

REVISTA MEXICANA DE ANGIOLOGÍA



Órgano oficial de la
Sociedad Mexicana de Angiología
Cirugía Vascul ar y Endovascular, AC

Volumen 54, No. 1, Enero-Marzo 2026

www.RMAngiologia.com

ARTÍCULOS ORIGINALES

- 1 **Frecuencia y factores de riesgo asociados en pacientes con isquemia crónica amenazante de extremidad**
Gisselly D. Martínez-Díaz, Liza Ochoa-Armendáriz y Óscar A. Loman-Zúñiga
- 9 **Asociación del índice triglicéridos-glucosa y la gravedad de la aterosclerosis**
Miguel Á. Cisneros-Tinoco, Brandon A. Rojas-Hervert, José M. Reyes-Ruiz, Ma. Elisa López-Vázquez, Sergio Castillo-Morales y Gustavo Martínez-Mier
- 18 **Fístulas arteriovenosas traumáticas en civiles víctimas de violencia: estudio retrospectivo**
René A. Rojas-Morán, Jaime G. López-Taylor, Sergio A. Sánchez-Vergara, Luis Á. Velasco-Fierro, Andrea N. Meza-Razo, Carlos J. Bernal-González y Joel Hernández-Galindo

ARTÍCULO DE REVISIÓN

- 24 **Abordaje medial en el manejo quirúrgico del aneurisma arterial poplíteo: reporte de caso y revisión de la literatura de la evidencia clínica**
Omar A. Hernández-Hurtado, Luisa F. Hernández-Rivera y Miguel A. Mendoza Romo-Ramírez

REPORTES DE CASOS

- 30 **Exclusión endovascular de aneurisma roto de arteria ilíaca interna**
Z. Artemisa Castañeda-Morales, Wenceslao Fabián-Mijangos, Alejandro Aguilar-Llamas y Diana L. Cruz-Acosta
- 34 **Revascularización híbrida de lesión pseudooclusiva en arteria carótida común por abordaje retrógrado**
Jennifer Mondragón-Zamora, Lucía Requejo-García, Soraya Fernández-González y Ma. de la Palma Fariñas-Alija
- 40 **3D printing and hybrid approach for renal aneurysm in fibromuscular dysplasia treatment**
Juan D. Zafra-Angulo, Elena Marín-Manzano, Lucía Fernández-Rodríguez, Teresa Hernández-Cabrero, Cristina De Castro-Guerín, Jose Ma. Alonso-Dorrego, and Lucas Ribé-Bernal



REVISTA MEXICANA DE ANGIOLOGÍA



Órgano oficial de la
Sociedad Mexicana de Angiología
Cirugía Vascul ar y Endovascular, AC

Volumen 54, No. 1, Enero-Marzo 2026

www.RMAngiologia.com

COMITÉ EDITORIAL / EDITORIAL BOARD

Editor jefe / Editor in chief

Dr. Javier E. Anaya-Ayala
*Instituto Nacional de Ciencias Médicas
y Nutrición Salvador Zubirán
CDMX, México.*

Coeditores / Co-editors

Dr. Rodrigo Lozano-Corona
*Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos,
ISSSTE, CDMX, México.*

Dr. Eder Mendoza-Fuentes
*Hospital Ángeles, Clínica Londres,
CDMX, México.*

Comité Editorial Nacional / National Editorial Committee

Dr. Carlos Huerta-Trujillo
Secretaría, SMACVE, CDMX, México.

Dr. Jorge David Olivares-García
Tesorería, SMACVE, CDMX, México.

Dr. Eder Mendoza-Fuentes
Dirección, Comités clínicos, SMACVE, CDMX, México.

Dr. Rigoberto Román-Hernández
Dirección, Programa académico, SMACVE, CDMX, México.

Dr. Alfonso Espinoza-Arredondo
Dirección, Programa científico, SMACVE, CDMX, México.

Dra. Tamara Clementina Muñoz-Martínez
Dirección, Comités eventos transcongreso, SMACVE, CDMX, México.

Dra. Verónica Carbajal-Robles
Dirección, Vinculación académica nacional, SMACVE, CDMX, México.

Dr. Jorge García-Dávila
*Dirección, Vinculación académica internacional, SMACVE,
CDMX, México.*

Dr. Arturo Parra-Ortiz
*Dirección, Vinculación asociaciones médicas, SMACVE,
CDMX, México.*

Dr. Felipe Alejandro Piña-Avilés
Dirección, Boletín informativo, SMACVE, CDMX, México.

Dr. Rodrigo Marcelo Maitret-Velázquez
*Dirección, Redes sociales, SMACVE,
CDMX, México.*

Dr. Eduardo Sánchez-Pérez

*Dirección, Vinculación capítulos regionales-colegios estatales,
SMACVE, CDMX, México.*

Dr. Rubén Ventura Hernández-Tejeda

*Dirección, Comité de actividades extracurriculares transcongreso,
SMACVE, CDMX, México.*

Dra. María Isabel Guevara-Saldívar
*Dirección, Vinculación de la familia angiológica, SMACVE,
CDMX, México.*

Dra. Liza Ochoa-Armendariz
Hospital Tacuba, ISSSTE, CDMX, México.

Dr. Omar Antonio Hernández-Hurtado
Hospital Central Universitario de Chihuahua, Chi., México.

Dr. Juan Miguel Rodríguez-Trejo
Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, CDMX, México.

Dr. José Armando Romero-Cruz
Hospital Central Militar, CDMX, México.

Dr. Oscar Andrés Rodríguez-Jiménez
*Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional La Raza, IMSS,
CDMX, México.*

Dr. Ernesto Pacheco-Pittaluga
*Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional Siglo XXI,
CDMX, México.*

Dr. Venancio Pérez-Damián
Hospital Español de México, CDMX, México.



Dr. Miguel Ángel Sierra-Juárez
Hospital General de México, CDMX, México.

Dra. Nora Sánchez-Nicolat
*Hospital Regional Adolfo López Mateos,
CDMX, México.*

Dr. Carlos Hinojosa-Becerril
*Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán,
CDMX, México.*

Dr. Miguel Gerardo Carrizales-Vázquez
*Unidad Médica de Alta Especialidad No. 71, IMSS, Torreón,
Coah., México.*

Dr. Miguel Calderón-Llamas
Centro Médico Nacional de Occidente, Guadalajara, Jal., México.

Dra. Claudia Mojica-Rodríguez
Hospital Civil de Guadalajara, Guadalajara, Jal., México.

Dr. Iván Enrique Murillo-Barrios
*Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Cardiología 34,
Monterrey, N.L., México.*

Dr. Rubén Alfonso Rodríguez-Cabrero
*Hospital Regional Valentín Gómez Farías, ISSSTE, Zapopan, Jal.,
México.*

Dr. Miguel Ángel Cisneros-Tinoco
*Unidad Médica de Alta Especialidad 14, Centro Médico Nacional
Adolfo Ruiz Cortines, Veracruz, Ver., México.*

Dr. Dámaso Hernández-López
Hospital Regional Ignacio Zaragoza, ISSSTE, CDMX, México.

Dr. Rubén Alfonso Rodríguez Cabrero
Hospital Valentín Gomez Farías, ISSSTE, Zapopan, Jal., México.

Dr. Neftalí Rodríguez Ramírez
*Centro Médico Nacional 20 de Noviembre (ISSSTE),
CDMX, México.*

Dr. Enrique Santillán Aguayo
Hospital Dalinde, CDMX, México.

Dr. Roberto Carlos Serrato Auld
*Hospital de Especialidad de la Raza (IMSS),
CDMX, México.*

Comité Editorial Internacional / International Editorial Committee

Dr. Jaime Benarroch-Gampel
Emory University, Atlanta, GA, USA.

Dr. Guillermo Garelli
Hospital San Roque, Córdoba, Argentina.

Dr. Manuel García-Toca
Stanford Vascular Surgery, Stanford, CA, USA.

Dr. Luis Garrido
Universidad Católica, Santiago de Chile, Chile.

Dr. Luis Figueroa
Humber River Regional Hospital, University of Toronto, Toronto, Canada.

Dra. Sarah Hamdi
*Groupement Hospitalier de Territoire Grand Paris Nord-Est. GHI
Montfermeil, France.*

Dr. Fernando Joglar-Irizarry
Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico.

Dr. Nilo J Mosquera
Hospital de Ourense, Ourense, Galicia, Spain.

Dr. Heron E Rodriguez
Northwestern University, Chicago, IL, USA.

Dra. Maricarmen Romero Toledo
Piano Hospital Biel., Switzerland.

Dra. Adriana Torres-Machorro
*Groupement Hospitalier de Territoire Grand Paris Nord-Est. GHI
Montfermeil, France.*

Dr. Jaime Vélez Victoria
Clínica Farallones, Cali, Colombia.

Consejo Consultivo / Advisory Board

Dr. Marcelo Páramo Días
CDMX, México.

Dr. Félix Ramírez Espinoza
Zapopan, Jalisco, México.

Dr. Carlos Sánchez Fabela
CDMX, México.

Dr. Luis Sigler Morales[†]
San Diego, California, USA.

Dr. Samuel Gutiérrez Vogel
CDMX, México.

Dr. Rafael Gutiérrez Carreño
CDMX, México.

Dr. Carlos M. Martínez López
CDMX, México.

Dr. Hilario Gómez Valdez
CDMX, México.

Dr. Ricardo Romero Martínez
CDMX, México.

Dr. José Enrique Sánchez Chibrás
CDMX, México.

Dr. Carlos E. Velasco Ortega
CDMX, México.

Dr. Antonio Marcos Díaz
CDMX, México.

Dra. Elizabeth Enríquez Vega
CDMX, México.

Dr. Francisco Jacobo Nettel García
Querétaro, Querétaro, México.

Dr. Valente Guerrero González
Irapuato, Guanajuato, México.

Dr. Juan Miguel Rodríguez Trejo
CDMX, México.

Dr. Guillermo R. Aguilar Peralta
Ciudad Guzmán, Jalisco, México.

Dr. Benjamín Sánchez Martínez
CDMX, México.

Dr. José Antonio Muñoa Prado
Tuxtla Gutiérrez, Chis., México.

Dr. Carlos Arturo Hinojosa Becerril
CDMX, México.

Dr. Leopoldo Alvarado-Acosta
CDMX, México.

**Mesa directiva Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vascular A.C. /
Directors board Mexican Society of Angiology and Vascular Surgery A.C.**

Presidente

Dr. Alfonso Cossio-Zazueta
SMACVE, CDMX, México.

Vicepresidente

Dr. Jaime Gerardo Estrada-Guerrero
SMACVE, Tampico, Tamps., México.

Secretaria

Dra. Claudia Elizabeth Olivos-Suárez
SMACVE, CDMX, México.

Tesorero

Dr. Martín Hilarino Flores-Escartin
SMACVE, CDMX, México.

Editores previos / Former editors

Dr. Héctor Álvarez-Tostado[†]
Dr. Nicolás Figueras-Carrera[†]
Dr. Luis Márquez-Campos[†]

Dr. Frantz Magloire-Duverglas
Dr. Marcelo Páramo-Díaz
Dr. Carlos Sánchez Fabela

Esta obra se presenta como un servicio a la profesión médica. El contenido de la misma refleja las opiniones, criterios y/o hallazgos propios y conclusiones de los autores, quienes son responsables de las afirmaciones. En esta publicación podrían citarse pautas posológicas distintas a las aprobadas en la Información Para Prescribir (IPP) correspondiente. Algunas de las referencias que, en su caso, se realicen sobre el uso y/o dispensación de los productos farmacéuticos pueden no ser acordes en su totalidad con las aprobadas por las Autoridades Sanitarias competentes, por lo que aconsejamos su consulta. El editor, el patrocinador y el distribuidor de la obra, recomiendan siempre la utilización de los productos de acuerdo con la IPP aprobada por las Autoridades Sanitarias.



PERMANYER
www.permanyer.com

Permanyer

Mallorca, 310 – Barcelona (Cataluña), España – permanyer@permanyer.com

Permanyer México

Temístocles, 315
Col. Polanco, Del. Miguel Hidalgo – 11560 Ciudad de México
mexico@permanyer.com

ISSN: 0377-4740

Ref.: 11883AMEX261



www.permanyer.com

Revista Mexicana de Angiología es open access con licencia Creative Commons. Las opiniones, hallazgos y conclusiones son las de los autores.

Los editores y la editorial no son responsables por los contenidos publicados en la revista.

© 2026 Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vascular y Endovascular, A.C. Publicado por Permanyer.

Esta es una publicación open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Frecuencia y factores de riesgo asociados en pacientes con isquemia crónica amenazante de extremidad

Frequency and associated risk factors in patients with chronic limb-threatening ischemia

Gisselly D. Martínez-Díaz*^{id}, Liza Ochoa-Armendáriz^{id} y Óscar A. Loman-Zúñiga^{id}

Departamento de Angiología y Cirugía Vascular, Hospital General Tacuba, Ciudad de México, México

Resumen

Antecedentes: La isquemia crónica que amenaza la extremidad (ICAE) constituye el estadio más avanzado de la enfermedad arterial periférica y se asocia a complicaciones, incluyendo la amputación. **Objetivo:** Analizar la frecuencia y factores de riesgo en pacientes con ICAE. **Método:** Se realizó un estudio observacional retrospectivo de 73 pacientes con diagnóstico de ICAE entre marzo de 2022 y mayo de 2025, se analizaron características demográficas, comorbilidades, exposición tabáquica, perfil lipídico, control glucémico y tipo de amputación evaluando 73 extremidades. Se aplicaron estadísticas descriptivas y de odds ratios [OR] utilizando el estadístico χ^2 de Pearson como medida aproximada de asociación. **Resultados:** La mayoría de los pacientes fueron hombres entre 61 y 80 años. Las amputaciones menores representaron el 42.5% y las mayores el 26% del total. El mal control glucémico ($HbA1c \geq 7\%$) predominó entre pacientes amputados (74%), y la disminución del c-HDL fue la dislipidemia más frecuente. Las cardiopatías, neumopatías y enfermedades hematológicas presentaron tendencia a mayor riesgo clínico ($OR > 1$). **Conclusión:** La amputación en pacientes con ICAE se asocia a elevada carga de comorbilidades cardiovasculares, mal control glucémico y perfil lipídico aterogénico.

Palabras clave: Isquemia crónica amenazante de extremidad. Factores de riesgo. Amputación. Arteriografía. Angioplastia.

Abstract

Background: Chronic limb-threatening ischemia (CLTI) is the most advanced stage of peripheral arterial disease and is associated with complications, including amputation. **Objective:** To analyze the frequency and risk factors in patients with CLTI. **Method:** A retrospective observational study was conducted in 73 patients diagnosed with CLTI between March 2022 and May 2025. Demographic characteristics, comorbidities, smoking exposure, lipid profile, glycemic control, and amputation type were analyzed, evaluating 73 limbs. Descriptive statistics and odds ratios [OR] were applied using Pearson's χ^2 statistic as a proxy measure of association. **Results:** Most of the patients were men between 61 and 80 years old. Minor amputations accounted for 42.5% and major amputations 26% of the total. Poor glycemic control ($HbA1c \geq 7\%$) predominated among amputee patients (74%), and decreased HDL-c was the most common dyslipidemia. Heart disease, lung disease, and hematologic diseases tended to be associated with higher clinical risk ($OR > 1$). **Conclusions:** Amputation in patients with CLTI is associated with a high burden of cardiovascular comorbidities, poor glycemic control, and atherogenic lipid profile.

Keywords: Life-threatening chronic limb ischemia. Risk factors. Amputation. Arteriography. Angioplasty.

*Correspondencia:

Gisselly D. Martínez-Díaz
E-mail: gissellymtz@gmail.com

Fecha de recepción: 27-10-2025
Fecha de aceptación: 03-02-2026
DOI: 10.24875/RMA.25000050

Disponible en internet: 25-03-2026
Rev Mex Angiol. 2026;54(1):1-8
www.RMAngiologia.com

0377-4740/© 2026 Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vascular y Endovascular, A.C. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La isquemia crónica que amenaza la extremidad (ICAE) representa la etapa avanzada de la enfermedad arterial periférica (EAP), un problema de salud con una frecuencia creciente. Se asocia con una mortalidad cardiovascular significativa, pérdida de extremidades, dolor y una disminución de la calidad de vida relacionada con la salud. La concientización pública y el diagnóstico temprano son necesarios para un tratamiento eficaz con la modificación temprana de los factores de riesgo^{1,2}. Se ha estimado una incidencia acumulada de mortalidad y amputación cercana al 20% al año en pacientes con ICAE; sin embargo, sus datos epidemiológicos continúan siendo limitados debido a la escasez de estudios poblacionales. A partir del análisis de la base de datos Marketscan, se estimó una prevalencia de ICAE del 1.3%, correspondiente al 11% de los casos de EAP diagnosticados en la población de estudio de 40 años o más³.

En el mundo, 202 millones de personas vivían con EAP en 2010. Esta se presenta usualmente después de los 50 años, con un incremento exponencial después de los 65 años, en países desarrollados es más frecuente en varones que en mujeres, aunque esta diferencia desaparece a edades más avanzadas. En los países poco desarrollados es más frecuente en mujeres que en hombres, especialmente a edades más tempranas (45-49 años)⁴.

Además de la edad, el tabaquismo, la dislipidemia y la diabetes *mellitus* (DM) constituyen factores de riesgo ateroscleróticos relevantes para la EAP. El tabaquismo se asocia con un incremento del riesgo de EAP de hasta cuatro veces, mientras que la dislipidemia prácticamente lo duplica. Asimismo, la DM se relaciona con un aumento de dos a cuatro veces en su prevalencia⁵. Los pacientes con EAP por debajo de la rodilla son más propensos a desarrollar ICAE debido al calibre de los vasos pequeños y a las frecuentes comorbilidades como enfermedad renal terminal, DM e hipertensión, que tienden a afectar preferentemente los lechos arteriales pequeños, para aquellos el estándar de atención es la revascularización^{6,7}.

La revascularización es una recomendación clase I en los pacientes con ICAE para mejorar la perfusión y la cicatrización, observando un aumento en las técnicas endovasculares a lo largo de los años, se estima que la incidencia de enfermedad infrapoplíteas es > 70% en estos pacientes, particularmente en población diabética⁸. Las estrategias endovasculares de tratamiento, en particular la angioplastia, han adquirido un papel

fundamental en el abordaje terapéutico de los pacientes con EAP al representar alternativas menos invasivas en comparación con las técnicas tradicionales de revascularización quirúrgica, Constituyen una herramienta fundamental, cuyo fin último es evitar amputaciones, prolongar la supervivencia y mejorar la calidad de vida de los pacientes^{9,10}.

Las amputaciones mayores (por encima o por debajo de la rodilla) se asocian con una elevada mortalidad a corto y mediano plazo, además de un profundo impacto funcional, psicológico y socioeconómico en los pacientes¹¹. La identificación de factores clínicos, epidemiológicos y conductuales asociados a la progresión de la EAP no solo permite caracterizar con mayor precisión a la población en riesgo, sino que también constituye un elemento esencial para el rediseño de protocolos clínicos centrados en la estratificación del riesgo¹².

Este estudio plantea la necesidad de generar evidencia sólida en el contexto local que oriente la toma de decisiones y permita adaptar las guías internacionales a las características propias de la población mexicana, analizando la frecuencia y factores de riesgo de progresión en pacientes con ICAE. Generar conocimiento actualizado permitirá fortalecer estrategias preventivas y terapéuticas, beneficiando tanto a los profesionales de la salud como a los pacientes afectados.

Método

Se llevó a cabo una investigación de tipo observacional, con un alcance descriptivo, analítico, transversal y retrospectivo. El tamaño de muestra se delimitó a 73 pacientes con ICAE tratados con arteriografía y angioplastia en el Hospital General Tacuba, Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), en Ciudad de México desde marzo 2022 hasta mayo 2025. Las variables a considerar fueron cuantitativas (edad, sexo, índice de masa corporal [IMC], tabaquismo, hipertensión arterial, DM, enfermedad renal, cardiopatías, nivel de hemoglobina glucosilada, perfil de lípidos, tipo de amputación).

La técnica principal de recolección de datos fue el análisis sistemático y estandarizado de los registros médicos, el procedimiento metodológico contempló la digitalización y registro sistematizado de los datos recolectados en una base diseñada para tal fin; el análisis estadístico se llevó a cabo mediante el *software* SPSS versión 26.0. Las variables categóricas se presentaron en términos de frecuencias absolutas y relativas (porcentajes), el análisis de los factores de riesgo

asociados con la progresión de la ICAE se evaluó mediante el cálculo de *odds ratios* (OR), utilizando el estadístico χ^2 de Pearson como medida aproximada de asociación. La metodología y la presentación de resultados del estudio siguieron las recomendaciones de la declaración STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*).

Resultados

Se analizaron 73 pacientes de marzo de 2022 a mayo de 2025, 22 mujeres (30%) y 51 hombres (70%). El análisis de la distribución por edad y sexo (Fig. 1) muestra que la mayoría de los pacientes se concentraron en el grupo de 61 a 80 años, lo que refleja la fuerte asociación de esta afección con el envejecimiento vascular y la acumulación de comorbilidades. En 2022 predominó el grupo de 71 a 80 años (41.1%), mientras que en 2024 el grupo más afectado fue el de 61 a 70 años (37.9%), tendencia que se mantuvo en 2025 (50%), lo cual evidencia un desplazamiento hacia edades ligeramente menores. Los pacientes de 81 a 90 años representaron una proporción menor y constante (6.9-20%), lo que puede deberse tanto a la menor expectativa de vida como a la complejidad clínica que limita las intervenciones en edades avanzadas.

El análisis del IMC (Tabla 1) revela que más de la mitad de los pacientes (54.8%) presentaba un peso dentro de rangos normales (18.5-24.9), mientras que un 38.4% se encontraba en condición de sobrepeso y un 6.8% presentaba algún grado de obesidad (4.1% obesidad grado I y 2.7% obesidad grado II).

En la tabla 2 se observa una frecuencia en las amputaciones menores de 31 casos (42.5%) de los casos, mientras que las amputaciones mayores corresponden a 19 casos (26%). El sexo masculino concentró la mayoría de las amputaciones (n = 40) en comparación con las mujeres (n = 10), con predominio de las amputaciones transmetatarsianas (18 de los 20 casos totales). La mayor frecuencia de amputaciones se registró en el grupo de 62 a 81 años, que en conjunto representaron el 67.1% del total, reflejando la progresión de la EAP con la edad y la mayor carga de comorbilidades en este rango etario. Dentro de las amputaciones mayores predominó el nivel supracondíleo (24.6%; n = 18), mientras que entre las menores destacaron las transmetatarsianas (27.4%; n = 20) y las de dedo (15.1%; n = 11). Finalmente, 23 pacientes no requirieron amputación (31.5%), lo que podría atribuirse a una respuesta favorable al tratamiento endovascular o a una detección más temprana de la ICAE.

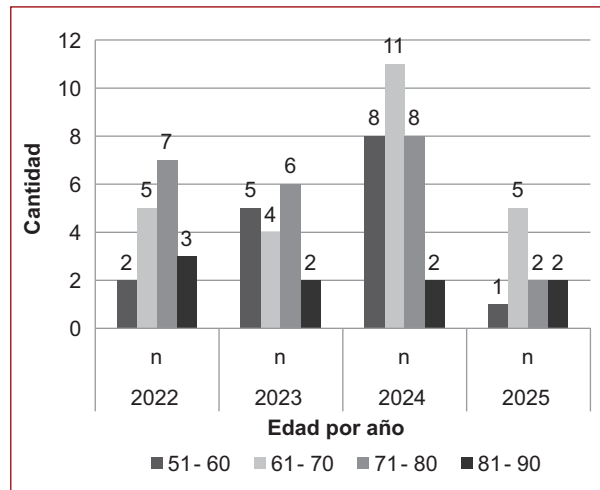


Figura 1. Frecuencia y distribución de edad por año. Observamos que la mayoría de los pacientes se encuentra en el grupo de 61 a 80 años.

En el análisis de la tabla 3 se observa que el 35.6% de los pacientes refirió ausencia de consumo tabáquico, mientras que el 64.4% presentó algún grado de exposición activa o pasiva al tabaco. Entre los fumadores activos, predominó el tabaquismo moderado (5-15 paquetes/año), con un 19.2%, seguido del grado leve (< 5 paquetes/año) con un 16.4% y muy intenso (> 25 paquetes/año), con un 12.3%. Los pacientes con este último grado de tabaquismo (16-25 paquetes/año) representaron el 11%, y aquellos con exposición pasiva al humo de tabaco constituyeron el 5.5%.

En la figura 2 se observa una relación evidente entre el mal control glucémico y la presencia de amputaciones. Los pacientes que requirieron amputación con hemoglobina glucosilada (HbA1c) \geq 7% fueron 37 (74%), frente a 13 pacientes (26%) con niveles de HbA1c < 7%.

En contraste, entre los pacientes sin amputación predominó el adecuado control metabólico, 15 pacientes (65.2%) con niveles de HbA1c < 7% y 8 pacientes (34.7%) con HbA1c \geq 7%. En cuanto al tipo de amputación que mostró mayor descontrol glucémico, se registraron 16 casos de amputación transmetatarsiana (43.2%), seguido de 12 casos con amputación supracondílea (32.4%), ocho casos de amputación de dedo (21.6%) y un caso de amputación infracondílea (2.7%).

En el análisis de la tabla 4 del perfil lipídico según el tipo de amputación, se observó un alta frecuencia de dislipidemia en todos los grupos. El colesterol total en rango deseable fue más frecuente en los casos sin amputación (n = 21) y en amputaciones menores (n = 28), mientras que los niveles de triglicéridos deseables

Tabla 1. Frecuencias de índice de masa corporal y su clasificación según edad y sexo

Variable	Normal (18.5-24.9)	Sobrepeso (25.0-29.9)	Obesidad G1 (30.0-34.9)	Obesidad G2 (35.0-39.9)	Total
Frecuencia	40	28	3	2	73
% total	54.8%	38.4%	4.1%	2.7%	100%
Mujeres (n)	10	11	0	2	23
Hombres (n)	30	17	3	0	50
Edad ≤ 51	0	1	0	0	1
Edad 52-61	9	7	0	0	16
Edad 62-71	14	9	1	2	26
Edad 72-81	13	8	2	0	23
Edad 82-91	4	3	0	0	7

Se observa una mayor frecuencia de índice de masa corporal normal con predominio en hombres entre 62 a 81 años.

Tabla 2. Frecuencia y distribución del tipo de amputación menor o mayor según sexo y edad

Grupo	Amputación mayor	Amputación menor	Sin amputación	Supracondílea	Infracondílea	Transmetatarsiana	Dedo	Total
Femenino	6	4	12	6	0	2	2	22
Masculino	13	27	11	12	1	18	9	51
≤ 51 años	0	1	0	0	0	0	1	1
52-61 años	6	9	1	6	0	6	3	16
62-71 años	8	8	10	8	0	4	4	26
72-81 años	4	11	8	3	1	9	2	23
82-91 años	1	2	4	1	0	1	1	7
Total general	19	31	23	18	1	20	11	73

Se observa una mayor frecuencia de amputaciones menores con predominio en hombres y de tipo transmetatarsiana.

Tabla 3. Distribución de índice tabáquico y grado de tabaquismo

Índice tabáquico (paquetes/año)	Grado de tabaquismo	n	%
0 paquetes/año	Nulo	26	35.6%
< 5 paquetes/año	Leve	12	16.4%
5-15 paquetes/año	Moderado	14	19.2%
16-25 paquetes/año	Grave	8	11.0%
> 25 paquetes/año	Muy grave	9	12.3%
Tabaquismo pasivo	No aplica	4	5.5%
Total	Total	73	100%

Se observa una mayor frecuencia de nulo grado de tabaquismo, con 26 casos.

predominaron de forma similar en amputación menor (n = 26). Se destacó la elevada frecuencia de colesterol vinculado a lipoproteínas de alta densidad (c-HDL) bajo, especialmente en amputación menor (n = 31) y sin amputación (n = 23). En cuanto al colesterol vinculado a lipoproteínas de baja densidad (c-LDL) el y c-no HDL, la mayoría de los pacientes permaneció dentro de valores deseables. En conjunto, estos resultados muestran que, si bien los valores de colesterol total, c-LDL y c-no HDL se mantuvieron con mayor frecuencia dentro de parámetros aceptables, la disminución del c-HDL fue la alteración predominante en los pacientes con amputaciones, lo que podría asociarse con un riesgo cardiovascular residual y potencial progresión aterosclerótica.

Tabla 4. Relación de los grados de perfil de lípidos según el tipo de amputación

Parámetro/clasificación	Amputación mayor	Amputación menor	Sin amputación	Supracondílea	Infracondílea	Transmetatarsiana	Dedo
Colesterol total deseable < 200	19	28	21	18	1	20	8
Colesterol total límite alto 200-239	0	3	2	0	0	0	3
Triglicéridos deseable < 150	18	26	17	17	0	20	6
Triglicéridos límite alto	0	1	3	0	1	0	1
Triglicéridos alto \geq 200	1	4	3	1	0	0	4
c-HDL bajo < 40/ < 50	19	31	23	18	1	20	11
c-LDL deseable < 100	0	29	22	18	1	20	9
c-LDL sobre lo deseable (100-129)	0	2	1	0	0	0	2
c-LDL muy alto (\geq 190)	0	0	0	0	0	0	0
c- no HDL deseable < 130	18	27	20	17	1	20	7
c-no HDL límite alto (130-159)	1	4	3	1	0	0	4

Se observa una mayor frecuencia de perfiles de lípidos dentro de rangos deseables. Llama la atención la elevada frecuencia de c-HDL bajo, especialmente en amputación menor. c-HDL: colesterol vinculado a lipoproteínas de alta densidad; c-LDL: colesterol vinculado a lipoproteínas de baja densidad.

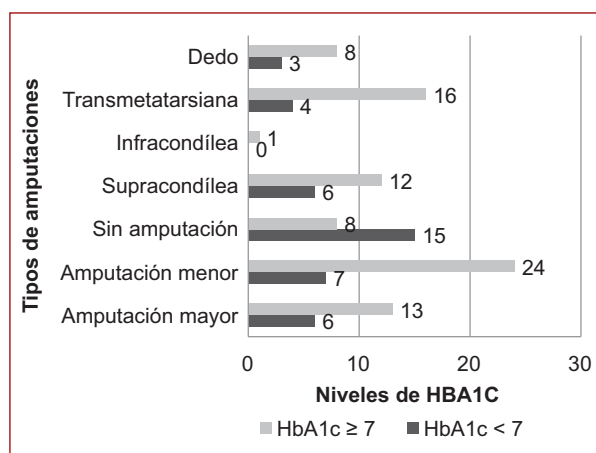


Figura 2. Niveles séricos de hemoglobina glucosilada (HbA1c) según presencia, ausencia y tipo de amputación. Se observa una relación evidente entre el mal control glucémico y la presencia de amputaciones menores.

Dentro de los resultados plasmados en la [tabla 5](#) en el análisis de riesgo, ninguna de las variables evaluadas mostró una asociación estadísticamente significativa con el desenlace, al demostrar intervalos de confianza

que incluyeron la unidad; sin embargo, se identificaron tendencias clínicas relevantes. Las cardiopatías presentaron la mayor fuerza de asociación (OR: 2.391; IC 95%: 0.888-6.438), seguidas de hipertensión arterial sistémica (HTA) (OR: 1.821; IC 95%: 0.562-5.908) y enfermedades autoinmunes (OR: 1.585; IC 95%: 0.398-6.317), lo cual sugiere un posible efecto amplificador del riesgo vascular en la progresión del daño isquémico. Entre los hallazgos con mayor magnitud destacaron las enfermedades hematológicas (OR: 3.961; IC 95%: 0.616-25.482) y la neumopatía (OR: 3.062; IC 95%: 0.695-13.498), que, pese a su amplitud en el intervalo de confianza, revelan una tendencia consistente hacia mayor riesgo clínico. Por el contrario, afecciones como la DM (OR: 0.252), la enfermedad renal crónica (OR: 0.954) y secuelas de evento vascular cerebral (OR: 0.573) no mostraron asociación positiva con el desenlace en este modelo. Por último, en el análisis de la [tabla 6](#) en la distribución de comorbilidades según el tipo de amputación, la DM fue la enfermedad más frecuente en todos los grupos, particularmente en amputación menor, con 31 casos, la HTA mostró un comportamiento similar, predominando en amputación menor con 20 casos, mientras que afecciones como enfermedad

Tabla 5. Análisis de riesgo (OR)

Variable de riesgo (OR > 0.1)	OR	IC 95% límite inferior	IC 95% límite superior
DM	0.252	0.039	1.624
HTA	1.821	0.562	5.908
ERC	0.954	0.354	2.566
Cardiopatías	2.391	0.888	6.438
Oftalmopatías	0.562	0.119	2.650
Nefropatías	0.744	0.037	14.974
Secuelas de evento cerebral vascular	0.573	0.030	11.071
Enfermedades autoinmunes	1.585	0.398	6.317
Sistema nervioso	0.389	0.048	3.163
Neuropatía	3.062	0.695	13.498
Enfermedades psiquiátricas	1.389	0.147	13.152
Enfermedades hematológicas	3.961	0.616	25.482
Enfermedades urológicas	0.907	0.103	7.994
Hepatopatías	1.769	0.069	45.041
Enfermedades auditivas	0.744	0.037	14.974

Las cardiopatías presentaron la mayor fuerza de asociación, seguidas de hipertensión arterial sistémica y enfermedades autoinmunes. DM: diabetes mellitus; ERC: enfermedad renal crónica; HTA: hipertensión arterial; OR: odds ratio.

renal crónica y cardiopatías presentaron una distribución más discreta aunque consistente en los distintos niveles de amputación, con mayor presencia en sin amputación y amputación mayor (15 y 10 casos, respectivamente). Las comorbilidades menos frecuentes, como enfermedades hematológicas, autoinmunes, neurológicas y urológicas se observaron en baja proporción y sin un patrón claro entre los grupos, lo que sugiere que su influencia clínica podría ser secundaria frente a los factores cardiovasculares tradicionales. En síntesis, la tabla evidencia que la diabetes y la hipertensión constituyen las comorbilidades dominantes entre los pacientes que evolucionaron hacia amputación.

Discusión

En el estudio de 73 pacientes con ICAE, se observó un predominio del sexo masculino y una mayor concentración en el grupo de 61 a 80 años, lo cual coincide con lo reportado en la literatura reciente, donde la EAP y la ICAE muestran una mayor incidencia en varones y

adultos mayores como consecuencia de la progresión aterosclerótica y la acumulación de factores de riesgo a lo largo del tiempo. Se identificó tabaquismo en el 64.4% de los pacientes, reforzando el impacto del daño endotelial, el estrés oxidativo y la progresión aterosclerótica descrita en estudios recientes^{13,14}. Tanto las guías de la European Society for Vascular Surgery (ESVS) como las de la Society for Vascular Surgery (SVS) destacan que los pacientes en este rango etario presentan mayor riesgo de eventos adversos mayores de extremidad (MALE)^{15,16}.

La elevada frecuencia de DM e hipertensión arterial observada en el estudio concuerda con su rol reconocido como determinantes principales en la progresión de la EAP y el deterioro microvascular y macrovascular, incrementando el riesgo de amputación en pacientes con ICAE¹⁷. El hallazgo de un descontrol glucémico (HbA1c \geq 7%) en la mayoría de los pacientes amputados coincide con publicaciones donde el descontrol metabólico se asocia directamente a mayor riesgo de MALE y amputación mayor, aun con tratamiento de revascularización^{18,19}.

En el perfil lipídico, la disminución del c-HDL destacó como la alteración más frecuente, lo cual coincide con estudios que identifican al c-HDL bajo como predictor independiente de progresión aterosclerótica y eventos adversos incluso cuando el c-LDL se encuentra dentro de metas terapéuticas^{20,21}. Los resultados del análisis de riesgo mostraron OR sin significancia estadística; sin embargo, las tendencias observadas hacia mayor riesgo en cardiopatías, neuropatías y enfermedades hematológicas son congruentes con reportes recientes que describen una relación entre estados inflamatorios sistémicos, disfunción endotelial y mayor probabilidad de amputación²².

Los hallazgos del presente estudio refuerzan el impacto del perfil lipídico, control glucémico y las comorbilidades sistémicas en la evolución de la ICAE, particularmente en relación con la progresión hacia amputaciones.

La coexistencia de enfermedad cardiovascular o pulmonar podría potenciar el daño microvascular y macrovascular mediante mecanismos inflamatorios sistémicos, disfunción endotelial, hipoxia tisular crónica y estado protrombótico, lo cual concuerda con lo reportado en la literatura internacional sobre predictores de fracaso terapéutico en isquemia avanzada y amputación mayor.

La ausencia de asociaciones concluyentes podría estar relacionada con el tamaño muestral y la variabilidad clínica, como suele observarse en estudios retrospectivos similares.

Tabla 6. Distribución de la presencia o ausencia y tipo de amputación, y la asociación con sus comorbilidades

Variables	Amputación mayor	Amputación menor	Sin amputación	Supracondílea	Infracondílea	Transmetatarsia na	Dedo
Total de casos	19	31	23	18	1	20	11
DM	17	31	22	16	1	20	11
HTA	15	20	15	14	1	12	8
ERC	8	11	15	8	0	7	4
Cardiopatías	10	8	7	10	0	3	5
Oftalmopatías	2	5	6	1	1	5	0
Nefropatías	0	1	1	0	0	1	0
Secuelas de evento cerebral vascular	0	1	2	0	0	0	1
Enfermedades autoinmunes	3	1	6	3	0	0	1
Sistema nervioso	1	5	2	1	0	4	1
Neumopatía	3	0	3	3		0	0
Enfermedades psiquiátricas	1	0	3	1	0	0	0
Enfermedades hematológicas	2	0	1	2	0	0	0
Enfermedades urológicas	1	1	3	1	0	1	0
Hepatopatías	0	0	1	0	0	0	0
Enfermedades auditivas	0	1	1	0	0	0	1

La DM fue la afección más frecuente en todos los grupos, particularmente en amputación menor. DM: diabetes *mellitus*; ERC: enfermedad renal crónica; HTA: hipertensión arterial.

En conjunto, los resultados sugieren que, si bien no existe evidencia concluyente, las comorbilidades cardiovasculares y los trastornos sistémicos con componente inflamatorio o hematológico podrían desempeñar un papel potencial en la evolución hacia eventos isquémicos mayores.

Conclusiones

La interpretación conjunta de los resultados sugiere que, más allá del control lipídico tradicional, es indispensable dirigir la atención hacia la corrección integral del perfil inflamatorio, la optimización del estado sistémico y la identificación temprana de comorbilidades complejas, particularmente en pacientes con cardiopatía, neumopatía o trastornos hematológicos. Por otro lado, variables clásicamente relacionadas con alto riesgo vascular, como DM o enfermedad renal crónica, no mostraron asociación positiva, lo que probablemente se relacione con las limitaciones del estudio como el tamaño muestral, efectos de confusión no controlados y la naturaleza multifactorial de la progresión isquémica, más que con una ausencia

real de influencia clínica. Las principales limitaciones de la investigación derivan de su diseño, el tamaño reducido de muestra que se obtiene de un solo centro de estudio, lo que reduce la capacidad para la extrapolar resultados. Desde una perspectiva clínica, estos hallazgos respaldan un enfoque terapéutico más agresivo y preventivo en los grupos de alto riesgo, además de subrayar la necesidad de realizar estudios con mayor potencia estadística que permitan confirmar estos hallazgos.

Agradecimientos

Al Servicio de Angiología del Hospital General Tacuba por su experiencia y contribución, y al Dr. Javier Eduardo Anaya Ayala por el apoyo y conocimiento para la difusión de este estudio.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores públicos, comercial o con ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han obtenido la aprobación del Comité de Ética para el análisis de datos clínicos obtenidos de forma rutinaria y anonimizados. Debido a la naturaleza del estudio, no fue necesario el consentimiento informado individual. Se han seguido las recomendaciones éticas pertinentes.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no se utilizó algún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.

Referencias

- Arias F, Proaño P, Posligua S, Medina L, López A, Cuenca K, et al. Isquemia crónica que amenaza las extremidades inferiores: diagnóstico y tratamiento. Revisión bibliográfica enfocada al primer nivel de atención médica. *Rev Mex Angiol.* 2023;51(4):125-33.
- Fereydooni A, Gorecka J, Dardik A. Using the epidemiology of critical limb ischemia to estimate the number of patients amenable to endovascular therapy. *Vasc Med.* 2019;25(1):78-87.
- Criqui MH, Matsushita K, Aboyans V, Hess CN, Hicks CW, Kwan TW, et al. Lower extremity peripheral artery disease: contemporary epidemiology, management gaps, and future directions: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2021;144(9):e171-e191.
- Song P, Rudan D, Zhu Y, Fowkes FJL, Rahimi K, Fowkes FGR, et al. Global, regional, and national prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2015: an updated systematic review and analysis. *Lancet Glob Health.* 2019;7(8):e1020-30.
- Barnes JA, Eid MA, Creager MA, Goodney PP. Epidemiology and risk of amputation in patients with diabetes mellitus and peripheral artery disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2020;40(8):1808-17.
- Zilinyi RS, Alsalous M, Snyder DJ, Raja A, Mintz AJ, Sethi SS, et al. Surgical and endovascular therapies for below-the-knee peripheral arterial disease: a contemporary review. *J Soc Cardiovasc Angiogr Interv.* 2024;3(3 Pt A):101268.
- Xu D, Zhu X, Huo J, Xie X, Huang C, Fang X, et al. A nomogram for predicting the risk of critical limb ischemia in adults with hypertension: a retrospective study. *Int J Gen Med.* 2022;15:8205-16.
- Li J, Varcoe R, Manzi M, Kum S, Iida O, Schmidt A, et al. Below the knee endovascular revascularization: a position statement. *JACC Cardiovasc Interv.* 2024;17(5):589-607.
- Patil IV, Sharma P, Pisulkar G, Salwan A, Patel M. Complex peripheral arterial disease in a case of multilevel lesions treated with sequential angioplasty. *Cureus.* 2024;16(5):e60982.
- Gornik H, Aronow H, Goodney P, Arya S, Brewster LP, Byrd L, et al. 2024 ACC/AHA/AACVPR/APMA/ABC/SCAI/SVM/SVN/SVS/SIR/VESSE guideline for the management of lower extremity peripheral artery disease. *J Am Coll Cardiol.* 2024;83(24):2497-604.
- Regalado-Solis F, Ziga-Martínez A, Olivares-Cruz S, Sierra-Juárez MÁ, Santillán-Aguayo E, Fabián-Mijangos W, et al. Mortalidad y comorbilidades perioperatorias en pacientes con amputaciones disvasculares. *Rev Mex Angiol.* 2021;49(3):80-7.
- Aday AW, Matsushita K. Epidemiology of peripheral artery disease and polyvascular disease. *Circ Res.* 2021;128(12):1818-32.
- Cook IO, Chung J. Contemporary medical management of peripheral arterial disease. *Cardiovasc Drugs Ther.* 2025;39(2):357-71.
- Criqui MH, Matsushita K, Aboyans V, Hess CN, Hicks CW, Kwan TW, et al. Lower extremity peripheral artery disease: contemporary epidemiology, management gaps, and future directions: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2021;144(9):e171-91.
- Nordanstg J, Behrendt CA, Baumgartner I, Belch J, Bäck M, Fitridge R, et al. European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2024 clinical practice guidelines on the management of asymptomatic lower limb peripheral arterial disease and intermittent claudication. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2024;67(1):9-96.
- Conte MS, Bradbury AW, Kolh P, White JV, Dick F, Fitridge R, et al. Global vascular guidelines on the management of chronic limb-threatening ischemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2019;58(1S):S1-S109.e33.
- Soyoye DO, Abiodun OO, Ikem RT, Kolawole BA, Akintomide AO. Diabetes and peripheral artery disease: a review. *World J Diabetes.* 2021;12(6):827-38.
- Elgzyri T, Apelqvist J, Lindholm E, Örneholm H, Annersten Gershter M. Healing below the ankle is possible in patients with diabetes mellitus and a forefoot gangrene. *SAGE Open Med.* 2021;9:20503121211029180.
- Hicks CW, Canner JK, Sherman RL, Black JH 3rd, Lum YW, Abularrage CJ. Evaluation of revascularization benefit quartiles using the Wound, Ischemia, and foot Infection classification system for diabetic patients with chronic limb-threatening ischemia. *J Vasc Surg.* 2021;74(4):1232-9.e3.
- Peng X, Gou D, Zhang L, Wu H, Chen Y, Shao X, et al. Status and influencing factors of lower limb amputation in patients with diabetic foot ulcer. *Int Wound J.* 2023;20(6):2075-81.
- Casula M, Colpani O, Xie S, Catapano AL, Baragetti A. HDL in atherosclerotic cardiovascular disease: in search of a role. *Cells.* 2021;10(8):1869.
- Vieceli Dalla Sega F, Cimaglia P, Manfredini M, Fortini F, Marracino L, Bernucci D, et al. Biomarkers of endothelial dysfunction and inflammation in predicting clinical outcomes in diabetic patients with critical limb ischemia. *Int J Mol Sci.* 2022;23(18):10641.

Asociación del índice triglicéridos-glucosa y la gravedad de la aterosclerosis

Association between triglyceride-glucose ratio and severity of atherosclerosis

Miguel Á. Cisneros-Tinoco^{1*}, Brandon A. Rojas-Hervet¹, José M. Reyes-Ruiz²,
Ma. Elisa López-Vázquez¹, Sergio Castillo-Morales¹ y Gustavo Martínez-Mier²

¹Departamento de Angiología y Cirugía Vascular; ²División de Investigación en Salud. Unidad Médica de Alta Especialidad, Hospital de Especialidades No. 14, Centro Médico Nacional Adolfo Ruiz Cortines, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Veracruz, Ver., México

Resumen

Antecedentes: La enfermedad arterial periférica se caracteriza por presentar oclusión o estenosis de cualquier segmento aortoiliaco hasta las arterias pedías y tibiales. **Objetivo:** Determinar la asociación entre el índice triglicérido-glucosa y la gravedad de la aterosclerosis en pacientes con factores de riesgo cardiovascular en un hospital de tercer nivel. **Método:** Estudio de cohorte ambispectiva realizado en el periodo de octubre de 2022 hasta marzo de 2023. Curvas ROC, análisis de regresión logística univariante y multivariante fueron realizados para identificar los factores de riesgo asociados a la gravedad de la aterosclerosis en pacientes con factores de riesgo cardiovascular. **Resultados:** El índice triglicéridos-glucosa tuvo un odds ratio (OR) de 2.207 (intervalo de confianza del 95% [IC 95%]: 1.036-4.703; $p = 0.04$) para estenosis significativa. El índice triglicéridos-glucosa obtuvo un AUC de 0.634 (IC 95%: 0.525-0.734; $p = 0.026$), 0.742 (IC 95%: 0.627-0.836; $p = 0.001$) y 0.692 (IC 95%: 0.604-0.770; $p = 0.001$) para los grupos con estenosis significativa, crítica y oclusión, respectivamente. **Conclusión:** El índice triglicéridos-glucosa podría estar asociado con la gravedad de la aterosclerosis en pacientes con factores de riesgo cardiovascular.

Palabras clave: Gravedad de la aterosclerosis. Índice triglicéridos-glucosa. Factores de riesgo cardiovascular.

Abstract

Background: Peripheral arterial disease is characterized by occlusion or stenosis of any segment from the aortoiliac arteries to the pedal and tibial arteries. **Objective:** To determine the association between the triglyceride-glucose index and the severity of atherosclerosis in patients with cardiovascular risk factors in a tertiary care hospital. **Method:** A prospective cohort study was conducted from October 2022 to March 2023. ROC curves, univariate and multivariate logistic regression analyses were performed to identify risk factors associated with the severity of atherosclerosis in patients with cardiovascular risk factors. **Results:** The triglyceride-glucose index had an odds ratio (OR) of 2.207 (95% confidence interval [95% CI]: 1.036-4.703; $p = 0.04$) for significant stenosis. The triglyceride-glucose index obtained an AUC of 0.634 (95% CI: 0.525-0.734; $p = 0.026$), 0.742 (95% CI: 0.627-0.836; $p = 0.001$), and 0.692 (95% CI: 0.604-0.770; $p = 0.001$) for the groups with significant, critical, and occlusive stenosis, respectively. **Conclusion:** The triglyceride-glucose index may be associated with the severity of atherosclerosis in patients with cardiovascular risk factors.

Keywords: Severity of atherosclerosis. Triglyceride/glucose ratio. Cardiovascular risk factors.

*Correspondencia:

Miguel Á. Cisneros-Tinoco
E-mail: mcisnerost@hotmail.com

Fecha de recepción: 30-07-2025
Fecha de aceptación: 25-12-2025
DOI: 10.24875/RMA.25000034

Disponible en internet: 25-03-2026
Rev Mex Angiol. 2026;54(1):9-17
www.RMAngiologia.com

0377-4740© 2025 Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vascular y Endovascular, A.C. Publicado por Permaner. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La aterosclerosis es una causa importante de morbilidad y mortalidad de origen cardiovascular y puede originar la enfermedad arterial periférica (EAP), que se caracteriza por presentar oclusión o estenosis de cualquier segmento aortoiliaco hasta las arterias pedias y tibiales^{1,2}. La estrecha relación entre el colesterol vinculado a lipoproteínas de baja densidad (c-LDL) alto y el colesterol vinculado a lipoproteínas de alta densidad (c-HDL) bajo se ha asociado con un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular por aterosclerosis³⁻⁵.

Los leucocitos, eosinófilos, neutrófilos y monocitos se han asociado con eventos cardiovasculares y cerebrovasculares⁶. El índice monocito-linfocito, el índice neutrófilo-infocito y el índice plaqueta-linfocito son indicadores del grado de inflamación⁷⁻¹⁰. Estos índices pueden calcularse a partir de los análisis de laboratorio ordinarios (biometría hemática) y son accesibles para determinar el grado de inflamación y asociarla con la aterosclerosis. El índice triglicéridos-glucosa se ha asociado con un alto riesgo de EAP, y permite identificar pacientes con posibilidades de tratamiento preventivo específico y manejo terapéutico oportuno^{11,12}.

Existen pocos estudios en asociación con la aterosclerosis a nivel mundial y se continúa la recomendación de continuar en la investigación. En México no hay estudios sobre la asociación de estos parámetros bioquímicos de inflamación con la gravedad de la enfermedad aterosclerótica a cualquier nivel arterial. Por tal motivo, el objetivo de este estudio fue evaluar el valor predictor del índice triglicéridos-glucosa para la gravedad de la aterosclerosis en pacientes con factores de riesgo cardiovascular.

Método

Este estudio es de tipo observacional, ambispectivo, transversal y analítico, y fue realizado en un hospital de tercer nivel en México. Se incluyeron en este estudio pacientes de ambos sexos, mayores de 60 años, con diagnóstico de aterosclerosis (que incluye EAP, enfermedad carotídea y cardiopatía isquémica sin complicaciones secundarias), así como factores de riesgo cardiovascular que fueron atendidos desde octubre de 2022 a marzo de 2023. Este protocolo fue aprobado (R-2022-3001-137) por el comité local de investigación en salud del hospital de tercer nivel donde fue realizado. La investigación se llevó a cabo basándose en la metodología STROBE (*Strengthening the Reporting of*

Observational Studies in Epidemiology) para estudios observacionales.

Se excluyeron del estudio pacientes con EAP intervenidos con terapia de revascularización abierta o endovascular, cirugía mayor en los últimos 30 días, infecciones intra- o extrahospitalarias en los últimos 15 días, tratamiento antibiótico, con esteroides, anticonceptivos hormonales en los últimos 30 días, aplicación de vacunas en los últimos 15 días, evento vascular cerebral o infarto agudo de miocardio en los últimos 15 días, y enfermedades crónico-degenerativas como cirrosis hepática, enfermedad renal crónica y neoplasia maligna. También se excluyeron los pacientes con antecedente de COVID-19 y los sujetos con estudios de laboratorio o gabinete incompletos el tiempo establecido. La variable dependiente de este estudio fue el grado de estenosis por aterosclerosis. La estenosis significativa y la estenosis no significativa se definieron de la siguiente manera: en la arteria femoral superficial se clasificó la estenosis significativa en dos: 50-69% y 70-99%, tomando como referencia que menos del 50% no es significativa y el 100% es oclusión. Las variables analizadas fueron el índice tobillo-brazo, el índice triglicéridos-glucosa (triglicéridos plasmáticos [mg/dl] x glucosa plasmática [mg/dl]/2), el índice triglicéridos-c-HDL, el índice monocito-linfocito, el índice neutrófilo-linfocito, el índice plaqueta-linfocito, sexo, edad, linfocitos, monocitos, triglicéridos, colesterol total, c-HDL, c-LDL, c-VLDL y proteína C reactiva.

Los datos pueden obtenerse del autor correspondiente previa solicitud razonable.

Análisis estadístico

Las variables cualitativas se expresaron como el número o porcentaje, mientras que las variables cuantitativas se representaron como la media (\pm desviación estándar) o mediana (rango intercuartil). La distribución de los datos se analizó usando la prueba de Shapiro-Wilk, histogramas y Q-Q plots. La asociación entre las variables cualitativas se determinó usando la prueba de chi-cuadrado o la prueba exacta de Fisher, dependiendo de los supuestos. La comparación entre grupos se realizó con la prueba t de Student cuando las variables tuvieron una distribución normal o paramétrica. Por otra parte, el test de Wilcoxon-Rank se empleó cuando las variables tenían una distribución no normal o no paramétrica. Se calcularon curvas ROC para determinar el área bajo la curva (AUC), la sensibilidad y especificidad pronóstica del índice triglicéridos-glucosa. El punto de corte óptimo de la variable

independiente fue determinado con el índice de Youden. Una diferencia con un valor de $p < 0.05$ se consideró estadísticamente significativa. Los datos se analizaron usando el programa SPSS v25.

Resultados

Características demográficas y clínicas

Un total de 201 pacientes con diagnóstico confirmado de EAP se incluyeron en este estudio, en donde, de acuerdo con el grado de estenosis, 44 tuvieron estenosis no significativa, 44 estenosis significativa, 30 estenosis crítica y 83 oclusión de al menos una arteria de las extremidades inferiores. Del total de pacientes, 116 (57.7%) fueron del sexo masculino y 85 (42.3%) del sexo femenino, con un rango de edad de 60 a 94 años y un promedio de 70.85 años. La media obtenida en el índice tobillo-brazo derecho fue de 0.73 ± 0.30 y en el izquierdo de 0.76 ± 0.30 .

En cuanto a las características demográficas y comorbilidades, los pacientes presentaron un rango de peso entre 37 y 120 kg con un promedio de 70.5 kg, índice de masa corporal (IMC) de 16.9 y 42.5 kg/m² con un promedio de 27.1 kg/m², siendo el sobrepeso el más prevalente en la población. Tuvieron como antecedente hipertensión arterial sistémica y diabetes *mellitus* tipo 2 172 (85.5%) y 152 (75.6%) pacientes, respectivamente, siendo esta última estadísticamente significativa en los grupos de mayor gravedad. El tabaquismo estuvo presente en 143 (71.1%) pacientes, el cual estadísticamente se asocia con la gravedad de la aterosclerosis; sin embargo, no fue significativo en la comparación entre grupos, como se muestra en la **tabla 1**.

Se realizó la distribución de la EAP de acuerdo con el segmento anatómico afectado, utilizando como recursos diagnósticos ultrasonido Doppler dúplex y/o angiotromografía, incluyendo 21 (10.4%) pacientes con enfermedad aortoiliaca, 135 (67.1%) con enfermedad femoropoplíteica y 147 (73.1%) con enfermedad de vasos tibiales; de los cuales 92 (45.7%) presentaron afección en dos o más segmentos. Se aplicó la clasificación clínica de gravedad de Rutherford en la población, observando que 47 (23.3%) se encontraron asintomáticos, mientras que 75 (37.3%) se agruparon en GIII C5 presentando datos de isquemia crónica que amenaza la extremidad, siendo este el más prevalente. La claudicación se encontró presente en 100 (49.7%) de los pacientes, siendo más prevalente en el grupo GIII C5,

hasta en el 40%. La distancia promedio fue de 135 metros.

Al comparar las características clínicas entre la gravedad de la aterosclerosis se encontró que hemoglobina, triglicéridos, índice triglicéridos-glucosa e índice triglicéridos-c-HDL fueron estadísticamente significativos entre grupos, mientras que el índice neutrófilo-linfocito y el índice plaqueta-linfocito únicamente fueron significativos en el grupo de mayor gravedad. No hubo diferencias significativas entre los grupos de mayor gravedad en cuanto al sexo, peso, IMC, tabaquismo, índice monocito-linfocito e índice fibrinógeno-plaqueta. La **tabla 1** muestra la comparativa de las características demográficas y clínicas de los pacientes con la gravedad de la aterosclerosis.

Identificación de las variables asociadas a la gravedad de aterosclerosis

De acuerdo con los resultados anteriores, se seleccionaron las variables estadísticamente significativas para realizar un análisis de regresión logística univariante en pacientes con diversos grados de estenosis arterial. Encontramos que las variables con los valores más altos de *odds ratio* (OR) (con su correspondiente intervalo de confianza al 95% [IC 95%]) en el grupo de estenosis significativa fueron la hemoglobina (OR: 0.734; IC 95%: 0.574-0.939; $p = 0.014$), el fibrinógeno (OR: 1.003; IC 95%: 1.000-1.005; $p = 0.018$), índice triglicéridos-glucosa (OR: 2.207; IC 95%: 1.036-4.703; $p = 0.04$) y el índice triglicéridos-c-HDL (OR: 1.205; IC 95%: 1.011-1.437; $p = 0.037$).

En el grupo que presentó al menos una oclusión arterial las variables con mayor significancia estadística y con altos OR durante el análisis univariante fueron la diabetes *mellitus* (OR: 0.115; IC 95%: 0.045-0.295; $p = 0.001$), enfermedad carotídea (OR: 30.547; IC 95%: 10.189-91.579; $p = 0.001$), claudicación (OR: 0.129; IC 95%: 0.051-0.322; $p = 0.001$), hemoglobina (OR: 0.639; IC 95%: 0.512-0.798; $p = 0.001$), fibrinógeno (OR: 1.005; IC 95%: 1.002-1.007; $p = 0.001$), índice triglicéridos-glucosa (OR: 2.910; IC 95%: 1.568-5.402; $p = 0.001$) y el índice triglicéridos-c-HDL (OR: 1.272; IC 95%: 1.094-1.479; $p = 0.002$).

Para evaluar el valor predictivo de las variables estudiadas respecto de la gravedad de la EAP se realizaron análisis de curvas ROC. Para el grupo con estenosis significativa la edad mostró el AUC de 0.643 (IC 95%: 0.534-0.742; $p = 0.017$) con punto de corte de ≤ 65 (sensibilidad 36.36% y especificidad 93.18%) (**Fig. 1A**). Además, el índice triglicéridos-c-HDL tuvo un

Tabla 1. Comparación de las características demográficas y clínicas de los pacientes de acuerdo con la gravedad de la aterosclerosis*

Variable	Estenosis		p	Estenosis		p	Estenosis		p
	NS	S		NS	Crítica		NS	Oclusión	
Sexo									
Hombre	26 (59.1%)	27 (61.4%)	0.828	26 (59.1%)	19 (63.3%)	0.714	26 (59.1%)	45 (53.6%)	0.551
Mujer	18 (40.9%)	17 (38.6%)		18 (40.9%)	11 (36.7%)		18 (40.9%)	39 (46.4%)	
Edad	73.02 (± 5.916)	69.73 (± 8.094)	0.032	73.00 (9)	68.50 (8.451)	0.044	73.00 (9)	70.50 (14)	0.065
Peso	70.66 (± 14.973)	70.53 (± 12.576)	0.963	70.50 (24)	72.00 (14)	0.457	70.50 (24)	70.00 (15)	0.788
Talla	1.606 (± 0.0789)	1.608 (± 0.0816)	0.874	1.606 (± 0.078)	1.636 (± 0.075)	0.104	1.606 (± 0.078)	1.608 (± 0.091)	0.892
IMC	27.240 (± 4.672)	27.175 (± 4.226)	0.945	26.405 (5.01)	26.798 (4.73)	0.800	26.405 (5.01)	27.111 (5.84)	0.767
TAS	120.00 (27)	126.50 (25)	0.712	120.00 (27)	140.00 (29)	0.044	120.00 (27)	130.00 (22)	0.031
TAD	72.00 (13)	70.00 (20)	0.159	72.84 (± 10.428)	70.43 (± 9.453)	0.315	72.00 (13)	70.00 (12)	0.976
DM	23 (52.3%)	28 (63.6%)	0.280	23 (52.3%)	26 (86.7%)	0.003	23 (52.3%)	76 (90.5%)	0.001
HAS	40 (90.9%)	38 (86.4%)	0.739	40 (90.9%)	24 (80.0%)	0.299	40 (90.9%)	71 (84.5%)	0.415
Cardiopatía	14 (31.8%)	16 (36.4%)	0.653	14 (31.8%)	16 (53.3%)	0.064	14 (28.0%)	36 (72.0%)	0.224
Tabaquismo	33 (75%)	31 (70.5%)	0.632	33 (75.0%)	22 (73.3%)	0.872	33 (75.0%)	58 (63.7%)	0.480
IT	2.50 (9)	2.50 (10)	0.893	2.500 (9.3)	3.000 (10.0)	0.837	2.500 (9.3)	4.500 (11.9)	0.714
Enf. carotídea	29 (65.9%)	22 (50%)	0.131	29 (93.5%)	2 (6.5%)	0.001	29 (65.9%)	5 (6.0%)	0.001
Claudicación	7 (15.9%)	18 (40.9%)	0.017	7 (21.2%)	26 (78.8%)	0.001	7 (15.9%)	50 (59.5%)	0.001
Hemoglobina	13.00 (1.6)	11.90 (2.1)	0.007	13.00 (1.6)	11.150 (2.6)	0.001	13.00 (1.6)	11.2 (3.2)	0.001
Leucocitos	7,932.50 (± 1902.718)	8,383.41 (± 2063.032)	0.290	7,932.50 (± 1902.718)	8,735.33 (± 1851.042)	0.076	7,932.50 (± 1902.718)	9,018.21 (± 1997.991)	0.004
Neutrófilos	4,700.00 (2600)	5,500.00 (2780)	0.143	4,700.00 (2600)	5,215.00 (2573)	0.139	4,700.00 (2600)	5,895.00 (2250)	0.002
Linfocitos	2,057.73 (± 858.145)	1,909.09 (± 761.112)	0.392	2,057.73 (± 858.145)	2,030.67 (± 822.079)	0.893	2,057.73 (± 858.145)	1,917.98 (± 699.073)	0.323
Monocitos	672.73 (± 190.573)	706.82 (± 264.230)	0.489	672.73 (± 190.573)	757.67 (± 276.601)	0.122	655.00 (335)	670.00 (258)	0.798
Plaquetas	274.50 (140)	267.00 (152)	0.802	274.50 (140)	271 (209)	0.335	274.50 (140)	318.00 (150)	0.005
Triglicéridos	109.50 (56)	159.50 (96)	0.006	109.50 (56)	159.50 (134)	0.022	109.50 (56)	173.00 (140)	0.001

(Continúa)

Tabla 1. Comparación de las características demográficas y clínicas de los pacientes de acuerdo con la gravedad de la aterosclerosis* (*continuación*)

Variable	Estenosis		p	Estenosis		p	Estenosis		p
	NS	S		NS	Crítica		NS	Oclusión	
Colesterol	134.50 (58)	155.50 (47)	0.063	134.50 (58)	136.50 (58)	0.415	134.50 (58)	137.50 (70)	0.402
c-LDL	66.50 (54)	90.50 (49)	0.088	66.50 (54)	86.00 (52)	0.130	66.50 (54)	76.50 (55)	0.156
c-HDL	35.00 (12)	31.50 (13)	0.103	35.00 (12)	30.50 (11)	0.010	35.00 (12)	31.50 (14)	0.053
c-VLDL	23.00 (15)	31.00 (14)	0.049	23.00 (15)	29.00 (22)	0.303	23.00 (15)	26.50 (18)	0.308
DHL	207.50 (88)	216.00 (95)	0.491	207.50 (88)	200.50 (56)	0.660	207.50 (88)	204.50 (107)	0.938
Fibrinógeno	499.00 (156)	573.00 (363)	0.065	499.00 (156)	592.50 (294)	0.005	499.00 (156)	642.50 (302)	0.001
Glucosa	118.50 (58)	120.00 (53)	0.409	118.50 (58)	175.50 (102)	0.001	118.50 (58)	146.00 (88)	0.026
ITG	8.897 (± 0.575)	9.162 (± 0.590)	0.036	8.897 (± 0.575)	9.486 (± 0.748)	0.001	8.897 (± 0.575)	9.371 (± 0.735)	0.001
IT-CHDL	3.178 (1.73)	4.805 (3.10)	0.003	3.178 (1.734)	5.440 (4.058)	0.002	3.178 (1.73)	5.238 (4.67)	0.001
IN-L	2.364 (1.75)	2.825 (2.24)	0.185	2.364 (1.754)	2.823 (1.966)	0.333	2.364 (1.75)	2.988 (2.12)	0.017
IM-L	0.322 (0.21)	0.370 (0.24)	0.272	0.322 (0.210)	0.373 (0.195)	0.361	0.322 (0.21)	0.373 (0.21)	0.319
IP-L	131.66 (118.02)	145.57 (98.39)	0.468	131.660 (118.020)	149.431 (124.926)	0.252	131.660 (118.02)	177.956 (120.32)	0.003
IF-PLAQ	1.765 (1.12)	2.126 (1.20)	0.142	1.765 (1.117)	2.258 (1.638)	0.349	1.765 (1.12)	2.065 (1.43)	0.293

*Una diferencia con un valor de $p < 0.05$ se consideró estadísticamente significativa.

c-HDL: colesterol vinculado a lipoproteínas de alta densidad; c-LDL: colesterol vinculado a lipoproteínas de baja densidad; c-VLDL: colesterol vinculado a lipoproteínas de muy baja densidad; DHL: deshidrogenasa láctica; DM: diabetes mellitus tipo 2; HAS: hipertensión arterial sistémica; IF-PLAQ: índice fibrinógeno/plaqueta; IMC: índice de masa corporal; IM-L: índice monocito/linfocito; IN-L: índice neutrófilo/linfocito; IP-L: índice plaqueta/linfocito; IT: índice tabáquico; IT-CHDL: índice triglicéridos/c-HDL; ITG: índice triglicéridos-glucosa; NS: no significativa; S: significativa; TAD: tensión arterial diastólica; TAS: tensión arterial sistólica.

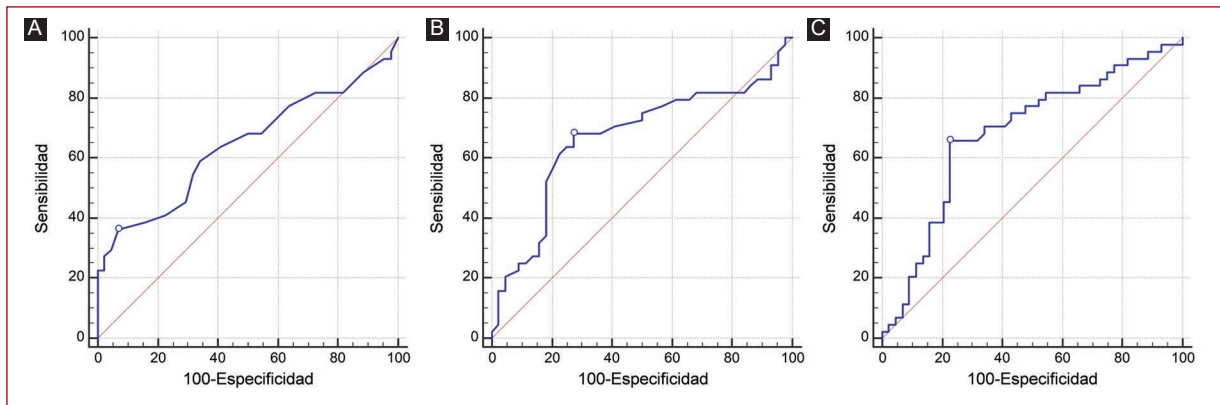


Figura 1. Análisis de curvas ROC. Análisis de la edad (A), índice triglicéridos-colesterol de alta densidad (B) y hemoglobina en la predicción de estenosis significativa (C) por medio de curvas ROC.

AUC elevado, de 0.682 (IC 95%: 0.574-0.777; $p = 0.002$) con un valor de corte óptimo de > 4.05 (sensibilidad 65.91%; especificidad 77.27%) (Fig. 1B), en comparación con la hemoglobina, que tuvo un AUC de 0.668 (IC 95%: 0.559-0.764; $p = 0.005$) con un valor de corte óptimo de ≤ 12.5 (sensibilidad 68.18%; especificidad 72.73%) (Fig. 1C). Es importante mencionar que estos valores de AUC fueron no satisfactorios en las predicciones debido a su valor < 0.7 .

En el grupo de estenosis crítica la hemoglobina fue la única variable con significancia estadística posterior al análisis multivariante, mostrando un AUC de 0.781 (IC 95%: 0.670-0.869; $p < 0.001$) con un valor de corte óptimo de ≤ 12.5 (sensibilidad 76.57; especificidad 72.73), como se muestra en la figura 2.

En la figura 3A se muestran las curvas del grupo con oclusión arterial en donde la hemoglobina presentó el AUC más alto, de 0.759 (IC 95%: 0.676-0.830; $p < 0.001$) con un valor de corte óptimo de ≤ 12.1 (sensibilidad 69.05; especificidad 79.55), seguida de los neutrófilos, con un AUC 0.671 (IC 95%: 0.582-0.751; $p = 0.0008$), punto de corte $> 4,780$ (sensibilidad 77.38% y especificidad 54.55%) (Fig. 3B), y el fibrinógeno con un AUC de 0.743 (IC 95%: 0.658-0.816; $p < 0.001$) con un valor de corte óptimo de > 556 (Fig. 3C).

El índice triglicéridos-glucosa obtuvo un AUC de 0.634 (IC 95%: 0.525-0.734; $p = 0.026$), 0.742 (IC 95%: 0.627-0.836; $p = 0.001$) y 0.692 (IC 95%: 0.604-0.770; $p = 0.001$) para los grupos con estenosis significativa, crítica y oclusión, respectivamente. Sin embargo, al realizar el análisis multivariante no demostraron significancia estadística.

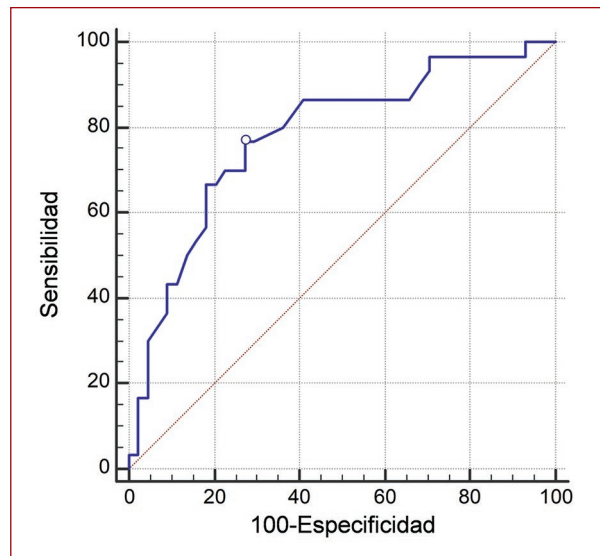


Figura 2. Curva ROC de hemoglobina para predecir la estenosis crítica.

Discusión

En este estudio se propuso un índice de inflamación que pudiese ser predictor de la gravedad de la EAP en paciente con factores de riesgo cardiovascular. El índice triglicéridos-glucosa, además de ser un novedoso marcador de resistencia insulínica, ha mostrado una participación importante en las enfermedades cardiovasculares al compararse con los cambios producidos por la velocidad de la onda de pulso en pacientes con aterosclerosis. Estos toman un punto de corte para este índice que varía entre 8.55 y 8.88, en donde un valor igual o mayor a este se encuentra fuertemente

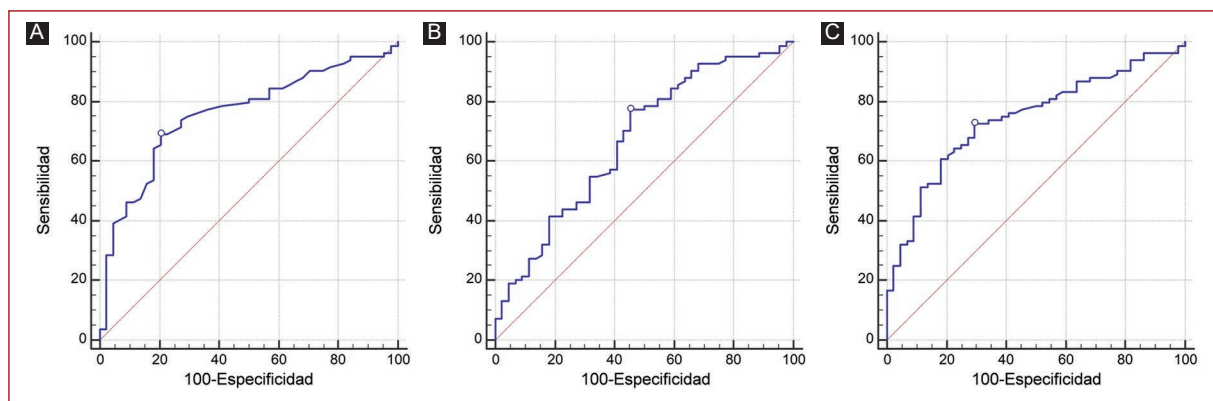


Figura 3. Análisis de curvas ROC. Para la hemoglobina (A), neutrófilos (B) y fibrinógeno (C) en la predicción de la oclusión arterial.

asociado a aterosclerosis subclínica en pacientes no diabéticos, hipertrofia ventricular, IMC, hipertensión arterial elevada y predominante en el sexo masculino^{11,13}. En el contexto del índice triglicéridos-glucosa, Zhang et al. reportaron un AUC de 0.602 (IC 95%: 0.580-0.623; $p < 0.001$) con un punto de corte > 8.88 para identificar a los grupos con mayor incidencia de eventos cardiovasculares adversos¹⁴. Resultados similares fueron reportados por Su et al., quienes describieron que el índice triglicéridos-glucosa tuvo un AUC de 0.601 (IC 95%: 0.559-0.643; $p < 0.001$), con un corte > 8.0 para identificar el número de arterias coronarias afectadas por aterosclerosis¹⁵. En nuestro estudio el porcentaje de estenosis por aterosclerosis determinó la gravedad clínica de los pacientes con EAP y se identificó que el AUC más alto fue de 0.742 (IC 95%: 0.627-0.836; $p < 0.001$) con un punto de corte > 9.18 para aquellos con estenosis crítica, siendo similar a los datos obtenidos de los autores ya mencionados, a pesar de no ser estadísticamente significativo durante el análisis multivariante^{14,15}. En el estudio del riesgo de aterosclerosis en comunidades (ARIC), la proteína C reactiva ultrasensible se asoció con la aparición de la misma enfermedad (*hazard ratio* [HR]: 1.34; IC 95%: 1.18-1.52) y la proteína C reactiva ultrasensible transformada logarítmicamente (HR 1.34; IC 95%: 1.09-1.65)¹⁶. El ligero incremento en el valor de corte del índice triglicéridos-glucosa para nuestra población, así como la falta de significancia, nos hace cuestionarnos si este índice es realmente aplicable en la población mexicana, al ser de los países con mayor número de diabéticos, siendo esto una variable importante para la significancia estadística de acuerdo con varios estudios^{14,15,17}. Nuestro estudio, al ser el primero en comparar la asociación entre este índice triglicéridos-glucosa

y la EAP en la población mexicana, nos incita a reproducirlo con mayor tamaño de muestra para confirmar los hallazgos obtenidos.

Encontramos una alta proporción de pacientes del sexo masculino con EAP, sin embargo, después del análisis univariante y multivariante, el sexo no fue significativo entre los grupos. Se conoce que el diagnóstico puede retardarse en el sexo femenino por presentar claudicación intermitente atípica o presentación asintomática a pesar de presentar un índice tobillo-brazo (ITB) < 0.9 , pero hasta el día de hoy no se ha establecido una explicación clara de por qué los hombres presentan mayor gravedad en la aterosclerosis^{17,18}.

En nuestros resultados se observó que el parámetro bioquímico más comúnmente asociado con la severidad fue la hemoglobina. Algunos autores destacan que una hemoglobina menor a 10 mg/dl se asocia a un mayor riesgo de muerte y amputación en el periodo posquirúrgico y que por cada 1 mg/dl incrementado durante el preoperatorio disminuye en 0.81 la probabilidad de fallecer^{19,20}. Para nuestra población, una hemoglobina < 12.1 mg/dl se relacionaba con mayor gravedad, siendo el AUC de 0.759 (IC 95%: 0.676-0.830; $p = 0.001$) para el grupo con oclusión arterial. Se ha observado que en el paciente con EAP que se manifiesta con claudicación intermitente, la anemia por cualquier causa fue un predictor importante de mortalidad a mediano plazo. Así también los pacientes que presentan isquemia crónica que amenaza la extremidad mostraron alta prevalencia de anemia, siendo un fuerte indicador de amputación y muerte a mediano plazo según los estudios^{19,20}. En nuestro análisis se observó que el antecedente de claudicación y el hallazgo bioquímico de anemia se correlacionaban con la gravedad de la enfermedad arterial en nuestros

pacientes, como se ha descrito. La asociación de la anemia y la gravedad de la enfermedad arterial se entiende al recordar que, en la fisiopatología, los glóbulos rojos al chocar con el endotelio inducen una retención local de lípidos membranosos que genera una hemólisis local y consecuentemente liberación de hemo-Fe⁺⁺ que induce la apoptosis de las células del endotelio arterial^{20,21}. Por lo tanto, al ocurrir este evento en múltiples estadios de la historia natural de la enfermedad, la hemoglobina podría considerarse un parámetro útil para predecir la gravedad de la aterosclerosis.

Debido a la pandemia de COVID-19, es importante mencionar que el fibrinógeno desempeña un papel importante en la patogénesis del daño endotelial, de los estados hipercoagulables y de la trombosis. Se ha observado que las altas concentraciones de fibrinógeno pueden activar de manera directa las condiciones proaterogénicas, que consecuentemente intensifican la progresión de la EAP²¹. En nuestro estudio se pudo mostrar asociación entre la estenosis significativa y la oclusión; sin embargo, al ser un reactante de fase aguda, puede estar sujeto a sesgo, principalmente en pacientes diabéticos²¹.

Las limitaciones de nuestro estudio son: a) se trata de un estudio ambispectivo que fue llevado a cabo en un único centro hospitalario; b) la población de estudio fue pequeña, sin embargo, puede ser de utilidad para comparar los resultados con otros estudios con números similares de pacientes con EAP, y c) no hubo control farmacológico previo al primer contacto, lo que puede afectar a los parámetros de laboratorio. No existe diferencia en la prevalencia por sexo, sin embargo, los pacientes menores de 65 años con factores de riesgo cardiovascular tienen mayor riesgo de presentar gravedad de la enfermedad. La mayoría de los pacientes con EAP captados por los diferentes servicios del hospital (consulta externa, hospitalización y urgencias) se presentan en el estado clínico con mayor riesgo de amputación y mortalidad a mediano plazo (Rutherford III C5). Por otro lado, los puntos fuertes de nuestro estudio son la evidencia sobre la asociación entre la hemoglobina y la gravedad de la EAP, y que es un estudio realizado en la población mexicana, lo que es relevante para comparar los resultados de los estudios de diferentes países.

Conclusión

Los resultados de este estudio sugieren que el índice triglicéridos-glucosa podría estar asociado con la

gravedad de la aterosclerosis en pacientes con factores de riesgo cardiovascular. Se requiere un estudio multicéntrico para corroborar nuestros hallazgos.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores públicos, comercial o con ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran haber seguido las normas éticas del comité de experimentación pertinente, de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki. Los procedimientos contaron con la aprobación del Comité de Ética institucional.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de su centro sanitario/institución para acceder a los datos de las historias clínicas. Se ha obtenido el consentimiento informado de los pacientes y se cuenta con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no se utilizó algún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.


Referencias

1. Criqui MH, Aboyans V. Epidemiology of peripheral artery disease. *Circ Res.* 2015;116(9):1509-26.
2. Aday AW, Matsushita K. Epidemiology of peripheral artery disease and polyvascular disease. *Circ Res.* 2021;128(12):1818-32.
3. Aboyans V, Ricco JB, Bartelink MEL, Björck M, Brodmann M, Cohnert T, et al. 2017 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of peripheral arterial diseases, in collaboration with the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Rev Esp Cardiol (Engl Ed).* 2018;71(2):111.
4. van Dam-Nolen DHK, van Dijk AC, Crombag GAJC, Lucci C, Kooi ME, Hendrikse J, et al. Lipoprotein(a) levels and atherosclerotic plaque characteristics in the carotid artery: The Plaque at RISK (PARISK) study. *Atherosclerosis.* 2021;329:22-9.
5. Redgrave JNE, Lovett JK, Rothwell PM. Histological features of symptomatic carotid plaques in relation to age and smoking: the oxford plaque study. *Stroke.* 2010;41(10):2288-94.
6. Ammirati E, Moroni F, Norata GD, Magnoni M, Camici PG. Markers of inflammation associated with plaque progression and instability in patients with carotid atherosclerosis. *Mediators Inflamm.* 2015;2015:718329.
7. Gijssberts CM, Ellenbroek GHJM, Ten Berg MJ, Huisman A, van Solinge WW, Lam CS, et al. Effect of monocyte-to-lymphocyte ratio on heart failure characteristics and hospitalizations in a coronary angiography cohort. *Am J Cardiol.* 2017;120(6):911-6.

8. Baltas S, Celik T, Mikhailidis DP, Ozturk C, Demirkol S, Aparci M, et al. The relation between atherosclerosis and the neutrophil-lymphocyte ratio. *Clin Appl Thromb Hemost.* 2016;22(5):405-11.
9. Vakili H, Shirazi M, Charkhar M, Khareshi I, Memaryan M, Naderian M. Correlation of platelet-to-lymphocyte ratio and neutrophil-to-lymphocyte ratio with thrombolysis in myocardial infarction frame count in ST-segment elevation myocardial infarction. *Eur J Clin Invest.* 2017;47(4):322-7.
10. Yalim Z, Aldemir M, Emren SV. Association of inflammatory markers with multisite artery disease in patients with peripheral arterial disease. *Clin Investig Arterioscler.* 2021;33(2):55-61.
11. Baydar O, Kilic A, Okcuoglu J, Apaydin Z, Can MM. The triglyceride-glucose index, a predictor of insulin resistance, is associated with subclinical atherosclerosis. *Angiology.* 2021;72(10):994-1000.
12. Wu Z, Wang J, Li Z, Han Z, Miao X, Liu X, et al. Triglyceride glucose index and carotid atherosclerosis incidence in the Chinese population: a prospective cohort study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2021;31(7):2042-50.
13. Sajdeya O, Beran A, Mhanna M, Alharbi A, Burmeister C, Abuhelwa Z, et al. Triglyceride glucose index for the prediction of subclinical atherosclerosis and arterial stiffness: a meta-analysis of 37,780 individuals. *Curr Probl Cardiol.* 2022;47(12):101390.
14. Zhang Y, Ding X, Hua B, Liu Q, Gao H, Chen H, et al. High triglyceride-glucose index is associated with adverse cardiovascular outcomes in patients with acute myocardial infarction. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2020;30(12):2351-62.
15. Su J, Li Z, Huang M, Wang Y, Yang T, Ma M, et al. Triglyceride glucose index for the detection of the severity of coronary artery disease in different glucose metabolic states in patients with coronary heart disease: a RCSCD-TCM study in China. *Cardiovasc Diabetol.* 2022;21(1):96.
16. Ding N, Yang C, Ballew SH, Kalbaugh CA, McEvoy JW, Salameh M, et al. Fibrosis and inflammatory markers and long-term risk of peripheral artery disease: The ARIC Study. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2020;40(9):2322-31.
17. Lu YW, Chang CC, Chou RH, Tsai YL, Liu LK, Chen LK, et al. Gender difference in the association between TyG index and subclinical atherosclerosis: results from the I-Lan Longitudinal Aging Study. *Cardiovasc Diabetol.* 2021;20(1):206.
18. Pabon M, Cheng S, Altin SE, Sethi SS, Nelson MD, Moreau KL, et al. Sex differences in peripheral artery disease. *Circ Res.* 2022;130(4):496-511.
19. Esteban C, Hernández-Rodríguez I. Peripheral arterial disease and anaemia. *Med Clin (Barc).* 2022;158(5):221-8.
20. Esteban C, Rodríguez P, Escudero JR, Clarà A, Fernández A, Fernández S, et al. Anaemia in patients who underwent vascular surgery: a significant predictor of amputation and death. *Med Clin (Barc).* 2019;152(1):6-12.
21. Surma S, Banach M. Fibrinogen and atherosclerotic cardiovascular diseases-review of the literature and clinical studies. *Int J Mol Sci.* 2021;23(1):193.

Fístulas arteriovenosas traumáticas en civiles víctimas de violencia: estudio retrospectivo

Traumatic arteriovenous fistulas in civilian victims of violence: a retrospective study

René A. Rojas-Morán^{1*} , Jaime G. López-Taylor¹, Sergio A. Sánchez-Vergara¹, Luis Á. Velasco-Fierro², Andrea N. Meza-Razo³, Carlos J. Bernal-González¹ y Joel Hernández-Galindo¹

¹Servicio de Cirugía del Tórax y Vascular, Benemérito Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde; ²Cirugía General, Hospital General Regional 180, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS); ³Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jal., México

Resumen

Antecedentes: Las lesiones vasculares ocurren en el 3% de los traumatismos y representan el 0.67% de las consultas en urgencias. Las fístulas arteriovenosas traumáticas (FAVT) son infrecuentes en contexto civil. **Objetivo:** Describir las características epidemiológicas, clínicas y el tratamiento de FAVT en víctimas de violencia atendidas entre abril de 2022 y abril de 2025 en el Hospital Civil de Guadalajara. **Método:** Estudio retrospectivo clínico-epidemiológico. Se analizaron variables del trauma, abordaje quirúrgico, complicaciones, estancia hospitalaria y supervivencia. **Resultados:** Se revisaron seis casos, todos hombres (edad media: 34 años). Tres FAVT fueron por arma de fuego y tres por objeto cortopunzante; tres afectaron el lado derecho. Las localizaciones fueron femoro-femoral ($n = 3$), braquiocéfálica, braquiobasílica y radio-cefálica. Se realizó bypass en cinco casos y ligadura en uno, todos con vena safena. No se utilizaron shunts temporales. Cuatro pacientes presentaron lesiones nerviosas asociadas. Todos sobrevivieron. Estancia promedio: 4.67 días. **Conclusiones:** Las FAVT son raras pero relevantes. El diagnóstico oportuno, uso adecuado de imágenes y cirugía planificada son claves. La estabilidad hemodinámica permitió reconstrucción vascular. La cirugía abierta sigue siendo tratamiento accesible. Este estudio aporta evidencia nacional sobre FAVT, destacando la importancia del diagnóstico precoz y tratamiento oportuno.

Palabras clave: Trauma vascular. Fístula arteriovenosa. FAV. Fístula arteriovenosa traumática. Trauma vascular.

Abstract

Background: Vascular injuries represent 3% of all trauma cases and 0.67% of emergency consultations. Traumatic arteriovenous fistulas (TAVFs) are rare in Mexican hospitals. **Objective:** To describe the epidemiological, clinical characteristics and management of TAVFs in victims of violence treated at the Civil Hospital of Guadalajara between April 2022 and April 2025. **Method:** Retrospective clinical-epidemiological study analyzing trauma mechanisms, surgical approach, complications, hospital stay, and survival. **Results:** Six male patients (mean age: 34) were included. Three TAVFs resulted from gunshots and three from stab wounds; three involved the right side. Locations included femoro-femoral ($n = 3$), brachiocephalic, brachio-basilic, and radiocephalic. Five underwent bypass surgery with safena magna vein; one had vascular ligation. No temporary shunts were used. Four had associated nerve injuries. All patients survived. Average hospital stay was 4.67 days. **Conclusions:** TAVFs, though rare, require prompt diagnosis and treatment. Imaging and surgical planning are essential. Hemodynamic

*Correspondencia:

René A. Rojas-Morán
E-mail: renerojas707@gmail.com

Fecha de recepción: 03-06-2025
Fecha de aceptación: 01-09-2025
DOI: 10.24875/RMA.25000025

Disponible en internet: 25-03-2026
Rev Mex Angiol. 2026;54(1):18-23
www.RMAngiologia.com

0377-4740© 2025 Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vascular y Endovascular, A.C. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

stability allowed vascular reconstruction. Open surgery remains the most accessible option. Nerve injuries underline the need for multidisciplinary care. This study provides national data on civilian TAVFs, highlighting the importance of early diagnosis and timely surgical intervention to improve outcomes and reduce complications.

Keywords: Vascular trauma. Arteriovenous fistula. AVF. Traumatic arteriovenous fistula. Vascular injury.

Introducción

Es importante comenzar por definir el término de fístula arteriovenosa (FAV): conexión anómala entre una arteria y una vena. Pueden clasificarse en congénitas y adquiridas¹.

Las FAV adquiridas se pueden ocasionar por diferentes mecanismos, entre estos se describen las FAV iatrogénicas o bien por traumatismos contusos o penetrantes².

Las FAV iatrogénicas se deben a procedimientos invasivos sobre vasos sanguíneos como cateterismos cardíacos, colocación de catéteres venosos centrales, así como intervenciones quirúrgicas, entre las que destacan las cirugías vasculares y cirugías ortopédicas, también pueden producirse en tomas de biopsia sin visión directa³.

Las FAV traumáticas (FAVT) son ocasionadas por diferentes mecanismos de trauma, el trauma contuso y trauma penetrante, el cual puede dividirse en herida por arma de fuego y herida por arma blanca, encontrando también lesiones por artefactos explosivos.

La epidemiología de las FAV en México no está descrita, se tiene conocimiento de su epidemiología basado en una serie realizada en el extranjero de 558 FAVT, realizada en población militar y describiendo que la localización más común de FAVT con un 28% son las arterias femoral superficial y femoral profunda, menciona también que en población civil la localización más frecuente con un 12% es la arteria femoral común y la causa más común es iatrogénica².

Fisiopatología

Como ya se mencionó previamente, en una FAV se produce la conexión de un sistema de alta presión (arterial) con un sistema de baja presión (venoso), lo cual implica que sangre proveniente del sistema arterial pasará al sistema venoso. Debido a esto, existe una disminución de la resistencia periférica en el lugar de la fístula y un aumento del gradiente de la arteria proximal¹.

Una FAV produce efectos sistémicos y locales, los cuales dependerán directamente del tamaño y localización de dicha fístula³.

En los efectos sistémicos podemos encontrar aumento del gasto cardíaco, así como un incremento en la función cardíaca, secundario a lo cual se puede producir hipertrofia, dichos efectos van en función del tamaño y cercanía de la fístula con el corazón⁴.

Como efectos locales se describe la isquemia, que irá en función del sitio y diámetro de la FAV, por mecanismo de robo vascular, el efecto de masa causado por proliferación vascular disfuncional en la región afectada (mismo que podría ser también causante de isquemia). Se describe también el efecto de hiperemia, el cual va a condicionar hipertensión venosa distal e insuficiencia venosa⁵. Se han descrito seis tipos de FAV (Tabla 1)⁶.

Presentación clínica

Se debe de realizar una historia clínica y exploración física completa. Una vez que tenemos un paciente con antecedente de los procedimientos previamente mencionados o bien de algún tipo de traumatismo, se procede a la exploración física dirigida, en la cual es posible encontrar dilatación y pulsaciones prominentes visibles en la arteria en la región cercana a la fístula, así como en venas circundantes. La isquemia y ulceración dérmicas pueden ocurrir debido a secuestro sanguíneo e hipertensión venosa. Otros de los datos clínicos que pueden observarse son aquellos compatibles con insuficiencia arterial, como hipotermia, claudicación isquémica o bien de insuficiencia venosa como dermatitis ocre y edema periférico. Puede también producirse cierto grado de neuropatía periférica debido a disminución en la perfusión en la *vasa nervorum* distal a la fístula⁷. En FAV de gran tamaño se pueden encontrar datos de insuficiencia cardíaca congestiva.

Existen datos altamente sugestivos de una FAV, entre los que se describen frémito a la palpación y un soplo continuo a la auscultación⁸.

Diagnóstico

Se realiza con historia clínica completa, buscando los datos clínicos ya mencionados, y se complementa con estudios de imagen.

Tabla 1. Clasificación de tipos de fístulas arteriovenosas

Tipo	Descripción
1	Comunicación simple entre una arteria y una vena
2	Interposición de un saco aneurismático entre una arteria y una vena
3	Comunicación arteriovenosa junto con un aneurisma arterial
4	Aneurisma arterial y un saco aneurismático que se comunican con la fístula
5	Presencia de un saco aneurismático que puede estar por arriba o por debajo de la fístula
6	Fístula arteriovenosa localizada dentro de un saco aneurismático

La ultrasonografía Doppler es un estudio no invasivo que nos permite evaluar las características del flujo arterial y venoso, la localización y tamaño de la FAV⁹.

En el ultrasonido Doppler se puede observar un flujo diastólico elevado en la región proximal a la fístula, así como una disminución del flujo arterial en la región distal a la fístula. En la vena se podrá observar un flujo turbulento, que en ocasiones podría llegar a ser pulsátil en su proximidad con la fístula.

La resonancia magnética se sugiere en casos crónicos de FAV, en los que no se detecta en el momento agudo del traumatismo¹.

Otro estudio de imagen es la arteriografía, que debe usarse de manera selectiva para la arteria afectada. Mediante la arteriografía se puede observar llenado venoso simultáneo, visualización de aneurisma arteriovenoso, disminución de la arteria distal y venas y arterias proximales dilatadas. Lo más característico de una FAV en una arteriografía es la presencia de llenado venoso prematuro⁷.

Tratamiento

Se debe realizar una exploración vascular quirúrgica de manera inmediata al encontrar traumatismo con evidencia de daño arterial (ausencia de pulsos o señal Doppler). Los hematomas también deben explorarse, ya que en un 40% de los casos conducen a daño arterial.

El cierre quirúrgico de la FAV sigue siendo el tratamiento de elección, sin embargo también existen alternativas endovasculares, en las que se puede optar por colocar *stent* cubierto y embolización, siendo una opción menos invasiva que pudiese considerarse en pacientes con estabilidad hemodinámica⁶.

Método

Estudio retrospectivo y descriptivo clínico y epidemiológico, realizado con todos los casos de FAV traumáticas de civiles víctimas de violencia tratados en el Benemérito Antiguo Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde entre abril del 2022 y abril del 2025, describiendo las características epidemiológicas, clínicas, y del mecanismo del trauma, la experiencia en el abordaje y resolución quirúrgica, así como las complicaciones asociadas y postoperatorias, los días de estancia intrahospitalaria y la supervivencia de los pacientes posterior a la intervención.

Resultados

Se analizaron seis casos de FAVT tratadas en nuestro centro entre abril de 2022 y abril de 2025. La edad promedio de los pacientes fue de 34 años (rango: 20-78 años), con una mediana de 26.5 años. Todos los pacientes fueron de sexo masculino.

En relación con el mecanismo de lesión, tres pacientes (50%) presentaron heridas por proyectil de arma de fuego y tres (50%) por objeto cortopunzante. El lado afectado fue el derecho en tres casos (50%) y el izquierdo en los restantes. Las localizaciones anatómicas comprometidas fueron la femoro-femoral (n = 3), la braquiocéfálica (n = 1), la braquiobasílica (n = 1) y la radio-cefálica (n = 1).

El abordaje quirúrgico consistió en la realización de un *bypass* en cinco pacientes (83.3%), el 100% se realizó con vena safena mayor y uno mediante ligadura vascular. No se emplearon *shunts* temporales en ninguno de los casos. Todos los pacientes ingresaron con estabilidad hemodinámica y sin evidencia de choque; la presión arterial sistólica promedio en el postoperatorio inmediato fue de 68 mmHg (rango: 65-75 mmHg).

Cuatro pacientes (66.7%) presentaron lesiones nerviosas asociadas. No se documentaron complicaciones postoperatorias en los expedientes clínicos. Todos los pacientes sobrevivieron. El tiempo promedio de estancia hospitalaria fue de 4.67 días (rango: 2-10 días) y ninguno requirió reintervención quirúrgica. Así como todos fueron antiagregados a su egreso con ácido acetilsalicílico a dosis de 100 mg cada 24 h (Tabla 2).

Discusión

Las FAVT representan una entidad clínica poco frecuente, pero de gran relevancia en el contexto del trauma vascular. En esta serie de casos se analizaron

Tabla 2. Pacientes y características demográficas y clínicas de este estudio

Caso	Edad/ sexo	Mecanismo de lesión	Lado	Localización anatómica	Tiempo de evolución	Síntoma principal	Lesión nerviosa asociada	Tipo de reparación	Injerto utilizado	Estancia hospitalaria (días)	Evolución
1	20/M	Proyectil de arma de fuego	Der	Fémoro-femoral	12 h	Hemorragia activa, soplo palpable	Sí	<i>Bypass</i>	Vena safena mayor	3	Sobreviviente, sin complicaciones
2	22/M	Objeto cortopunzante	Izq	Braquiocefálica	8 h	Hematoma pulsátil, thrill	No	<i>Bypass</i>	Vena safena mayor	2	Sobreviviente, sin complicaciones
3	26/M	Proyectil de arma de fuego	Der	Fémoro-femoral	24 h	Hemorragia activa, dolor	Sí	<i>Bypass</i>	Vena safena mayor	5	Sobreviviente, sin complicaciones
4	27/M	Objeto cortopunzante	Izq	Braquiobasílica	6 h	Soplo continuo, edema	Sí	<i>Bypass</i>	Vena safena mayor	4	Sobreviviente, sin complicaciones
5	33/M	Proyectil de arma de fuego	Der	Fémoro-femoral	18 h	Hemorragia activa, masa pulsátil	Sí	<i>Bypass</i>	Vena safena mayor	10	Sobreviviente, sin complicaciones
6	78/M	Objeto cortopunzante	Izq	Radio-cefálica	10 h	Soplo palpable, edema	No	Ligadura vascular	-	4	Sobreviviente, sin complicaciones

M: masculino.

seis pacientes de sexo masculino con diagnóstico confirmado de FAVT mediante angiotomografía y ecografía dúplex, todos tratados quirúrgicamente en nuestro centro entre abril de 2022 y abril de 2025. El predominio en hombres jóvenes concuerda con la literatura internacional, donde esta entidad se asocia a mecanismos de trauma penetrante en población activa y predominantemente masculina^{2,10}.

En cuanto al mecanismo de lesión, la distribución equitativa entre heridas por arma de fuego y objeto cortopunzante observada en nuestra serie refleja la dualidad de mecanismos descrita del trauma vascular^{2,3}. No obstante, diversos reportes han señalado una mayor prevalencia de lesiones por arma de fuego, especialmente en entornos de violencia armada o conflicto bélico, como lo evidencian las series militares con alta incidencia de FAV en territorio femoral^{2,7}. En contraste, en poblaciones civiles, la localización más frecuente es la arteria femoral común por causas iatrogénicas¹⁰.

La localización anatómica de las FAV en nuestra serie mostró un predominio de la región femoral (Fig. 1), lo cual coincide con las zonas de acceso más frecuente en trauma penetrante. La fisiopatología subyacente en estas lesiones implica el paso directo de sangre del sistema arterial al venoso, generando un circuito de bajo flujo periférico y aumento del retorno venoso central, lo cual puede desencadenar manifestaciones locales como isquemia, hiperemia o edema, y sistémicas como insuficiencia cardíaca de gasto alto dependiendo del calibre y localización de la fístula^{1,4,5}.

En nuestra población, todos los pacientes se encontraban hemodinámicamente estables al ingreso, lo que permitió una evaluación diagnóstica ordenada y abordaje quirúrgico planificado. Este hecho contrasta con otros reportes donde la presencia de sangrado activo, hematomas pulsátiles o choque hipovolémico obliga a intervenciones de urgencia sin estudios de imagen previos^{8,9}. La estabilidad clínica también favoreció la realización de procedimientos reconstructivos mediante *bypass* en la mayoría de los casos, lo que se alinea con las recomendaciones actuales que favorecen la restauración del flujo arterial, especialmente en pacientes jóvenes y con buena reserva funcional como la mayoría de nuestros casos. Por limitaciones económicas y mejores tasas de permeabilidad descrita en todos nuestros pacientes a los que se les realizó *bypass* se utilizó la vena safena mayor⁶.

El diagnóstico clínico de las FAV se basa en hallazgos característicos como frémito palpable, soplo continuo y signos de hipertensión venosa distal, los

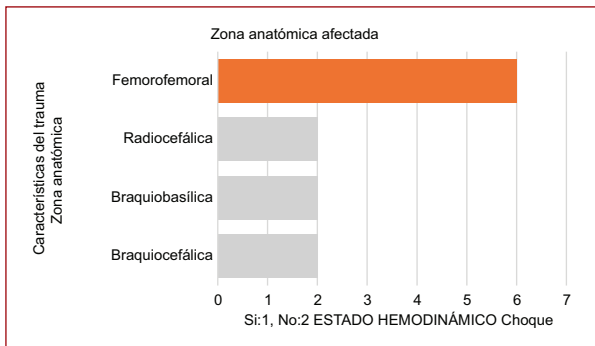


Figura 1. Gráfica de zona anatómica afectada.

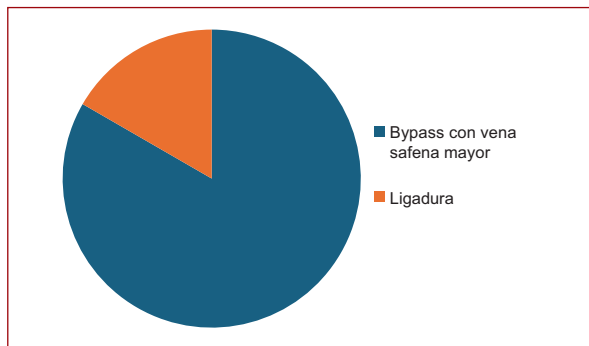


Figura 3. Gráfica de las técnicas quirúrgicas realizadas.

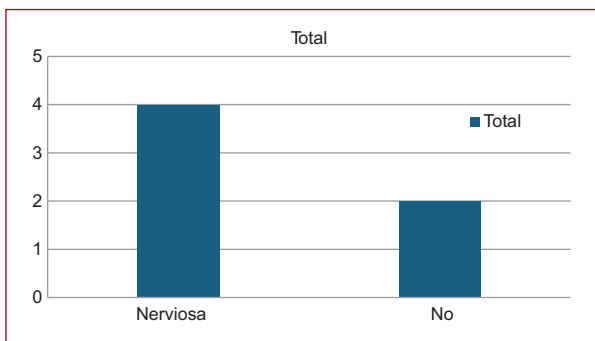


Figura 2. Gráfica de las lesiones asociadas a fístulas arteriovenosas traumáticas.

cuales estuvieron presentes en diversos grados en nuestra serie.

En nuestra experiencia no se observaron complicaciones postoperatorias ni reintervenciones, lo cual podría atribuirse a una detección oportuna, pacientes estables hemodinámicamente, un abordaje quirúrgico adecuado y a la ausencia de condiciones sistémicas que comprometieran la evolución. A pesar de ello, se identificaron lesiones nerviosas asociadas en dos tercios de los casos, lo que subraya la necesidad de un abordaje multidisciplinario para la evolución y la reintegración de las víctimas en el trauma vascular complejo^{8,9} (Fig. 2).

Finalmente, si bien el tratamiento quirúrgico continúa siendo el estándar, la literatura reciente describe abordajes endovasculares con colocación de *stents* cubiertos o embolización selectiva como alternativas viables en casos seleccionados, particularmente en pacientes hemodinámicamente estables o con alto riesgo quirúrgico¹⁰. La elección del tratamiento debe individualizarse, considerando factores anatómicos, fisiológicos, y los recursos disponibles; como en

nuestro caso, en el cual la cirugía abierta sigue siendo la opción más accesible para la población civil que atendemos (Fig. 3).

Conclusiones

Nuestros hallazgos contribuyen a la limitada literatura nacional sobre las FAVT en el contexto de la población civil víctima de violencia, enfatizando la importancia del reconocimiento clínico, el uso adecuado de métodos de imagen y la intervención quirúrgica oportuna para reducir la morbilidad asociada.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores públicos, comercial o con ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de su centro sanitario/institución para acceder a los datos de las historias clínicas. Se ha obtenido el consentimiento informado de los pacientes y se cuenta con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial.

Los autores declaran que no se utilizó algún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.

Referencias

1. Varela Jiménez I, Gutiérrez Arias E. Las fístulas arteriovenosas traumáticas. *Salus*. 2017;21(1):26-9.
2. Sidawy AN, Perler BA. *Rutherford's vascular surgery and endovascular therapy*. 2nd ed. United States: Elsevier Health Sciences; 2022.
3. Gutiérrez Carreño R, Sánchez Fabela C, Sigler Morales L, Enriquez Vega E, Velasco Ortega C, Mendieta Hernández M. Trauma vascular con fístulas arteriovenosas. *Rev Mex Angiol*. 2007;35:190-7.
4. Abreo G, Lenihan DJ, Nguyen P, Runge MS. High-output heart failure resulting from a remote traumatic aorto-caval fistula: diagnosis by echocardiography. *Clin Cardiol*. 2000;23(4):304-6.
5. Piñol Jané A, Vélez Lomana A, Hermoso Cuenca V, Pujol Azagra CS. Insuficiencia venosa crónica como forma de presentación de una fístula arteriovenosa traumática. *Med Clin (Barc)*. 2004;122(16):637-8.
6. Torres Espinosa SD, Virgen Castillo LR, García Hernández F. Tratamiento quirúrgico y endovascular de las fístulas arteriovenosas secundarias a trauma vascular. *Orthotips*. 2013;9(2):99-103.
7. Rodríguez AP, Arroyo F, Franco CA, Mendoza J, Castillo E, Londoño D, et al. Experiencia en el manejo de fístulas arteriovenosas traumáticas en el Hospital Militar Central de Bogotá, Colombia. *An Med Asoc Med Hosp ABC*. 2008;53(2):74-80.
8. Hartung O, García S, Alimi YS, Juhan C. Extensive arterial aneurysm developing after surgical closure of long-standing post-traumatic popliteal arteriovenous fistula. *J Vasc Surg*. 2004;39(4):889-92.
9. López-Narváez L, Salazar-Trujillo A, Cáceres-Sepúlveda JF, Rincón-Guio C, Charry-Cuellar JD. Trauma vascular periférico. Revisión de la literatura. *Cir Gen*. 2019;41(3):184-90.
10. Balance de la seguridad en Bogotá, primer semestre de 2014. Observatorio de Seguridad en Bogotá [Internet]. Cámara de comercio de Bogotá; abril de 2015. Disponible en: <https://storage.ideaspaz.org/documents/5579bfbf06117.pdf>

Abordaje medial en el manejo quirúrgico del aneurisma arterial poplíteo: reporte de caso y revisión de la literatura de la evidencia clínica

Medial approach for popliteal artery aneurysm repair: case report and literature review of clinical evidence

Omar A. Hernández-Hurtado, Luisa F. Hernández-Rivera y Miguel A. Mendoza Romo-Ramírez*

Departamento de Angiología y Cirugía Vasculard, Hospital Central del Estado, Chihuahua, Chih., México

Resumen

Antecedentes: La presentación clínica de los aneurismas poplíteos (AP) puede variar desde asintomática hasta isquemia irreversible de la extremidad. La reparación quirúrgica del AP depende de su tamaño y ubicación, y de las características del paciente; su manejo quirúrgico puede ser endovascular o abierto mediante abordaje posterior o medial. **Objetivo:** Realizar la presentación de un caso de exclusión de AP por abordaje medial acompañada de una revisión actualizada de la literatura sobre el tema. **Método:** Reporte de caso de hombre de 71 años con AP y de aorta abdominal, que fue sometido a cirugía para reparar el AP mediante un abordaje medial. Se realizó búsqueda de literatura médica para analizar la evidencia disponible del procedimiento. **Resultados:** El paciente presentó una excelente evolución postoperatoria, con resolución de los síntomas y recuperación funcional de la extremidad. El abordaje abierto, en general, ofrece mejores resultados a largo plazo en términos de permeabilidad del injerto en comparación con las técnicas endovasculares. **Conclusión:** El presente caso clínico y la revisión de la literatura subrayan la importancia del abordaje quirúrgico medial en el manejo de AP trombosados en adultos mayores. La exitosa resolución del caso presentado demuestra la viabilidad y eficacia de esta técnica en pacientes con comorbilidades.

Palabras clave: Aneurisma poplíteo. Bypass femoropoplíteo. Abordaje medial. Cirugía vascular. Reparación vascular.

Abstract

Background: The clinical presentation of popliteal aneurysms (PA) can range from asymptomatic to irreversible limb ischemia. Surgical repair of PA depends on its size and location, and on the characteristics of the patient, with management options including endovascular or open approaches via posterior or medial access. **Objective:** To present a case of PA exclusion through a medial approach, accompanied by an updated review of the literature on the topic. **Method:** We report the case of a 71-year-old male with a popliteal and abdominal aortic aneurysm who underwent surgery for popliteal aneurysm repair via a medial approach. A literature review was conducted to analyze the available evidence on this procedure. **Results:** The patient experienced an excellent postoperative outcome, with symptom resolution and functional recovery of the limb. Open surgical approaches generally offer better long-term outcomes in terms of graft patency compared to endovascular techniques. **Conclusion:** This case report and literature review highlight the importance of the medial surgical approach in managing thrombosed popliteal aneurysms in older adults. The successful resolution of this case demonstrates the feasibility and effectiveness of this technique in patients with comorbidities.

Keywords: Popliteal aneurysm. Femoropopliteal bypass. Medial approach. Vascular surgery. Vascular repair.

*Correspondencia:

Miguel A. Mendoza Romo-Ramírez
E-mail: miguelmerz575@gmail.com

Fecha de recepción: 25-09-2023

Fecha de aceptación: 26-01-2025

DOI: 10.24875/RMA.23000034

Disponible en internet: 25-03-2026

Rev Mex Angiol. 2026;54(1):24-29

www.RMAngiologia.com

0377-4740© 2025 Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vasculard y Endovascular, A.C. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

El concepto de aneurisma arterial es el incremento 1.5 veces el diámetro del segmento de arteria normal adyacente, sin embargo la literatura es variada en cuanto a las dimensiones establecidas para un aneurisma poplíteo, ya que varía según el sexo del paciente, desde 0.5 hasta 1.1 cm y generalmente se considerará arteria poplíteo aneurismática con un diámetro de 2 cm¹. Los aneurismas de la arteria poplíteo son los más comunes de las arterias periféricas, pero a pesar de tener alta prevalencia son infradiagnosticados, su presentación es desde asintomático hasta datos tardíos de isquemia irreversible debido a embolia², hay casos descritos en concomitancia con aneurisma de aorta abdominal (AAA), en donde la asociación de aneurismas periféricos con aneurismas aórticos varía desde el 50 al 90% para los aneurismas femorales, así como del 30 al 50% para los poplíteos y la bilateralidad ocurre en el 25 a 50% de los aneurismas femorales y el 50 a 70% en aneurismas poplíteos^{3,4}.

En los pacientes con AAA sospechado o conocido es necesario realizar un examen físico que incluya una evaluación de las arterias femoral y poplíteo, además de un estudio de imagen de la región poplíteo⁵. Así como en pacientes con un aneurisma de la arteria poplíteo o femoral se recomienda el cribado por ultrasonido de un AAA concomitante, en su protocolo de atención para los hombres de 65 a 75 años que tengan antecedentes de consumo de tabaco⁶.

En uno de los estudios más grandes que se han publicado sobre aneurisma poplíteo, Ravn confirma que es más frecuente la presentación entre los hombres (94.2% en Suecia) donde la mediana de edad fue 71 años (rango: 18-94 años)⁷. Y en un estudio de pacientes hospitalizados se identificó que la incidencia de aneurismas de la arteria femoral o poplíteo era de 7.4 por 100,000 hombres y de 1 en 100,000 mujeres⁸.

La indicación de reparación quirúrgica de un aneurisma se elige por su riesgo de ruptura según el diámetro máximo, como mencionan las guías europeas. En cuanto al AAA recomiendan la reparación electiva para el paciente de sexo masculino con riesgo quirúrgico bajo o aceptable con un AAA fusiforme mayor o igual a 5.5 cm y la reparación en mujeres con AAA entre 5.0 cm y 5.4 cm de diámetro⁹. En cuanto a los aneurismas poplíteos, según algunos autores, todos deben repararse una vez que se encuentran, independientemente del tamaño, debido a las altas tasas de complicaciones y pérdida de extremidades¹⁰. Sin



Figura 1. Extremidad inferior izquierda con edema en región infragenicular, evidencia de red colateral venosa.

embargo la indicación de reparación quirúrgica del aneurisma poplíteo aparte del tamaño depende también de la ubicación y las características anatómicas del paciente, pudiendo ser endovascular o abierta; esta última se subdivide en abordajes posterior y medial, como la enfocada en la presente exposición de caso y revisión del estado de la cuestión.

Objetivo

Presentar un caso clínico detallado de abordaje medial en el manejo quirúrgico del aneurisma arterial poplíteo, describiendo la técnica empleada y el seguimiento postoperatorio. Adicionalmente, se realizará una revisión exhaustiva de la literatura científica más reciente sobre este abordaje, con el fin de analizar los resultados reportados, las indicaciones y contraindicaciones, y las tendencias actuales en el manejo de estos pacientes.

Método

Se presenta el caso de un paciente de sexo masculino con 71 años, con antecedente de tabaquismo crónico e índice tabáquico de 4.5 paquetes año, hipertensión arterial sistémica en tratamiento con enalapril e hiperplasia prostática benigna en tratamiento con tamsulosina, que presentó datos de claudicación a nivel de gastrocnemios de miembro pélvico izquierdo (MPI), de un año de evolución. Acudió a consulta con dolor intermitente y a la inspección, importante red colateral, dermatitis ocre y edema de predominio infragenicular de MPI (Fig. 1), a la palpación: sin pulsos distales

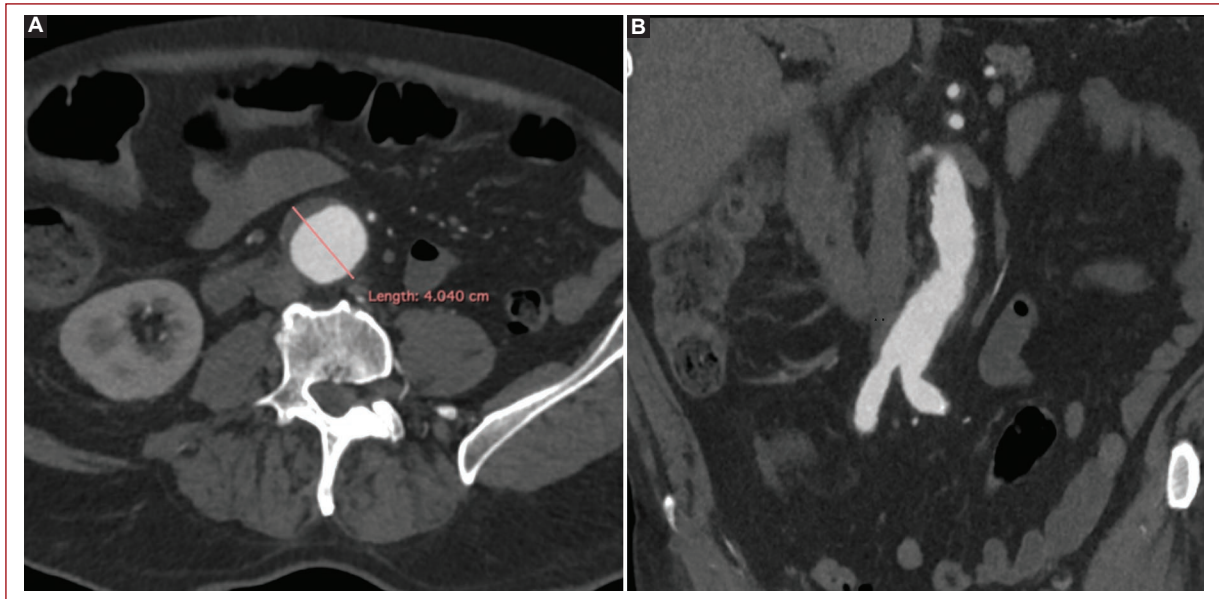


Figura 2. Imagen de angiotomografía. Corte axial de angiotomografía contrastada con evidencia de aneurisma aorta abdominal de 4.0 cm (A), así como corte coronal con tortuosidad de segmento aneurismático (B).

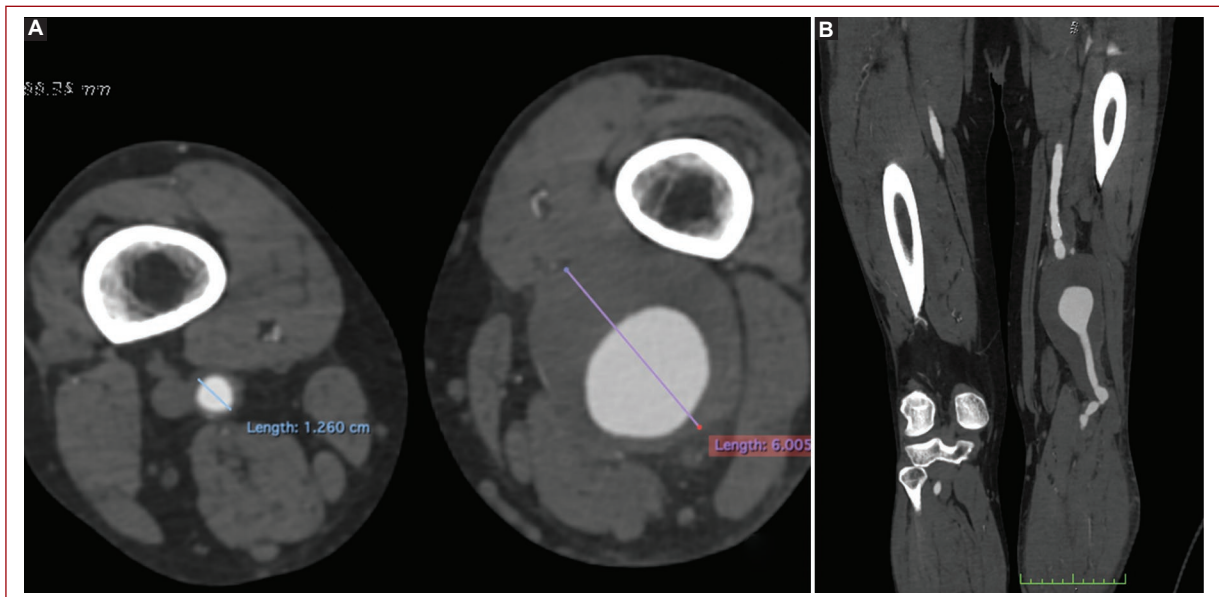


Figura 3. Imagen de angiotomografía. Corte axial del estudio contrastado con evidencia de aneurisma poplíteo izquierdo de 5.5 (A), así como corte coronal con evidencia de segmento distal de arteria femoral superficial, hasta segmento 3 de la arteria poplítea (B).

(pedio y tibial posterior), así como presencia de pulso poplíteo aumentado y pulso femoral conservado.

Por lo cual se solicita angiotomografía contrastada de aorta infrarrenal y miembros pélvicos, identificando AAA de 4.0 cm (Fig. 2), así como aneurisma poplíteo izquierdo de 5.5 cm abarcando desde segmento distal

arteria femoral superficial hasta segmento 3 de la arteria poplítea, además importante compresión extrínseca de vena poplítea ipsilateral (Fig. 3).

Cumpliendo con criterios quirúrgicos, se procedió mediante abordaje medial, colocando al paciente en decúbito supino. Se expone la vena safena como primer

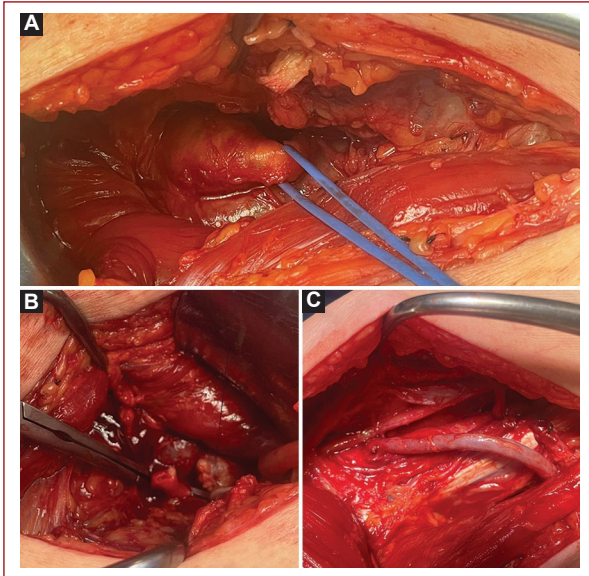


Figura 4. Secuencia intraoperatoria de la reparación de aneurisma de la arteria poplíteo. Referencia proximal de aneurisma poplíteo en región de femoral superficial (A). Ligadura proximal y distal abarcando toda la extensión de aneurisma poplíteo (B). Injerto autólogo anastomosado de vena safena mayor (C).

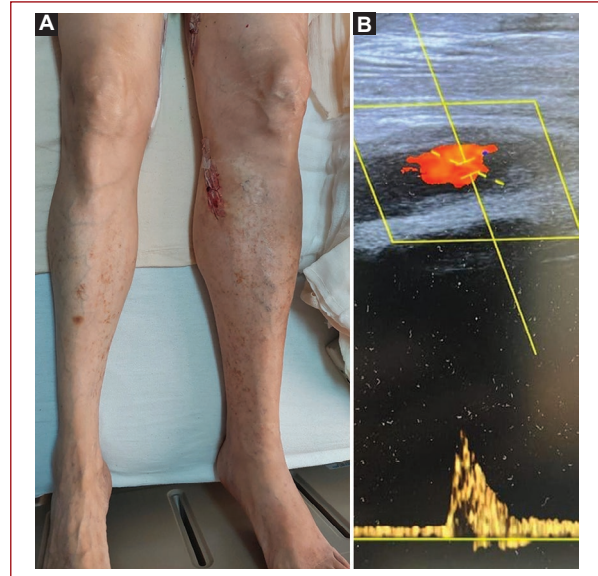


Figura 5. Resultados. Estado de seguimiento postoperatorio con evidente disminución de edema generalizado en extremidad inferior izquierda (A). Hallazgos ultrasonográficos de nuestro paciente con evidencia de flujo en injerto y adecuada permeabilidad (B).

paso, comenzando en la extremidad contralateral, por los datos de trombosis venosa profunda en MPI, debido a la compresión adyacente del aneurisma de arteria hacia la vena poplíteo, la cual clínicamente presenta datos de hipertensión venosa, posteriormente abordando mediante incisión para exponer la arteria femoral en segmento distal y por debajo de la articulación de la rodilla arteria poplíteo.

Se realizó ligadura proximal y distal de aneurisma, con puente desde segmento distal de la arteria femoral superficial hasta el segmento 3 de la arteria poplíteo, con injerto autólogo de vena safena mayor reversa, y anastomosis término-terminal por mejor hemodinámica de flujo, además de que la discrepancia entre la arteria poplíteo y el injerto de derivación no eran muy diferentes (Fig. 4). Culminando evento quirúrgico con éxito, su evolución clínica con disminución general de edema, reincorporación a la deambulacion temprana, egresando a los dos días posteriores del evento quirúrgico, durante el seguimiento posquirúrgico y en consulta externa, manteniendo adecuada permeabilidad y extremidad inferior compensada (Fig. 5).

La revisión de la literatura médica para analizar la evidencia disponible sobre el tratamiento quirúrgico de los aneurismas poplíteos, con énfasis en el abordaje medial, consistió en una búsqueda intencionada en: PubMed (la base de datos bibliográfica de la National

Library of Medicine, Google Scholar (un motor de búsqueda académico de literatura científica), Scopus (base de datos bibliográfica especializada en medicina) y EMBASE (una base de datos biomédica que cubre literatura médica).

Esta exploración confirmó que el abordaje medial es una opción terapéutica efectiva para los aneurismas poplíteos. El abordaje abierto, en general, ofrece mejores resultados a largo plazo en términos de permeabilidad del injerto en comparación con las técnicas endovasculares.

Discusión

En cuanto a la fisiopatología de aneurismas poplíteos, se han descrito factores físicos y hemodinámicos, como el flujo turbulento producido por compresiones extrínsecas a nivel del hiato del aductor mayor o anillo de Hunter, el ligamento arcuato poplíteo o el origen del músculo gastrocnemio, así como las ramificaciones distales de la arteria poplíteo, por ello los investigadores atribuyen la formación del aneurisma a una pérdida de la integridad mecánica de la pared de la arteria poplíteo y al equilibrio alterado entre la producción y la degradación de los constituyentes de la pared vascular. La ubicación anatómica de la arteria

poplítea en un punto de flexión alto y las tensiones repetitivas encontradas en la arteria en esta ubicación pueden ser factores causales adicionales de los aneurismas poplíteos¹¹.

El caso presentado corresponde a un hombre en rango de edad de la octava década de vida, con aneurisma poplíteo y presencia de aneurisma abdominal concomitante de 4 cm, del cual, de acuerdo con guías internacionales, se puede realizar seguimiento por ultrasonido anual hasta llegar al criterio quirúrgico de 5.5 cm de diámetro en el sexo masculino^{12,13}. Por ello únicamente se recurrió al manejo quirúrgico de aneurisma poplíteo. Dado que su diámetro era mayor a 2 cm se procedió mediante abordaje abierto medial, como medida de salvamento de extremidad, ya que el riesgo de complicaciones tromboembólicas en aneurisma poplíteo asintomáticos es del 39% y de amputación de la extremidad a pesar de la revascularización es de más del 40%.

El tratamiento clásico de los aneurismas poplíteos es la exclusión del aneurisma seguido de la revascularización del miembro mediante un *bypass* con vena autóloga, debido a que la cirugía abierta sigue presentando mejores resultados en cuanto a la permeabilidad a largo plazo¹⁴.

Dentro del manejo abierto existe el abordaje medial y el abordaje posterior. Actualmente sigue siendo controvertido cuál debe ser el método de referencia; en estudios de revisión sistemática no se dispone de datos comparativos de alto nivel que comparen la reparación posterior y medial de los aneurismas de la arteria poplítea, pero inevitablemente una proporción de aneurismas no serán adecuados para la reparación posterior debido a la extensión proximal del aneurisma¹⁵. Además, el abordaje medial tiene la ventaja de ser familiar para todos los cirujanos vasculares y facilita el acceso a toda la gran vena safena y prácticamente todo el procedimiento se realiza a cierta distancia del aneurisma, por lo que reduce la probabilidad de lesión quirúrgica de las estructuras adheridas a la superficie del aneurisma poplíteo. Se puede considerar un manejo endovascular cuando la anatomía lo permite, al menos 2 cm de arteria sana proximal y distal al aneurisma para el anclaje de la prótesis¹⁶.

Sin embargo, aunque la Administración de Alimentos y Medicamentos de EE.UU. (FDA, Food and Drug Administration) no ha aprobado algún dispositivo para este procedimiento en particular, por el momento la reparación endovascular de los aneurismas poplíteos con una endoprótesis cubierta se considera bajo

protocolo de investigación para generar evidencia científica¹⁷.

En la literatura, Leake et al. revisaron retrospectivamente una cohorte consecutiva de 2015 de pacientes sometidos a cirugía abierta o endovascular de 186 aneurismas de arteria poplítea (110 abiertas y 76 endovasculares). La reparación abierta se asoció con una estancia hospitalaria más prolongada (5.8 frente a 1.6 días; $p < 0.001$) y una mayor tasa de complicaciones a los 30 días (22 frente a 6%; $p < 0.001$) con una mejor tasa de permeabilidad primaria a los 3 años (88.3 vs 69.8%; $p = 0.03$), pero no hubo diferencia en las tasas de permeabilidad secundaria o amputación¹⁸. El tratamiento de elección es quirúrgico, presentándose nuevas opciones terapéuticas. Las variaciones anatómicas de las ramas de la arteria poplítea son una variable a considerar¹⁹.

Es importante considerar que dentro del protocolo de atención se deben considerar los betabloqueadores y agregar estatinas, al menos un mes antes del procedimiento. Además el paciente debe estar tomando aspirina o algún otro antiagregante plaquetario, como se manejó al paciente de este caso, ya que en pacientes tratados por aneurismas poplíteos aislados se estima que la probabilidad de desarrollar otro aneurisma en un sitio remoto durante un periodo de 10 años es tan alta como el 50%, es obligatorio el escrutinio cuidadoso de todos los pacientes al momento del encuentro inicial y vigilancia durante toda la vida después del tratamiento.

Conclusiones

El presente caso clínico ilustra la eficacia del abordaje quirúrgico medial en el manejo de aneurisma poplíteo trombosado en paciente adulto mayor. A pesar de las comorbilidades asociadas al paciente, la intervención quirúrgica resultó en una excelente evolución clínica, con resolución de la sintomatología, recuperación funcional de la extremidad y evitar amputación mayor por complicaciones asociadas.

La revisión de la literatura corrobora la importancia del abordaje abierto en la reparación de aneurismas poplíteos, especialmente en aquellos casos donde la anatomía vascular no es ideal para procedimientos endovasculares. Aunque el abordaje medial no está exento de complicaciones, ofrece ventajas como una mayor familiaridad para los cirujanos vasculares y un menor riesgo de lesión de estructuras adyacentes.

Agradecimientos

Agradecemos al personal adscrito al Departamento de Angiología y Cirugía vascular del Hospital Central del Estado de Chihuahua por su apoyo para la realización del presente trabajo.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores públicos, comercial o con ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de su centro sanitario/institución para acceder a los datos de las historias clínicas. Se ha obtenido el consentimiento informado de los pacientes y se cuenta con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no se utilizó algún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.

Referencias

1. Sidawy AN, Perler BA. Rutherford's vascular surgery and endovascular therapy, 1-2-volume set. 10th ed. Filadelfia, PA: Elsevier-Health Sciences Division; 2022.
2. Henke PK. Popliteal artery aneurysms: Tried, true, and new approaches to therapy. *Semin Vasc Surg.* 2005;18(4):224-30.
3. Mees B, Robinson D, Verhagen H, Chuen J. Non-aortic aneurysms - natural history and recommendations for referral and treatment. *Aust Fam Physician.* 2013;42(6):370-4.
4. Calero A, Illig KA. Overview of aortic aneurysm management in the endovascular era. *Semin Vasc Surg.* 2016;29(1-2):3-17.
5. Tuveson V, Löfdahl H, Hultgren R. Patients with abdominal aortic aneurysm have a high prevalence of popliteal artery aneurysms. *Vasc Med.* 2016;(4):369-75.
6. Chaikof E, Dalman RL, Eskandari MK, Jackson BM, Lee WA, Mansour A, et al. The Society for Vascular Surgery practice guidelines on the care of patients with an abdominal aortic aneurysm. *Vasc Surg.* 2018;67:2-7.
7. Ravn H, Bergqvist D, Björck M. Nationwide study of the outcome of popliteal artery aneurysms treated surgically. *Br J Surg.* 2007;94(8):970-7.
8. Trickett JP, Scott RAP, Tilney HS. Screening and management of asymptomatic popliteal aneurysms. *J Med Screen.* 2002;9(2):92-3.
9. Wanhainen A, Verzini, Herzele I, Allaire E, Bown M, Cohnert T, et al. European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2019 Clinical Practice Guidelines on the Management of Abdominal Aorto-iliac Artery Aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2019;57:8-93.
10. Cross JE, Galland RB, Hingorani A, Ascher E. Nonoperative versus surgical management of small (less than 3 cm), asymptomatic popliteal artery aneurysms. *J Vasc Surg.* 2011;53(4):1145-8.
11. Vaquero C. Cirugía del sector femoro poplíteo [Internet]. Valladolid, España: Carlos Vaquero Puerta; 2011 [citado: 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://carlosvaqueroporta.com/wp-content/uploads/2023/11/Cirurgia-del-sector-femoro-popliteo.pdf>
12. Bown MJ, Sweeting MJ, Brown LC. Surveillance intervals for small abdominal aortic aneurysms: A meta-analysis. *J Vasc Surg.* 2013;57(6):1720-1.
13. Filardo G, Powell JT, Martinez MA, Ballard DJ. Surgery for small asymptomatic abdominal aortic aneurysms. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015;2015(2):CD001835.
14. Quintero-Pérez C, Manresa-Manresa F, García-Vde argas A, Fuentes Mengibar-Fuentes L. Tratamiento endovascular de aneurisma poplíteo en pacientes de alto riesgo quirúrgico. *Cir Esp.* 2022;100(7):448-55.
15. Phair A, Hajibandeh S, Hajibandeh S, Kelleher D, Ibrahim R. Meta-analysis of posterior versus medial approach for popliteal artery aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2016;64:1141-50.
16. von Stumm M, Teufelsbauer H, Reichenspurner H, Debus ES. Two decades of endovascular repair of popliteal artery aneurysm-A meta-analysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2015;50:351-9.
17. Midy D, Berard X, Ferdani M, Alric P, Brizzi V, Ducasse E. A retrospective multicenter study of endovascular treatment of popliteal artery aneurysm. *J Vasc Surg.* 2010;51(4):850-6.
18. Leake AE, Avgerinos ED, Chaer RA, Singh MJ, Makaroun MS, Marone LK. Contemporary outcomes of open and endovascular popliteal artery aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2016;63(1):70-6.
19. Cecenarro RR, Allende JN, Barreras Molinelli L, Antuano FJ, Gramática L. Aneurismas de la arteria poplíteo: revisión bibliográfica y presentación de un caso. *Rev Fac Cien Med Univ Nac Cordoba.* 2018;75(1):41-5.

Exclusión endovascular de aneurisma roto de arteria ilíaca interna

Endovascular exclusion of a ruptured internal iliac artery aneurysm

Z. Artemisa Castañeda-Morales^{1*}, Wenceslao Fabián-Mijangos², Alejandro Aguilar-Llamas³
y Diana L. Cruz-Acosta¹

¹Departamento de Cirugía Vascul y Endovascular, Hospital General Tláhuac Dra. Matilde Petra Montoya Lafragua; ²Departamento de Cirugía Vascul y Endovascular, Hospital Regional Gral. Ignacio Zaragoza; ³Servicio de Cirugía General, Hospital General Tláhuac Dra. Matilde Petra Montoya Lafragua. ISSSTE, Ciudad de México, México

Resumen

Los aneurismas de la arteria ilíaca aislados son relativamente raros y representan del 2 al 7% de todos los aneurismas intraabdominales. La mayoría de los casos que se presentan con síntomas lo hacen en una etapa de rotura que compromete la vida. Presentamos el caso de un hombre de 75 años con diagnóstico de aneurisma roto y contenido de arteria ilíaca interna derecha, resuelto exitosamente con un stent recubierto, con antecedente de hipertensión arterial, diabetes mellitus tipo 2 y tabaquismo de larga evolución. Ingresó con datos de choque séptico, causado por un aneurisma de arteria ilíaca interna roto y abscedado. Se realizó exclusión de aneurisma de la arteria ilíaca interna con stent recubierto, con evolución clínica satisfactoria. Las técnicas endovasculares y el uso de dispositivos intravasculares para el tratamiento de esta afección nos permiten atender a pacientes en los que no es viable un tratamiento quirúrgico abierto debido a sus comorbilidades.

Palabras clave: Aneurisma ilíaco. Procedimientos endovasculares. Reporte de caso.

Abstract

Isolated iliac artery aneurysms are relatively rare, representing 2 to 7% of all intra-abdominal aneurysms. Most symptomatic cases present at a life-threatening rupture stage. We present the case of a 75-year-old man diagnosed with a ruptured aneurysm of the right internal iliac artery, successfully treated with a covered stent. He had a history of hypertension, type 2 diabetes mellitus, and a long history of smoking. He was admitted with signs of septic shock caused by a ruptured and abscessed internal iliac artery aneurysm. Exclusion of the internal iliac artery aneurysm with a covered stent was performed, with a satisfactory clinical outcome. Endovascular techniques and the use of intravascular devices for the treatment of this condition allow us to treat patients for whom open surgical treatment is not feasible due to comorbidities.

Keywords: Iliac aneurysm. Isolated iliac aneurysm. Endovascular procedures. Case report.

*Correspondencia:

Z. Artemisa Castañeda-Morales
E-mail: castanedaartemisa@gmail.com

Fecha de recepción: 01-02-2024
Fecha de aceptación: 20-06-2025
DOI: 10.24875/RMA.24000007

Disponible en internet: 25-03-2026
Rev Mex Angiol. 2026;54(1):30-33
www.RMAngiologia.com

0377-4740/© 2025 Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vascul y Endovascular, A.C. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Los aneurismas son dilataciones anormales que superan en más del 50% el diámetro normal de una arteria¹. Los aneurismas de la arteria ilíaca (AAI) se asocian frecuentemente con aneurismas de la aorta abdominal (AAA). No obstante, los AAI aislados son poco comunes, con una incidencia del 0.4 al 1.9% entre los aneurismas intraabdominales^{2,3}. Su causa es mayoritariamente aterosclerótica-degenerativa. Afectan principalmente a hombres mayores de 65 años, la gran mayoría no manifiestan síntomas hasta llegar a una etapa de rotura⁴. Se considera aneurismática una arteria ilíaca común cuando su diámetro supera los 18 mm para hombres y los 15 mm en mujeres. En el caso de la arteria ilíaca interna, se considera aneurismática si supera los 8 mm⁵. El riesgo de rotura es proporcional al diámetro del aneurisma⁶.

Entre los factores de riesgo se encuentran la hipertensión arterial, la enfermedad arterial periférica, el tabaquismo y el sexo masculino (presente en el 95% de los casos)⁷. También se ha documentado una mayor frecuencia en pacientes inmunocomprometidos como aquellos con VIH, enfermedades neoplásicas o en tratamiento con corticosteroides o citotóxicos⁸.

Aunque no hay un consenso, las indicaciones para tratar un aneurisma en la arteria ilíaca común incluyen: diámetro mayor a 3.5 cm, incremento mayor de 7 mm en 6 meses o crecimiento mayor de 1 cm por año, incluso en pacientes asintomáticos⁹. La tomografía computarizada con angiografía (angio-TC) es la técnica de imagen ideal para diagnóstico, planificación terapéutica y seguimiento⁴.

Desde el primer reporte de reparación endovascular en 1995, esta técnica ha evolucionado hasta convertirse en la opción terapéutica principal⁶. Comparada con la cirugía abierta, la reparación endovascular ofrece tiempos operatorios más cortos, menor número de complicaciones, disminución en la mortalidad perioperatoria y tasas de permeabilidad superiores al 95% a 5 años^{6,10}.

Caso clínico

Paciente de sexo masculino de 75 años, con antecedentes de hipertensión arterial (15 años), diabetes *mellitus* tipo 2 dependiente de insulina (10 años) y tabaquismo crónico (35 años, índice tabáquico de 17.5).

Ingresó al servicio de urgencias por edema de miembro pélvico derecho de una semana de evolución que se acompañó de dolor tipo punzante, intensidad 10/10 y eritema. Agregándose malestar general, pérdida del estado de alerta y deterioro cognitivo.

A su ingreso presentó tensión arterial 88/55 mmHg, frecuencia cardíaca 112 lpm, frecuencia respiratoria 18 rpm, saturación de oxígeno 93%, temperatura de 35 °C. Se encontraba somnoliento, irritable y desorientado. Exploración física: edema ++/+++, llenado capilar de 3 segundos en miembro pélvico derecho, pulsos distales palpables grado 1. Fuerza y sensibilidad no valorables por estado cognitivo, miembro pélvico izquierdo sin edema, llenado capilar 3 segundos, sin lesiones visibles en ambos miembros.

Laboratorios: hemoglobina 12.1 g/dl, leucocitos 32.52 x10³/μl, neutrófilos 93.7%, procalcitonina 23.2 ng/ml, proteína C reactiva 35.8 mg/l, creatinina 5.83 mg/dl, glucosa 456 mg/dl. Examen general de orina: glucosuria, bacterias abundantes, leucocitos 500/μl.

Diagnóstico inicial: choque séptico con foco infeccioso en estudio, lesión renal aguda que requirió terapia de sustitución renal mediante hemodiálisis + probable trombosis venosa profunda de miembro pélvico derecho.

Se inició antibiótico empírico con meropenem y vancomicina, como parte del abordaje se realizó tomografía simple y contrastada de abdomen y pelvis, con hallazgo de aneurisma roto de 31 x 16 mm en arteria ilíaca interna derecha, con colección abscedada adyacente al músculo psoas (Fig. 1).

Se integró el diagnóstico de aneurisma de arteria ilíaca interna derecha roto y contenido, por lo que se decidió el manejo de urgencia. Se realizó arteriografía en sala de hemodinamia, con punción femoral derecha retrógrada guiada por ultrasonido, se realizó arteriografía de miembro inferior derecho con sustracción digital con hallazgo de aneurisma en arteria ilíaca interna derecha con fuga del medio de contraste correspondiente a la rotura, por lo que se colocó *stent* recubierto de PTFe expandible (BeGraft peripheral) de 8 x 37 mm en arteria ilíaca común derecha con balón de 10 x 55 mm, logrando exclusión completa de la arteria ilíaca interna (Fig. 2), se realiza control con sustracción digital sin evidencia de fuga en el control final (Fig. 3).

En el postoperatorio, el paciente evolucionó favorablemente, sin cambios hemodinámicos y sin compromiso vascular de la extremidad. Continuó su tratamiento con antiagregante plaquetario y antibioticoterapia empírica. A las 48 horas del procedimiento endovascular, se realizó drenaje percutáneo del absceso adyacente al aneurisma, guiado por tomografía, obteniendo 30 cc de líquido purulento, con desarrollo en cultivo de *Escherichia coli* multisensible. Se ajustó antibioticoterapia dirigida y fue egresado tras 7 días de estancia

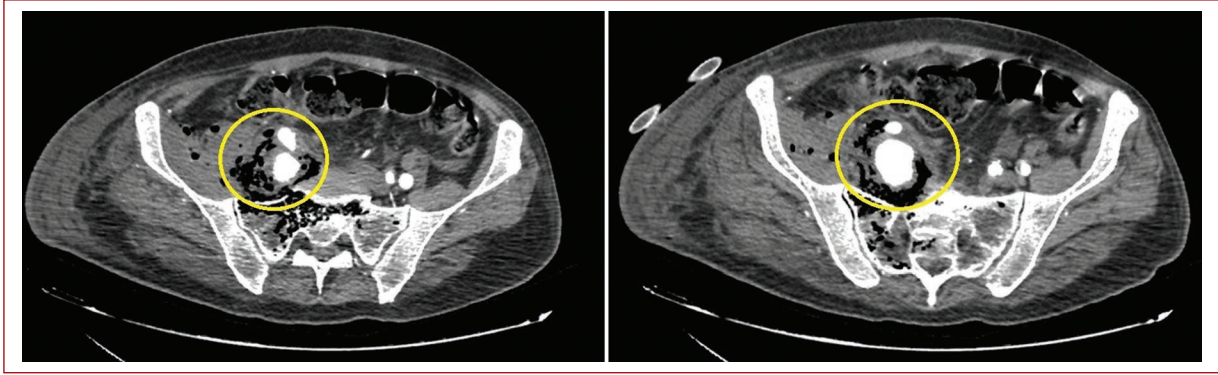


Figura 1. Tomografía axial computarizada con contraste. Círculo amarillo: aneurisma dependiente de arteria ilíaca interna derecha con contraste en su interior y líquido libre perilesional.

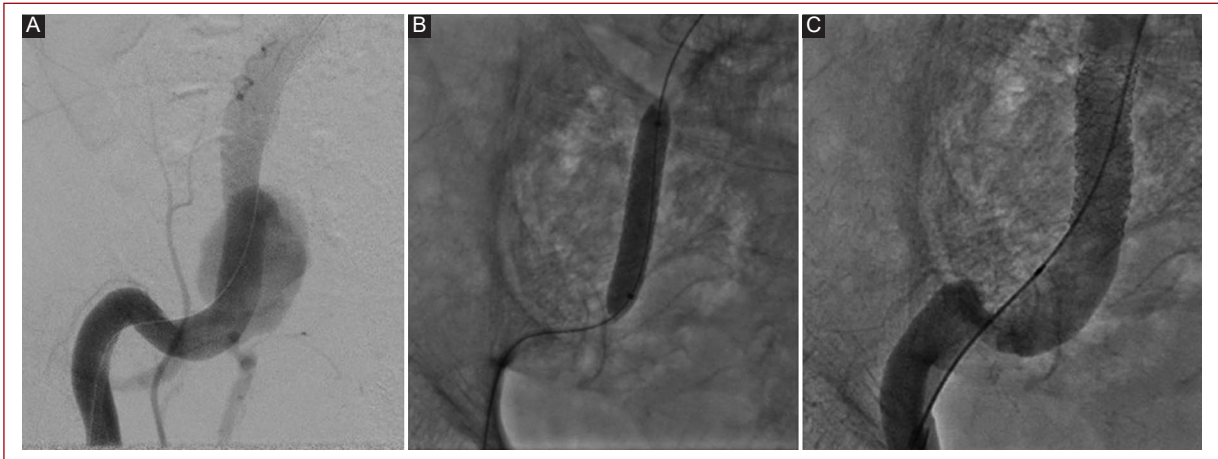


Figura 2. Arteriografía e intervención. **A:** fuga de contraste y aneurisma. **B:** stent montado en balón. **C:** stent liberado con aneurisma excluido.

intrahospitalaria. Se mantuvo en seguimiento por la consulta externa durante 7 meses, con presencia de parestesias en región de glúteo derecho con mejoría tras la ingesta de pregabalina. Falleció posteriormente por causas relacionadas con cáncer esofágico.

Discusión

La reparación endovascular de los aneurismas de la arteria ilíaca es una opción de tratamiento eficaz y segura en manos expertas, especialmente en pacientes con comorbilidades. La mortalidad asociada a cirugía abierta electiva es del 11%, incrementándose hasta el 40-50% en casos de urgencia¹¹.

El abordaje endovascular reduce la mortalidad perioperatoria en comparación con la cirugía abierta, aunque faltan datos a largo plazo.

No se cuenta con un registro actualizado de la epidemiología de aneurismas periféricos, debido a que los últimos estudios publicados referentes al tema datan de 1995 y 1989¹².

Conclusión

Las técnicas endovasculares ofrecen múltiples ventajas respecto a las técnicas abiertas: menor trauma, uso de anestesia local o regional y baja pérdida sanguínea. Sin embargo, depende de la disponibilidad de equipos de alta tecnología, alta especialización de la técnica y costos elevados, lo que las hace no disponibles en la mayoría de los hospitales del país.

La importancia de reportar casos con baja incidencia es documentar, analizar y comparar el tratamiento y los resultados para llegar a una estandarización en el tratamiento de esta afección. Actualmente existen

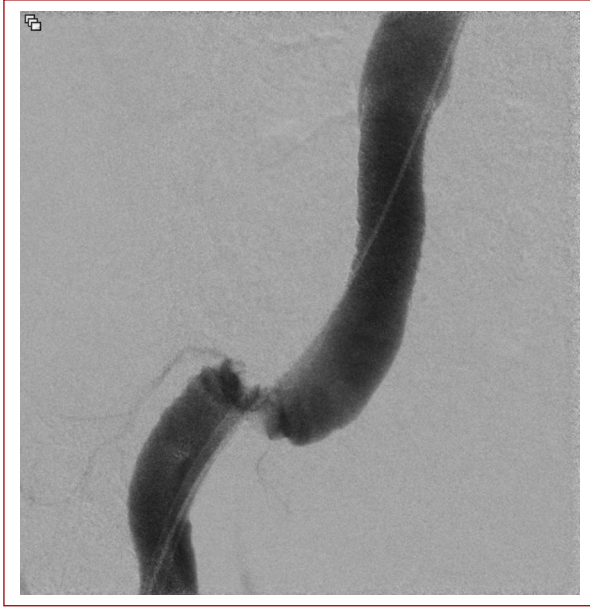


Figura 3. Exclusión de aneurisma en angiografía de control.

revisiones sistemáticas^{2,13} que comparan cirugía abierta y reparación endovascular, sin llegar a conclusiones definitivas.

Agradecimientos

Al Departamento de Cirugía Vascular y Endovascular y al Servicio de Cirugía General del Hospital General ISSSTE Tláhuac Dra. Matilde Petra Montoya Lafragua.

Financiamiento

La presente investigación no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores públicos, comercial o con ánimo de lucro.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han

realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de su centro sanitario/institución para acceder a los datos de las historias clínicas. Se ha obtenido el consentimiento informado de los pacientes y se cuenta con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no se utilizó algún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.

Referencias

1. Johnston KW, Rutherford RB, Tilson MD, Shah DM, Hollier L, Stanley JC. Suggested standards for reporting on arterial aneurysms. Subcommittee on Reporting Standards for Arterial Aneurysms, Ad Hoc Committee on Reporting Standards, Society for Vascular Surgery and North American Chapter, International Society for Cardiovascular. *J Vasc Surg.* 1991;13(3):452-8.
2. Xiang Y, Chen X, Zhao J, Huang B, Yuan D, Yang Y. Endovascular treatment versus open surgery for isolated iliac artery aneurysms: a systematic review and meta-analysis. *Vasc Endovascular Surg.* 2019;53(5):401-7.
3. Lawrence PF, Lorenzo-Rivero S, Lyon JL. The incidence of iliac, femoral, and popliteal artery aneurysms in hospitalized patients. *J Vasc Surg.* 1995;22(4):409-15; discussion 415-6.
4. Scheurig-Münkler C, Zerwes S. [Isolated iliac artery aneurysm: clinical background and interventional treatment strategies]. *Radiologie (Heidelb).* 2022;62(7):607-13.
5. Laine MT, Björck M, Beiles CB, Szeberin Z, Thomson I, Altreuther M, et al. Few internal iliac artery aneurysms rupture under 4 cm. *J Vasc Surg.* 2017;65:76-81.
6. Charisis N, Bouris V, Rakic A, Landau D, Labropoulos N. A systematic review on endovascular repair of isolated common iliac artery aneurysms and suggestions regarding diameter thresholds for intervention. *J Vasc Surg.* 2021;74(5):1752-62.
7. Cao Z, Zhu R, Ghaffarian A, Wu W, Weng C, Chen X, et al. A systematic review and meta-analysis of the clinical effectiveness and safety of unilateral versus bilateral iliac branch devices for aortoiliac and iliac artery aneurysms. *J Vasc Surg.* 2022;76(4):1089-1098.e8.
8. Duque-Goicochea J, González-Villegas P, Reyes-Monroy J, Lara-Pérez M, Serrano-Lozano J. Tratamiento endovascular de aneurismas micóticos de la arteria ilíaca: revisión de la literatura y análisis de un caso de ruptura. *Rev Mex Angiol.* 2020;48(2):65-9.
9. Okada T, Yamaguchi M, Kitagawa A, Kawasaki R, Nomura Y, Okita Y, et al. Endovascular tubular stent-graft placement for isolated iliac artery aneurysms. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2012;35:59-64.
10. Lee ES, Steenson CC, Trimble KE, Caldwell MP, Kuskowski MA, Santilli SM. Comparing patency rates between external iliac and common iliac artery stents. *J Vasc Surg.* 2000;31:889-94.
11. Uberoi R, Tsetis D, Shrivastava V, Morgan R, Belli AM. Standard of practice for the interventional management of isolated iliac artery aneurysms. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2011;34:3-13.
12. Brunkwall J, Hauksson H, Bengtsson H, Bergqvist D, Takolander R, Bergentz SE. Solitary aneurysms of the iliac arterial system: an estimate of their frequency of occurrence. *J Vasc Surg.* 1989;10(4):381-4.
13. Sousa LHDG, Baptista-Silva JCC, Vasconcelos V, Flumignan RLG, Nakano LCU. Internal iliac artery revascularisation versus internal iliac artery occlusion for endovascular treatment of aorto-iliac aneurysms. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020;7(7):CD013168.

Revascularización híbrida de lesión pseudooclusiva en arteria carótida común por abordaje retrógrado

Hybrid revascularization of a pseudo-occlusive lesion in the common carotid artery via a retrograde approach

Jennifer Mondragón-Zamora^{ID*}, Lucía Requejo-García^{ID}, Soraya Fernández-González y Ma. de la Palma Fariñas-Alija

Angiología y Cirugía Vasculard, Hospital Universitario de la Ribera, Alzira, Valencia, España

Resumen

La aterosclerosis de los troncos supraaórticos es infrecuente, cuya afectación ostial de la arteria carótida común (ACC) proximal supone un reto diagnóstico y terapéutico. El abordaje endovascular ha reemplazado en gran medida la cirugía abierta, ofreciendo menores tasas de morbilidad. Varón de 66 años que acudió por déficit neurológico agudo; la angiografía evidenció lesión pseudooclusiva en el origen de la ACC derecha, lesiones en tándem a lo largo de su trayecto y estenosis carotídea bilateral. Se administró fibrinólisis, con buena evolución clínica. En control posterior se confirmó la persistencia de las lesiones, por lo que se decidió tratamiento híbrido. Se realizó abordaje combinado con acceso humeral y cervicotomía, colocación de stent recubierto balón-expandible VIABAHN® VBX y protección del ostium de la arteria subclavia derecha mediante técnica de kissing balloon, seguido de endarterectomía carotídea. El abordaje híbrido con acceso retrógrado cervical y uso de stent recubierto balón-expandible constituye una alternativa segura y eficaz en lesiones complejas de la ACC proximal.

Palabras clave: Estenosis. Carótida. Híbrido. Angioplastia. Prótesis. Subclavia.

Abstract

Atherosclerosis of the supra-aortic trunks is an uncommon condition, with ostial involvement of the proximal common carotid artery (CCA) representing a diagnostic and therapeutic challenge. Endovascular treatment has largely replaced open surgery, offering lower morbidity rates. A 66-year-old man presented with acute neurological deficit. CT angiography revealed a pseudo-occlusive lesion at the origin of the right CCA, tandem lesions along its course, and bilateral carotid bifurcation stenosis. Intravenous thrombolysis was administered with good neurological recovery. Follow-up imaging confirmed persistent lesions, and a hybrid approach was planned. Under general anesthesia, a combined procedure with humeral access and cervical incision was performed. A balloon-expandable covered stent (VIABAHN® VBX) was deployed with protection of the right subclavian ostium using a kissing balloon technique, followed by carotid endarterectomy. A hybrid approach combining retrograde cervical access with balloon-expandable covered stent implantation represents a safe and effective alternative for complex proximal CCA lesions.

Keywords: Stenosis. Carotid. Hybrid. Angioplasty. Prosthesis. Subclavian.

*Correspondencia:

Jennifer Mondragón-Zamora
E-mail: mondragon_jen@gva.es

Fecha de recepción: 31-08-2025
Fecha de aceptación: 25-12-2025
DOI: 10.24875/RMA.25000038

Disponible en internet: 25-03-2026
Rev Mex Angiol. 2026;54(1):34-39
www.RMAngiologia.com

0377-4740/© 2025 Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vasculard y Endovascular, A.C. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

La aterosclerosis de los troncos supraaórticos constituye una entidad poco frecuente. La incidencia de enfermedad oclusiva o pseudooclusiva que compromete la carótida común proximal se ha estimado entre el 0.5 y el 6.4%¹. El tratamiento de esta afección puede ser mediante técnicas de cirugía abierta, híbrida o endovascular^{2,3}. Aproximadamente el 5% de estos pacientes van a requerir tratamiento quirúrgico⁴.

Tradicionalmente, el abordaje quirúrgico de estos pacientes incluía la revascularización transtorácica mediante esternotomía media, lo cual incrementaba la morbilidad y mortalidad perioperatoria de los pacientes. En aquellos casos en los que se requería evitar la esternotomía se realizaban intervenciones de revascularización extranatómica⁵.

El 1996, Diethrich et al. describieron por primera vez el abordaje híbrido, que combina el acceso retrógrado abierto con tratamiento endovascular de la ACC. Esta técnica aporta la ventaja de permitir protección embólica durante la angioplastia y la colocación del *stent*^{1,5}.

Actualmente existen diversas estrategias quirúrgicas y endovasculares para el manejo de la estenosis de la ACC proximal, cada una con beneficios y limitaciones particulares. En el presente caso, se valoró la utilidad de un *stent* recubierto, balón-expandible a diferentes diámetros, asociado a la técnica de *kissing balloon* para la protección del *ostium* de la arteria subclavia, en el tratamiento endovascular de una estenosis que comprometía el origen de la ACC derecha.

Caso clínico

Se trata de un varón de 66 años con múltiples factores de riesgo cardiovascular, que acude inicialmente a un servicio de urgencias por presentar debilidad en el miembro superior izquierdo y en el inferior izquierdo, asociada a afasia motora y disminución del nivel de consciencia.

En la exploración física se objetivó tensión arterial elevada, disartria leve, hemiparesia e hipoestesia izquierda; el resto de la evaluación resultó normal.

La angiogramografía (angio-TC) de troncos supraaórticos evidenció una lesión pseudooclusiva en el origen de la ACC derecha, con lesiones en tándem a lo largo de su trayecto, así como estenosis en bifurcación carotídea bilateral del 80% a derecha y del 50% a izquierda (Fig. 1). La tomografía de perfusión cerebral

mostró un aumento del tiempo de tránsito medio, compatible con tejido en penumbra por isquemia aguda.

Ante la presencia de focalidad neurológica, la ausencia de hemorragia y de contraindicaciones, así como el hallazgo de un cuadro dentro de ventana terapéutica, se administró fibrinólisis con tenecteplasa, con buena respuesta clínica. El paciente evolucionó favorablemente y fue dado de alta sin secuelas de accidente isquémico.

En el control posterior mediante angio-TC se confirmaron las lesiones en el origen y trayecto de la ACC derecha, así como las estenosis carotídeas bilaterales previamente descritas. Tras discusión multidisciplinaria en sesión del servicio de angiología y cirugía vascular, se decidió tratamiento híbrido.

Bajo anestesia general se realizó abordaje combinado: acceso a arteria humeral derecha y cervicotomía longitudinal derecha para disección y control de la ACC, arteria carótida externa y arteria carótida. Se monitorizó el procedimiento con oximetría cerebral (INVOS™, Invivo Oximetry System).

A través del acceso humeral se colocó introductor de 6 Fr e introducción de guía hidrofílica de 0.035" x 260 cm angulada (TERUMO, Radiofocus®) hasta aorta torácica descendente. Posteriormente, se avanzó catéter de Berenstein, con recambio a guía rígida 0,035" x 300 cm (Lunderquist® Extra-Stiff).

Mediante arteriotomía en ACC se implantó introductor retrógrado de 8 Fr y, sobre guía hidrofílica 0,035" x 260 cm, se avanzó un catéter *pigtail* centimetrado de 5 Fr hasta aorta descendente, realizándose aortografía intraoperatoria que confirmó estenosis crítica en el origen de la ACC, con lesiones en tándem en su trayecto (Fig. 2). Tras recambio de catéter por guía rígida Lunderquist®, se procedió a implante de *stent* recubierto balón-expandible de 8 x 59 mm (GORE® VIABAHN® VBX, Flagstaff, AZ), extendido hasta el tronco braquiocefálico (Fig. 3).

Durante el implante, mediante acceso humeral, se protegió el *ostium* de la arteria subclavia derecha con balón de angioplastia 9 x 40 mm (Mustang™, Boston Scientific). Posteriormente, se realizó posdilatación del *stent* con balón de 9 x 40 mm, obteniéndose adaptación completa al diámetro proximal y distal del segmento tratado. La arteriografía de control evidenció correcta expansión y posicionamiento del *stent*, sin estenosis residual (Fig. 4).

En el mismo tiempo quirúrgico se efectuó endarterectomía carotídea derecha, con cierre mediante parche de pericardio bovino.

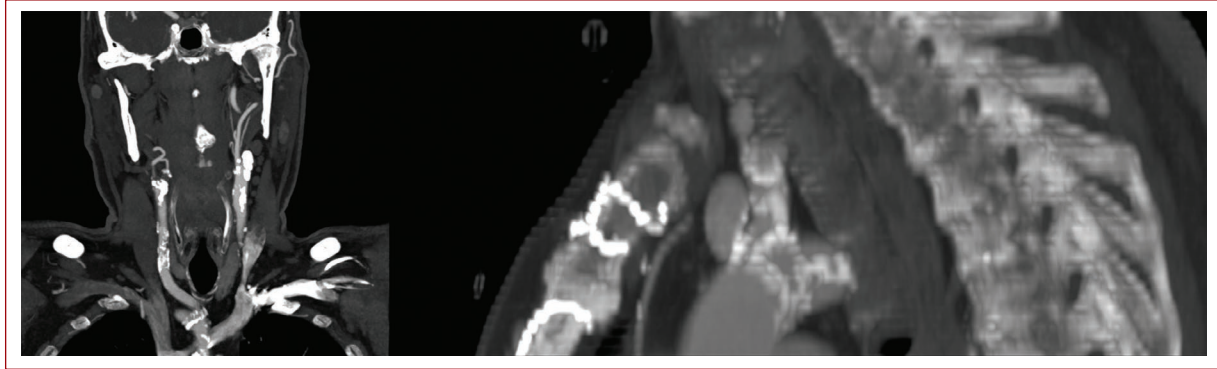


Figura 1. Angiotomografía: estenosis crítica de origen de arteria carótida común, lesiones en tándem de arteria carótida común y estenosis crítica de bifurcación carotídea.



Figura 2. Arteriografía en donde se observa estenosis crítica de origen de arteria carótida común, lesiones en tándem de arteria carótida común.

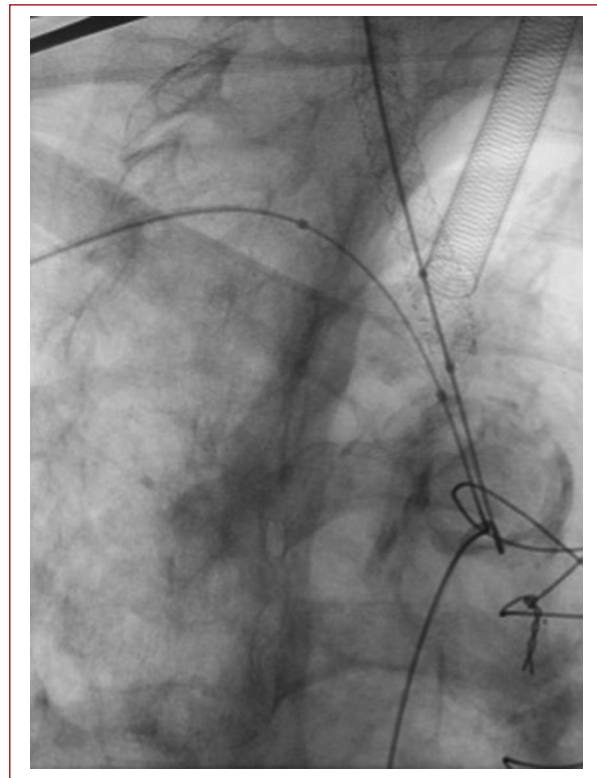


Figura 3. Colocación de *stent* en zona de estenosis crítica.

El paciente evolucionó de manera favorable, permaneciendo hemodinámicamente estable en la unidad de reanimación posquirúrgica, sin complicaciones inmediatas. Fue dado de alta a las 48 horas, en tratamiento con doble antiagregación (ácido acetilsalicílico y clopidogrel).

En la angio-TC de control se constató adecuada permeabilidad del *stent* en ACC derecha (Fig. 5).

Discusión

El tratamiento endovascular ha reemplazado en gran medida a la cirugía abierta de las estenosis ostiales de los troncos supraaórticos¹. La cirugía abierta en este sector se asocia a tasas elevadas de mortalidad, entre el 6 y el 18% según las series publicadas⁶.

El abordaje retrógrado de la ACC mediante acceso distal permite un mejor control preventivo del ictus ipsilateral, constituyendo una opción quirúrgica aceptable^{2,7,8}. Sin embargo, la guía europea sobre patología carotídea no incluye recomendaciones específicas en relación con el tratamiento híbrido⁹. En una revisión sistemática, Robertson et al. reportaron resultados favorables con esta técnica, con una incidencia de accidentes isquémicos del 3.3%¹. El acceso femoral sigue siendo el más utilizado, aunque conlleva mayor manipulación del sector aortoiliaco y del arco aórtico^{4,10}. En nuestro caso, se seleccionó un abordaje híbrido debido a las características de las lesiones en la bifurcación carotídea y al elevado riesgo de embolización de la lesión proximal de la ACC.

En cuanto a la estrategia endovascular, la angioplastia con balón aislada ofrece buenos resultados iniciales; no obstante, presenta una alta tasa de reestenosis a medio plazo¹¹.

La colocación de *stents* recubiertos parece asociarse a mejores resultados en comparación con los no recubiertos, aunque las diferencias no han sido concluyentes en los estudios publicados^{7,12}. Tampoco se han descrito experiencias con *stents* farmacoactivos en este contexto¹.

En el presente caso, dado que se trataba de una lesión pseudooclusiva, con alto riesgo de embolización, localizada en el *ostium* de la ACC derecha y acompañada de lesiones en tándem a lo largo de su trayecto, se optó por un *stent* recubierto balón-expandible (GORE® VIABAHN® VBX, Flagstaff, AZ). Este dispositivo, compuesto por anillos de acero inoxidable, ofrece alta resistencia radial, buena flexibilidad y adaptabilidad, escaso acortamiento y la posibilidad de posdilatación, lo que facilita su ajuste a distintos diámetros arteriales¹³⁻¹⁵.

Adicionalmente, se realizó protección del *ostium* de la arteria subclavia derecha mediante la técnica de *kissing balloon*, descrita en pocas ocasiones, pero considerada una opción segura para evitar la oclusión en bifurcaciones arteriales^{16,17}.

La tasa de permeabilidad primaria en *stents* de troncos supraaórticos es elevada (86%), sin embargo, los datos de permeabilidad reportados incluyen revascularización por patología aneurismática¹⁸.



Figura 4. Arteriografía después de la colocación del *stent* en arteria carótida común.

Conclusiones

En este caso, la elección de un *stent* recubierto balón-expandible VIABAHN® VBX permitió tratar de manera eficaz una lesión ostial pseudooclusiva de la ACC, con la ventaja de adaptarse adecuadamente a la dilatación postestenótica.

El abordaje retrógrado por vía cervical constituye una alternativa segura y aceptable para la colocación de *stents* en el origen de la carótida común, reduciendo la manipulación del arco aórtico y el riesgo embólico.

Asimismo, la protección del *ostium* de la arteria subclavia derecha mediante técnica de *kissing balloon* se mostró como un procedimiento sencillo, reproducible y con resultados satisfactorios en la prevención de complicaciones en bifurcaciones arteriales.

Financiamiento

El presente caso no ha recibido ninguna beca específica de agencias de los sectores públicos, comercial, o con ánimo de lucro.

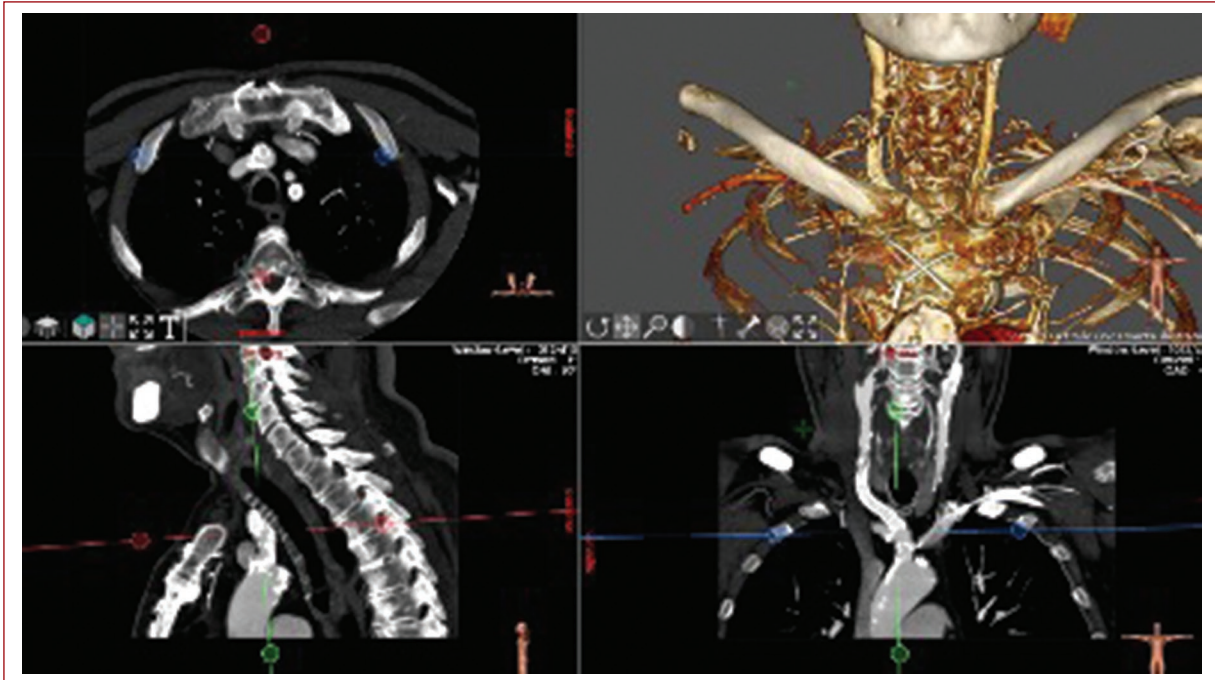


Figura 5. Angiotomografía en donde se observa permeabilidad del *stent* en arteria carótida común.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de su centro sanitario/institución para acceder a los datos de las historias clínicas. Se ha obtenido el consentimiento informado de los pacientes y se cuenta con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no se utilizó ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.


Referencias

- Robertson V, Poli F, Saratzis A, Divall P, Naylor AR. A systematic review of procedural outcomes in patients with proximal common carotid or innominate artery disease with or without tandem ipsilateral internal carotid artery disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2020;60(6):817-27.
- Balceniuk MD, Hosn MA, Com RS, DerDerian T, Grimsley BR, Long P, et al. Endovascular stenting of supra-aortic lesions using a transcrotid retrograde approach and flow reversal: a multicenter case series. *J Vasc Surg [Internet].* 2020;71(6):2012-20.e18. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31740187/>
- Onishi S, Sakamoto S, Sadatomo T, Shimizu K, Hara T, Kurisu K. Stenting for innominate artery stenosis under double-filter protection of the anterior and posterior circulation via the right brachial artery. *Ann Vasc Surg.* 2020;63:454.e5-454.e9.
- Ribeiro FS, Casella IB, Leiderman DBD, Puech-Leão P, De Luccia N. Combined angioplasty technique of the carotid territory and supra-aortic trunk by double access (cervical and limbs) for tandem lesions. *Ann Vasc Surg.* 2020;68:570.e9-570.e15.
- Pai A, Choinski KN, Smolock CJ. Management and treatment of tandem carotid lesions. *Ann Vasc Surg.* 2025;113:327-36.
- Tercan F, Koçyiğit A, Güneş B. Combined endovascular treatment with distal radial artery coil embolization and angioplasty in steal syndrome associated with forearm dialysis fistula. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2016;39(9):1266-71.
- Makaloski V, von Deimling C, Mordasini P, Gralla J, Do D do, Schmidli J, et al. Transcrotid approach for retrograde stenting of proximal innominate and common carotid artery stenosis. *Ann Vasc Surg.* 2017;43:242-8.
- Settepani F, Cappai A, Basciu A, Barbone A, Tarelli G. Outcome of open total arch replacement in the modern era. *J Vasc Surg.* 2016;63(2):537-45.
- Naylor R, Rantner B, Ancetti S, de Borst GJ, De Carlo M, Halliday A, et al. Editor's Choice - European Society for Vascular Surgery (ESVS) 2023 Clinical Practice Guidelines on the Management of Atherosclerotic Carotid and Vertebral Artery Disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg [Internet].* 2023;65(1):7-111. <https://www.ejves.com/action/showFullText?pii=S1078588422002374>
- Diethrich EB, Marx P, Wrasper R, Reid DB. Percutaneous techniques for endoluminal carotid interventions. *J Endovasc Surg.* 1996;3(2):182-202.
- van Hattum ES, de Vries JP, Lalezari F, van den Berg JC, Moll FL. Angioplasty with or without stent placement in the brachiocephalic artery: feasible and durable? A retrospective cohort study. *J Vasc Interv Radiol.* 2007;18(9):1088-93.
- Ruebben A, Tettoni S, Muratore P, Rossato D, Savio D, Conforti M, et al. Feasibility of intraoperative balloon angioplasty and additional stent placement of isolated stenosis of the brachiocephalic trunk. *J Thorac Cardiovasc Surg [Internet].* 1998;115(6):1316-20. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9628673>
- Perri M, Timpani, Capoccia L, Bianchi G, Balzano RF, Popolizio T, et al. Endovascular repair of isolated post-traumatic subclavian artery false-aneurysm (FA) using gore viabahn vbx-balloon-expandable (BE) stent-graft: case report and literature review. *Acta Biomed.* 2022;93(S1):e2022080.

14. Cole JM, Salavitarab A, Armstrong AK, Berman DP. Use of the Gore Viabahn VBX balloon-expandable endoprosthesis in the congenital heart disease population. *Catheterization and Cardiovascular Interventions* [Internet]. 2019;94(3):416-21. <https://onlinelibrary-wiley-com.m-hulp.a17.csinet.es/doi/full/10.1002/ccd.28389>
15. Yoon WJ, Rodríguez VM, Lee CJ. Insights on bridging stent grafts in fenestrated and branched aortic endografting. *Vasc Specialist Int* [Internet]. 2021;37:14. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8209487>
16. Karthik R, Abraham KA, Henry M, Sudarsana G, Chandrasekar B, Sriram R. Angioplasty and stenting of solitary supra-aortic artery and aortoplasty by kissing balloon technique. *J Invasive Cardiol*. 1999;11(6):375-8.
17. Schroth G, Do DD, Remonda L, Baumgartner R, Stirnemann P, Godoy N. [Special technics for angioplasty of the brachiocephalic vessels]. *Rofo*. 1997;167(2):165-73.
18. Ohshima T, Miyachi S, Hattori K, Iizuka H, Izumi T, Nakane Y, et al. A case of giant common carotid artery aneurysm associated with vascular Behçet disease: successfully treated with a covered stent. *Surg Neurol*. 2008;69(3):297-301.

3D printing and hybrid approach for renal aneurysm in fibromuscular dysplasia treatment

Impresión 3D y enfoque híbrido para el tratamiento del aneurisma renal en la displasia fibromuscular

Juan D. Zafrá-Angulo^{1*}, Elena Marín-Manzano¹, Lucía Fernández-Rodríguez¹, Teresa Hernández-Cabrero¹, Cristina De Castro-Guerín¹, Jose Ma. Alonso-Dorrego¹, and Lucas Ribé-Bernal²

¹Department of Angiology and Vascular Surgery, Hospital Universitario La Paz, Madrid, Spain; ²Department of Cardiothoracic and Vascular Surgery, Memorial Hermann Hospital, UTHealth, Houston, TX, USA

Abstract

Renal artery aneurysms (RAAs) are rare but clinically significant, frequently associated with renovascular hypertension and conditions such as atherosclerosis and fibromuscular dysplasia (FMD). Optimal management depends on aneurysm location, vascular anatomy, and prior interventions. Our objective was to describe a hybrid surgical approach using three-dimensional (3D) printing for preoperative planning in a complex RAA associated with FMD. Clinical history, imaging, and laboratory data were reviewed. A patient-specific 3D-printed renal vascular model was created to guide surgical strategy. The procedure involved renal autotransplantation with ex vivo aneurysm repair. A 24-year-old man with refractory renovascular hypertension and bilateral RAAs due to suspected FMD previously underwent balloon angioplasty, stent placement, and coil embolization. Recurrence and new stenosis required multidisciplinary reassessment. Guided by the 3D model, right renal autotransplantation with ex vivo aneurysm resection and great saphenous vein graft reconstruction was performed. Recovery was uneventful, renal function normalized, hypertension resolved, and imaging confirmed graft patency without recurrence. Histology confirmed FMD. Renal autotransplantation with ex vivo repair and pantaloon graft reconstruction achieved excellent outcomes and durable graft patency.

Keywords: Renal artery. Aneurysm. Printing. Three-dimensional. Fibromuscular dysplasia.

Resumen

Los aneurismas de la arteria renal (AAR) son poco frecuentes pero clínicamente relevantes, asociados a hipertensión renovascular y a patologías como aterosclerosis y displasia fibromuscular (DFM). Su manejo requiere evaluar la localización, anatomía vascular y tratamientos previos. Nuestro objetivo fue describir un abordaje quirúrgico híbrido con planificación mediante impresión 3D en un AAR complejo secundario a DFM. Se revisaron antecedentes clínicos, estudios de imagen y laboratorio. Se elaboró un modelo vascular renal en 3D para planificar la cirugía. Se realizó autotrasplante renal con reparación ex vivo. Hombre de 24 años con hipertensión renovascular refractaria y AAR bilaterales por sospecha de DFM, tras fracaso del tratamiento endovascular inicial. La evaluación multidisciplinaria y el modelo 3D guiaron un autotrasplante renal derecho con resección ex vivo del aneurisma y reconstrucción con vena safena. La evolución fue favorable, con normaliza-

*Correspondence:

Juan D. Zafrá-Angulo
E-mail: zafrangulo.juan@gmail.com

Date of reception: 09-03-2025

Date of acceptance: 06-12-2025

DOI: 10.24875/RMA.25000007

Available online: 25-03-2026

Rev Mex Angiol. 2026;54(1):40-44

www.RMAngiologia.com

0377-4740/© 2025 Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vascular y Endovascular, A.C. Published by Permanyer México. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

ción de la función renal, resolución de la hipertensión y adecuada permeabilidad del injerto. La histología confirmó DFM. El autotrasplante renal con reparación ex vivo e injerto en pantalón logró resultados clínicos satisfactorios y permeabilidad duradera.

Palabras clave: Arteria renal. Aneurisma. Impresión. Tridimensional. Displasia fibromuscular.

Introduction

Visceral aneurysms, accounting for about 5% of intra-abdominal aneurysms, include renal artery aneurysms (RAAs), with a prevalence of 0.1 to 1%¹, often detected incidentally during radiological examinations.

The primary causes of visceral aneurysms include atherosclerosis or degenerative processes, leading to the weakening of arterial walls' elastic fibers, muscles, and medial layers. In addition, conditions such as fibromuscular dysplasia (FMD), collagen disorders, inflammation, and genetic anomalies contribute to their development².

Renovascular hypertension, primarily caused by renal artery stenosis due to FMD or atherosclerosis, manifests as a predominant symptom, especially in young individuals. Therefore, arterial hypertension is a crucial indication for treatment in such cases.

Advances in diagnostic imaging have revealed a low rupture rate of RAA, estimated at 5%, with associated mortality rates below 10%. Consequently, surgical intervention now considers a minimum aneurysm diameter of 30 mm, symptomatic patients or refractory hypertension and renal stenosis, and pregnant women regardless of size^{2,3}.

Once surgical criteria are met, various treatment options become available. These include less invasive endovascular techniques such as embolization or stenting and open surgical approaches such as aneurysm resection, aorto-renal, spleno-renal, or hepato-renal bypass, nephrectomy, and renal autotransplantation. This last technique is widely accepted when endovascular treatment is not suitable or has failed.

The aim of our study was to describe the specific technique involving pre-operative planning with three-dimensional (3D) model printing, as well as renal autotransplantation with *ex vivo* repair for a symptomatic complex renal artery aneurysm. Before the publication of this manuscript, we obtained signed authorization from the patient to disclose this clinical case and associated information.

Case report

This case report was conducted in accordance with the CAse REport guidelines. Clinical data were

collected through a detailed review of the patient's medical history, including previous diagnoses, treatments, and relevant comorbidities. Laboratory and radiological studies were reviewed to support the diagnostic process. All data were anonymized to ensure patient confidentiality.

We present the case of a 24-year-old male diagnosed with poorly controlled renovascular hypertension despite treatment with three different antihypertensive medications. The patient had no history of prior surgical or endovascular interventions and exhibited normal kidney function. Computed tomography (CT) imaging revealed a 22 mm saccular RAA in the right renal hilum and a 20 mm saccular RAA in the left renal hilum, prompting suspicion of FMD (Fig. 1).

Initial management involved satisfactory balloon angioplasty (5 × 40 mm) of the right renal artery by interventional radiology. Subsequently, detailed angiography of the left RAA identified two different arteries. Three months later, the left RAA underwent treatment with a flow-diverting stent (5 × 40 mm) and coil embolization within the aneurysmal sac. Follow-up angiography revealed patency of the distal left renal artery and new stenosis in the previously treated right renal artery (Fig. 1A).

Given the patient's profile and the complexity of the case, it was discussed in our multidisciplinary committee, comprising transplant surgeons, urologists, and vascular surgeons. Considering factors such as the patient's age, refractory hypertension, bilateral renal artery pathology, and prior treatment failures, our primary objective was kidney preservation. Utilizing 3D printing (®Elegoo Mars 2 Pro 3D printer, approximately 100 mL of rapid resin, and a printing time of 3 h, Figs. 1 B-D) for enhanced anatomical visualization, various treatment options were discussed, including prosthetic bypass, autologous bypass, and separate artery reimplantation. Finally, the selected plan of treatment involved autotransplantation, *ex vivo* aneurysm resection, and grafting with the great saphenous vein (GSV), potentially incorporating reimplantation of an inferior polar renal branch.

Surgical intervention was performed through a right oblique retroperitoneal approach, with resection of the

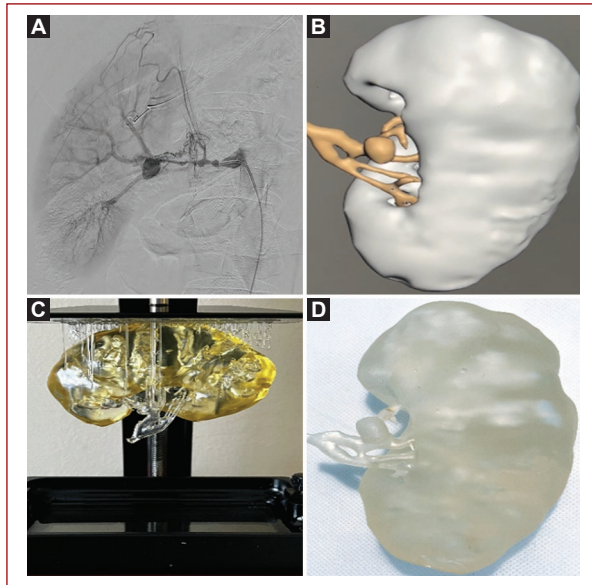


Figure 1. Composite image. **A:** angiography revealing a new stenosis in the previously treated right renal artery. **B:** pre-operative 3D model planning and segmentation. **C** and **D:** three-dimensional printed model including the right renal aneurysm in a posterior view.

aneurysm and creation of a pantaloan vein (GSV) graft due to the suitable diameter and patency of a polar renal branch and the right renal artery. The kidney was reimplanted at the level of the right external iliac artery using the same incision, following the standard surgical technique routinely performed by the urology team (Fig. 2). The total cold ischemia time during the repair and implantation was 90 min.

Histopathological examination of tissue samples confirmed the presence of FMD.

Postoperatively, the patient experienced transient acute kidney failure, which resolved with subsequent normalization of renal function and improvement of the intrarenal resistance index. Dual antiplatelet therapy was initiated and maintained, whereas antihypertensive medications were gradually tapered off and completely discontinued within 2 weeks post-surgery.

Magnetic resonance angiography screening ruled out aneurysms in other locations and confirmed satisfactory mid-term (4-month follow-up) patency of the right renal autotransplantation without stenosis, along with patency of the vascular graft (Fig. 3). Over a 15-month follow-up period, serial Doppler ultrasound evaluations consistently demonstrated sustained graft patency.

Discussion

RAAs are a relatively uncommon vascular condition characterized by low rates of growth and rupture. Recently, when the surgical risk is deemed low, a treatment threshold of 30 mm in diameter or the presence of a saccular morphology has been established. In addition, treatment may be considered regardless of aneurysm size in patients presenting with refractory hypertension, concomitant renal artery stenosis, or pregnant women, regardless of size^{2,3}.

FMD, primarily affecting young women, is an idiopathic pathology involving small and medium vessels, leading to stenosis, dissection, or aneurysm formation due to muscular layer injury. Clinical presentation varies based on the type, location, and severity of the vascular lesion, with renovascular hypertension commonly observed in cases involving the renal arteries⁴.

About 60% of patients with RAA present with renovascular hypertension, and 66% are associated with renal artery stenosis. Treatment is indicated for uncontrolled arterial hypertension or impaired kidney function, with successful outcomes seen in approximately 67% of treated patients⁵.

No clear superiority has been established between open surgical repair and endovascular treatment in the literature. Surgical approaches include *ex vivo* and *in situ* repairs, whereas endovascular techniques involve aneurysm exclusion using covered stents or embolization of the aneurysmal sac. The choice of treatment depends on factors such as aneurysm location, with endovascular treatment typically preferred for main renal artery involvement and open surgery for distal and branched aneurysms^{6,7}.

Autotransplantation is a well-established technique for treating RAA in patients with FMD when endovascular methods are not viable, have failed, or when severe complications arise from such treatments. This procedure typically has low morbidity and mortality rates, with secondary nephrectomy required in approximately 20% of cases. Endovascular treatment may be appropriate for selected patients; it often necessitates a second procedure in 34% of cases due to incomplete exclusion of the aneurysmal sac⁸.

While endovascular techniques such as embolization and covered stents are commonly used, they carry a risk of end-organ ischemia, particularly in cases with complex anatomy. The emergence of flow-diverting stents, initially designed for intracranial arteries, has

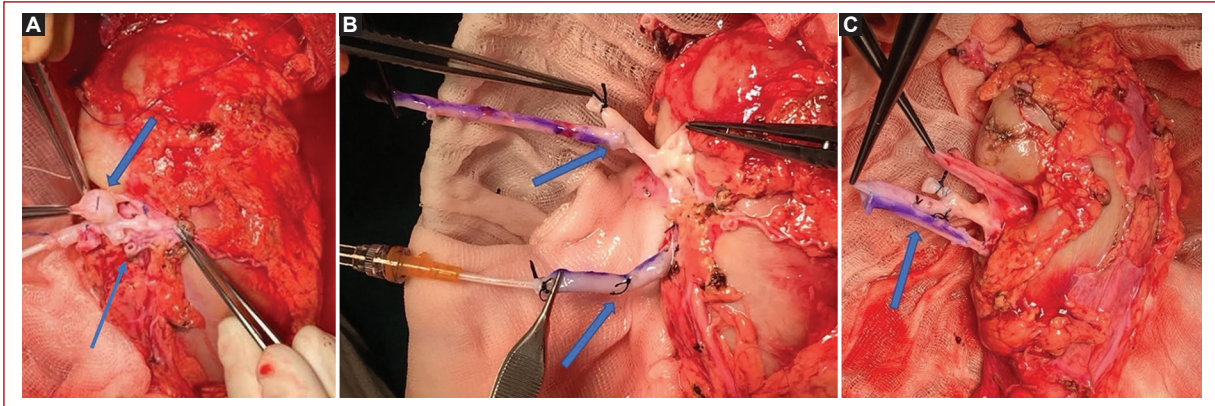


Figure 2. Right kidney, posterior view. Intraoperative image (A) of right renal artery aneurysm (big arrow) and inferior polar renal branch (small arrow). Great saphenous vein graft (GSV). (B) to the inferior polar renal branch (big arrow) and GSV graft to the right renal artery (small arrow). (C) Pantaloon vein graft.

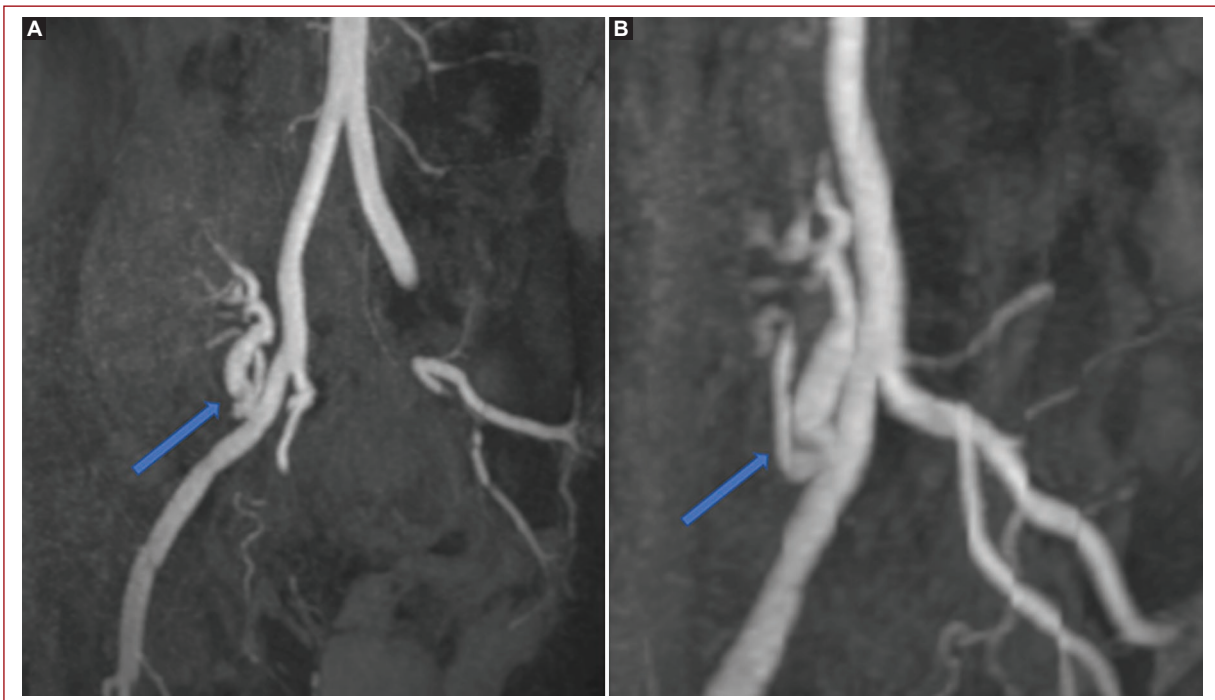


Figure 3. Post-operative magnetic resonance angiography. In panel (A), the pantaloon vein graft is observed with patency of the right renal artery, and inferior polar branch (B).

expanded their application to other locations, offering benefits such as vessel wall reconstruction and arterial branch patency preservation⁹.

Advancements in radiological diagnosis, coupled with the use of models and 3D printing, have revolutionized our ability to analyze complex anatomical structures. This technology allows for a detailed understanding of individual patient anatomy, facilitating precise surgical planning and enhancing training methodologies^{10,11}.

In our case, the use of 3D printing was essential in the surgical planning of this complex parahilar renal artery aneurysm. The 3D model provided an accurate, tactile representation of the patient's unique vascular anatomy, particularly highlighting the relationship between the aneurysm and its associated branches. This enhanced visualization allowed the surgical team to identify and preserve a viable inferior polar artery and to plan a pantaloon vein graft reconstruction that would otherwise have been difficult to

anticipate from imaging alone. As a result, the multidisciplinary team was able to confidently opt for renal autotransplantation with *ex vivo* repair, rather than proceeding with nephrectomy or other surgical treatments. The 3D model facilitated pre-operative simulation, intraoperative orientation, and ultimately contributed to kidney preservation and a successful surgical outcome.

Conclusion

RAA is often associated with FMD and refractory systemic hypertension. The use of a multidisciplinary approach, alongside diagnostic tools such as CT scan, arteriography, and 3D printing, is essential for precise surgical planning, particularly in cases involving complex anatomy, distal branches, or prior interventions at the renal hilum level.

This comprehensive approach provides significant benefits in determining the best treatment strategies, identifying potential limitations, and mitigating complications. In our case, pre-operative planning guided by radiological studies and 3D model printing played a crucial role in selecting the most appropriate intervention for our patient. Multidisciplinary collaboration is essential to achieve the most effective treatment options, potentially combining various approaches for an optimal outcome.

Funding

This study did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflicts of interest

The authors declare that they have no conflicts of interest.

Ethical considerations

Protection of humans and animals. The authors declare that no experiments involving humans or animals were conducted for this research.

Confidentiality, informed consent, and ethical approval. The authors have followed their institution's confidentiality protocols, obtained informed consent from all patients, and secured approval from the Ethics Committee. SAGER guidelines have been followed as applicable to the nature of the study.

Declaration on the use of artificial intelligence. The authors declare that no generative artificial intelligence was used in the writing or creation of the content of this manuscript.

References

- Zhang LJ, Yang GF, Qi J, Shen W. Renal artery aneurysm: diagnosis and surveillance with multidetector-row computed tomography. *Acta Radiol.* 2007;48:274-9.
- Chaer RA, Abularrage CJ, Coleman DM, Eslami MH, Kashyap VS, Rockman C, et al. The society for vascular surgery clinical practice guidelines on the management of visceral aneurysms. *J Vasc Surg.* 2020;72:3-39.
- Koelemay MJ, Geelkerken RH, Kärkkäinen J, Leone N, Antoniou GA, De Bruin JL, et al. Editor's choice - European society for vascular surgery (ESVS) 2025 clinical practice guidelines on the management of diseases of the mesenteric and renal arteries and veins. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2025;70:153-218.
- Li K, Cui M, Zhang K, Liang K, Zhai S. Clinical characteristics and long-term outcomes of endovascular treatment of renal artery fibromuscular dysplasia with branch lesions. *Pediatr Nephrol.* 2021;36:3169-80.
- Martin RS 3rd, Meacham PW, Ditesheim JA, Mulherin JL Jr., Edwards WH. Renal artery aneurysm: selective treatment for hypertension and prevention of rupture. *J Vasc Surg.* 1989;9:26-34.
- Pfeiffer T, Reiher L, Grabitz K, Grünhage B, Häfele S, Voiculescu A, et al. Reconstruction for renal artery aneurysm: operative techniques and long-term results. *J Vasc Surg.* 2003;37:293-300.
- Irsara S, Russo F, Ferretto L. *In situ* treatment of branch renal artery aneurysms with pantaloon vein graft. *Vasc Endovascular Surg.* 2020;54:272-7.
- Marone EM, Mascia D, Kahlberg A, Brioschi C, Tshomba Y, Chiesa R. Is open repair still the gold standard in visceral artery aneurysm management? *Ann Vasc Surg.* 2011;25:936-46.
- Rabuffi P, Bruni A, Antonuccio EG, Ambrogio C, Vagnarelli S. Treatment of visceral artery aneurysms and pseudoaneurysms with the use of cerebral flow diverting stents: initial experience. *CVIR Endovasc.* 2020;3:48.
- Chang D, Tummala S, Sotero D, Tong E, Mustafa L, Mustafa M, et al. Three-dimensional printing for procedure rehearsal/simulation/planning in interventional radiology. *Tech Vasc Interv Radiol.* 2019;22:14-20.
- Itagaki MW. Using 3D printed models for planning and guidance during endovascular intervention: a technical advance. *Diagn Interv Radiol.* 2015;21:338-41.