaldehyde were dissected, recording the frequency of presentation of the meniscofemoral ligaments. In addition, one hundred forty seven magnetic resonances of adult patients were retrospectively reviewed, from May 2019 to October 2020. The frequency of the ligaments was also recorded.

In the cadaveric study, 50% of the lower limbs had at least one of the meniscofemoral ligaments; 31.25% presented both.

On magnetic resonance imaging, 97.24% had at least one of the ligaments; in 70.35% there were both ligaments. The frequencies found were compared with the literature.

It was possible to establish the frequency of the ligaments both in cadaveric material and in magnetic resonance imaging.

Due to its clinical and imaging relevance, it is important to know the frequency of the meniscofemoral ligaments.

Keywords: Anatomy; Knee Joint; Meniscus; Magnetic resonance imaging, posterior cruciate ligament.

Introducción

Los ligamentos meniscofemorales (LMF) se extienden desde la parte medial del cóndilo femoral medial al cuerno posterior del menisco lateral y se dividen en anterior y posterior, según se ubiquen por delante o detrás del ligamento cruzado posterior (LCP) respectivamente. Son conocidos también con el nombre de ligamentos de Humphry y de Wrisberg.

Son ligamentos inconstantes cuya función es tirar del cuerno posterior del menisco lateral medial y anteriormente cuando la articulación de la rodilla se flexiona con el pie en el suelo.¹

Destacamos que la resonancia magnética (RM) es el estudio imagenológico de elección para la visualización de dichos ligamentos.

La zona de inserción sobre el menisco puede dar lugar a errores de interpretación de rotura del cuerno posterior del menisco lateral. Se diagnostica rotura si se observa un defecto de la señal meniscal que se extiende hacia alguna de sus superficies articulares. La inserción del ligamento en el sector señalado puede dar lugar a una imagen lineal entre el menisco y el ligamento simulando un defecto meniscal. (Fig. 1)

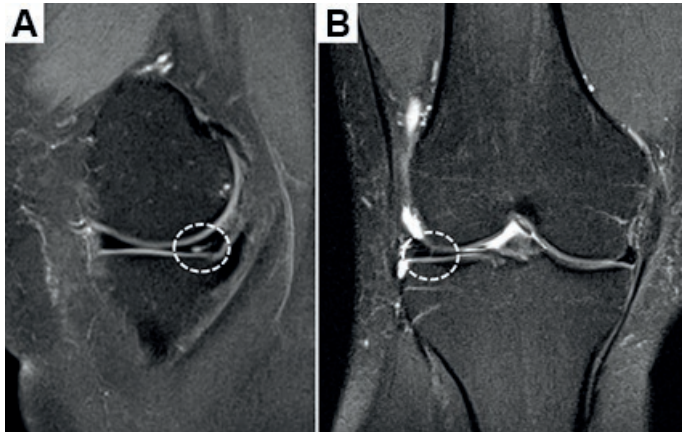


Fig. 1: En la imagen se visualizan ejemplos de rotura de meniscos. Dichas imágenes son potenciadas en densidad protónica con saturación de la grasa. La rotura se observa como una línea hiperintensa que compromete al menos una superficie articular del menisco. A) Imagen sagital que muestra una rotura horizontal oblicua del cuerno posterior del menisco medial. B) Imagen coronal en la que se aprecia una rotura vertical en el menisco lateral.

La literatura clásica muchas veces no reseña su existencia, presenta disparidades en cuanto a su descripción y no aporta datos acerca de su frecuencia de presentación.

Estudios más recientes realizados tanto en material cadavérico como en el vivo a través de estudios imagenológicos, han intentado establecer su incidencia aproximada, arrojando valores muy variados.

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es determinar la frecuencia con que se presentan estos ligamentos, en material cadavérico y en resonancia magnética y realizar una búsqueda bibliográfica acerca del tema.

Material y método

Se trata de un estudio descriptivo observacional. Se diseccionaron 16 rodillas de cadáveres adultos formolados, 9 derechas y 7 izquierdas, sin patología osteoarticular ostensible.

Para la búsqueda del ligamento meniscofemoral anterior (LMFA) se llevó a cabo una incisión transversa, infrapatelar, a nivel de la interlínea articular de la rodilla, con sección del ligamento rotuliano y la cápsula articular. Luego se seccionó el ligamento cruzado anterior (LCA).

La búsqueda del ligamento meniscofemoral posterior (LMFP) requirió la desinserción de los elementos musculares ubicados en la cara posterior de la articulación de la rodilla, así como la sección del conjunto de ligamentos que constituyen el plano fibroso posterior de la rodilla y la cápsula articular.

Se utilizaron como referencia anatómica para la identificación de los LMF el cuerno posterior del menisco lateral y el LCP.

Se consignó luego la presencia de los LMF. De estar presentes, se procedió a su individualización mediante disección cuidadosa.

Los cadáveres en los que se realizaron las disecciones, se obtuvieron de donantes voluntarios que expresaron su consentimiento de forma escrita, libre y voluntariamente, en vida. El Departamento de Anatomía de Facultad de Medicina, Universidad de la República, cuenta con dichos consentimientos informados que habilitan a que dichos cadáveres sean usados para tareas de docencia e investigación.

Concomitantemente, se revisaron de forma retrospectiva todas las resonancias magnéticas de rodillas de pacientes adultos, realizadas desde mayo de 2019 hasta octubre de 2020, en el Hospital de Clínicas, dependencia de la Universidad de la República en Montevideo. Dicho centro cuenta con un equipo de 1,5 Tesla. Los criterios de exclusión fueron: difícil visualización por factores técnicos y/o patología del LCP. Se registró la frecuencia de los LMF.

Resultados

A continuación se presentan los resultados de frecuencia obtenidos en material cadavérico y en resonancia magnética. (Tabla I)

n	Método estudio	Al menos un LMF	Sólo LMFA	Sólo LMFP	Ambos LMF	Total LMFA	Total LMFP
16	Cadavérico	8 (50%)	2 (12,50%)	1 (6,25%)	5 (31,25%)	7 (43,75%)	6 (37,50%)
145	RM	141 (97,24%)			102 (70,35%)	118 (81,38%)	125 (86,21%)

Tabla I: Frecuencia de presentación de los ligamentos meniscofemorales en materia cadavérico y en resonancia magnética obtenidos en el presente estudio.

Estudio cadavérico

La frecuencia global fue de 43,75% para el LMFA y de 37,50% para el LMFP. (Figs. 2 y 3)

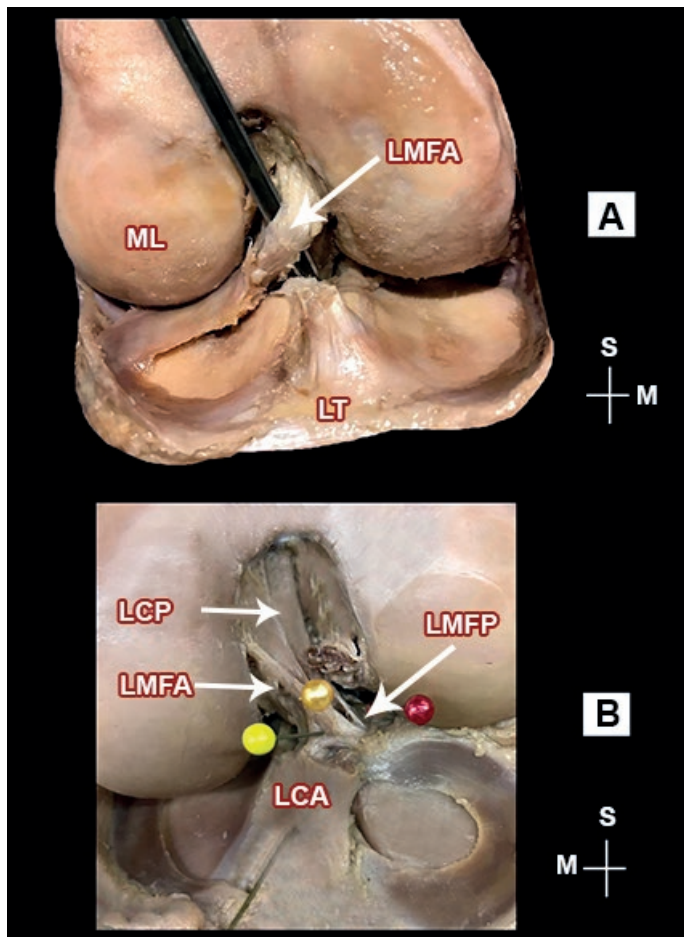


Fig. 2: A) Vista anterior de un preparado derecho donde se observa la presencia del ligamento menisofemoral anterior (LMFA) y su inserción en el cuerno posterior del menisco lateral (ML). Asimismo, se observa el ligamento cruzado anterior (LCA) seccionado, y el ligamento transverso (LT). B) Vista anterior de un preparado izquierdo donde se observa la presencia de los ligamentos menisofemoral anterior (LMFA) y menisofemoral posterior (LMFP), y su relación con el ligamento cruzado posterior (LCP). Asimismo, se visualiza el ligamento cruzado anterior (LCA) seccionado.

Dentro del 50% de las rodillas que presentaron al menos un LMF, en 31,25% de los casos, se hallaron ambos LMF, mientras que el LMFA y LMFP fueron hallados aislados en 12,50% y 6,25% respectivamente.

De las 7 rodillas izquierdas disecadas, 3 (42,85%) presentaron LMF: 28,57% presentaron ambos LMF, 14,28% el LMFA únicamente.

De las 9 rodillas derechas disecadas, en 5 (55,55%) se halló LMF: 33,33% presentaban ambos LMF y 22,22% presentaban un único ligamento (un LMFP y otro LMFA).

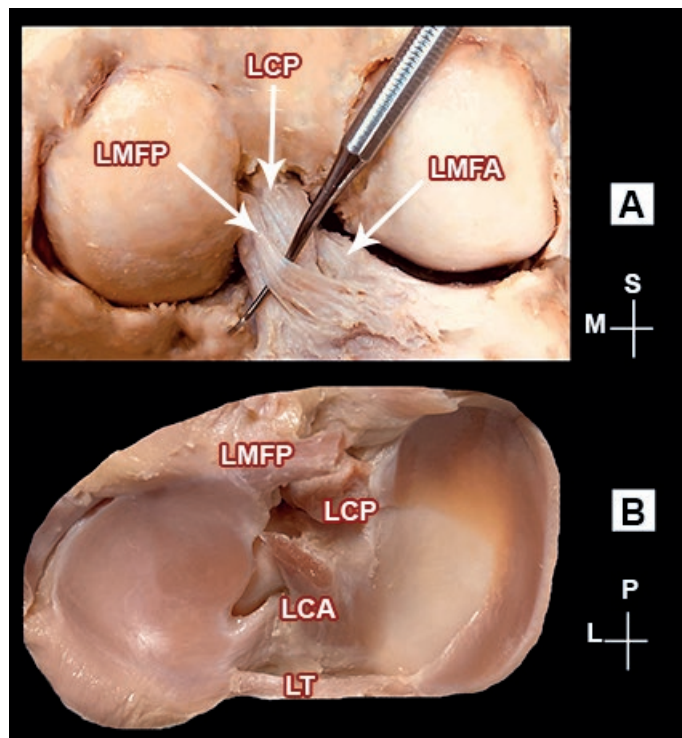


Fig. 3: A) Vista posterior de un preparado derecho donde se observa la presencia de los ligamentos menisofemoral anterior (LMFA) y menisofemoral posterior (LMFP), y su relación con el ligamento cruzado posterior (LCP). B) Vista superior de un preparado derecho donde se observa el ligamento cruzado anterior (LCA), ligamento cruzado posterior (LCP) y el ligamento menisofemoral posterior (LMFP), por detrás de este; todos ellos seccionados. En este caso no existe presencia del ligamento menisofemoral anterior (LMFA). Se observa también el ligamento transverso (LT).

Estudio imagenológico

De las 147 RM revisadas, se excluyeron dos RM: una por extensa artropatía que impidió la visualización de las estructuras intraarticulares y otra por factores técnicos que determinaban artificios.

Del total de RM incluidas, 141 (97,24%) presentaban al menos uno de los LMF, mientras que 102 (70,34%) presentaban ambos. La frecuencia global de los fue de 118 (81,38%) y 125 (86,21%) para el LMFA y LMFP respectivamente. (Fig. 4)

Tanto en el estudio cadavérico como en el imagenológico se observó con mayor frecuencia la presencia de ambos LMF en comparación con la presencia de sólo uno de ellos.

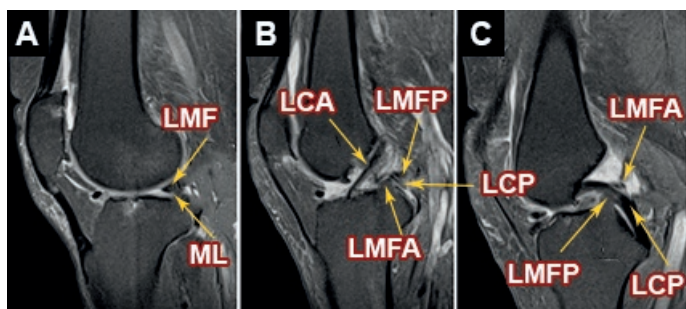


Fig. 4: Se visualizan los ligamentos meniscofemorales en resonancia magnética. A) Imágenes potenciadas en densidad protónica con saturación de la grasa, que muestran cómo los ligamentos menisco femorales (LMF) simulan una imagen de rotura al insertarse en el cuerno posterior del menisco lateral (ML) B y C) Se observan los ligamentos meniscofemorales anterior (LMFA) y posterior (LMFP) por delante y detrás del ligamento cruzado posterior (LCP) respectivamente. LCA: ligamento cruzado anterior.

Discusión

Existe disparidad en la conceptualización de dichos ligamentos en la literatura clásica. En ocasiones se describe un único ligamento meniscofemoral dividido en dos fascículos anterior y posterior que refuerzan el LCP, a los que se les denomina también fascículo accesorio anterior y fascículo accesorio posterior. Si bien se plantea que en la mayoría de los casos existen ambos LMF, los autores no establecen una frecuencia concreta.²

Por su parte, otros autores clásicos (3) no los describen o sólo describen el LMFP,⁴ nuevamente sin establecer frecuencia de presentación.

Por último se describe al LCP presentando cuatro haces: externo, interno, anterior de Humphrey y posterior de Wrisberg, siendo los haces posterior y anterior los correspondientes a los LMFA y LMFP. Se menciona además que el anterior es inconstante pero nuevamente sin frecuencias de presentación.⁵

Estudio cadavérico

Se presentan datos de frecuencia de estudios cadavéricos hallados^{1,6-16} en la literatura revisada. **(ver Tabla II en la página siguiente)**

La presencia de al menos uno de los LMF varía en un rango que oscila desde un 70,71%⁸ hasta un 100%.⁹ Estos valores son superiores a los reportados en el presente trabajo (50%).

La presencia de ambos LMF según lo reportado en la literatura oscila desde un 6%⁶ – 50%.¹² El valor de frecuencia más similar a lo hallado en el presente estudio (31,25%) es de 30%.⁷

La literatura menciona que existen además variaciones entre las rodillas de un mismo individuo. Sólo el 12,14% de los casos estudiados presentaron LMFA en ambas rodillas, y este porcentaje fue de 8,57% al tratarse del LMFP. Además, únicamente 1,42% de los cadáveres estudiados presentaban ambos LMF en ambas rodillas.⁸

En nuestro caso, no realizamos la comparación entre las rodillas de un mismo individuo, ya que las disecciones fueron realizadas en preparados independientes.

La frecuencia total de los LMFA(43,75%) y LMFP (37,50%) se aproximan a los presentados por otros autores (8), quienes encontraron frecuencias de 35,71% y 35%.

Se evidencia el ligero predominio en la presencia del LMFA hecho también presente en otros trabajos.^{12,13}

Por el contrario, algunos autores hallaron predominio en la frecuencia del LMFP.^{10,14,16}

Estudio imagenológico

Se presentan datos acerca de diversos estudios que evaluaron la frecuencia de los LMF en resonancia magnética **(ver Tabla II)**

Se halló un estudio¹ donde el valor de frecuencia de al menos uno de los ligamentos (93%), se aproxima al reportado en el presente trabajo (97,24%).

Al comparar la frecuencia global del LMFA con el LMFP, en nuestro estudio los valores son relativamente similares 81,38% vs 86,21%, con un ligero predominio del LMFP. Este predominio es reportado por la mayoría de los autores consultados que realizaron evaluación de la frecuencia en RM.^{1,19,21,22}

Mencionaremos que se encontró en la literatura un artículo²⁴ que evalúa la frecuencia de los LMF en artroscopia, hallando una frecuencia de al menos uno de los ligamentos en 84,21%.

Destacamos que nuestro estudio es singular ya que se trata del primero de este tipo realizado en nuestra población. Además evalúa los LMF tanto en material cadavérico como en estudios de imagen.

Un único estudio¹ fue encontrado en la literatura que realiza una aproximación similar al presente trabajo al evaluar la frecuencia en material cadavérico e imagenológico. Dichos autores hallaron frecuencias de al menos uno de los LMF de

Autor y año	n	Método estudio	Al menos un LMF	Sólo LMFA	Sólo LMFP	Ambos LMF	Total LMFA	Total LMFP
6 Brantigan (1946)	50	Cadavérico	50 (100%)	17 (34%)	30 (60%)	3 (6%)		
7 Candiollo(1959)	50	Cadavérico	40 (80%)	10 (20%)	15 (30%)	15 (30%)		
8 Heller (1964)	140	Cadavérico	99 (70,71%)			8 (5,71%)	50 (35,71%)	49 (35%)
9 Kusayama (1994)	26	Cadavérico	26 (100%)	6 (23,07%)	8 (30,76%)	12 (46,15%)		
10 Wan 1995	60	Cadavérico				14 (23,33%)	20 (33,33%)	56 (93,33%)
11 Poynton (1997)	42	Cadavérico				27 (64%)	M:(100%) F: (71%)	M: (89%) F: (92%)
1 Cho (1999)	28	Cadavérico	25 (89,28%)	0 (0%)	25 (89,28%)	0 (0%)		
12 Gupte (2003)	84	Cadavérico	78 (93%)			42 (50%)	62 (74%)	58 (69%)
13 Ranalletta (2004)	40	Cadavérico					40 (100%)	28 (70%)
14 Han (2012)	100	Cadavérico					1 (1%)	87 (87%)
15 Osti (2013)	30	Cadavérico						83,30%
16 Villarrol (2016)	30	Cadavérico					13 (43,4%)	21 (70%)
17 Vahey (1990)	109	RM	54 (49,54%)					
18 Hassine (1992)	11	RM (a cadáveres)					11 (100%)	9 (81,81%)
1 Cho (1999)	100	RM	93 (93%)			14 (14%)	17 (17%)	90 (90%)
19 Lee (2000)	138	RM	114 (82,60%)			2 (1,44%)	6 (4,34%)	110 (79,71%)
20 Erbagci (2002)	100	RM	82 (82%)			F: 15 (15%) M: 13 (13%)	F: 8 (8%), M: 4 (4%)	F: 20 (20%), M: 22 (22%)
21 de Abreu (2007)	49	RM (a vivos)				22 (45%)	27(55%)	46 (94%)
21 de Abreu (2007)	11	RM (a cadáveres)				5 (45,45%)	5 (45,45%)	7 (63,63%)
22 Bintoudi (2012)	500	RM				81 (37%)	59 (11,8%)	322 (64,4%)
23 Ebrecht (2017)	448	RM	315 (70,31%)	77 (17,18%)	217 (48,43%)	20 (4,46%)		
24 Nagasaki (2006)	38	Artroscopía	32 (84,21%)				14 (36,84%)	27(71,05%)

Tabla II: Frecuencia de presentación de los ligamentos menisfemorales en materia cadavérico, resonancia magnética y artroscopia según la literatura consultada.

89,28% y 93% en el estudio cadavérico e imagenológico respectivamente.

Las diferencias en los valores de frecuencia entre los estudios postmortem y el vivo en el presente trabajo, planteamos puedan deberse a la diferencia de n entre ambos grupos. Todos los estudios cadavéricos revisados en la búsqueda bibliográfica tenían un n superior a 26.

Los autores planean en el futuro continuar las disecciones para aumentar el n y objetivar el impacto que tiene en la frecuencia. Esta diferencia también puede atribuirse a distintos grupos poblacionales.

Si bien no se conoce la edad promedio de los donantes cadavéricos en nuestro departamento de anatomía, habitualmente se trata de sujetos añosos, mientras que el estudio por RM abarca un grupo etario más heterogéneo.

Gupte et al.¹² demostraron que hallaron mayor predominio de los LMF en la población joven, y plantean que es posible que ambos LMF estén presentes al momento del nacimiento y que desaparezcan luego por lesiones y procesos degenerativos.

También consideramos como una limitante el hecho de que las RM analizadas corresponden a un único centro hospitalario.

Conclusión

Se logró establecer la frecuencia de los LMF tanto en material cadavérico como en resonancia magnética, habiendo un predominio en la presentación de los dos ligamentos en un mismo miembro inferior, con respecto a la presencia aislada de uno de ellos.

Se discutieron las similitudes y diferencias encontradas con la bibliografía consultada, tanto clásica como actual.

Por su relevancia clínica e imagenológica es importante conocer la frecuencia de los LMF.

Agradecimientos

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a todos los donantes cadavéricos quienes hacen posible día a día la docencia e investigación anatómica.

Referencias

1. Cho, J.; Suh, J.; Na, J.; Cho, J.; Kim, Y.; Yoo, W.; Lee, H.; Chung, I. Variations in meniscofemoral ligaments at anatomical study and MR imaging. *Skeletal Radiol.* 1999; 28:189-195.
2. Testut, J.L.; Latarjet, A. 1984. Tomo primero: osteología-artrología-miología. Tratado de Anatomía Humana, 9ª edición, Salvat editores, Barcelona, 1984, pp. 689-690.
3. Latarjet, M.; Ruiz, Liard A. Tomo primero. Anatomía Humana, 4ª edición, Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires, 2004, pp. 733-743.
4. Rouviere, H.; Delmas, A. Tomo tercero: Anatomía de los Miembros, Anatomía Humana: descriptiva, topográfica y funcional, 11ª edición, Masson S.A, Barcelona, 2005, pp. 382.
5. Kapandji, I. Tomo segundo: Miembro Inferior, Fisiología Articular, 5ª Edición, Editorial Médica Panamericana, Madrid, 2006, pp. 124.
6. Brantigan, O.; Voshell, A. The Relationship of the Ligament of Humphry to the Ligament of Wrisberg. *J. Bone Joint Surg.* 1946; 28 (1): 66-67.
7. Candiollo, L.; Gautero, G. Morphologie Et Fonction Des Ligaments Ménisco-Fémoraux De L'Articulation Du Genou Chez L'Homme. *Acta Anat.* 1959; 38: 304-323.
8. Heller, L.; Langman, J. The meniscofemoral ligaments of the human knee. *J. Bone Joint Surg.* 1964; 46 – B (2): 307-313.
9. Kusayama, T.; Harner, C.; Carlin, G.; Xerogeanes, J.; Smith, B. Anatomical and biomechanical characteristics of human meniscofemoral ligaments. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthroscopy.* 1994; 2: 234-237.
10. Wan, A.; Felle, P. The Menisco-Femoral Ligaments. *Clin Anat.* 1995; 8: 323-326.
11. Poynton, A.; Javadpour, S.; Finegan, P.; O'brien, M. The meniscofemoral ligaments of the knee. *J. Bone Joint Surg.* 1997; 79 – B (2): 327-330.
12. Gupte, C.; Smith, A.; McDermott, I.; Bull, A.; Thomas, R.; Amis, A. Meniscofemoral ligaments revisited. *J. Bone Joint Surg.* 2002; 84 (6):846-851.
13. Ranalletta, M.; Rossi, W.; Brigatti, N.; Ranalletta, A. Estudio anatómico de los ligamentos menisco femorales de la rodilla. *Artroscopia.* 2004; 11 (1).
14. Han, S.; Kim, D.; Choi, S.; Lee, J.; Kim, Y. The Posterior Meniscofemoral Ligament: Morphologic Study and Anatomic Classification. *Clin. Anat.* 2012; 25(5): 634-40.
15. Osti, M.; Tschann, P.; Künzel, K.; Benedetto, K. Posterolateral Corner of the Knee: Microsurgical Analysis of Anatomy and Morphometry. *Orthopedics.* 2013; 36 (9): e1114-1120.
16. Villarreal, G.; Olave, E. Características Biométricas de los Ligamentos Meniscofemorales en Individuos Chilenos. *Int. J. Morphol.* 2016; 34(3): 860-865.
17. Vahey, T.; Bennett, H.; Arrington, L.; Shelbourne, K.; Ng, J. MR Imaging of the Knee: Pseudotear of the Lateral Meniscus Caused by the Meniscofemoral Ligament. *AJR.* 1990; 154: 1237-1239.
18. Hassine, D.; Feron, J.; Henry-Feugeas, M.; Schouman-Claeys, E.; Guérin, H.; Frijia, G. The meniscofemoral ligaments: magnetic resonance imaging and anatomic correlations. *Surg Radiol. Anat.* 1992; 14: 59-63.
19. Lee, B.; Jee, W.; Kim, J.; Kim, B.; Choi, K. Incidence and significance of demonstration of the meniscofemoral ligament on MRI. *Br. J. Radiol.* 2000; 73: 271-274.
20. Erbagci, H.; Yildirim, H.; Kizilkan, N.; Gumusburun, E. An MRI study of the meniscofemoral and transverse ligaments of the knee. *Surg Radiol Anat.* 2002; 24: 120-124.
21. De Abreu, M.; Chung, C.; Trudell, D.; Resnick, D. Meniscofemoral ligaments: patterns of tears and pseudotears of the menisci using cadaveric and clinical material. *Skeletal Radiol.* 2007; 36:729-735.
22. Ebrecht, J.; Krasny, A.; Hartmann, D.; Rückbeil, M.; Ritz, T.; Prescher, A. Tesla MRI: Beneficial visualization of the meniscofemoral ligaments? *The Knee.* 2017; 24: 1090-1098.
23. Bintoudi, A.; Natsis, K.; Tsitouridis, I. Anterior and Posterior Meniscofemoral Ligaments: MRI Evaluation. *Anat. Res. Int.* 2012; 839724.
24. Nagasaki, S.; Ohkoshi, Y.; Yamamoto, K.; Ebata, W.; Imabuchi, R.; Nishiike, J. The Incidence and Cross-sectional Area of the Meniscofemoral Ligament. *Am. J. Sports. Med.* 2006; 34 (8):1345-1350.
25. Balta, J.Y.; Twomey, M.; Moloney, F.; Duggan, O.; Murphy, K.P.; O'Connor, O.J.; Cronin, M.; Cryan, J.F.; Maher, M.M.; O'Mahony, S.M. A comparison of embalming fluids on the structures and properties of tissue in human cadavers. *Anat Histol Embryol.* 2019; 48:64-73.