

Evaluación de zonas seguras para el abordaje medial de fémur distal mediante angiotomografía computada

Jorge Isla Villanueva^{ID}, Alfredo Sandoval Ibañez^{ID}, Rodrigo Guiloff Krauss^{ID},
Martín Cañas^{ID}, Francisco Figueroa Berrios^{ID}, Rafael Calvo Mena^{ID},
David Figueroa Poblete^{ID}

Clínica Alemana de Santiago. Chile

RESUMEN

Introducción: las fracturas del fémur distal constituyen un desafío quirúrgico debido a la complejidad anatómica de la región y a las importantes implicancias funcionales que pueden generar. La cara medial del fémur distal alberga estructuras vasculares relevantes, como las ramas de la arteria femoral profunda, cuya localización precisa es fundamental para evitar lesiones durante la cirugía. En la población chilena, características antropométricas como una menor estatura podrían modificar la ubicación relativa de estas estructuras.

Objetivos: el objetivo de este estudio fue definir zonas seguras vasculares para el abordaje medial en fracturas distales del fémur mediante análisis radiológico.

Materiales y métodos: se realizó un estudio de corte transversal utilizando 50 angiotomografías computadas (AngioTC) de miembros inferiores (25 pacientes) realizadas entre mayo y junio de 2020. Se excluyeron imágenes con fracturas femorales, amputaciones y enfermedad arterial oclusiva. Se midieron distancias desde la línea articular y el tubérculo del aductor hacia la arteria femoral y su rama genicular descendente, en planos sagital, coronal y axial. Se aplicó análisis estadístico con ANOVA y prueba post hoc de Bonferroni, con significancia $p < 0.05$.

Resultados: se incluyeron 32 AngioTC que cumplieron criterios de inclusión. La distancia promedio desde la línea articular a la arteria femoral fue de 21.2 ± 2.15 cm, y a la arteria genicular descendente fue de 12.8 ± 2.65 cm. Desde el tubérculo del aductor, las distancias fueron 16.6 ± 2.12 cm y 8.15 ± 2.63 cm, respectivamente. Se observó una mayor distancia en mujeres hacia la arteria femoral ($p = 0.0304$). No se encontraron diferencias significativas por lateralidad ni por edad, salvo una menor distancia a la arteria genicular descendente en grupos etarios mayores ($p = 0.001$).

Conclusión: este trabajo estableció una distancia de seguridad desde la línea articular del cóndilo medial de 21.2 cm \pm 2.15 cm a la arteria femoral y 12.8 cm \pm 2.65 cm a la arteria genicular descendente. Asimismo, se definieron márgenes seguros desde el tubérculo aductor de 16.6 ± 2.12 cm y 8.15 ± 2.63 cm, respectivamente. Estos hallazgos apoyan la planificación de abordajes mediales más seguros, incluyendo la eventual instalación de una placa medial en escenarios clínicos seleccionados.

Palabras clave: Fractura de fémur, Abordaje medial, Arteria femoral, Placa medial, Angiotomografía computarizada

Nivel de evidencia: IV. Estudio Transversal Descriptivo

Autor para correspondencia: Jorge Isla Villanueva, jjislas@alemana.cl

Recibido: 19/04/2025 Aceptado: 14/08/2025

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v32i3.413>

Cómo citar: Isla Villanueva J, Sandoval Ibañez A, Guiloff Krauss, Cañas M, Figueroa Berrios F, Calvo Mena R, Figueroa Poblete D. Evaluación de zonas seguras para el abordaje medial de fémur distal mediante angiotomografía computada. Relart 2025;32(3): 220-225

Evaluation of Safe Zones for Medial Approach to the Distal Femur Using Computed Tomography Angiography

ABSTRACT

Introduction: distal femur fractures represent a surgical challenge due to the anatomical complexity of the region and the significant functional implications they may entail. The medial aspect of the distal femur contains critical vascular structures, such as branches of the profunda femoris artery, whose detailed localization is essential to minimize intraoperative vascular injury. In the Chilean population, specific anatomical characteristics, such as shorter stature, may influence the relative positioning of these structures.

Objectives: this study aimed to define vascular-safe zones for medial approaches in distal femur surgery through radiological analysis.

Materials and methods: a cross-sectional study was conducted using 50 CT angiographies of the lower limbs (from 25 patients) performed between May and June 2020. Exclusions included femoral fractures, amputations, and occlusive arterial disease. Measurements were taken from the medial femoral condyle joint line and adductor tubercle to the femoral artery and its descending genicular branch in sagittal, coronal, and axial planes. Statistical analysis included ANOVA and post hoc Bonferroni with $p < 0.05$.

Results: 32 angiographies met the inclusion criteria. The mean distance from the joint line to the femoral artery was 21.2 ± 2.15 cm, and to the descending genicular artery, 12.8 ± 2.65 cm. From the adductor tubercle, distances were 16.6 ± 2.12 cm and 8.15 ± 2.63 cm, respectively. Greater distances were found in women for the femoral artery ($p=0.0304$). No significant differences were found by side or age, except for a shorter distance to the descending genicular artery in older age groups ($p=0.001$).

Conclusion: this study established a safety distance from the joint line of the medial condyle of $21.2 \text{ cm} \pm 2.15$ cm to the femoral artery and $12.8 \text{ cm} \pm 2.65$ cm to the descending genicular artery. Similarly, safe margins were defined from the adductor tubercle of $16.6 \text{ cm} \pm 2.12$ cm and $8.15 \text{ cm} \pm 2.63$ cm, respectively. These findings support the planning of safer medial approaches, including the potential placement of a medial plate in selected clinical scenarios.

Keywords: Femur fracture, Medial approach, Femoral artery, Medial plate, Computed tomography angiography

Level of evidence: IV. Descriptive Cross-Sectional Study

INTRODUCCIÓN

Las fracturas de fémur distal representan un reto significativo en ortopedia y traumatología debido a su complejidad anatómica y las posibles implicancias funcionales para nuestros pacientes. Tradicionalmente, el manejo de estas fracturas ha involucrado diversos abordajes quirúrgicos, cada uno con sus ventajas y limitaciones específicas. La región medial del fémur distal alberga estructuras vasculares cruciales, como las ramas perforantes de la arteria femoral profunda, cuyo conocimiento detallado es esencial para minimizar el riesgo de daño vascular durante intervenciones quirúrgicas en las cuales se ven expuestas. En la población chilena, existen particularidades anatómicas (como por ejemplo el promedio de talla baja) que pueden influir en la ubicación de estas estructuras, subrayando la necesidad de investigaciones locales que permitan establecer zonas de seguridad quirúrgicas y reducir complicaciones.

En el último tiempo, ha cobrado un rol fundamental la necesidad de realizar abordajes mediales de fémur distal. Diversos estudios han explorado la relación entre las estructuras vasculares y óseas en el fémur distal. Por ejemplo, estudios como el de Jiamton *et al.*¹ destacaron la importancia de identificar las variaciones anatómicas para evitar lesiones

durante procedimientos, como la colocación de placas bloqueadas o clavos intramedulares en la zona medial del muslo. Además, investigaciones publicadas en el *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*² han enfatizado la relevancia de una planificación quirúrgica adecuada basada en un conocimiento profundo de la vascularización local. De manera complementaria, estudios recientes han proporcionado información específica sobre las relaciones anatómicas en el contexto de la población latinoamericana, lo que resulta clave para guías quirúrgicas adaptadas a esta región.³ Sin embargo, si buscamos datos objetivos y concisos, a la fecha no existen estudios publicados que consideren la fisionomía particular de pacientes sudamericanos, la que a simple vista presenta diferencias importantes con nuestros homólogos europeos o norteamericanos.

A nivel mundial, ha existido un desarrollo tecnológico importante y las contribuciones radiológicas son indispensables para el diagnóstico médico. Por esto, hoy en día se encuentran disponibles en la mayoría de los centros de alto volumen de trauma. La tomografía computarizada con estudio angiográfico es una herramienta radiológica de gran utilidad, y de la que muchas veces hacemos un uso subóptimo.

El objetivo de este estudio fue definir zonas seguras vasculares para el abordaje medial en fracturas distales del fémur mediante análisis radiológico.

Para ello, se realizó un estudio descriptivo de imágenes tomadas en nuestro servicio que permitió aportar información anatómica específica, contribuyendo al conocimiento local y a la mejora de las técnicas quirúrgicas utilizadas en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal analítico. Se incluyeron 50 angiografías computadas (AngioTC) de extremidades inferiores de 25 pacientes entre mayo y junio del 2020, realizadas en un mismo centro y con un mismo equipo médico. La población estudiada fue de 50 individuos, de los cuales 19 (38 %) fueron de sexo femenino, el promedio de edad fue de 50.1 años. El protocolo del siguiente estudio fue aprobado por el comité de ética de nuestra institución y todos los pacientes firmaron un consentimiento informado aceptando su participación.

Se utilizó el programa Zero Footprint Viewer de General Electrics en su versión 6.0 SP 10.1 para hacer las mediciones. Estas fueron realizadas por dos observadores independientes, cirujanos ortopédicos con al menos 5 años de experiencia, con un coeficiente de correlación interclase (CCI) de 0.87. Por medio del sistema antes mencionado para angiografía, se determinó la distancia, en planos sagital, coronal y axial (Fig. 1), desde la línea articular del cóndilo femoral medial y del tubérculo aductor hasta las porciones delimitantes de la arteria femoral y su rama genicular descendente en la zona media del fémur. Se estratificó según edad, género y lado. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para verificar la normalidad de los datos. Al confirmarse distribución normal, se aplicó t de Student para comparaciones entre dos grupos y ANOVA para más de dos grupos, seguido de Bonferroni post hoc cuando fue necesario. No se realizó un análisis por subgrupos debido al tamaño muestral limitado, que no permitía una potencia estadística adecuada para ese tipo de comparaciones. Se estableció una significancia del 5 % ($p = 0.05$).

Fueron criterios de inclusión: pacientes tratados en nuestro centro entre mayo y junio del 2020 que contaran con un estudio de angiotomografía vascular y que no cumplieran alguna condición excluyente.

Fueron criterios de exclusión: pacientes con fracturas de fémur, amputación supracondílea y enfermedad arterial oclusiva.

RESULTADOS

De un total de 50 angioTC, 32 exámenes cumplieron con los criterios de selección, la edad media de los pacientes fue de 50.1 años (24-87) y la estratificación según rango etario consideró: 20-39 [n = 19 (38 %)]; 40-59 [n = 13 (26 %)]; 60-79 [n = 13 (26 %)]; >80 [n = 5 (10 %)]. La muestra consideró 19 (38 %) mujeres.

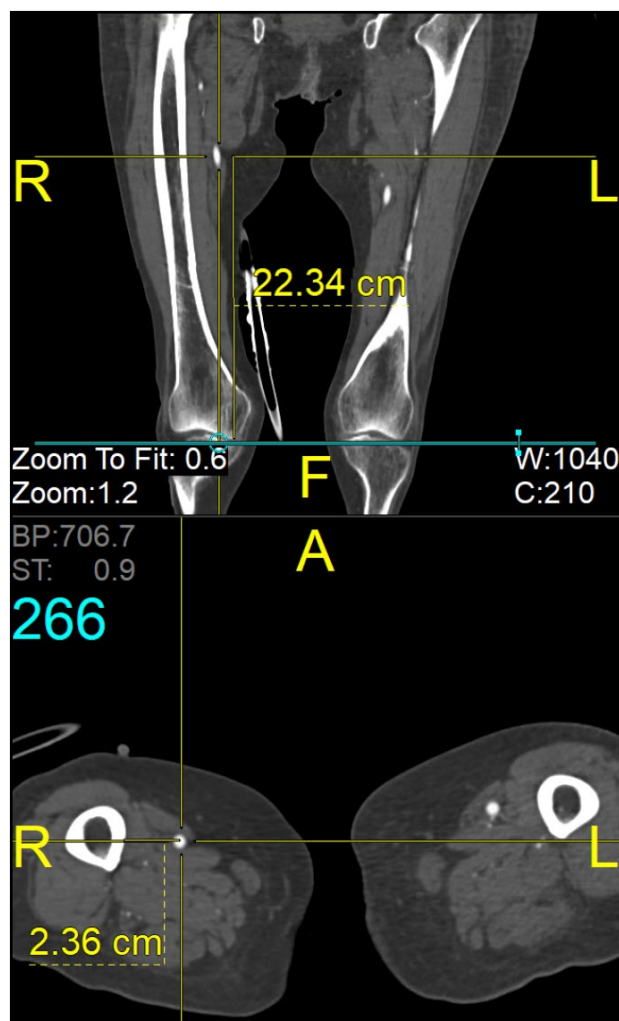


Figura 1. Tomografía computarizada con secuencia de estudio angiográfico. Se observan parte de las mediciones realizadas, en la parte superior y la distancia desde la interlínea medial hasta la zona donde cruza la arteria femoral en un corte coronal. En la imagen inferior (corte axial) se muestra la distancia entre el fémur y la arteria femoral en el plano axial.

Arteria femoral: distancia media desde la línea articular del cóndilo femoral medial = 21.2 cm [± 2.15 (15.1-25.4)]; desde el tubérculo aductor 16.6 cm [± 2.12 (11.3-21.1)]. Hubo mayor distancia desde el tubérculo aductor en mujeres ($p = 0.0304$). No hubo diferencias según edad ($p = 0.3831$; $p = 0.2028$) ni lateralidad ($p = 0.3186$; $p = 0.2703$) (Fig. 2).

Arteria genicular descendente: distancia media desde la línea articular del cóndilo femoral medial = 12.8 cm [± 2.65 (8.3-17)]; desde el tubérculo aductor 8.15 cm [± 2.63 (3.8-13)]. En aquellos pacientes entre 20-39 años la distancia media desde la línea articular fue significativamente mayor que en aquellos entre 60-79 años ($p = 0.001$). No hubo diferencias según sexo ($p = 0.4521$) ni lado ($p = 0.792$) (Fig. 2).

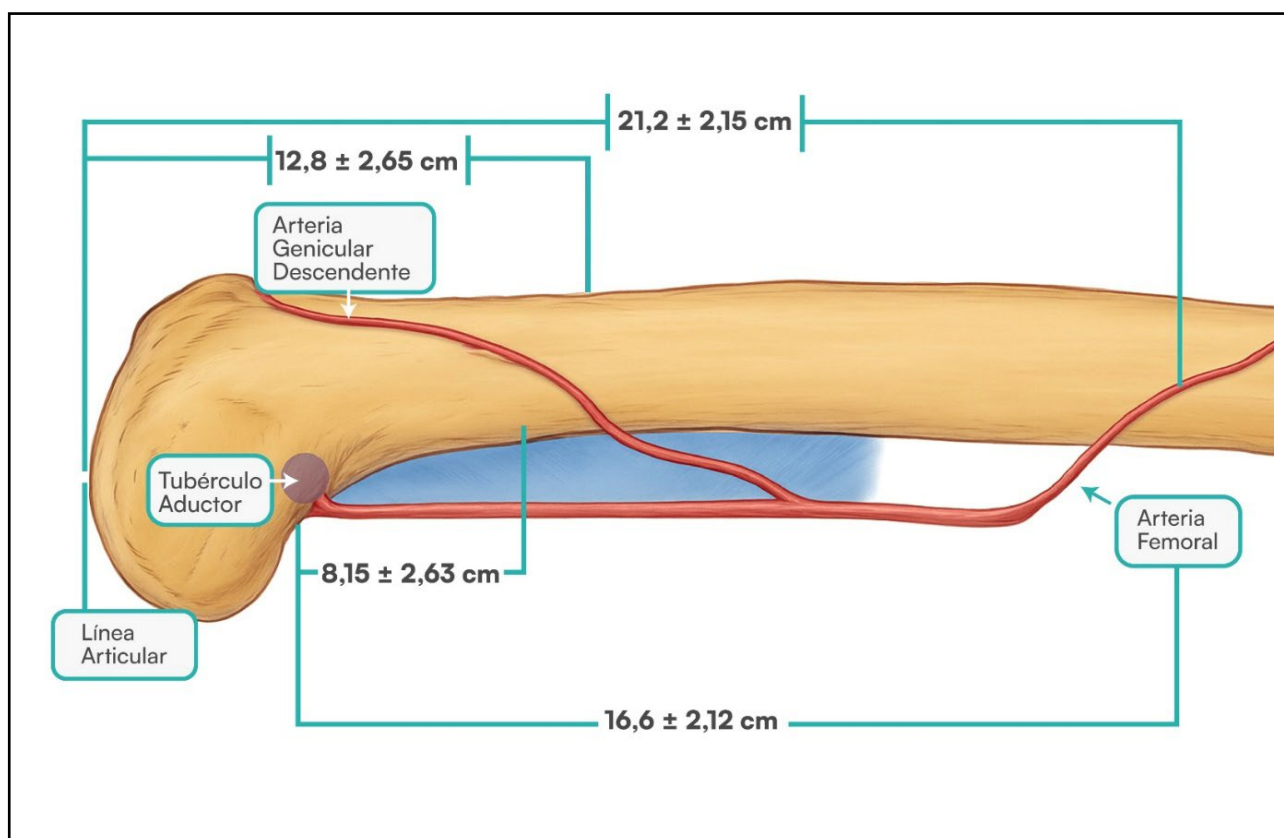


Figura 2. Imagen de un fémur en su eje mayor con vista sagital. Se pueden observar las distancias promedio obtenidas por nuestro grupo de trabajo, tanto respecto a la interlínea articular medial como al tubérculo aductor.

Se evaluó la influencia de variables demográficas (edad, sexo) y anatómicas (lateralidad) sobre cada medición. Distancia media (cm), desviación estándar (DE), intervalos de confianza del 95 % (IC 95 %) y rango entre estructuras anatómicas de referencia y la arteria femoral o su rama genicular descendente, medidas en

angiogramas computados ($n = 32$). Se observó una diferencia estadísticamente significativa en la distancia desde el tubérculo aductor a la arteria femoral según sexo ($p = 0.0304$). Para el resto de las comparaciones no se encontraron diferencias significativas (ns). Los resultados se exponen detalladamente en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados obtenidos

Arteria	Punto de referencia	Media (cm)	DE	IC 95 %	Rango (cm)	Valor p
Femoral	Línea articular del cóndilo femoral medial	21.2	2.15	20.5 - 21.9	15.1 - 25.4	Edad: 0.3831 Lado: 0.3186
Femoral	Tubérculo aductor	16.6	2.12	15.9 - 17.3	11.3 - 21.1	Sexo: 0.0304 Edad: 0.2028 Lado: 0.2703
Genicular descendente	Línea articular del cóndilo femoral medial	12.8	2.65	11.9 - 13.6	8.3 - 17	Sexo: 0.4521 Lado: 0.792
Genicular descendente	Tubérculo aductor	8.15	2.63	7.27 - 9.03	3.8 - 13	Edad, sexo y lado: ns

DISCUSIÓN

El hallazgo más relevante de nuestro estudio fue la caracterización anatómica detallada de las estructuras vasculares en la cara medial del muslo distal, proporcionando datos desconocidos previamente en nuestra población local. Pudimos crear una zona segura para el abordaje medial del fémur distal, crítico en casos de fijación con doble placa o reconstrucciones anatómicas complejas. La arteria femoral promedió 21.2 cm desde la línea articular medial y 16.6 cm desde el tubérculo del aductor, y la arteria genicular descendente se ubicó a 12.8 cm y 8.15 cm, respectivamente.

Estos números están en línea con los resultados de Maslow *et al.*,² quienes a través de angiografía por tomografía computarizada (TC) en individuos de América del Norte, encontraron la arteria femoral a 18.8 cm del tubérculo del aductor, y la arteria genicular descendente, 10.8 cm proximal a dicho tubérculo. Estas diferencias son leves, pero son consistentes con la hipótesis de que la población norteamericana tiende a presentar mayor talla que la población sudamericana, algo que aumentaría la longitud del muslo y afectaría las distancias vasculares relativas. Además, los autores también destacaron que la arteria genicular descendente (DGA, las siglas por su nombre en inglés) puede ser un sitio de sangrado en abordajes mediales relativamente extensos. La proximidad de esta arteria en nuestro estudio fue aún más cercana (8.15 cm del tubérculo del aductor), lo cual enfatiza la precaución en la disección a este nivel. Al igual que otros autores, recomendamos su ligadura controlada cuando se requiere comprometer su recorrido durante el abordaje.

Por otro lado, Narulla y Kanawati⁴ identificaron una "zona de peligro" que se encuentra entre 17.2 y 23.9 cm desde el tubérculo del aductor en dirección proximal, según la trayectoria medial de la arteria femoral. En nuestra serie, la distancia del tubérculo a la arteria fue de 16.6 cm en promedio, lo que es un valor algo menor y probablemente explicado por el porcentaje más alto de mujeres en nuestra muestra (38 % frente al 14 %), lo cual puede estar asociado con extremidades de menor longitud.

Jiamton y Apivatthakakul,¹ en su estudio cadavérico de diez especímenes analizados con angiografía después de la instalación de una placa medial de fémur de 11 y 13 orificios con técnica mínimamente invasiva, encontraron que, llamativamente, no hubo interrupciones del arco femoral superficial ni profundo. La placa se instaló en promedio a 16.3 mm de la arteria femoral en el plano axial (rango, 8.3 a 27.2 mm). También concluyeron que el 60 % distal del fémur se puede considerar como una zona segura para realizar abordajes mediales. Si quisiéramos llevar ese porcentaje a un número entero, el estudio de Sirisreerux⁵ lo grafica como los 16 cm distales del fémur medial, además, en este mismo estudio cadavérico de 11 especímenes, se encontró que la distancia promedio a la que se encontraba la arteria genicular descendente del tubérculo aductor fue de 98.4 mm.

Nuestros resultados también coinciden con los reportados por Chang *et al.*,⁶ quienes definieron zonas seguras para la colocación de cerclaje en una población asiática evaluadas mediante resonancia magnética y así midieron la distancia entre los vasos poplíteofemorales y el fémur distal. En una serie de 206 pacientes, demostraron que la distancia horizontal más corta desde la corteza femoral hasta los vasos poplíteos era de 7.38 ± 3.22 mm, y la distancia vertical desde el tubérculo aductor al nivel más cercano de contacto axial era de 57.01 ± 11.14 mm. Tales mediciones son pertinentes para los abordajes posteriores y posteromediales, y resaltan la proximidad del sistema vascular a la corteza posterior del fémur distal, lo cual se ilustra aún más en individuos con disminución de circunferencia del muslo y longitud femoral.

Una parte importante del trabajo de Chang fue establecer regresiones lineales para determinar las distancias vasculares en función de la circunferencia del muslo y la longitud del fémur, haciendo mucho más fácil tener una idea del riesgo que enfrentan los pacientes con extremidades delgadas o cortas. Tales fenómenos se corresponden con nuestra observación de que un mayor número de mujeres presenta distancias vasculares menores, lo que enfatiza la necesidad de adaptar el procedimiento al contexto anatómico y de género de cada paciente.

Silva *et al.*⁷ encontraron que la arteria genicular descendente se origina en promedio a 13.4 cm de la interlínea articular, resultados comparables con nuestras mediciones que reafirman la existencia de una zona segura para osteosíntesis medial mínimamente invasiva del fémur distal.

DeKeyser *et al.*,³ en una revisión sistemática, aportaron evidencia relevante que respalda aún más nuestros hallazgos. En su análisis de estudios anatómicos, reportaron que la arteria femoral cruza el fémur aproximadamente entre 16.0 y 18.8 cm proximal al tubérculo aductor, con una distancia media a la corteza femoral de 16.6 a 31.1 mm. Estas cifras concuerdan con nuestra media de 16.6 cm desde el tubérculo aductor a la arteria femoral, consolidando la existencia de una "zona segura" para la instalación de placas mediales en el fémur distal. Además, los autores evaluaron el impacto de la doble placa en la vascularización del fémur distal; sus resultados indicaron que, aunque se observa una ligera disminución de la perfusión comparada con la fijación lateral única (25 % vs. 21 % de reducción), esta diferencia no es clínicamente significativa gracias a la rica red de colaterales del muslo. Este hallazgo respalda la seguridad del abordaje medial, siempre que se respete el trayecto de estructuras críticas como la arteria genicular descendente.

De manera complementaria, Link y Babst⁸ destacaron que los abordajes deben adaptarse a la anatomía del fémur distal. Por otra parte, se ha reportado que separar las fibras del vasto medial oblicuo puede comprometer su inervación distal, lo que refuerza la necesidad de una disección cuidadosa.^{9,10}

En este contexto, nuestro estudio enfatiza que el conocimiento anatómico preciso de la vasculatura del muslo medial no solo permite prevenir complicaciones intraoperatorias, sino que también optimiza la planificación quirúrgica. La delimitación de zonas vasculares seguras en el abordaje medial del fémur distal, basada en angiotomografía computada, facilita intervenciones más seguras que nos permiten muchas veces mejorar el pronóstico de nuestros pacientes. Estos hallazgos respaldan el uso informado de técnicas con doble placa y sugieren considerar la ligadura preventiva de la arteria genicular descendente en disecciones amplias. La integración sistemática de la AngioTC en la planificación puede ser especialmente útil en fracturas complejas o reintervenciones, considerando que, además, es una herramienta disponible en muchos centros.

Este estudio presentó ciertas limitaciones. En primer lugar, las mediciones fueron realizadas en fémures íntegros, por lo que la alteración anatómica secundaria a una fractura podría modificar la disposición real de las estructuras vasculares. Además, se excluyeron pacientes con patología arterial significativa, lo que si bien permitió obtener medidas anatómicas sin distorsiones por enfermedad vascular, pudo limitar la aplicabilidad clínica en poblaciones como adultos mayores, quienes frecuentemente presentan comorbilidades vasculares. Por otro lado, el tamaño muestral fue acotado, y aunque se incluyeron ambos sexos, la proporción de mujeres fue relativamente alta en comparación con estudios previos, lo que podría haber influido en las diferencias antropométricas observadas. Estos factores deben tenerse en cuenta al extrapolar los hallazgos a otras poblaciones.

CONCLUSIÓN

Este trabajo, primero en población nacional, estableció una distancia de seguridad desde la línea articular del cóndilo medial de $21.2 \text{ cm} \pm 2.15 \text{ cm}$ a la arteria femoral y $12.8 \text{ cm} \pm 2.65 \text{ cm}$ a la arteria genicular descendente. Asimismo, se definieron márgenes seguros desde el tubérculo aductor de $16.6 \pm 2.12 \text{ cm}$ y $8.15 \pm 2.63 \text{ cm}$, respectivamente. Estos hallazgos apoyan la planificación de abordajes mediales más seguros, incluyendo la eventual instalación de una placa medial en escenarios clínicos seleccionados.

Agradecimientos: a los técnicos de imagenología del Hospital Dr. Sótero del Río por su colaboración en la obtención y resguardo de las imágenes.

Contribuciones de autoría: Conceptualización (JIV, ASI, MCR), Metodología, Redacción – borrador original (JIV, DFP), Recolección de datos (ASI, FFB, RCM), Análisis formal, Supervisión (RCM, DFP), Revisión y edición (RCM, MCR, FFB).

Conflictos de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de interés relacionados con este estudio.

Financiamiento: Los autores declaran que no hubo financiamiento para la realización de este estudio.

REFERENCIAS

- Jiamton C, Apivatthakakul T. The safety and feasibility of minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) on the medial side of the femur: a cadaveric injection study. *Injury*. 2015 Nov;46(11):2170-2176. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.injury.2015.08.032>.
- Maslow JI, Collinge CA. Course of the femoral artery in the mid- and distal thigh and implications for medial approaches to the distal femur: ACT angiography study. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019 Jul;27(14):e659-e663. doi: <https://www.doi.org/10.5435/JAAOS-D-17-00700>.
- DeKeyser GJ, Hakim AJ, O'Neill DC, Schlickewei CW, Marchand LS, Haller JM. Biomechanical and anatomical considerations for dual plating of distal femur fractures: a systematic literature review. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2022 Oct;142(10):2597-2609. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00402-021-03988-9>.
- Narulla RS, Kanawati AJ. Safe zone for the superficial femoral artery demonstrated on computed tomography angiography. *Injury*. 2016 Mar;47(3):748-751. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.injury.2015.12.012>.
- Sirisreerux N, Shafiq B, Osgood GM, Hasenboehler EA. Medial knee approach: an anatomical study of minimally invasive plate osteosynthesis in medial Femoral Condylar Fracture. *J Orthop Trauma*. 2016 Nov;30(11):e357-e361. doi: <https://www.doi.org/10.1097/BOT.0000000000000659>.
- Chang HW, Lin CY, Chen HY, Chen YW, Chen HT, Lin IH, et al. Anthropometric factors on safe distances between popliteal vessels to the femur for cerclage wiring of the distal femoral fracture: a magnetic resonance imaging study. *Medicina (Kaunas)*. 2020 Nov;56(12):655. doi: <https://www.doi.org/10.3390/medicina56120655>.
- Silva GB, Velloso MT, Cho AB, Costa RBID, Camargo OP, Mattar R. Medial femoral condyle corticoperiosteal flap: anatomic study. *Acta Ortop Bras*. 2018 May-Jun;26(3):179-182. doi: <https://www.doi.org/10.1590/1413-785220182603190661>.
- Link BC, Babst R. Current concepts in fractures of the distal femur. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2012;79(1):11-20. doi: <https://www.doi.org/10.55095/achot2012/002>.
- Jojima H, Whiteside LA, Ogata K. Anatomic consideration of nerve supply to the vastus medialis in knee surgery. *Clin Orthop Relat Res*. 2004 Jun;423(3):157-160. doi: <https://www.doi.org/10.1097/01.blo.0000128642.61260.b3>.
- Pretterkieber B, Ungersböck A, Pretterkieber ML. Innervation of the distal part of the vastus medialis muscle is endangered by splitting its muscle fibers during total knee replacement: an anatomical study using modified Sihler's technique. *Acta Orthop*. 2021 Apr;92(2):194-198. doi: <https://www.doi.org/10.1080/17453674.2020.1851459>.