

REVISTA MEXICANA DE ANGIOLOGÍA



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

Volumen 54, No. 2, Abril-Junio 2026

www.RMAngiologia.com

ARTÍCULOS ORIGINALES

- 45 Análisis descriptivo de una unidad quirúrgica exclusiva de pie diabético en sector público**
Fernando R. García-Alfonzo, Fernando A. Vidal-Peña, Alejandra J. Bravo-Rodríguez, Gonzalo López-Aguirre, Pablo I. Tondopó-Arroyo y Miguel Marroquín-Suárez
- 51 Grosor diafragmático ecográfico y su relación clínica y funcional en pacientes cardiovasculares**
Javier E. Pereira-Rodríguez, Mónica Y. Contreras-Peñalosa, Marco A. Tovar-Portilla, Karen D. Rodríguez-Bautista y Carlos G. Enciso-Mattos
- 58 Topografía carotídea y carga glucémica en la expresión segmentaria de la placa aterosclerótica en ictus isquémico**
Alberto Guevara-Tirado

REPORTE DE CASO Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

- 66 Bilateral popliteal aneurysm repair: a case report and literature review**
Verónica Rubio-Anaya, Mónica S. Ponce-Rivera, Alejandro Loera-Barragán, Patricia López-Hernández, Jaime G. Estrada-Guerrero, and Gregorio Arellano-Gutiérrez

REPORTES DE CASOS

- 71 Tratamiento del síndrome de robo del acceso de diálisis con aneurismas concomitantes en fístulas arteriovenosas. Serie de casos**
Génesis A. Pineda, Juan M. Aguilar-Juárez y Javier F. Duarte-Acuña
- 77 Síndrome de Abernethy tipo Ia con duplicidad de vena cava inferior en una paciente pediátrica: primer caso reportado**
René A. Rojas-Morán, Sergio A. Sánchez-Vergara, Jaime G. López-Taylor, Ivis D. Juárez-Valdivia y Joel A. Hernández-Galindo
- 83 Angioqueratoma atípico en síndrome de Klippel-Trenaunay: un reporte de caso**
Lexie Pérez-Huerta, Enrique Santillán-Aguayo y Andrea de la Rosa-Bandini



REVISTA MEXICANA DE ANGIOLOGÍA



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

Volumen 54, No. 2, Abril-Junio 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.: 11883AMEX262



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/>).

Análisis descriptivo de una unidad quirúrgica exclusiva de pie diabético en sector público

Descriptive analysis of a surgical unit exclusively dedicated to diabetic foot in a public hospital

Fernando R. García-Alfonzo^{1,2,3*} , Fernando A. Vidal-Peña^{1,2} , Alejandra J. Bravo-Rodríguez², Gonzalo López-Aguirre^{1,3}, Pablo I. Tondopó-Arroyo³ y Miguel Marroquín-Suárez³

¹Facultad de Medicina Humana, C-II, Benemérita Universidad Autónoma de Chiapas; ²Centro Angiológico Vascular y Endovascular de Chiapas, AngioMedic; ³Unidad Quirúrgica de Pie Diabético, Hospital General Gilberto Gómez Maza. Tuxtla Gutiérrez, Chis., México

Resumen

Antecedentes: El pie diabético constituye una causa importante de amputación no traumática y su impacto se agrava en contextos de pobreza y fragmentación de servicios, como el Estado de Chiapas. **Objetivo:** Describir el perfil de procedimientos mayores y menores realizados en pacientes con pie diabético atendidos en una unidad quirúrgica especializada de un hospital de segundo nivel, dentro de una ruta institucional que incluye detección, estratificación clínica y tratamiento multidisciplinario. **Método:** Estudio observacional, descriptivo y retrospectivo; revisión de 68 expedientes clínicos (edad \geq 18 años, DM tipo 1 o 2, intervención quirúrgica). Variables: tipo de procedimiento, características sociodemográficas, tiempo entre ingreso y cirugía, y estancia hospitalaria. Análisis empleando RStudio. **Resultados:** De 68 pacientes (66.2% hombres), el 82.4% (IC 95%: 72.5-89.9) recibió procedimientos conservadores, el 14.7% amputación supracondílea y el 2.9% infracondílea (χ^2 : 45.3; $p < 0.001$); el tiempo de espera fue de 30.6 ± 22.2 h y la estancia posquirúrgica de 3.54 ± 2.92 días. **Conclusiones:** La unidad favorece un enfoque de preservación de la extremidad y funciona como componente hospitalario de una estrategia integral de atención; persiste margen de mejora para reducir la espera quirúrgica a menos de 24 horas y desarrollar estudios prospectivos.

Palabras clave: Pie diabético. Amputación. Diabetes mellitus. Unidad quirúrgica. Salvamento de la extremidad.

Abstract

Background: Diabetic foot is a major cause of non-traumatic amputation, and its impact is worsened in settings of poverty and fragmented health care, such as the State of Chiapas. **Objective:** To describe the profile of conservative procedures and major and minor amputations performed in patients with diabetic foot treated in a specialized surgical unit at a second-level hospital, within an institutional pathway that includes early detection, clinical stratification, and multidisciplinary management. **Method:** Retrospective descriptive observational study; review of 68 clinical records (age \geq 18 years, type 1 or type 2 diabetes mellitus, surgical intervention). Variables: type of procedure, sociodemographic characteristics, time from admission to surgery, and hospital stay. Analysis in RStudio. **Results:** Of 68 patients (66.2% male), 82.4% (95% CI: 72.5-89.9) underwent conservative procedures;

*Correspondencia:

Fernando R. García-Alfonzo
E-mail: angioferinvestiga@gmail.com

Fecha de recepción: 11-02-2026
Fecha de aceptación: 14-04-2026
DOI: 10.24875/RMA.26000005

Disponible en internet: 08-06-2026
Rev Mex Angiol. 2026;54(2):45-50
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/>).

14.7% underwent supracondylar amputation, and 2.9% infracondylar amputation (χ^2 : 45.3; $p < 0.001$); waiting time was 30.6 ± 22.2 h and postoperative stay 3.54 ± 2.92 days. **Conclusions:** The unit promotes a limb-preservation approach and functions as the hospital-based component of a comprehensive care strategy; further efforts are needed to reduce surgical waiting time to less than 24 hours and to develop prospective studies.

Keywords: Diabetic foot. Amputation. Diabetes mellitus. Surgical unit. Limb salvage.

Introducción

La diabetes mellitus (DM) es una enfermedad crónica que se presenta cuando el páncreas no secreta suficiente insulina o cuando el organismo no logra utilizar eficazmente la insulina que produce. La insulina es una hormona que regula la concentración de glucosa en la sangre. Un efecto común de la diabetes no controlada es la hiperglucemia (es decir, la glucemia elevada) que, con el tiempo, daña gravemente muchos órganos y sistemas del organismo, sobre todo los nervios y los vasos sanguíneos¹.

El pie diabético es una de las complicaciones más comunes asociadas con la DM, se estima que aproximadamente del 15 al 25% de los pacientes con DM desarrollan pie diabético durante el curso de su enfermedad; es decir, que seis personas con DM tendrán una úlcera a lo largo de su vida. Estudios publicados han demostrado que esto ocurre principalmente en los hombres y está relacionado con el resultado de un control glucémico inadecuado y prolongado de la DM².

Hay pocos datos relacionados con pie diabético y/o amputaciones, pero según la Asociación Latinoamericana de Diabetes, el 58.2% de los pacientes con DM de Brasil tiene complicaciones del pie diabético, y la incidencia reportada en Río de Janeiro de amputaciones mayores por DM fue de 6.4/100,000 por año, en Chile se reporta un 13% de amputaciones en los pacientes con DM, en México, entre 2004 y 2005, los egresos hospitalarios por pie diabético aumentaron en un 10% y el número de amputaciones se incrementó al 4%². El nivel socioeconómico (NSE) bajo determina un perfil de riesgo vascular más desfavorable en los pacientes amputados de miembro inferior por causa no traumática y una mayor predisposición a sufrir amputación mayor. Este NSE muestra una influencia negativa sobre diabetes, obesidad y retinopatía diabética en estos pacientes³.

Esta inequidad es especialmente crítica en el Estado de Chiapas, entidad que, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, registró en 2020 el mayor porcentaje de pobreza multidimensional del país, con un 75.49% de su población en situación de pobreza. Además, una proporción importante de la población

depende del sistema público de salud, con cobertura fragmentada y disponibilidad variable de cirugía vascular, curación avanzada y seguimiento integral del pie diabético. En este contexto, una unidad quirúrgica exclusiva no debe entenderse como sustituto de la detección temprana y la prevención, sino como el componente resolutivo hospitalario de una ruta integral de atención.

Desde esta perspectiva, la atención del pie diabético requiere estratificación clínico-etiológica. De manera operativa, los pacientes pueden agruparse en fenotipos neuropático, isquémico, infeccioso y neuroisquémico, cada uno con prioridades terapéuticas distintas: descarga y cuidado local de la herida en el neuropático; valoración vascular y consideración de revascularización en el isquémico; control del foco infeccioso, desbridamiento y antibiótico en el infeccioso; y manejo combinado en el neuroisquémico. La unidad analizada dispone de quirófano exclusivo, material de curación, personal médico y de enfermería, y capacidad de realizar lavado mecánico, drenaje, desbridamiento, amputaciones menores y mayores, así como valoración vascular para salvamento de la extremidad o referencia cuando corresponde.

Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue describir el perfil de procedimientos conservadores, amputaciones mayores y amputaciones menores realizados en pacientes con pie diabético atendidos en un hospital de segundo nivel en el Estado de Chiapas, México, durante agosto-octubre de 2025. La hipótesis de trabajo fue que la proporción de procedimientos conservadores y amputaciones menores sería mayor que la de amputaciones mayores, como expresión indirecta de un enfoque quirúrgico conservador.

Se trata de un estudio observacional, descriptivo y retrospectivo, basado en la revisión sistemática de expedientes clínicos. Su alcance se limita a la caracterización de desenlaces intrahospitalarios agudos y no permite evaluar, por sí mismo, la eficacia de la detección temprana o la prevención en el primer nivel; sin embargo, aporta evidencia local útil para organizar rutas integrales de atención y para el diseño de estudios prospectivos. El manuscrito se elaboró siguiendo

la guía STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology*) para estudios observacionales.

Método

Tipo y diseño de investigación

Diseño: estudio observacional, descriptivo, retrospectivo, de cohorte histórica.

Descripción: se incluyeron de forma consecutiva los expedientes que cumplieron los criterios de inclusión y exclusión para su análisis clínico y estadístico.

El estudio se realizó en la Unidad Quirúrgica de Pie Diabético y Cirugía Vasculardel Hospital General de Especialidades Dr. Jesús Gilberto Gómez Maza, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. El periodo analizado correspondió del 1 de agosto al 31 de octubre de 2025.

Recursos utilizados

MATERIALES Y FÍSICOS

- Quirófano exclusivo de la Unidad Quirúrgica de Pie Diabético y Cirugía Vasculardel Hospital General de Especialidades Dr. Jesús Gilberto Gómez Maza.
- Materiales de curación estériles; instrumental para lavado mecánico, drenaje, desbridamiento y amputación; expedientes clínicos físicos y/o electrónicos con registro de ingreso, procedimientos y egreso.
- Recursos humanos: personal médico y de enfermería de la unidad de pie diabético, con participación multidisciplinaria de acuerdo con la disponibilidad institucional y la necesidad clínica.
- Recursos tecnológicos: *software* estadístico RStudio (versión 2025.09.2 +418) para análisis de datos cuantitativos. Hojas de cálculo (Microsoft Excel) para la organización preliminar de la base de datos. Computadora con acceso a bases de datos clínicas del hospital.
- Recursos financieros: fondos del Hospital General de Especialidades Dr. Jesús Gilberto Gómez Maza y recursos personales para el procesamiento y análisis de datos.
- Lugar de la investigación: la investigación se llevó a cabo en el Hospital General de Especialidades Dr. Jesús Gilberto Gómez Maza, ubicado en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Este nosocomio es una institución de segundo nivel de atención del sistema estatal de salud, con infraestructura especializada en el tratamiento integral de heridas complejas, incluyendo una unidad quirúrgica de pie diabético y cirugía vascular dedicada exclusivamente al diagnóstico,

tratamiento quirúrgico y seguimiento de pacientes con complicaciones del pie diabético. Cuenta con quirófanos equipados, personal multidisciplinario y protocolos clínico estandarizados para el tratamiento de esta afección.

- Toma de decisiones clínicas: la unidad operó con criterios de selección según la causa predominante. Los casos neuropáticos se orientaron a descarga, control local y cirugía conservadora cuando fue necesaria; los isquémicos, a valoración vascular, delimitación de viabilidad tisular y consideración de revascularización; los infecciosos, a control del foco, antibióticos y drenaje/desbridamiento urgente; y los neuroisquémicos, a manejo combinado y priorización según el riesgo de progresión séptica o pérdida de la extremidad. Esta estratificación se describe como parte del modelo asistencial y no como variable primaria del análisis.

Población de estudio

- Universo: todos los pacientes con diagnóstico de pie diabético y/o complicaciones infecciosas o isquémicas del miembro pélvico relacionadas con DM que ingresaron al hospital durante el periodo de estudio.
- Población de estudio: pacientes mayores de 18 años con diagnóstico de DM (tipo 1 o 2) y pie diabético que requirieron intervención quirúrgica (lavado mecánico, drenaje, desbridamiento, revascularización, amputación menor o mayor) en la unidad quirúrgica de pie diabético entre el 1 de agosto y el 31 de octubre de 2025, y cuyos expedientes clínicos contenían información suficiente para documentar tiempos clave y desenlaces.

Criterios de inclusión, exclusión y eliminación

- Criterios de inclusión: edad ≥ 18 años. Diagnóstico confirmado de DM tipo 1 o 2. Diagnóstico clínico de pie diabético (úlceras, infección, gangrena o isquemia crítica). Atención quirúrgica en la unidad mencionada durante el periodo definido. Expediente clínico completo (ingreso, primera intervención, egreso/defunción).
- Criterios de exclusión: lesiones traumáticas, neoplásicas u otras no relacionadas con pie diabético. Expedientes incompletos que impidan calcular tiempos o desenlaces. Pacientes remitidos solo para diagnóstico sin tratamiento quirúrgico.
- Criterios de eliminación: inconsistencias graves en fechas o registros. Pérdida del expediente durante la recolección.

Tabla 1. Variables descritas, con definición conceptual, operacional y sus indicadores de evaluación estadística

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores
Tiempo desde ingreso hasta primera intervención quirúrgica	Intervalo crítico que influye en pronóstico	Tiempo registrado (en horas) entre fecha/hora de ingreso y primera cirugía	Media, mediana, desviación estándar
Tipo de intervención quirúrgica	Procedimiento realizado para controlar la infección o isquemia	Clasificación según protocolo y causa predominante: neuropático, isquémico, infeccioso o neuroisquémico; procedimiento conservador, revascularización, amputación menor (por debajo del tobillo) o mayor (por arriba del tobillo)	Frecuencias absolutas y relativas
Desenlace hospitalario	Resultado al finalizar la estancia	Egreso vivo vs. defunción intrahospitalaria	Tasa de mortalidad (%)
Estancia hospitalaria	Duración total del internamiento	Días transcurridos desde ingreso hasta egreso/ defunción	Media, rango

Fuente: Unidad Quirúrgica de Pie Diabético, Hospital Dr. Jesús Gilberto Gómez Maza.

Variables

Las variables se muestran en la [tabla 1](#).

Instrumentos de recolección de datos

Se utilizó una hoja de recolección estandarizada, diseñada específicamente para este estudio, con campos previamente validados por el especialista en cirugía vascular. Los datos fueron extraídos directamente de los expedientes clínicos por el investigador principal.

El proceso de recolección y análisis se desarrolló en las siguientes etapas:

- Autorización institucional: se obtuvo el aval del director del hospital para acceder a los expedientes clínicos.
- Identificación de casos: se revisaron diariamente los listados de ingresos a la unidad quirúrgica de pie diabético entre el 1 de agosto y el 31 de octubre de 2025.
- Aplicación de criterios de inclusión/exclusión: cada expediente fue evaluado para determinar su elegibilidad.
- Captura de datos: la información se registró de forma anónima en la hoja de recolección, asegurando la confidencialidad.
- Codificación y digitalización: los datos se transfirieron a una base en Excel y posteriormente se analizaron en RStudio.

Se respetaron en todo momento los principios éticos de la investigación con seres humanos, incluyendo la confidencialidad, el uso exclusivo con fines académicos y la protección de la identidad de los pacientes.

Análisis y tratamiento de datos

Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva. Las variables cuantitativas (tiempo a cirugía, estancia hospitalaria) se resumen con media, mediana y desviación estándar, mientras que las cualitativas (tipo de cirugía, desenlace) se presentan en frecuencias absolutas y porcentajes.

Se realizó un análisis bivariante preliminar (tablas de contingencia) para explorar asociaciones entre variables clínicas y desenlaces. No se aplicaron modelos multivariantes debido al tamaño de la muestra y al enfoque descriptivo del estudio.

Limitaciones del método

La naturaleza retrospectiva impide controlar variables no registradas en los expedientes (como adherencia al tratamiento previo o factores socioeconómicos).

La muestra está limitada a un solo centro hospitalario, lo que restringe la generalización de los hallazgos.

El riesgo de sesgo de información existe si los registros clínicos presentan omisiones o errores. Por razones de privacidad y normativa hospitalaria, no se incluyeron imágenes clínicas de pacientes ni del acto quirúrgico; las figuras incorporadas corresponden únicamente a representaciones estadísticas. Comité de ética y aprobación institucional: 007/2025.

Discusión

El hallazgo principal fue el predominio de procedimientos conservadores o de salvamento de extremidad (82.4%) sobre las amputaciones mayores (17.6%)

Tabla 2. Distribución de tipos de procedimientos quirúrgicos en pacientes con pie diabético (n = 68), agosto-octubre 2025. Tipo de procedimientos realizados, con IC y χ^2

Tratamiento	n	%	IC 95%
Procedimientos mínimos	56	82.4	72.5-89.9
Procedimientos mayores	12	17.6	10.1-27.5
χ^2 (gl = 1)	45.3	p < 0.001	

IC 95%: intervalo de confianza del 95%.

Fuente: Unidad Quirúrgica de Pie Diabético, Hospital Dr. Jesús Gilberto Gómez Maza.

(Tabla 2) en esta cohorte de 68 pacientes. Este patrón sugiere que la existencia de una unidad quirúrgica especializada favorece la resolución oportuna del pie diabético complicado y reduce la necesidad de amputación primaria en pacientes seleccionados, con respecto a las tasas de amputaciones mayores en series hospitalarias mexicanas reportadas que oscilan entre el 25 y el 50%^{1,4,5}.

Análisis bivariante confirma no aleatoriedad (χ^2 : 45.3; gl = 1, p < 0.001; *odds ratio* [OR]: 20.7; IC 95%: 10.1-42.4), atribuyendo ~20 veces mayor probabilidad a tratamiento conservador vs. amputaciones, alineado con guías International Working Group on the Diabetic Foot (IWGDF)/ American Diabetes Association (ADA) que priorizan preservación de la extremidad (reducción del 50-85% amputaciones con desbridamientos selectivos)⁶. Esta superioridad sugiere impacto de selección especializada, aunque limita poder para subgrupos (amputaciones infracondíleas n = 2; potencia < 30% detectar OR > 5) (Fig. 1). Estos resultados deben interpretarse dentro de una ruta integral de atención. La unidad quirúrgica no pretende reemplazar la detección temprana, la educación o la prevención secundaria, sino ofrecer el componente resolutivo hospitalario para pacientes ya estratificados por etiología neuropática, isquémica, infecciosa o neuroisquémica. En ese sentido, los procedimientos conservadores, el control del foco séptico y la valoración de salvamento de extremidad forman parte de una estrategia multidisciplinaria más amplia.

Predominio masculino (66.2%), los que concuerda parcialmente con epidemiología latinoamericana⁷ (Fig. 2), donde se informa de un 50% de curación en hombres > 4 meses⁸, pero contrasta con estudios cubanos (59.7% predominio femenino)⁹. El análisis bivariante sexo-procedimiento confirma homogeneidad basal, descartando sesgo de confusión (tabla 2x2: 22M/34H menores vs. 5M/7H mayores) (Tabla 3), fortaleciendo validez interna para intervenciones futuras.

Tabla 3. Relación encontrada entre sexo, porcentaje, IC y la razón para su análisis estadístico en pacientes con pie diabético (n = 68), agosto-octubre 2025. Tabla de distribución de sexo con razón M: F

Sexo	n	%	IC 95%	Razón M: F
Masculino	45	66.2	54.0-77.4	1.96:1
Femenino	23	33.8	22.6-46.0	-
Total	68	100	-	2:1

IC 95%: intervalo de confianza del 95%.

Fuente: Unidad Quirúrgica de Pie Diabético, Hospital Dr. Jesús Gilberto Gómez Maza.

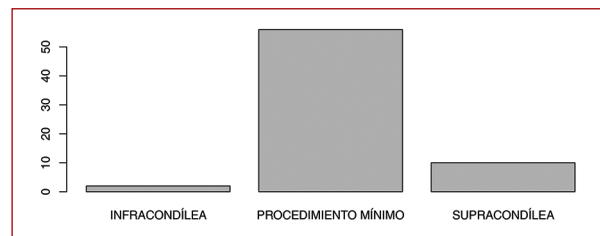


Figura 1. Representación de procedimientos realizados en pacientes con pie diabético (n = 68), agosto-octubre 2025. Se describen los procedimientos totales (n = 68), correspondientes a los mínimos (56), las amputaciones infracondíleas y supracondíleas (procedimientos mayores 12). Fuente: Unidad Quirúrgica de Pie Diabético, Hospital Dr. Jesús Gilberto Gómez Maza.

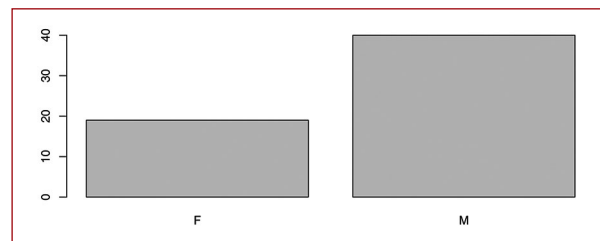


Figura 2. Representación de predominio de sexo en pacientes con pie diabético (n = 68), agosto-octubre 2025. Se describe la razón masculino-femenino de los pacientes evaluados en el estudio, correlacionado con las incidencias nacionales con una razón 2:1 M:F. Fuente: Unidad Quirúrgica de Pie Diabético, Hospital Dr. Jesús Gilberto Gómez Maza.

El tiempo medio de espera quirúrgica fue de 30.6 ± 22.2 horas. Aunque este intervalo es relativamente corto para un hospital público de segundo nivel, persiste un área de mejora para alcanzar metas de atención en menos de 24 horas, especialmente en

casos infecciosos o neuroisquémicos. De igual forma, la estancia posquirúrgica media de 3.54 ± 2.92 días sugiere eficiencia organizacional y potencial reducción de carga hospitalaria.

En estadística nacional y comparando con bibliografía sobre el coste de los procedimientos mayores y menores se tiene en cuenta que el ahorro por ausencia de amputaciones mayores y menores es de 85,428 pesos por evento; así como la reducción del tiempo de estancia intrahospitalaria posquirúrgica, la cual reduce de forma sustancial la carga económica, destacando que aquellos con clasificación Wagner 4 reportaron costos promedio más altos por día-cama (50,780 pesos) y desbridaciones (14,871 pesos), incluso mayores que Wagner 5, por lo que la implementación del «código pie diabético» con un equipo multidisciplinario de atención para la población vulnerable combate directamente la reducción de procedimientos mayores, la preservación de la extremidad, reducción del tiempo de ausentismo laboral, incapacidad laboral e invalidez (sacado de datos estadísticos del Instituto Mexicano del Seguro Social [IMSS]).

Entre las limitaciones del estudio se encuentran su naturaleza retrospectiva, el tamaño de muestra y la ausencia de variables clínicas de severidad para análisis ajustado. Por ello, los hallazgos deben considerarse descriptivos y generadores de hipótesis. Se recomienda desarrollar estudios prospectivos que incorporen fenotipo clínico, clasificación de gravedad, estrategias de prevención y desenlaces de salvamento de extremidad.

Conclusiones

Contar con una unidad quirúrgica exclusiva para pie diabético en un hospital público de segundo nivel se asoció con predominio de procedimientos conservadores, contención de amputaciones mayores y estancias hospitalarias cortas. Su utilidad parece mayor cuando se integra a un modelo que incluya detección temprana, referencia oportuna, clasificación etiológica y participación multidisciplinaria.

Los resultados respaldan la permanencia y fortalecimiento institucional de esta unidad como componente hospitalario de una ruta integral de atención del pie diabético. No obstante, se requieren estudios prospectivos que permitan medir con mayor solidez el efecto sobre salvamento de extremidad, amputación primaria y costos.

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

- Organización Mundial de la Salud. Diabetes [Internet]. Organización Mundial de la Salud; 2024 [citado 11 feb 2026]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
- Cisneros-González N, Ascencio-Montiel JJ, Libreros-Bango VN, Rodríguez-Vázquez H, Campos-Hernández Á, Dávila-Torres J, et al. Índice de amputaciones de extremidades inferiores en pacientes con diabetes. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2016;54(4):472-9.
- Fernández MG, De Andrés DC, Febres LMS, Herrera LG, Brobeil SJ. Impacto del nivel socioeconómico sobre el perfil del paciente amputado de miembro inferior por causa no traumática. *Cir Esp.* 2020;99(1):55-61. doi: 10.1016/j.ciresp.2019.12.005
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Estadísticas de defunciones registradas (EDR) [Internet]. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía; 2020 [citado 11 feb 2026]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/edr/>
- Torres-Machorro A, Ruben-Castillo C, Torres-Roldán JF, Miranda-Gómez OF, Catrip-Torres J, Hinojosa CA. Estado actual, costos económicos y sociales del pie diabético y las amputaciones en la población mexicana. *Rev Mex Angiol.* 2020;48(2):53-64. doi: 10.24875/rma.20000019
- International Diabetes Federation. IDF Diabetes atlas (11th ed.) [Internet]. International Diabetes Federation; 2025. Disponible en: <https://diabetes-atlas.org>
- Lechuga Herrera D. Tiempo de permanencia en clínica de heridas y egreso por curación en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 o úlcera de pie diabético [Internet]. Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes; 2023. Disponible en: <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/2474>
- Sociedad Argentina de Cardiología en Diabetes. Series epidemiológicas sobre riesgo de amputaciones en pie diabético por adherencia podal deficiente [Internet]. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Cardiología en Diabetes; 2023 [citado 11 feb 2026]. Disponible en: <https://www.sap-dg.org.ar/docs/2023-pie-diabetico.pdf>
- González Morejón A, Fernández Fernández Y, Pérez Martínez Y. Características clínicas y epidemiológicas de pacientes con pie diabético. *Rev Cubana Angiol Cir Vasc* [Internet]. 2017;18(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1682-00372017000200004

Grosor diafragmático ecográfico y su relación clínica y funcional en pacientes cardiovasculares

Ultrasound-guided diaphragmatic thickness and its clinical and functional relationship in cardiovascular patients

Javier E. Pereira-Rodríguez^{1*}, Mónica Y. Contreras-Peñalosa², Marco A. Tovar-Portilla¹,
Karen D. Rodríguez-Bautista¹ y Carlos G. Enciso-Mattos²

¹Departamento de Rehabilitación, Centro de Estudios e Investigación FISICOL; ²Facultad de Salud, Programa de Fisioterapia, Universidad de Pamplona, Sede Cúcuta. Cúcuta, Colombia

Resumen

Antecedentes: La debilidad diafragmática es frecuente en pacientes cardiovasculares y afecta su rehabilitación. **Objetivo:** Evaluar ecográficamente el grosor diafragmático y analizar su relación basal con variables clínicas y funcionales en pacientes con afecciones cardiovasculares. **Método:** Se invitaron y evaluaron a 61 pacientes con trastornos cardiovasculares en rehabilitación, determinándose el grosor diafragmático por ecografía con transductor lineal en el octavo-noveno espacio intercostal. Asimismo, se analizaron IMC, clase funcional NYHA y distancia recorrida en la prueba de caminata de seis minutos. **Resultados:** El grosor diafragmático promedio fue de 1.55 ± 0.33 mm, sin diferencias significativas entre hombres (1.53 ± 0.275 mm) y mujeres (1.53 ± 0.270 mm). No se observaron correlaciones significativas entre el grosor diafragmático y variables como el IMC ($r = 0.190$), edad ($r = 0.035$), clasificación NYHA ($r = -0.1511$) y metros recorridos ($r = 0.034$). Sin embargo, se resalta la importancia de incluir otras mediciones funcionales como la excursión diafragmática. **Conclusión:** Se identificó una prevalencia relevante de debilidad diafragmática. El grosor diafragmático evaluado en reposo no mostró asociaciones significativas con las variables clínicas y funcionales analizadas. Estos hallazgos respaldan la necesidad de una evaluación ecográfica más integral del diafragma, incorporando parámetros funcionales adicionales, para mejorar la caracterización de la disfunción diafragmática.

Palabras clave: Grosor diafragmático. Rehabilitación cardiovascular. Disfunción diafragmática.

Abstract

Background: Diaphragmatic weakness is common in patients with cardiovascular conditions and can impact their recovery during cardiac rehabilitation. **Objective:** To evaluate diaphragmatic thickness and analyze its baseline relationship with clinical and functional variables in patients with cardiovascular conditions. **Method:** Sixty-one patients with cardiovascular conditions participating in a cardiac rehabilitation program were invited and included. Diaphragmatic thickness was measured using ultrasound with a linear transducer at the 8th-9th intercostal space. Additionally, variables such as BMI, NYHA functional classification, and distance covered in the 6-minute walk test were analyzed. **Results:** The average diaphragmatic thickness

Correspondencia:

Javier E. Pereira-Rodríguez
E-mail: jepr87@hotmail.com

Fecha de recepción: 27-11-2025

Fecha de aceptación: 12-03-2026

DOI: 10.24875/RMA.25000058

Disponible en internet: 08-06-2026

Rev Mex Angiol. 2026;54(2):51-57

www.RMAngiologia.com

0377-4740 © 2026 Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vasculare 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/>).

was 1.55 ± 0.33 mm, with no significant differences between men (1.53 ± 0.275 mm) and women (1.53 ± 0.270 mm). No significant correlations were observed between diaphragmatic thickness and variables such as BMI ($r = 0.190$), age ($r = 0.035$), or NYHA classification ($r = -0.1511$). However, the importance of including other functional measurements such as diaphragmatic excursion is emphasized. **Conclusion:** A significant prevalence of diaphragmatic weakness was identified. Diaphragmatic thickness assessed at rest did not show significant associations with the clinical and functional variables analyzed. These findings support the need for a more comprehensive ultrasound evaluation of the diaphragm, incorporating additional functional parameters, to improve the characterization of diaphragmatic dysfunction.

Keywords: Diaphragmatic thickness. Cardiac rehabilitation. Diaphragmatic dysfunction.

Introducción

La debilidad diafragmática es un fenómeno clínico de creciente relevancia en pacientes con enfermedades cardiovasculares, debido a su impacto directo en la mecánica respiratoria y en la calidad de vida de estos individuos. El diafragma, como principal músculo respiratorio, desempeña un papel clave en la ventilación efectiva, y su disfunción puede contribuir al deterioro de la capacidad funcional, especialmente en personas con afecciones cardiovasculares¹. Esta afección se ha relacionado con una mayor prevalencia de disnea y limitaciones en la capacidad de ejercicio, dos factores que influyen negativamente en la recuperación de pacientes sometidos a rehabilitación cardiovascular².

En el contexto de la rehabilitación cardiovascular, la evaluación del grosor y la movilidad diafragmática es crucial para comprender las limitaciones respiratorias que experimentan los pacientes. Los estudios recientes han demostrado que la ecografía del diafragma es una herramienta no invasiva y fiable para evaluar la función diafragmática, permitiendo medir su grosor y su movilidad con alta precisión³. La capacidad de identificar debilidad diafragmática mediante este método proporciona información valiosa para personalizar los programas de rehabilitación, adaptando los ejercicios respiratorios y la intensidad de los programas de entrenamiento físico⁴.

La evaluación del grosor diafragmático se realiza con ecografía utilizando un transductor lineal, colocado en posición longitudinal entre el octavo y noveno espacio intercostal en la línea media axilar⁵. Se efectúan tres mediciones del grosor en reposo, y se calcula la media de estas para asegurar la precisión de la evaluación (Fig. 1).

Además de medir el grosor, la ecografía permite evaluar otras variables, como la fracción de engrosamiento, la excursión diafragmática y el tiempo inspiratorio y espiratorio, que son indicadores fundamentales de la funcionalidad respiratoria del diafragma⁶. Estas mediciones proporcionan una visión detallada de la

recuperación funcional en los pacientes sometidos a programas de rehabilitación cardíaca, permitiendo ajustar las intervenciones terapéuticas para optimizar su proceso de recuperación.

La prevalencia de la debilidad diafragmática en pacientes con afecciones cardiovasculares que asisten a rehabilitación cardiovascular no ha sido suficientemente investigada. La mayoría de los estudios se han centrado en pacientes con insuficiencia cardíaca avanzada, dejando una laguna en la literatura sobre su impacto en pacientes con diferentes estadios de cardiopatía que participan en programas de rehabilitación⁷. Además, la disfunción diafragmática puede estar subestimada en pacientes en estadios más tempranos de la enfermedad, lo que resalta la importancia de un diagnóstico temprano para optimizar los resultados terapéuticos⁸.

El presente estudio tiene como objetivo principal evaluar ecográficamente el grosor del diafragma y analizar su relación basal con variables clínicas y funcionales en pacientes con afecciones cardiovasculares. Esta investigación busca aportar evidencia sobre la prevalencia y gravedad de la debilidad diafragmática en esta población, con el fin de mejorar las estrategias de intervención en rehabilitación y, en última instancia, los desenlaces clínicos y funcionales de los pacientes.

Método

Diseño del estudio

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal con el objetivo de determinar el grosor diafragmático en pacientes con afecciones cardiovasculares que asisten a programas de rehabilitación cardiovascular. La investigación se realizó en la Clínica San José de Cúcuta, Colombia, de junio a agosto del 2024. El protocolo del estudio fue aprobado por el comité de ética del Centro de Estudios e Investigación FISICOL, y todos los pacientes firmaron un consentimiento informado antes de participar.

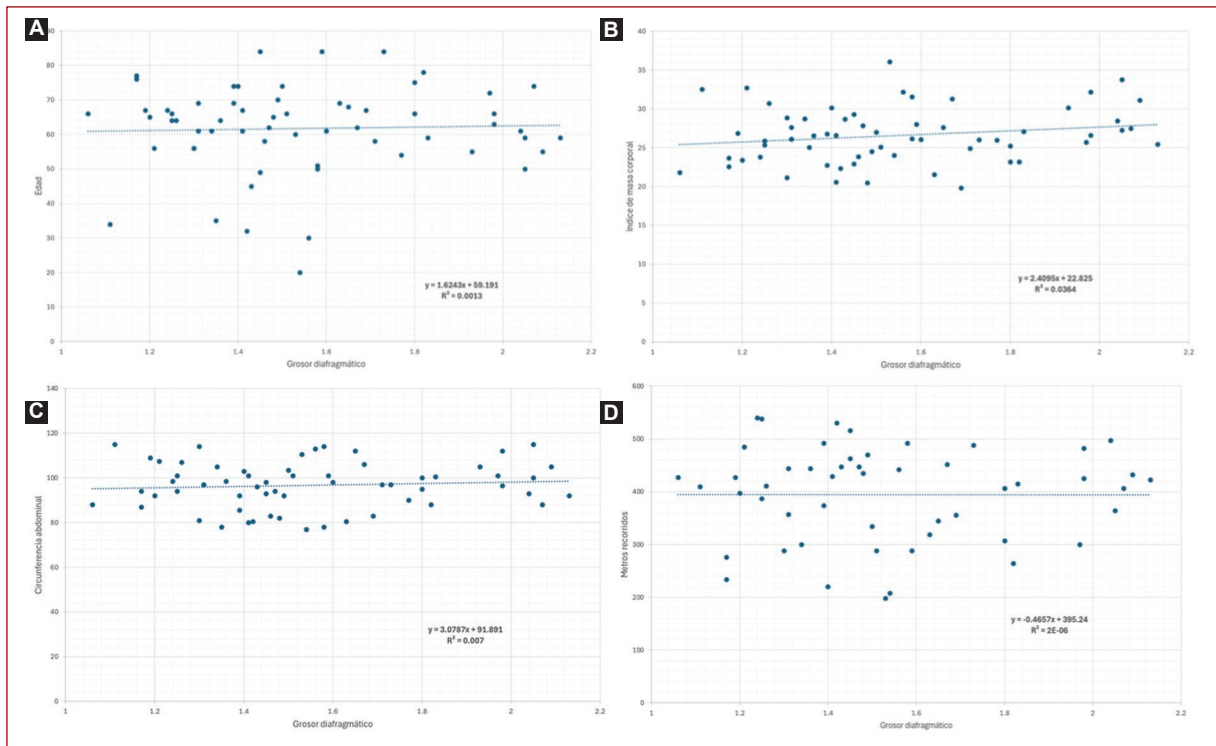


Figura 1. Correlación de Pearson entre el grosor diafragmático y variables clínicas y funcionales en pacientes con afecciones cardiovasculares. **A:** correlación entre grosor diafragmático y edad. **B:** correlación entre grosor diafragmático e índice de masa corporal (IMC). **C:** correlación entre grosor diafragmático y circunferencia abdominal. **D:** correlación entre grosor diafragmático y metros recorridos en la prueba de caminata de 6 minutos. Los gráficos muestran líneas de regresión lineal y coeficientes de determinación (R^2). IMC: índice de masa corporal.

Población y muestra

La población estudiada incluyó a pacientes con afecciones cardiovasculares que asistían al programa de rehabilitación cardiovascular fase II de la Clínica San José. La muestra total estuvo constituida por 61 pacientes, de los cuales 40 eran hombres y 21 mujeres, con una media de edad de 61.70 ± 12.80 años. Los criterios de inclusión fueron: pacientes mayores de 18 años con diagnóstico de cardiopatía, sin antecedentes de enfermedades respiratorias crónicas descompensadas. Se excluyeron pacientes con enfermedades musculares o neurológicas que afectaran la función diafragmática.

Evaluaciones clínicas y antropométricas

A cada paciente se le realizaron mediciones antropométricas y clínicas, incluyendo peso, altura, índice de masa corporal (IMC), circunferencia abdominal y circunferencia de cadera. También se documentaron comorbilidades, como hipertensión, dislipidemia,

diabetes, obesidad, antecedentes de tabaquismo y alcoholismo. Además, se registraron los antecedentes quirúrgicos de los pacientes, incluyendo revascularización miocárdica, angioplastia, y otros procedimientos cardiovasculares, así como la clasificación funcional según la New York Heart Association (NYHA). Se evaluó la capacidad funcional de los pacientes mediante la prueba de caminata de 6 minutos (6MWT).

Evaluación ecográfica del diafragma

El grosor diafragmático se evaluó utilizando un ecógrafo portátil, con un transductor lineal de alta frecuencia (7-12 MHz). El protocolo de medición fue el siguiente: los pacientes fueron posicionados en decúbito supino, y se realizaron tres mediciones en el 8.º y 9.º espacio intercostal, en la línea medioaxilar derecha. Las imágenes se obtuvieron en modo B, con el transductor colocado en posición longitudinal. Para cada medición, se determinó el grosor del diafragma durante la espiración, y se calculó el promedio de las tres mediciones obtenidas.

Test de caminata de 6 minutos

Para evaluar la capacidad funcional, el primer día de rehabilitación se realizó el 6MWT⁹ bajo el protocolo de la *ATS Statement: Guidelines for the six-minute walk test* de la American Thoracic Society a todos los pacientes. Este test se utilizó como una medida funcional puntual de la capacidad cardiorrespiratoria basal, y sus resultados se correlacionaron con el grosor diafragmático con el fin de explorar su asociación transversal, sin pretender evaluar la evolución funcional ni el efecto de la rehabilitación cardiovascular.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron utilizando a 61 *software* estadístico SPSS (versión 26.0). Se realizaron análisis descriptivos para las variables demográficas y clínicas. Para evaluar la relación entre el grosor diafragmático y otras variables (edad, IMC, circunferencia abdominal, clasificación NYHA y metros recorridos en el 6MWT) se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson. Un valor de $p < 0.05$ se consideró estadísticamente significativo.

Resultados

En este estudio se incluyeron 61 pacientes con una media de edad de 61.70 ± 12.80 años. De ellos, 40 eran hombres (65.6%) y 21 mujeres (34.4%). Las características antropométricas revelaron un peso promedio de 71.31 ± 14.45 kg, una altura media de 1.63 ± 0.10 m y un IMC de 26.55 ± 3.55 kg/m². La circunferencia abdominal promedio fue de 96.66 ± 10.36 cm y la circunferencia de cadera de 100.94 ± 8.08 cm. En cuanto a las comorbilidades, se observó que 51 pacientes (83.6%) presentaban hipertensión arterial, 46 (75.4%) dislipidemia y 26 (42.6%) diabetes *mellitus*. Además, 46 pacientes (75.4%) presentaban obesidad, 25 (41.0%) eran exfumadores y 22 (36.1%) tenían antecedentes de alcoholismo. De los pacientes estudiados, 26 (42.6%) se sometieron a revascularización miocárdica, 21 (34.4%) a angioplastia, un paciente (1.6%) tuvo cierre de comunicación interauricular, dos pacientes (3.3%) presentaron arritmias no específicas, tres (4.9%) tuvieron cardiomiopatía dilatada, un paciente (1.6%) tenía un marcapasos, cuatro (6.6%) se sometieron a reemplazo valvular y dos (3.3%) presentaron síncope. Respecto al grosor diafragmático promedio medido, fue de 1.55 ± 0.33 mm. Los hombres presentaron un grosor de 1.53 ± 0.275 mm y las mujeres 1.53 ± 0.270 mm, sin

diferencias significativas entre ambos sexos ($p > 0.05$) (Tabla 1). Diferente a lo encontrado en la excursión diafragmática espontánea en hombres (0.9 ± 0.21) vs. el 0.8 ± 0.17 en mujeres. Y con respecto a la excursión diafragmática forzada en hombres fue 4.2 ± 0.48 vs. 3.6 ± 0.48 en mujeres ($p = 0.003$)

Además de lo anterior, se realizaron análisis de correlación de Pearson entre el grosor diafragmático y diversas variables clínicas y funcionales. Dando resultados de una correlación de Pearson $r = 0.083$ ($r^2 = 0.00$) con la circunferencia abdominal, lo que indica una correlación muy débil y no significativa. También con el IMC ($r = 0.190$; $r^2 = 0.036$) y la NYHA ($r = -0.1613$; $r^2 = 0.022$), que sugirieron una correlación positiva débil y negativa respectivamente. Finalmente, una correlación inexistente entre las variables de grosor diafragmático, la edad ($r = 0.035$; $r^2 = 0.001$) y los metros recorridos en el 6MWT ($r = 0.034$; $r^2 = 0.001$) (Fig. 1). Dicho lo anterior, los resultados obtenidos muestran que no se observan correlaciones fuertes entre el grosor diafragmático y las variables clínicas o funcionales medidas. Si bien la debilidad diafragmática es común en esta población, no parece estar significativamente influenciada por factores como el IMC, la edad o la clasificación funcional NYHA, lo que sugiere la necesidad de explorar otros factores que puedan influir en la función diafragmática en pacientes con afecciones cardiovasculares que asisten a rehabilitación cardiovascular.

Los resultados obtenidos muestran que no se observan correlaciones fuertes entre el grosor diafragmático y las variables clínicas o funcionales medidas. Sin embargo, es importante destacar que, a pesar de la falta de correlaciones significativas, la debilidad diafragmática es un hallazgo frecuente en esta población. Esto resalta la importancia de implementar programas de entrenamiento de los músculos respiratorios, con el fin de mitigar las repercusiones de la debilidad y disfunción diafragmática, mejorando así la calidad de vida y la capacidad funcional de los pacientes que asisten a rehabilitación cardiovascular.

Discusión

Los resultados de este estudio aportan evidencia actualizada sobre la prevalencia significativa de debilidad diafragmática en pacientes con afecciones cardiovasculares que asisten a programas de rehabilitación cardiovascular. Aunque la fuerza de asociación entre el grosor diafragmático en reposo y variables clínicas y funcionales fue débil o no significativa, nuestros

Tabla 1. Características de los participantes (n = 61)

Variable	Valor
Edad (años)	61.70 ± 12.80
Sexo, n (%)	
Hombres	40 (65.6)
Mujeres	21 (34.4)
Peso (kg)	71.31 ± 14.45
Talla (m)	1.63 ± 0.10
Índice de masa corporal (kg/m ²)	26.55 ± 3.55
Circunferencia abdominal (cm)	96.66 ± 10.36
Circunferencia de cadera (cm)	100.94 ± 8.08
Clasificación funcional NYHA, n (%)	
Clase I	37 (60.7)
Clase II	14 (23.0)
Clase III	9 (14.8)
Clase IV	1 (1.6)
Tipo de afección cardiovascular, n (%)	
Revascularización miocárdica	26 (42.6)
Angioplastia coronaria	21 (34.4)
Reemplazo valvular	4 (6.6)
Cardiomiopatía dilatada	3 (4.9)
Arritmias no específicas	2 (3.3)
Síncope	2 (3.3)
Cierre de comunicación interauricular	1 (1.6)
Marcapasos definitivo	1 (1.6)
Comorbilidades, n (%)	
Hipertensión arterial	51 (83.6)
Dislipidemia	46 (75.4)
Diabetes <i>mellitus</i>	26 (42.6)
Obesidad	46 (75.4)
Tabaquismo (actual o previo)	25 (41.0)
Alcoholismo	22 (36.1)
Grosor diafragmático (mm)	
Total	1.55 ± 0.33
Hombres	1.53 ± 0.275
Mujeres	1.53 ± 0.270
Excursión diafragmática (cm)	
Excursión diafragmática espontánea en hombres	0.9 ± 0.21
Excursión diafragmática forzada en hombres	4.2 ± 0.48
Excursión diafragmática espontánea en mujeres	0.8 ± 0.17
Excursión diafragmática forzada en mujeres	3.6 ± 0.48

hallazgos confirman que la disfunción diafragmática es un hallazgo común en esta población y requiere una evaluación clínicamente más integral.

El grosor diafragmático promedio de 1.55 ± 0.33 mm observado en nuestra cohorte coincide con valores publicados en estudios de referencia que muestran mediciones más bajas de grosor en comparaciones entre sujetos con enfermedad crónica y poblaciones sanas¹⁰. La debilidad respiratoria detectada mediante

ultrasonografía podría relacionarse con alteraciones en la función respiratoria y la capacidad física, aspectos que han sido descritos como relevantes en poblaciones con insuficiencia cardíaca y enfermedades cardiovasculares¹¹.

Es importante destacar que la evaluación ecográfica del diafragma debe considerar múltiples parámetros funcionales, no solo el grosor en reposo. Estudios recientes han demostrado que la excursión diafragmática y la fracción de engrosamiento son medidas ecográficas funcionales relevantes que se correlacionan con otras métricas de función respiratoria, como las presiones inspiratorias máximas y la función pulmonar general¹². La inclusión de la excursión diafragmática en la **tabla 1** y en los resultados del presente trabajo representa un paso importante en esta dirección, aunque la ausencia de otras variables dinámicas como la fracción de engrosamiento y la velocidad de contracción sigue limitando la interpretación completa de la función muscular diafragmática.

Desde una perspectiva fisiopatológica, la disfunción diafragmática en pacientes con enfermedad cardiovascular podría reflejar tanto adaptaciones musculares como alteraciones hemodinámicas y metabólicas propias de la insuficiencia cardíaca y otros trastornos cardiovasculares². Estas alteraciones pueden influir en el equilibrio entre la ventilación y la perfusión, la mecánica respiratoria y la respuesta ventilatoria al ejercicio, aunque el diseño transversal de este estudio no permite establecer relaciones causales.

Aunque en este trabajo no se observaron correlaciones fuertes entre grosor diafragmático y variables como IMC, edad o clasificación funcional NYHA, esto no invalida la posible importancia clínica de evaluar el diafragma de manera más amplia. Por ejemplo, ensayos y metaanálisis recientes han demostrado que el entrenamiento de los músculos inspiratorios puede mejorar múltiples desenlaces clínicos en pacientes con insuficiencia cardíaca, incluyendo incremento de la fuerza inspiratoria, capacidad funcional (6MWT), calidad de vida y reducción de marcadores bioquímicos como el fragmento N-terminal del péptido natriurético tipo B^{13,14}. Este cuerpo de evidencia respalda que, más allá de la simple medición estructural, mejorar la función diafragmática puede tener implicaciones terapéuticas en poblaciones cardiovasculares.

Adicionalmente, estudios longitudinales han sugerido que la disfunción diafragmática evaluada por ultrasonografía puede predecir desenlaces clínicos adversos en poblaciones con enfermedad cardiovascular

compleja, como pacientes en hemodiálisis, en quienes una menor fracción de engrosamiento se asoció con eventos cardiovasculares y mortalidad¹⁵. Estos hallazgos enfatizan la necesidad de interpretar los parámetros ecográficos de la musculatura respiratoria en un contexto clínico más amplio, integrándolos con pronóstico y respuesta a intervenciones.

Finalmente, aunque el grosor diafragmático en reposo aporta información útil, su valor como marcador aislado es limitada. Una evaluación completa que incluya parámetros dinámicos y funcionales (como la excursión, la fracción de engrosamiento y otros índices de movimiento) permitirá una caracterización más integral del diafragma y su relación con el estado funcional y clínico de los pacientes cardiovasculares.

Conclusiones

En la población estudiada se identificó una prevalencia relevante de debilidad diafragmática, evidenciada por valores reducidos de grosor diafragmático y alteraciones en parámetros funcionales ecográficos, lo que sugiere que la disfunción de la musculatura respiratoria es un hallazgo frecuente en pacientes con afecciones cardiovasculares que asisten a programas de rehabilitación cardiovascular. Este resultado resalta la importancia de una evaluación sistemática del diafragma como parte de la valoración clínica integral en este grupo de pacientes.

A pesar de que no se observaron asociaciones significativas entre el grosor diafragmático basal y las variables clínicas o funcionales analizadas, estos hallazgos indican que el grosor diafragmático en reposo, evaluado de forma aislada, podría no reflejar completamente la complejidad de la función diafragmática ni su posible influencia sobre el estado funcional del paciente cardiovascular.

Desde una perspectiva clínica, la elevada frecuencia de debilidad diafragmática observada plantea la necesidad de explorar con mayor profundidad su relevancia fisiopatológica y clínica, así como de considerar la incorporación de estrategias específicas de entrenamiento de los músculos respiratorios y reeducación diafragmática dentro de los programas de rehabilitación cardiovascular, con el objetivo de mitigar potenciales repercusiones sobre la función cardiorrespiratoria y la salud cardiovascular global.

Serán necesarios futuros estudios con diseños longitudinales, mayor tamaño muestral e inclusión de múltiples parámetros ecográficos funcionales del

diafragma para determinar el verdadero valor clínico de estas intervenciones y establecer su impacto sobre los desenlaces funcionales y cardiovasculares en esta población.

Limitaciones del estudio

Este estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. El tamaño muestral fue relativamente reducido ($n = 61$) y la población se limitó a pacientes provenientes de una única clínica, lo que podría restringir la generalización de los hallazgos.

Asimismo, la muestra incluyó pacientes con diferentes tipos de afecciones cardiovasculares, lo que introduce cierta heterogeneidad clínica que podría influir en la condición basal y en las características funcionales de los participantes. Debido al tamaño muestral y al carácter exploratorio del estudio, no se realizaron análisis estratificados según el tipo de afección cardiovascular.

Finalmente, el diseño observacional y transversal no permitió realizar mediciones longitudinales del grosor diafragmático ni evaluar su evolución en respuesta a la rehabilitación cardiovascular o a intervenciones específicas de entrenamiento de los músculos respiratorios, lo cual deberá ser abordado en futuros estudios.

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

- Smith JR, Taylor BJ. Inspiratory muscle weakness in cardiovascular diseases: Implications for cardiac rehabilitation. *Prog Cardiovasc Dis.* 2022;70:49-57.
- Salah HM, Goldberg LR, Molinger J, Felker GM, Applefeld W, Rassaf T, et al. Diaphragmatic function in cardiovascular disease: JACC review topic of the week. *J Am Coll Cardiol.* 2022;80(17):1647-59.
- Boussuges A, Rives S, Finance J, Brégeon F. Assessment of diaphragmatic function by ultrasonography: Current approach and perspectives. *World J Clin Cases.* 2020;8(12):2408-24.
- Parada-Gereda HM, Tibaduiza AL, Rico-Mendoza A, Molano-Franco D, Nieto V, Arias-Ortiz W, et al. Effectiveness of diaphragmatic ultrasound as a predictor of successful weaning from mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2023;27:174.
- Boussuges A, Chaumet G, Poirrette L. Interest of ultrasonographic assessment of diaphragmatic function in cardiac rehabilitation center: a case report. *Medicine (Baltimore).* 2015;94(19):e801.
- Fayssoil A, Mansencal N, Nguyen LS, Orlikowski D, Prigent H, Bergounioux J, et al. Diaphragm ultrasound in cardiac surgery: state of the art. *Medicines (Basel).* 2022;9(1):5.
- Cahalin LP, Arena R, Guazzi M, Myers J, Cipriano G, Chiappa G, et al. Inspiratory muscle training in heart disease and heart failure: a review of the literature with a focus on method of training and outcomes. *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2013;11(2):161-77.
- Tralhão A, Cavaleiro P, Arrigo M, Lopes JP, Lebrun M, Rivas-Lasarte M, et al. Early changes in diaphragmatic function evaluated using ultrasound in cardiac surgery patients: a cohort study. *J Clin Monit Comput.* 2020;34(3):559-66.
- American Thoracic Society. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166:111-7.
- Yamada T, Minami T, Yoshino S, Emoto K, Mabuchi S, Hanazawa R, et al. Relationship between diaphragm thickness, thickening fraction, dome excursion, and respiratory pressures in healthy subjects: an ultrasound study. *Lung.* 2024;202(2):171-8.
- Itagaki T, Akimoto Y, Takashima T, Oto J. Ultrasonographic assessment of the diaphragm. *Diagnostics (Basel).* 2024;14(14):1481.
- Huang J, Liang Y, Li C, Zhou L, Wu B, Lin W, et al. Analysis of the correlations between ultrasound-assessed diaphragm function and pulmonary function. *BMC Med Imaging.* 2025;25(1):237.
- Bordoni B, Morabito B, Myftari V, D'Amato A, Severino P. Chronic heart failure rehabilitation: diaphragm training needs more attention. *J Clin Med.* 2025;14(16):5624.
- Yang M, Huang W, Luo Z, Zhang X, Su J, Yu P. Effect of inspiratory muscle training in patients with chronic heart failure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Thorac Dis.* 2025;17(8):6242-53.
- Zheng J, Yin Q, Wang SY, Xiao JJ, Tang TT, Ni WJ, et al. Ultrasound-assessed diaphragm dysfunction predicts clinical outcomes in hemodialysis patients. *Sci Rep.* 2022;12(1):16550.

Topografía carotídea y carga glucémica en la expresión segmentaria de la placa aterosclerótica en ictus isquémico

Carotid topography and glucemic load in the segmental expression of atherosclerotic plaque in ischemic stroke

Alberto Guevara-Tirado 

Facultad de Medicina Humana, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

Resumen

Antecedentes: Tratar la placa carotídea como una lesión única puede ocultar variaciones anatómicas y glucémicas entre distintos territorios vasculares. **Objetivo:** Analizar si las diferencias topográficas carotídeas y la exposición glucémica crónica medida mediante HbA1c se asocian con la expresión segmentaria de la placa en el ictus isquémico. **Método:** Estudio analítico de una base secundaria de 21,459 pacientes con ictus isquémico. La presencia de placa en las carótidas común, interna y externa se modeló como desenlace segmentario independiente mediante regresión logística binaria. Se evaluaron ajuste (χ^2 Omnibus), calibración (Hosmer-Lemeshow), varianza explicada (R^2 Cox & Snell, Nagelkerke) y discriminación (curvas ROC, comparación AUC por bootstrap pareado). Se incluyó un término de interacción HbA1c \times territorio para explorar heterogeneidad glucémica. **Resultados:** Edad y sexo se asociaron con placa en todos los segmentos, mientras que la uremia mostró mayor efecto en la carótida interna (OR: 2.37; IC 95%: 1.23-4.58). La HbA1c mostró un gradiente ascendente desde la carótida común (OR: 1.19) hasta la externa (OR: 1.55; $p < 0.001$). La interacción HbA1c \times territorio fue significativa, evidenciando un patrón asociado a exposición glucémica localizado. **Conclusión:** En el ictus isquémico, la variabilidad topográfico-glucémica de la placa carotídea sugiere fenotipos ateroscleróticos segmentarios influenciados por la exposición glucémica sostenida.

Palabras clave: Enfermedades de las arterias carótidas. Accidente cerebrovascular isquémico. Hemoglobina glucosilada. Factores de riesgo. Análisis de regresión.

Abstract

Background: Treating carotid plaque as a single lesion may obscure anatomical and glycemic variations across different vascular territories. **Objective:** To analyze whether carotid topographic differences and chronic glycemic exposure measured by HbA1c are associated with the segmental expression of plaque in ischemic stroke. **Method:** Analytical study based on a secondary dataset of 21,459 patients with ischemic stroke. The presence of plaque in the common, internal, and external carotid arteries was modeled as independent segmental outcomes using binary logistic regression. Model performance was evaluated through overall fit (Omnibus χ^2 test), calibration (Hosmer-Lemeshow test), explained variance (Cox & Snell and Nagelkerke R^2), and discrimination (ROC curves with paired bootstrap comparison of AUCs). An HbA1c \times territory interaction term was included to explore glycemic heterogeneity across vascular segments. **Results:** Age and sex were associated with

Correspondencia:

Alberto Guevara-Tirado
E-mail: albertoguevara1986@gmail.com

Fecha de recepción: 22-10-2025
Fecha de aceptación: 06-04-2026
DOI: 10.24875/RMA.25000048

Disponible en internet: 08-06-2026
Rev Mex Angiol. 2026;54(2):58-65
www.RMAngiologia.com

0377-4740/© 2026 Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vasculare 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/>).

plaque across all carotid segments, whereas uremia showed a stronger effect in the internal carotid artery (OR: 2.37; 95% CI: 1.23-4.58). HbA1c exhibited an ascending gradient from the common carotid artery (OR: 1.19) to the external carotid artery (OR: 1.55; $p < 0.001$). The HbA1c \times territory interaction was significant, indicating a localized pattern associated with glycemic exposure. **Conclusion:** In ischemic stroke, the topographic-glycemic variability of carotid plaque suggests the presence of segmental atherosclerotic phenotypes influenced by sustained glycemic exposure.

Keywords: Carotid artery diseases. Ischemic stroke. Glycated hemoglobin. Risk factors. Regression analysis.

Introducción

La aterosclerosis de la arteria carótida constituye una de las principales fuentes etiológicas de ictus isquémico, asociándose con mayor riesgo de recurrencia y mortalidad cardiovascular^{1,2}. Sin embargo, la mayoría de los estudios clínicos y epidemiológicos abordan la placa carotídea como una entidad única^{3,4}, sin considerar las posibles diferencias entre los distintos segmentos arteriales. Esta aproximación homogénea puede enmascarar patrones específicos de daño vascular que responden a mecanismos fisiopatológicos diversos.

Desde una perspectiva hemodinámica, la anatomía carotídea está estrechamente vinculada a los patrones de flujo locales. Los segmentos carotídeos, arteria carótida común, bifurcación y ramas interna y externa, presentan diferencias geométricas que condicionan gradientes de cizallamiento y patrones de flujo distintos^{5,6}, lo que genera microambientes locales de susceptibilidad aterogénica. Además, factores sistémicos, entre ellos la inflamación crónica y las alteraciones metabólicas sostenidas, pueden amplificar la vulnerabilidad endotelial, interactuando con estos entornos hemodinámicos locales y modulando la respuesta vascular^{7,8}.

Considerando estas diferencias anatómicas y hemodinámicas entre los territorios carotídeos, es razonable plantear que la formación y distribución de la placa aterosclerótica no sea completamente uniforme entre segmentos vasculares, pudiendo estar modulada por la interacción entre factores locales y condiciones sistémicas. Sin embargo, la evidencia que compare de manera directa los determinantes clínicos y glucémicos de la placa entre los segmentos carotídeos común, interno y externo en cohortes amplias de pacientes con ictus sigue siendo limitada.

El objetivo de este estudio fue determinar si los factores clínicos y la exposición glucémica crónica (hemoglobina glucosilada [HbA1c]) se asocian de manera diferencial con la presencia de placa aterosclerótica en los territorios carotídeos común, interno y externo en pacientes con ictus isquémico.

Método

Diseño y población

Estudio analítico, basado en el análisis secundario de una base de datos pública alojada en el repositorio Dryad. Los datos provienen del proyecto original titulado *Predictive models for secondary epilepsy in patients with acute ischemic stroke within one year*, que integra información clínica, angiográfica y bioquímica de 21,459 pacientes con ictus isquémico atendidos en hospitales de alta complejidad en China, entre 2017 y 2022⁹. Los registros se obtuvieron a partir de historias clínicas electrónicas, estudios de neuroimagen vascular y analítica sistemática de ingreso, procesados en un sistema centralizado PostgreSQL y posteriormente anonimizados para su publicación en acceso abierto¹⁰.

Para el presente estudio, se incluyó el 100% de los casos disponibles en la base primaria, sin aplicar muestreo ni exclusiones adicionales, en concordancia con el enfoque poblacional y exploratorio orientado a la identificación de patrones diferenciales de expresión aterosclerótica. La unidad de análisis fue el territorio carotídeo segmentado (común, interna y externa), considerando la presencia o ausencia de placa en cada uno de ellos.

La elaboración y reporte de esta investigación siguieron las recomendaciones de la guía STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology*) para estudios observacionales. Asimismo, el presente estudio corresponde a un análisis secundario exploratorio de una base de datos pública, por lo que no se realizó prerregistro formal del protocolo de investigación.

Variables y mediciones

La variable dependiente fue la presencia de placa aterosclerótica carotídea, registrada de manera segmentaria mediante informes de neuroimagen vascular estandarizada en tres territorios anatómicos diferenciados: carótida común (CCA), carótida interna (ICA) y

carótida externa (ECA). El análisis se realizó a nivel de territorio carotídeo, sin distinguir la lateralidad derecha o izquierda, dado que esta información no se encontraba disponible de forma consistente en la base de datos original. Estas variables derivan de la codificación automática registrada en el sistema clínico estructurado a partir de los informes radiológicos de evaluación vascular extracraneal, tal como se realiza en el protocolo diagnóstico de ictus en los centros participantes. La base original identifica estas variables como resultado de lectura certificada de placa carotídea, sin especificar el tipo exacto de modalidad de imagen empleada. Cada territorio se analizó como variable dicotómica (presencia/ausencia) para explorar posibles diferencias en los patrones de asociación clínica según localización vascular.

Las variables independientes incluyeron condiciones cardiovasculares y metabólicas vinculadas a aterogénesis, registradas en formato binario: hipertensión arterial, diabetes *mellitus*, hiperlipidemia, hiperuricemia, enfermedad coronaria, fibrilación auricular, uremia, trombosis venosa profunda, hipoproteinemia y enfermedad hepática grasa no alcohólica (NAFLD). Se añadieron variables demográficas (edad y sexo). La edad se modeló como variable continua, estimándose la razón de momios por cada incremento anual, y HbA1c como marcador de exposición glucémica sostenida. Esta última se incluyó con el propósito de examinar si su relación con la presencia de placa variaba entre territorios carotídeos, incorporándose un término de interacción HbA1c x territorio para explorar la posible heterogeneidad topográfica en la asociación glucémica. Todas las variables fueron tomadas directamente del registro clínico estructurado, sin modificaciones manuales, preservando la consistencia del conjunto de datos original.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo inicial de las variables clínicas y bioquímicas, utilizando medidas de tendencia central y dispersión para variables continuas, y frecuencias relativas para las variables categóricas. La presencia de placa carotídea se analizó de forma segmentaria (CCA, ICA y ECA), generándose modelos de regresión logística binaria independientes para cada territorio con estimación de razón de momios (OR, *odds ratio*) ajustadas e intervalos de confianza del 95% (IC 95%), con el fin de identificar asociaciones diferenciales entre los factores clínico-glucémicos y cada segmento arterial.

El ajuste global de los modelos se evaluó mediante la prueba Omnibus de coeficientes (χ^2), mientras que la calibración interna se verificó mediante la prueba de Hosmer-Lemeshow. La capacidad explicativa se reportó mediante los coeficientes R^2 de Cox & Snell y de Nagelkerke, y el desempeño de clasificación se exploró mediante las curvas ROC (*receiver operating characteristic*), con cálculo del área bajo la curva (AUC) para cada territorio carotídeo utilizando remuestreo *bootstrap* no paramétrico (2,000 a 5,000 iteraciones) para obtener intervalos de confianza robustos. Para comparar la capacidad discriminativa entre territorios, se aplicó un *bootstrap* pareado de diferencias de AUC (Δ AUC), considerando como significativa una Δ AUC distinta de cero con IC 95% no superpuesto.

Para explorar posibles fenotipos ateroscleróticos asociados a la exposición glucémica, se incorporó un término de interacción entre HbA1c y territorio carotídeo en un modelo combinado, permitiendo evaluar diferencias en la magnitud de asociación glucémica entre segmentos arteriales. Adicionalmente, se estimó un gradiente de efecto glucémico (OR por cada 1% de incremento en HbA1c) y se generó una representación gráfica comparativa tipo *forest plot* para visualización fenotípica.

Todos los análisis se realizaron en SPSS versión 27TM y Python (Google Colab) con un nivel de significancia bilateral de $p < 0.05$.

Consideraciones éticas

Los datos utilizados provienen de un repositorio clínico abierto (Dryad), completamente anonimizado y sin información identificable, lo que garantiza la protección de la privacidad de los participantes. Al tratarse de un análisis secundario de datos de dominio público, no se requirió consentimiento informado adicional, en concordancia con los principios éticos internacionales para la investigación observacional y la reutilización de datos clínicos anonimizados. Este trabajo se enmarca dentro de los lineamientos de la Declaración de Helsinki y de las buenas prácticas de investigación reproducible en ciencia de datos, sin implicar intervención ni riesgo alguno para los individuos. La base de datos completa puede consultarse libremente en: <https://datadryad.org/dataset/doi%3A10.5061/dryad.w0vt4b92c>

Resultados

La muestra incluyó 21,459 pacientes, con distribución equitativa por sexo y una media de edad de

66 años. La placa carotídea se concentró principalmente en el territorio común, mientras que la ECA mostró afectación mínima. La hipertensión y la diabetes fueron los factores clínicos más prevalentes, seguidos por enfermedad coronaria y NAFLD. Las comorbilidades menos frecuentes fueron uremia y trombosis venosa profunda. Los valores de HbA1c sugieren una carga glucémica crónica moderada en la población analizada (Tabla 1).

Los modelos mostraron un ajuste global estadísticamente significativo en los tres territorios carotídeos, según la prueba Omnibus ($\chi^2 = 1,615.7$ para CCA, $\chi^2 = 527.2$ para ICA, y $\chi^2 = 172.8$ para ECA; todos $p < 0.001$). El ajuste del modelo fue más robusto en el territorio común, con mayor R^2 de Cox & Snell (0.073) y Nagelkerke (0.111), seguido de la ICA (0.024 y 0.062, respectivamente), mientras que el modelo para ECA mostró menor proporción de varianza explicada (R^2 Nagelkerke = 0.08). No obstante, la calibración fue adecuada en los tres segmentos, con pruebas de Hosmer-Lemeshow no significativas ($p = 0.100$ para común, $p = 0.080$ para ICA y $p = 0.866$ para ECA), lo que respalda la consistencia interna de los modelos ajustados (Tabla 2).

En el modelo ajustado, se observaron patrones diferenciales de asociación entre los factores clínico-glucémicos y la presencia de placa según el territorio carotídeo. La uremia se asoció con placa en CCA (OR: 1.56; IC 95%: 1.04-2.33; $p = 0.029$) e ICA (OR: 2.37; IC 95%: 1.23-4.58; $p = 0.010$), pero no alcanzó significancia en la ECA. La presencia de NAFLD mostró una asociación consistente en los tres territorios, con mayor intensidad en CCA (OR: 1.56; IC 95%: 1.44-1.69; $p < 0.001$). La hipertensión arterial y la hiperuricemia presentaron asociaciones significativas en CCA e ICA, mientras que en el territorio externo su efecto fue más variable, con hipertensión en el umbral de significancia ($p = 0.050$). El sexo masculino y la edad mantuvieron una asociación independiente en los tres territorios, con un efecto más marcado del sexo sobre la ICA (OR: 2.23; IC 95%: 1.98-2.51). La HbA1c mostró una gradiente ascendente de asociación, siendo más débil en CCA (OR: 1.19; IC 95%: 1.13-1.25) y más intensa en ECA (OR: 1.55; IC 95% 1.36-1.77), sugiriendo una expresión glucémica diferencial en este territorio (Tabla 3).

Al evaluar la capacidad discriminativa de los modelos, se observó un rendimiento moderado en los territorios carotídeos común e interno, con AUC de 0.682 (IC 95%: 0.674-0.690) y 0.680 (IC 95%: 0.667-0.693), respectivamente. En contraste, el modelo correspondiente a la ECA mostró una discriminación superior

Tabla 1. Características basales de la población (n = 21 459)

Variable	Categoría	n	%
Placa carótida común	No	16,636	77.5
	Sí	4,823	22.5
Placa carótida interna	No	19,997	93.2
	Sí	1,462	6.8
Placa carótida externa	No	21,258	99.1
	Sí	201	0.9
Uremia	No	21,269	99.1
	Sí	190	0.9
Trombosis venosa profunda	No	20,135	93.8
	Sí	1,324	6.2
NAFLD	No	17,214	80.2
	Sí	4,245	19.8
Diabetes mellitus	No	14,137	65.9
	Sí	7,322	34.1
Hipertensión arterial	No	6,708	31.3
	Sí	14,751	68.7
Enfermedad coronaria	No	11,787	54.9
	Sí	9,672	45.1
Fibrilación auricular	No	19,416	90.5
	Sí	2,043	9.5
Hiperuricemia	No	19,112	89.1
	Sí	2,347	10.9
Hiperlipidemia	No	16,990	79.2
	Sí	4,469	20.8
Hipoproteinemia	No	19,038	88.7
	Sí	2,421	11.3
Sexo	Mujer	10,616	49.5
	Varón	10,843	50.5

Variables continuas presentadas como media \pm desviación estándar. Edad 66.4 ± 12.3 años; HbA1c $6.67 \pm 0.92\%$. NAFLD: enfermedad hepática grasa no alcohólica.

(AUC = 0.752; IC 95%: 0.718-0.783), sin solapamiento relevante de intervalos de confianza en comparación con los otros territorios. Las áreas bajo la curva se estimaron mediante *bootstrap* (2,000 remuestreos), y la línea diagonal punteada de la figura representa el desempeño esperado por azar (AUC = 0.50).

Tabla 2. Desempeño global de los modelos por segmento carotídeo

Métrica del modelo	Carótida común	Carótida interna	Carótida externa
χ^2 Omnibus, p	1,615.7; p < 0.001	527.2; p < 0.001	172.8; p < 0.001
-2 Log Likelihood	2,1253.5	10,149.7	2,104.9
R ² Cox & Snell	0.073	0.024	0.008
R ² Nagelkerke	0.111	0.062	0.08
Hosmer-Lemeshow χ^2 (gl), p	33.0 (8); p = 0.100	14.1 (8); p = 0.080	3.9 (8); p = 0.866

Tabla 3. Odds ratio ajustadas comparativas por territorio carotídeo

Variable	Carótida común OR (IC 95%); p	Carótida interna OR (IC 95%); p	Carótida externa OR (IC 95%); p
Uremia	1.563 (1.047-2.334); p = 0.029	2.376 (1.231-4.585); p = 0.010	2.269 (0.759-6.779); p = 0.142
Trombosis venosa profunda	0.982 (0.854-1.130); p = 0.802	1.063 (0.849-1.331); p = 0.592	0.740 (0.403-1.359); p = 0.331
NAFLD	1.563 (1.441-1.695); p < 0.001	1.313 (1.153-1.495); p < 0.001	1.472 (1.065-2.036); p = 0.019
Diabetes	1.070 (0.974-1.176); p = 0.156	0.964 (0.832-1.117); p = 0.625	0.945 (0.663-1.347); p = 0.755
Hipertensión	1.375 (1.264-1.497); p < 0.001	1.520 (1.320-1.752); p < 0.001	1.527 (1.001-2.330); p = 0.050 (límite)
Enfermedad coronaria	1.749 (1.628-1.880); p < 0.001	0.991 (0.882-1.114); p = 0.881	1.291 (0.947-1.760); p = 0.106
Fibrilación auricular	0.956 (0.855-1.069); p = 0.427	1.256 (1.053-1.498); p = 0.011	1.151 (0.751-1.766); p = 0.518
Hiperuricemia	1.586 (1.431-1.757); p < 0.001	1.577 (1.338-1.858); p < 0.001	1.430 (0.961-2.129); p = 0.078
Hiperlipidemia	1.553 (1.433-1.682); p < 0.001	1.239 (1.086-1.414); p = 0.001	1.570 (1.133-2.177); p = 0.007
Hipoproteïnemia	0.768 (0.684-0.861); p < 0.001	0.767 (0.639-0.920); p = 0.004	0.960 (0.644-1.432); p = 0.842
Sexo masculino	1.111 (1.037-1.189); p = 0.003	2.233 (1.982-2.517); p < 0.001	1.765 (1.313-2.372); p < 0.001
Edad (por año)	1.028 (1.024-1.031); p < 0.001	1.020 (1.015-1.026); p < 0.001	1.051 (1.036-1.067); p < 0.001
Hemoglobina A1c (%)	1.194 (1.135-1.256); p < 0.001	1.352 (1.260-1.450); p < 0.001	1.552 (1.361-1.770); p < 0.001

NAFLD: enfermedad hepática grasa no alcohólica; OR: odds ratio.

Estos hallazgos sugieren que el perfil clínico y glucémico asociado a la afectación de la ECA presenta una mayor capacidad de diferenciación en comparación con el observado en los territorios carotídeos común e interno (Fig. 1).

La comparación de la capacidad discriminativa entre territorios carotídeos mostró diferencias significativas. El modelo correspondiente a la ECA presentó una AUC significativamente mayor frente a CCA (Δ AUC = 0.07; IC 95%: 0.037-0.103; p < 0.001) y frente a ICA (Δ AUC = 0.072; IC 95%: 0.038-0.105; p < 0.001), evidenciando una mejor separación del perfil clínico y glucémico asociado a este territorio. En contraste, no se observó diferencia estadísticamente significativa entre las AUC de CCA e ICA (Δ AUC = 0.002; IC 95%:

-0.013 a 0.017; p = 0.806), lo que indica un comportamiento discriminativo similar entre estos dos segmentos (Tabla 4).

El análisis de interacción mostró que la asociación entre HbA1c y la presencia de placa carotídea difirió según el territorio vascular (Wald conjunto, χ^2 = 39.7; p < 0.001).

Por cada incremento del 1% en HbA1c, se observó una mayor OR de placa en CCA (OR: 1.26; IC 95%: 1.20-1.33), en ICA (OR: 1.33; IC 95%: 1.25-1.41) y, de forma más marcada, en ECA (OR: 1.61; IC 95%: 1.48-1.75).

Este gradiente progresivo respalda la existencia de un patrón asociado a exposición glucémica más expresivo en el territorio carotídeo externo (Fig. 2).

Tabla 4. Comparación de capacidad discriminativa (AUC) entre territorios carotídeos mediante *bootstrap* pareado

Comparación de territorios	AUC territorio A	AUC territorio B	Δ AUC (A-B)	IC 95% Δ AUC (bootstrap)	p (bootstrap)
Carótida externa (A) vs. común (B)	0.752	0.682	0.07	0.037-0.103	< 0.001
Carótida externa (A) vs. interna (B)	0.752	0.68	0.072	0.038-0.105	< 0.001
Carótida común (A) vs. interna (B)	0.682	0.68	0.002	-0.013-0.017	0.806

Comparación realizada mediante remuestreo *bootstrap* pareado (5,000 iteraciones). Valores de $p < 0.05$ se consideraron estadísticamente significativos. Δ AUC positiva indica mayor discriminación del territorio A sobre B.

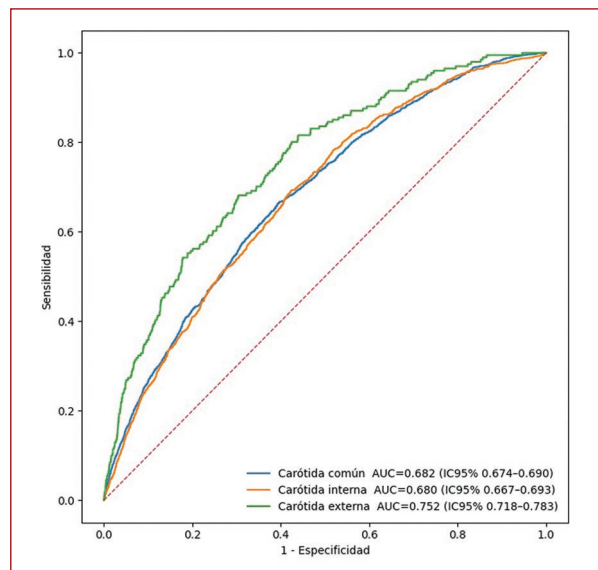


Figura 1. Curvas ROC de diferenciación fenotípica según territorio carotídeo. AUC: área bajo la curva; IC 95%: intervalo de confianza del 95%.

Discusión y conclusiones

La aterosclerosis carotídea se ha descrito tradicionalmente como un proceso anatómicamente uniforme^{11,12}. Sin embargo, los distintos territorios vasculares presentan condiciones hemodinámicas y microambientales capaces de modular la expresión clínica y fisiopatológica de la lesión. En este contexto, estos resultados muestran que la asociación entre factores clínicos y glucémicos y la presencia de placa varía según el segmento carotídeo, lo que respalda la existencia de una expresión aterosclerótica segmentaria modulada por el entorno vascular y la exposición glucémica.

Los modelos multivariantes evidenciaron un ajuste adecuado en todos los territorios, con mayor varianza explicada en la CCA, donde los factores clásicos (edad,

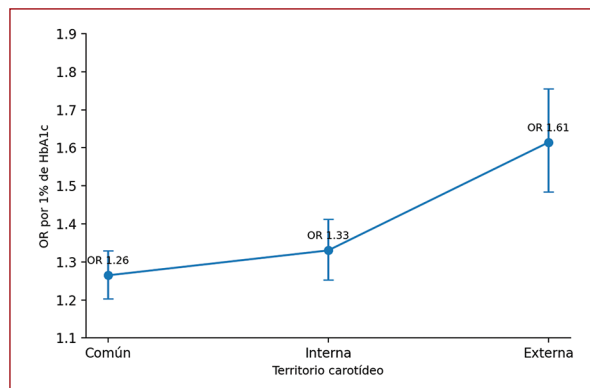


Figura 2. Gradiante de asociación glucémica de HbA1c según territorio carotídeo. HbA1c: hemoglobina glucosilada; OR: *odds ratio*.

hipertensión, dislipidemia) mostraron mayor peso predictivo. En contraste, la ECA presentó una relación más estrecha con la HbA1c, lo que sugiere una mayor asociación con la exposición glucémica crónica en este territorio vascular. Este comportamiento diferencial podría reflejar interacciones específicas entre factores sistémicos y el microambiente vascular local. Diversos estudios han señalado que los patrones hemodinámicos, particularmente el estrés de cizallamiento asociado a la geometría de la bifurcación carotídea, pueden influir en la distribución de la aterosclerosis vascular^{13,14}. Aunque los distintos segmentos carotídeos presentan patrones hemodinámicos diferenciados descritos en la literatura, el presente estudio no incluyó mediciones directas de parámetros de flujo o cizallamiento, por lo que estas interpretaciones deben considerarse exploratorias.

La asociación significativa y ascendente de HbA1c desde la CCA hacia la ECA refuerza la plausibilidad biológica de un gradiente glucémico vascular. La hiperglucemia sostenida induce disfunción endotelial, inflamación y daño oxidativo persistente^{15,16}, mecanismos que podrían amplificarse en territorios con menor

perfusión estable¹⁷. En este sentido, la afectación de la ECA podría representar un patrón vascular asociado a exposición glucémica crónica, expresión periférica de la carga glucémica sistémica más que un correlato directo del riesgo embólico.

Es importante señalar que la HbA1c representa principalmente un marcador de exposición glucémica crónica y no una medida integral del estado metabólico sistémico, el cual involucra múltiples procesos regulados por órganos como el hígado, el músculo y el tejido adiposo. Por ello, los hallazgos del presente estudio deben interpretarse específicamente en el contexto de la disglucemia y no como una representación completa del metabolismo sistémico.

Estos hallazgos sugieren que la distribución de la aterosclerosis carotídea podría presentar patrones heterogéneos según el territorio vascular evaluado. Estudios previos han analizado la presencia de placa carotídea en relación con factores clínicos y cardiovasculares^{11,12}, aunque con frecuencia el análisis se centra en la presencia global de placa o en segmentos específicos de alto riesgo. En este contexto, la topografía carotídea podría aportar información adicional sobre la expresión territorial de la enfermedad, sugiriendo que la interacción entre factores sistémicos, como la exposición glucémica crónica, y el microambiente vascular local podría contribuir a la heterogeneidad observada en la distribución de la placa aterosclerótica.

En el contexto de una cohorte de pacientes con ictus isquémico, es importante destacar que la ECA no participa directamente en la irrigación cerebral. Por ello, la presencia de placa en este segmento no puede interpretarse como un marcador hemodinámico de riesgo embólico, sino más bien como una expresión periférica del proceso aterosclerótico sistémico. Esta distinción refuerza la hipótesis propuesta, según la cual la afectación de la ECA podría representar un patrón vascular más estrechamente asociado a la exposición glucémica crónica, más que un correlato directo del evento cerebrovascular.

Desde una perspectiva metodológica, el enfoque segmentario aplicado en este estudio permitió analizar de manera comparativa cómo los factores clínicos y la exposición glucémica crónica se asocian con la presencia de placa en distintos territorios carotídeos, lo que facilita explorar posibles patrones territoriales de la aterosclerosis que podrían pasar desapercibidos cuando la placa se analiza como una entidad única. Aunque este estudio no permite establecer causalidad ni definir aplicaciones clínicas directas, los hallazgos

abren líneas de investigación orientadas a reinterpretar la ecografía carotídea en clave fenotípica. La identificación de placa en segmentos específicos, particularmente en la ECA, aún no implicada directamente en el riesgo embólico cerebral, podría funcionar en el futuro como marcador periférico de una mayor carga aterosclerótica asociada a exposición glucémica crónica. Bajo esta hipótesis, la topografía de la placa no sería solo un hallazgo descriptivo, sino un posible elemento de estratificación que podría complementar la interpretación de factores metabólicos relacionados con la glucemia crónica, como la disglucemia, la resistencia insulínica o la esteatosis hepática.

A partir de estos hallazgos, surgen nuevas preguntas de investigación orientadas a comprender con mayor profundidad la heterogeneidad territorial de la aterosclerosis carotídea. Estudios futuros podrían evaluar si el gradiente de asociación con HbA1c observado entre territorios carotídeos se reproduce en otras poblaciones y contextos clínicos. Asimismo, la integración de parámetros hemodinámicos locales con marcadores clínicos y glucémicos podría contribuir a esclarecer los mecanismos que subyacen a la distribución segmentaria de la placa carotídea. Finalmente, sería relevante explorar si la presencia de placa en la ECA podría funcionar como marcador periférico de carga aterosclerótica sistémica en estudios longitudinales.

Este estudio presenta limitaciones inherentes a su diseño observacional y a su naturaleza como análisis secundario de una base de datos previamente estructurada. Al provenir de un registro clínico asiático, los hallazgos deben interpretarse con cautela al extrapolarlos a otras poblaciones, dado que los patrones de aterosclerosis pueden variar según contexto étnico, metabólico y asistencial. Asimismo, no fue posible verificar la modalidad exacta de imagen utilizada para la detección de placa ni estandarizar criterios de lectura radiológica entre centros. En ese sentido, las distintas técnicas utilizadas en la práctica clínica para la evaluación de la aterosclerosis carotídea, como la ecografía Doppler, la angiografía por tomografía computarizada o la resonancia magnética, presentan sensibilidades y especificidades diagnósticas diferentes, lo que podría introducir cierta heterogeneidad en la detección de placa dentro de la base analizada. Adicionalmente, la base de datos utilizada no incluyó parámetros hemodinámicos directos, como velocidad de flujo o estrés de cizallamiento, por lo que estos factores no pudieron incorporarse en los modelos estadísticos, a pesar de su reconocida relevancia en la modulación local de la aterogénesis carotídea. El diseño transversal impide

evaluar progresión o temporalidad del proceso aterosclerótico, por lo que las asociaciones aquí identificadas deben entenderse como señales fenotípicas exploratorias y no como determinaciones de causalidad. A pesar de ello, el gran tamaño muestral y el uso de métodos estadísticos robustos (interacción y *bootstrap*) refuerzan la consistencia interna de los patrones observados y justifican su consideración como hipótesis generadora para futuras investigaciones.

En esta cohorte de pacientes con ictus isquémico, la expresión de la aterosclerosis carotídea mostró una variabilidad topográfico-glucémica según el territorio vascular afectado. Los segmentos comunes e internos mantuvieron una asociación más estrecha con los factores de riesgo clásicos, mientras que la afectación de la ECA se relacionó con una mayor sensibilidad a la exposición glucémica crónica (HbA1c).

Este patrón diferencial, junto con la mayor capacidad discriminativa del modelo en el territorio externo, respalda la hipótesis de un patrón vascular distal más estrechamente asociado a la exposición glucémica crónica dentro del espectro de la aterosclerosis carotídea. De confirmarse en estudios longitudinales, la topografía de la placa podría adquirir valor fisiopatológico adicional, al reflejar no solo la localización anatómica del daño, sino también el tipo de agresión vascular predominante, abriendo la posibilidad de estrategias de estratificación individualizadas basadas en la interacción entre morfología arterial y exposición glucémica.

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

El autor declara no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. El autor declara que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. El autor ha 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. El autor declara que no se utilizó algún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.

Referencias

- Dossabhoj S, Arya S. Epidemiology of atherosclerotic carotid artery disease. *Semin Vasc Surg* [Internet]. 2021;34(1):3-9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1053/j.semvascsurg.2021.02.013>
- Ihle-Hansen H, Vigen T, Berge T, Walle-Hansen MM, Hagberg G, Ihle-Hansen H, et al. Carotid plaque score for stroke and cardiovascular risk prediction in a middle-aged cohort from the general population. *J Am Heart Assoc* [Internet]. 2023;12(17):e030739. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1161/JAHA.123.030739>
- Selwaness M, Hameeteman R, van 't Klooster R, van den Bouwhuisen Q, Hofman A, Franco OH, et al. Determinants of carotid atherosclerotic plaque burden in a stroke-free population. *Atherosclerosis* [Internet]. 2016;255:186-92. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2016.10.030>
- Sturlaugsdottir R, Aspelund T, Bjornsdottir G, Sigurdsson S, Thorsson B, Eiriksdottir G, et al. Prevalence and determinants of carotid plaque in the cross-sectional REFINE-Reykjavik study. *BMJ Open* [Internet]. 2016;6(11):e012457. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2016-012457>
- Malek AM, Alper SL, Izumo S. Hemodynamic shear stress and its role in atherosclerosis. *JAMA* [Internet]. 1999;282(21):2035-42. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1001/jama.282.21.2035>
- Zalud NC, Bulusu KV, Plesniak MW. Shear stress metrics associated with pro-atherogenic high-risk anatomical features in a carotid artery bifurcation model. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* [Internet]. 2023;105(105956):105956. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2023.105956>
- Zhou M, Yu Y, Chen R, Liu X, Hu Y, Ma Z, et al. Wall shear stress and its role in atherosclerosis. *Front Cardiovasc Med* [Internet]. 2023;10:1083547. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fcvm.2023.1083547>
- Libby P. Inflammation during the life cycle of the atherosclerotic plaque. *Cardiovasc Res* [Internet]. 2021;117(13):2525-36. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/cvr/cvab303>
- Deng Y, Jinxin L, Haoyue H. Predictive models for secondary epilepsy in patients with acute ischemic stroke within one year [Internet]. *Dryad*; 2024. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5061/DRYAD.W0VT4B92C>
- Liu J, He H, Wang Y, Du J, Liang K, Xue J, et al. Predictive models for secondary epilepsy in patients with acute ischemic stroke within one year. *Elife* [Internet]. 2024;13(RP98759). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7554/elife.98759.3>
- Zhu G, Hom J, Li Y, Jiang B, Rodriguez F, Fleischmann D, et al. Carotid plaque imaging and the risk of atherosclerotic cardiovascular disease. *Cardiovasc Diagn Ther* [Internet]. 2020;10(4):1048-67. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21037/cdt.2020.03.10>
- Poredos P, Jezovnik MK. Preclinical carotid atherosclerosis as an indicator of polyvascular disease: a narrative review. *Ann Transl Med* [Internet]. 2021;9(14):1204. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21037/atm-20-5570>
- Strecker C, Krafft AJ, Kaufhold L, Hüllebrandt M, Treppner M, Ludwig U, et al. Carotid geometry and wall shear stress independently predict increased wall thickness-A longitudinal 3D MRI study in high-risk patients. *Front Cardiovasc Med* [Internet]. 2021;8:723860. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fcvm.2021.723860>
- Liu C, Wu G, Xu J, Xiao Q, Wang H. Numerical investigation of the effect of carotid bifurcation stenosis degree on pulsatility characteristics. *Front Physiol* [Internet]. 2023;14:1169198. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2023.1169198>
- Yang D-R, Wang M-Y, Zhang C-L, Wang Y. Endothelial dysfunction in vascular complications of diabetes: a comprehensive review of mechanisms and implications. *Front Endocrinol (Lausanne)* [Internet]. 2024;15:1359255. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fendo.2024.1359255>
- Bakker W, Eringa EC, Sipkema P, van Hinsbergh VWM. Endothelial dysfunction and diabetes: roles of hyperglycemia, impaired insulin signaling and obesity. *Cell Tissue Res* [Internet]. 2009;335(1):165-89. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00441-008-0685-6>
- Gijzen F, Katagiri Y, Barlis P, Bourantas C, Collet C, Coskun U, et al. Expert recommendations on the assessment of wall shear stress in human coronary arteries: existing methodologies, technical considerations, and clinical applications. *Eur Heart J* [Internet]. 2019;40(41):3421-33. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehz551>

Bilateral popliteal aneurysm repair: a case report and literature review

Reparación bilateral de aneurisma poplíteo: reporte de caso y revisión de la literatura

Verónica Rubio-Anaya¹, Mónica S. Ponce-Rivera², Alejandro Loera-Barragán³, Patricia López-Hernández², Jaime G. Estrada-Guerrero², and Gregorio Arellano-Gutiérrez^{4*} 

¹Department of Angiology, Vascular and Endovascular Surgery, Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga, Mexico City; ²ProVascular, Centro de Angiología y Terapia Vascular de Tampico, Tampico, Tamps.; ³Department of Angiology, Vascular and Endovascular Surgery, Hospital Ángeles, Tampico, Tamps.; ⁴Department of Angiology, Vascular and Endovascular Surgery, Hospital General Regional 58, IMSS, León, Gto. Mexico

Abstract

Popliteal artery aneurysms (PAA) are very rare, affecting approximately 1% of the general population. However, they are the most common peripheral artery aneurysms and frequently coexist with abdominal aortic aneurysms and bilateral involvement in up to 50%. PAAs carry a high risk of thrombosis, embolization and limb loss. We present a 64-year-old male with a 2 weeks history of intermittent, progressive right lower limb pain and claudication. Physical examination revealed a pulsatile mass in the right popliteal fossa. Arterial Doppler ultrasound identified a 45 × 33 × 33 millimeters (mm) dissecting PAA. Follow-up computed tomography angiography identified a contralateral 65 × 40 mm PAA with thrombus. The patient underwent two stages exclusion and bypass of the PAA with bilateral polytetrafluoroethylene grafts. PAAs require vigilant surveillance due to their high risk of complications and frequent association with aneurysms in other anatomic sites. Optimal management remains debated, especially in Latin America. This case highlights the importance of bilateral screening and early intervention to prevent complications, emphasizing the need for standardize management strategies.

Keywords: Popliteal artery aneurysm. Repair. Bilateral. Polytetrafluoroethylene graft.

Resumen

Los aneurismas de la arteria poplíteo (AAP) son poco frecuentes y afectan aproximadamente al 1% de la población general. Son los aneurismas de la arteria periférica más comunes y frecuentemente coexisten con aneurismas de la aorta abdominal, con afectación bilateral en hasta el 50% de los casos. Los AAP conllevan un alto riesgo de trombosis, embolización y pérdida de extremidades. Presentamos el caso de un varón de 64 años con antecedentes de 2 semanas de dolor intermitente y progresivo en la extremidad inferior derecha y claudicación. La exploración física reveló una masa pulsátil en la fosa poplíteo derecha. La ecografía Doppler arterial identificó un AAP de 45 × 33 × 33 milímetros (mm). La angiografía por tomografía computarizada de seguimiento identificó un AAP contralateral de 65 × 40 mm. El paciente se sometió a una derivación del AAP en dos etapas con injertos bilaterales de politetrafluoroetileno. Los AAP requieren una vigilancia rigurosa debido a su

*Correspondence:

Gregorio Arellano-Gutiérrez
E-mail: gr.arellano.dr@gmail.com

Date of reception: 31-10-2025

Date of acceptance: 30-11-2025

DOI: 10.24875/RMA.25000052

Available online: 08-06-2026

Rev Mex Angiol. 2026;54(2):66-70

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/>).

alto riesgo de complicaciones y su frecuente asociación con aneurismas en otras localizaciones anatómicas. El manejo óptimo sigue siendo objeto de debate. Este caso destaca la importancia del cribado bilateral y de la intervención temprana para prevenir complicaciones, lo que subraya la necesidad de estandarizar las estrategias de manejo.

Palabras clave: Aneurisma poplíteo arterial. Reparación. Bilateral. Injerto de politetrafluoroetileno.

Introduction

Popliteal artery aneurysms (PAAs) are rare, with a prevalence of 1% in general population. However, they are the most common peripheral artery aneurysm, accounting for over 80% of all cases, and frequently coexist with abdominal aortic aneurysm (AAA) and bilateral involvement in up to 50% of patients. They predominantly affect males (95%) and are most diagnosed in the sixth and seventh decades of life¹.

Most of the patients with PAA remain asymptomatic. Unlike AAAs, which typically present with rupture, PAAs more often manifest with acute thrombosis and distal embolization, which carries a considerable burden of ischemic complications². Rupture is rare, occurring in only 3% of cases, but when it does, the risk of limb amputation can reach 50-70%. The rupture risk relative to aneurysm size remains largely unknown, in some series the mean and median PAA diameter for rupture were 49.2 mm and 48.8 mm, respectively³.

Comprehensive assessment of the patient and diligent search for coexistent aneurysms in patients with relevant history are of utmost importance, as well as prophylactic therapeutic management, considering the high risk of complications⁴. Management of PAAs, particularly in the Latin American population remains controversial, highlighting the need for standardized approaches to prevent complications³⁻⁵.

Case report

A 64-year-old male patient presenting with intermittent and progressive pain in the right lower limb for 2 weeks, accompanied by paresthesia, temperature changes, and discoloration of the nail beds. Over time, claudication developed after walking 100 meters, prompting him to seek emergency care. His medical history includes a sulfonamide allergy, type 2 diabetes mellitus and a history of cardiac catheterization following an acute myocardial infarction 2 years prior. He denies any history of smoking. Family history included mother deceased due to a cerebral aneurysm.

On physical examination, the right lower limb had a palpable pedal pulse and a pulsatile mass in the right popliteal fossa, while the contralateral limb showed no

abnormalities. Arterial Doppler ultrasound of the right lower limb revealed a 45 × 33 × 33 mm dissecting aneurysm in the popliteal artery.

The vascular surgery team was consulted, confirming the diagnosis of a PAA. A venous mapping study was performed to assess the suitability of the great and small saphenous veins for grafting, however, both were deemed unsuitable. The decision was to perform an aneurysm exclusion and bypass using a polytetrafluoroethylene (PTFE) graft. Intraoperative findings included an aneurysmal dilation measuring 5 × 4 cm with an intramural thrombus. The patient showed good postoperative recovery at 24 h and was discharged with medical management consisting of antiplatelet therapy and statins.

Follow-up surveillance with computed tomography angiography of the contralateral popliteal artery, revealed a PAA with a thrombus, measuring 65 × 40 mm. A revascularization branch from the femoral artery was identified before the popliteal segment (Figs. 1 and 2). Surgical repair was performed, involving aneurysm exclusion and bypass with a PTFE graft. Intraoperative findings included a 6 cm aneurysmal sac with an intramural thrombus (Fig. 3).

Histopathological analysis confirmed a popliteal aneurysm with extensive vascular wall necrosis and transmural hemorrhage. Postoperatively, the patient remained asymptomatic, with well-perfused extremities, palpable pulses, and an ankle-brachial index (ABI) of 0.9. Follow-up at 5 years demonstrated continued patency, as confirmed by ABI and Doppler ultrasound.

Discussion

PAAs are the most common peripheral aneurysms outside the brain and the aortoiliac system. The popliteal artery, a continuation of the superficial femoral artery, runs through the popliteal fossa and divides into the tibial arteries. Most PAAs occur in the proximal or mid portion of the artery^{6,7}.

Popliteal artery normally has a diameter ranging between 0.7 and 1.1 cm, a PAA is defined as a dilation exceeding the 1.5 times the normal arterial diameter, or when is ≥ 1.5 -2.0 cm^{7,8}. However, its natural history



Figure 1. Sagittal view of CT angiography showing sacculation of the left popliteal artery with two densities, suggestive of thrombus formation. CT: computed tomography.

remains poorly defined, contributing to uncertainties regarding optimal surveillance and treatment. Jergovic et al. conducted a retrospective, multicenter cohort study in Sweden and New Zealand demonstrating that most patients required repair within a year of diagnosis. Interestingly, small PAAs (≤ 15 mm) were more likely to present as emergent cases, underscoring the need for well-defined surveillance strategies to guide early intervention³.

In Mexico in 2008, Rojas Reyna et al. published a 30 years' experience of PAAs, they evaluated 18 PAA, where they found all 54% had a concomitant AAA and

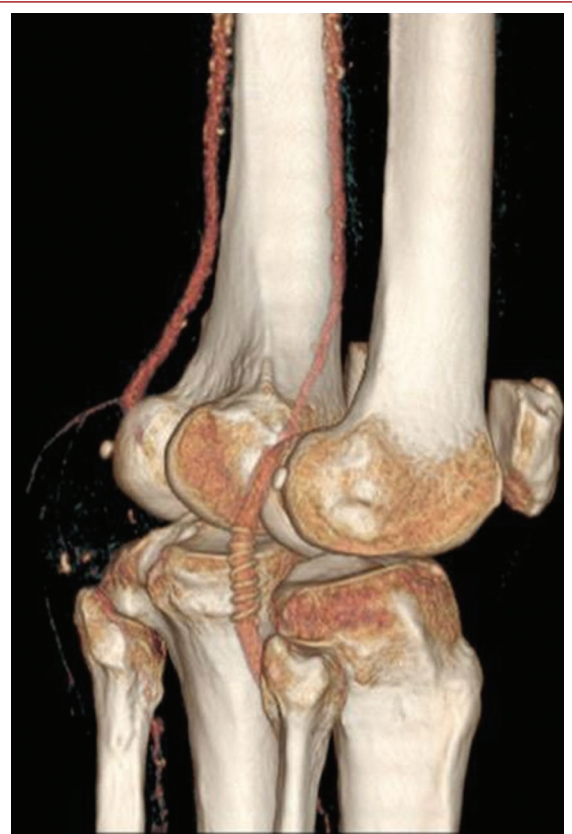


Figure 2. 3D reconstruction of contrast-enhanced CT demonstrating an aneurysmal sac in the left popliteal artery, as well as PTFE graft bypass in the contra-lateral limb. CT: computed tomography; PTFE: polytetrafluoroethylene.

71% of collateral PAA. The primary risk factor was smoking (90%), followed by hypertension (63%). Six were thrombosed aneurysm, which showed morbidity, amputation and mortality rates of 66, 33 and 22% respectively. They conclude that due to the high morbidity and mortality, it is advisable to perform elective surgical repair in PAA with a diameter > 2 cm⁹.

The optimal management of PAAs remains controversial, particularly in asymptomatic patients^{6,10}. The 2022 Society of Vascular Surgery (SVS) clinical practice guidelines on PAAs recommend an elective surgery in patients with an asymptomatic PAA with a diameter ≥ 20 mm or patients with thrombus and clinical suspicion of embolism or imaging evidence of poor distal runoff. However, practice variations persist, particularly in Latin America, where standardized protocols are still evolving. Regarding surgical approach, open PAA repair (OPAR) with a great saphenous vein (GSV) graft; is the preferred method. However, there

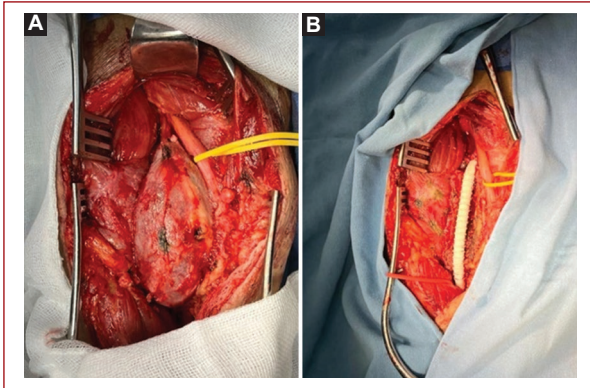


Figure 3. Popliteal artery aneurysm of the left lower limb. **A:** aneurysmal sac measuring 6 cm in diameter with central thrombus. **B:** postoperative image following popliteal artery exclusion and bypass with a PTFE graft. PTFE: polytetrafluoroethylene.

are other alternatives such as other autologous veins or prosthetic grafts. In a recent study from Naazie et al. they compared the conduit type and the outcomes of OPAR. They found that within a year, patency outcomes do not differ among the conduit types. Nonetheless, there is an increased risk of morbidity and mortality with the use of prosthetic grafts¹¹. In our case, the GSV was unsuitable due to a small diameter, necessitating bypass using a PTFE graft instead with successful outcomes and no complications. The latter reinforces the viability, safety and efficacy of PTFE grafts when autologous veins are not an option.

The clinical relevance of these aneurysms lies in their high risk of complications rates, including thrombosis, embolization, rupture, and the potential loss of the limb. In a meta-analysis, Beuschel et al. examined the natural history of PAA, demonstrating that thromboembolic complication and amputations occur at a mean follow-up of 18 months. One study reported a complications rate of 50% at 5 years. These findings highlight the critical importance of surveillance to prevent complications¹².

Symptoms develop mainly from nerve compression, leading to neurological symptoms such as paresthesia. Chronic thrombosis or distal embolization results in progressive occlusion of the peripheral vessels, causing claudication, rest pain, tissue loss. Risk factors for the development of a PAA include family history of aneurysmal disease, prior aneurysm repair or coexisting aneurysms. PAA should be suspected when a prominent pulsation is felt in the subcortical region or popliteal fossa, or if a non-pulsatile mass is detected

behind the knee. Growth rates positively correlate with aneurysm size, small PAAs (< 20 mm) growing at a rate of 0.7-1.5 mm/year, while larger PAAs (> 20 mm) grow between 1.5 and 3.7 mm/year. Cousins et al. identified risk factors for accelerated PAA growth, including a diameter > 20 mm, presence of thrombus, and atrial fibrillation, emphasizing the need for monitoring in these patients⁶. Furthermore, Shiwani et al. found that PAA growth was accelerated to 3.5 mm/year in patients with a known AAA versus 0.8 mm/year in patients without an AAA¹³.

The coexistence of a contralateral PAA or other aneurysms, especially AAA is high, reaching up to 50%. The SVS guideline strongly recommended screening for both a contralateral PAA and AAA⁴. In our case, we proactively assessed the contralateral limb, recognizing the strong association between PAAs and bilateral involvement. This approach proved to be the right course of action, as subsequent imaging confirmed a contralateral asymptomatic PAA requiring intervention. The patient has remained asymptomatic during follow-up. This case reinforces the importance of routine screening for bilateral PAAs, as early detection allows for timely intervention, reducing the risk of ischemic complications.

Conclusion

We emphasize the importance of a thorough patient assessment and screening for coexisting aneurysms in patients diagnosed with a popliteal aneurysm. Given the high risk of complications, timely intervention is crucial to prevent limb loss. Despite advancements in PAA management, gaps remain. More studies, especially in Latin America populations, are needed to standardized screening treatment protocols and optimize patient outcomes and reduce morbidity.

Funding

This research has not received any specific grant from agencies in the public, commercial, or for-profit sectors.

Conflicts of interest

The authors declare 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 of this manuscript.

References

1. Dawson J, Fitridge R. Update on aneurysm disease: current insights and controversies: peripheral aneurysms: when to intervene - is rupture really a danger? *Prog Cardiovasc Dis.* 2013;56:26-35.
2. Aragão JA, Miranda FG, Sant'Anna Aragão IC, Sant'Anna Aragão FM, Reis FP. Tratamento de aneurisma de artéria poplítea bilateral. *J Vasc Bras.* 2020;19:e20180142.
3. Jergovic I, Cheesman MA, Siika A, Khashram M, Paris SM, Roy J, et al. Natural history, growth rates, and treatment of popliteal artery aneurysms. *J Vasc Surg.* 2022;75:205-12.e3.
4. Farber A, Angle N, Avgerinos E, Dubois L, Eslami M, Geraghty P, et al. The Society for vascular surgery clinical practice guidelines on popliteal artery aneurysms. *J Vasc Surg.* 2022;75:109S-20.
5. Galland RB. History of the management of popliteal artery aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2008;35:466-72.
6. Cousins RS, Dexter DJ, Ahanchi SS, Cain BC, Powell OM, Ongstad SB, et al. Determining patient risk factors associated with accelerated growth of popliteal artery aneurysms. *J Vasc Surg.* 2018;67:838-47.
7. Cecenarro RR, Allende JN, Barreras Molinelli L, Antuano FJ, Gramática L. Aneurismas de la arteria poplítea: revisión bibliográfica y presentación de un caso. *Rev Fac Cienc Méd Córdoba.* 2018;75:41-5.
8. Wolf YG, Kobzantsev Z, Zelmanovich L. Size of normal and aneurysmal popliteal arteries: a duplex ultrasound study. *J Vasc Surg.* 2006;43:488-92.
9. Rojas Reyna GA, Cervantes-Castro J, Alvaro-Bachmann R, Wellman-Wollenstein R, Cervera-Servin A. Aneurismas de la arteria poplítea. Treinta años de experiencia en el centro Médico ABC. *Cir Cir.* 2008;76:55-9.
10. Zenunaj G, Mucignat M, Gasbarro V. Open repair with resection and reimplantation for popliteal artery aneurysm. *Ann R Coll Surg Engl.* 2020;102:e1-2.
11. Naazie IN, Willie-Permor D, Haykal T, Harris LM, Hughes K, Malas MB. Association between conduit type and outcomes after open repair of popliteal artery aneurysms. *J Surg Res.* 2023;291:670-6.
12. Beuschel B, Nayfeh T, Kunbaz A, Haddad A, Alzuabi M, Vindhya S, et al. A systematic review and meta-analysis of treatment and natural history of popliteal artery aneurysms. *J Vasc Surg.* 2022;75:121S-5S.e14.
13. Shiwani H, Baxter P, Taylor E, Bailey MA, Scott DJ. Modelling the growth of popliteal artery aneurysms. *Br J Surg.* 2018;105:1749-52.

Tratamiento del síndrome de robo del acceso de diálisis con aneurismas concomitantes en fístulas arteriovenosas. Serie de casos

Treatment of dialysis access steal syndrome with concomitant aneurysms in arteriovenous fistulas. A case series

Génesis A. Pineda^{1,2,*}, Juan M. Aguilar-Juárez^{1,2} y Javier F. Duarte-Acuña^{1,2}

¹Departamento de Cirugía General, Hospital General de Enfermedades; ²Servicio de Cirugía Vasculiar Periférica, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social. Guatemala, Guatemala

Resumen

El síndrome de robo asociado a accesos arteriovenosos para hemodiálisis es una complicación isquémica poco frecuente, pero potencialmente grave, en especial el cuadro concomitante de degeneración aneurismática del trayecto venoso, que puede generar hiperflujo y agravar la isquemia distal. Nuestro objetivo es presentar los primeros casos clínicos con síndrome de robo asociado a degeneración aneurismática de fístula arteriovenosa braquiocefálica, tratados en el Hospital General de Enfermedades del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, mediante aneurismorrafia parcial + bypass corto por interposición con injerto de politetrafluoroetileno (ePTFE). Este reporte fue elaborado conforme a las directrices CARE (CAse REport) Guidelines para asegurar una presentación transparente, completa y estructurada de la información clínica. Se utilizó la lista de verificación oficial disponible en el sitio web de la red EQUATOR (Enhancing the QUALity and Transparency Of health Research). El manejo quirúrgico incluyó aneurismorrafia parcial + bypass corto por interposición con injerto de PTFe. Ambos pacientes presentaron resolución completa de los síntomas isquémicos y preservación funcional del acceso vascular durante el seguimiento. La combinación de aneurismorrafia parcial + bypass corto por interposición con injerto de PTFe representa una opción quirúrgica efectiva para el tratamiento del síndrome de robo en accesos de alto flujo, manteniendo la perfusión distal y la utilidad del acceso para hemodiálisis.

Palabras clave: Fístula arteriovenosa. Síndrome de robo. Acceso vascular. Hemodiálisis. Aneurisma.

Abstract

The steal syndrome associated with arteriovenous accesses for hemodialysis is an uncommon but potentially serious ischemic complication, particularly when concomitant aneurysmal degeneration of the venous segment occurs, which may lead to hyperflow and worsen distal ischemia. Our objective is to present the first clinical cases of steal syndrome associated with aneurysmal degeneration of a brachiocephalic arteriovenous fistula, treated at the General Hospital of Diseases of the Guatemalan Social Security Institute, through partial aneurysmorrhaphy and short interposition bypass using a polytetrafluoroethylene (ePTFE) graft. This report was prepared in accordance with the CARE (CAse REport) Guidelines to ensure a transparent, complete, and structured presentation of clinical information. The official checklist available on the EQUATOR (Enhancing the QUALity and Transparency Of health Research) network website was used. The surgical management included partial

*Correspondencia:

Genesis A. Pineda
E-mail: genesismzpineda@gmail.com

Fecha de recepción: 21-05-2025
Fecha de aceptación: 10-03-2026
DOI: 10.24875/RMA.25000022

Disponible en internet: 08-06-2026
Rev Mex Angiol. 2026;54(2):71-76
www.RMAngiologia.com

0377-4740/© 2026 Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vasculiar 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/>).

aneurysmorrhaphy and a short interposition bypass with a graft. Both patients presented complete resolution of ischemic symptoms and functional preservation of the vascular access during follow-up. The combination of partial aneurysmorrhaphy and short interposition bypass with a PTFE graft represents an effective surgical option for the treatment of steal syndrome in high-flow accesses, maintaining distal perfusion and the usability of the access for hemodialysis.

Keywords: Arteriovenous fistula. Steal syndrome. Vascular access. Hemodialysis. Aneurysm.

Introducción

El síndrome de hipoperfusión distal inducido por accesos para hemodiálisis (HAIDI [*high-access-induced distal ischemia*] o síndrome de robo) afecta entre el 4-10% de los pacientes con fistulas arteriovenosas (FAV), especialmente braquiocefálicas. Se debe a la desviación del flujo arterial hacia la fístula, disminuyendo la perfusión de los tejidos distales (Tabla 1)²⁻⁵. Presentamos dos casos en los que el síndrome de robo se agravó de forma concomitante con la degeneración aneurismática. Esta complicación se resolvió mediante una técnica conservadora que logra equilibrar la perfusión distal sin sacrificar el acceso vascular. Es relevante en entornos con limitaciones de recursos o donde se prioriza la preservación de la fístula. Existen múltiples técnicas descritas para el tratamiento del HAIDI, incluyendo DRIL (*distal revascularization with interval ligation*), RUDI (*revision using distal inflow*), ligadura definitiva y PAVA (*proximalization of arterial inflow*). La técnica de bandín que consiste en la restricción del flujo en la FAV mediante la limitación del diámetro en la anastomosis o en el segmento de vena yuxtaanastomótico⁶⁻⁸.

Presentación de casos clínicos

Caso 1

Paciente de sexo masculino de 72 años residente de la Ciudad de Guatemala, con enfermedad renal crónica terminal con terapia de remplazo renal (hemodiálisis) con acceso por medio de FAV braquiocefálica derecha de 6 años de evolución, con uso de antihipertensivos, quelantes del fosforo y eritropoyetina, sin alergias conocidas. No menciona comorbilidades hereditarias, ni consumo de drogas lícitas ni ilícitas, con funcionalidad conservada. Refiere dolor intenso y palidez en mano derecha, empeorado durante la sesión dialítica HAIDI grado 2 (Tabla 1), de 4 meses de evolución. Al examen físico se detectó aneurisma venoso a nivel de la fístula braquiocefálica tipo 1a (Tabla 2) y pulsos distales disminuidos, asociados a palidez, llenado capilar lento y prueba de oclusión temporal de la fístula que mejoró la perfusión. Por los síntomas y hallazgos físicos con

Tabla 1. Clasificación del síndrome de robo (HAIDI)

Grado	Síntomas clínicos
I	El paciente experimenta síntomas leves, como una extremidad fría, y la mano puede mostrar mejoría del pulso al ocluir el acceso vascular
II	Se presentan síntomas isquémicos durante la hemodiálisis, como dolor o calambres en la mano
III	El dolor isquémico en la mano ocurre incluso fuera del periodo de diálisis
IV	Los síntomas más graves se manifiestan, incluyendo úlceras o gangrena en los dedos de la mano afectada

Adaptado de Beathard et al.⁸

Tabla 2. Sistema de clasificación para aneurismas de fístula arteriovenosa autógena

Tipo	Descripción
1a	Dilatado a lo largo de la vena
1b	Aneurisma postanastomótico
2a	Clásica «joroba de camello»
2b	Combinación de tipo 2a y 1b
3	Complejo
4	Pseudoaneurisma

Adaptada de Valenti et al.⁹

diagnóstico clínico y estudio dúplex donde la fístula tenía 800 de velocidad y la boca media 1.5 cm, por lo que se decidió realizar una intervención quirúrgica (Fig. 1).

Caso 2

Paciente de sexo masculino de 38 años en terapia de remplazo renal por medio de hemodiálisis con FAV braquiocefálica izquierda de 5 años de evolución, con uso de antihipertensivos, quelantes del fósforo, eritropoyetina y anticoagulantes, sin alergias conocidas. Con antecedente fibrilación auricular, ni consumo de drogas lícitas ni ilícitas, con funcionalidad conservada.

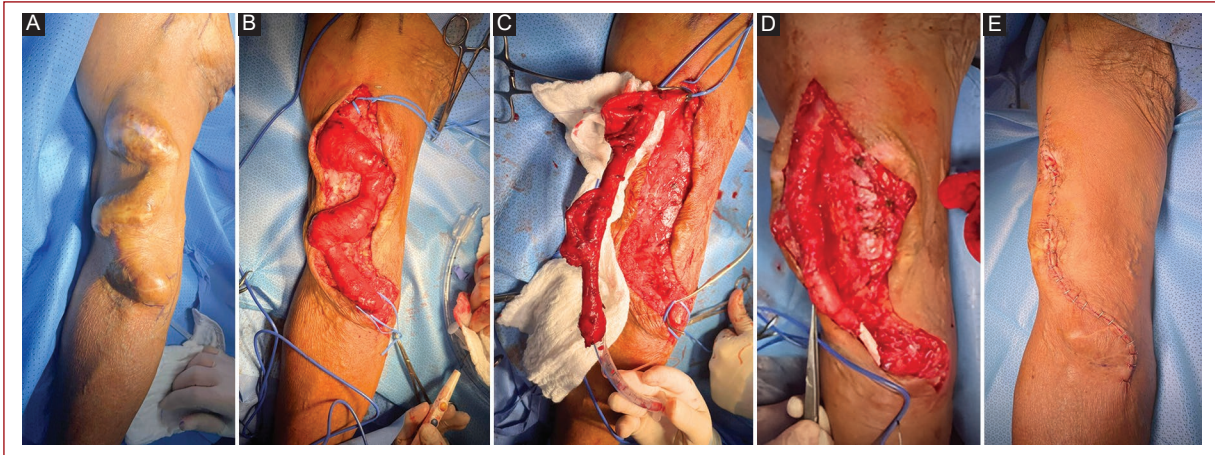


Figura 1. Secuencia de tratamiento quirúrgico paciente no. 1. **A:** miembro superior derecho con fístula arteriovenosa braquiocefálica con degeneración aneurismática. **B:** disección y exposición de trayecto con degeneración aneurismática fístula braquiocefálica. **C:** exclusión de cabo arterial exposición de degeneración aneurismática y canulación de cabo venoso de fístula arteriovenosa, marcar trayecto de remodelación. **D:** procedimiento de aneurismorrafia parcial + *bypass* corto por interposición con injerto de PTFe. **E:** cierre de herida operatoria. PTFe: politetrafluoroetileno.

Con clínica similar al caso 1 en mano izquierda y hallazgo de aneurisma en vena cefálica braquiocefálica tipo 1a (Tabla 2) de fístula braquiocefálica. Refiere dolor intenso y palidez en mano derecha, empeorado durante la sesión dialítica HAIDI grado 2 (Tabla 1) de un mes de evolución. Se confirmó síndrome de robo con prueba de oclusión y estudio dúplex donde la fístula tenía 870 de velocidad y la boca media 1.7 cm. Se planificó cirugía (Fig. 2 y Tabla 3).

Intervención terapéutica

En ambos casos, se realiza una intervención integral que se evalúa en conjunto con cardiología, neumología, nefrología y anestesia previo al procedimiento quirúrgico.

Acto quirúrgico bajo anestesia general con mascarilla laríngea, en posición decúbito supino se realizó mediante hidrodissección liberación de tejido celular subcutáneo en el trayecto de la FAV, posterior a lo cual se incidió sobre el cavo venoso y con disección roma en el recorrido del mismo se liberó el tejido adyacente a la vena cefálica y a las degeneraciones aneurismáticas (Figs. 1B y 2B); posterior a lo cual se excluyó el cabo venoso proximal y distal, con conservación de segmento de vena yuxtaanastomótico. Se canalizó la luz del cabo venoso de la fístula con un tubo endotraqueal No. 6 (Fig. 1C), realizó la aneurismorrafia parcial de los segmentos aneurismáticos mediante grapadora vascular (45 mm dorada), remodelando esta.

Posteriormente, se realizó un *bypass* corto por interposición con injerto de politetrafluoroetileno (PTFe) de 6 mm del cavo yuxtaanastomótico al cavo venoso proximal con anastomosis termino terminal (Fig. 1D y 2C), para limitar el flujo venoso sin comprometer la función de la fístula. Los pacientes evolucionaron sin complicaciones, con mejoría clínica y preservación del acceso.

Seguimiento y resultados

Ambos pacientes fueron evaluados en el postoperatorio inmediato durante su estancia hospitalaria, se realizó su primera sesión hemodialítica según su ciclo de terapia entre 24-48 horas posteriores a procedimiento, con un control ultrasonográfico con velocidad pico sistólica en anastomosis: alrededor de 150-250 cm/s. con seguimiento clínico ambulatorio a los 7, 15 y 30 días posteriores a la intervención; al ser los primeros casos con realización de este procedimiento en la institución no se cuenta con protocolos de seguimiento establecidos. En ambos casos se observó mejoría significativa de los síntomas isquémicos de la extremidad distal. En el postoperatorio inmediato, los pacientes presentaban extremidades tibias, con adecuada perfusión capilar y resolución del dolor en reposo. La coloración cutánea retornó a la normalidad y no se evidenció progresión de lesiones isquémicas en los dedos afectados. Refirieron mejoría notable en los síntomas que anteriormente se exacerbaban durante las

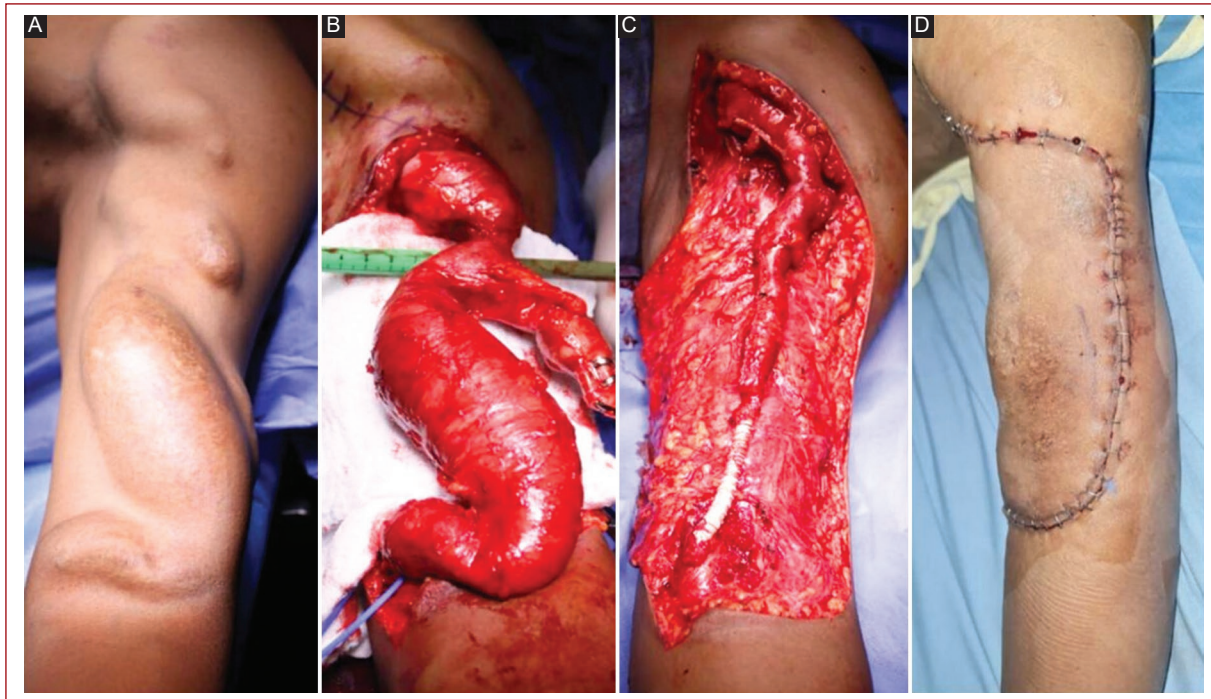


Figura 2. Secuencia de tratamiento quirúrgico, paciente no. 2. **A:** miembro superior izquierdo con fístula arteriovenosa braquiocefálica con degeneración aneurismática. **B:** disección y exposición de trayecto con degeneración aneurismática fístula braquiocefálica. **C:** procedimiento de aneurismorrafia parcial + *bypass* corto por interposición con injerto de PTFe. **D:** cierre de herida operatoria. PTFe: politetrafluoroetileno.

Tabla 3. Línea de tiempo

Evento	Fecha: junio de 2024	Detalles
Inicio de síntomas (dolor, palidez en mano)	Día 0	Ambos pacientes presentan síntomas isquémicos
Consulta médica	Día 1	Se identifica aneurisma venoso, signos de robo
Evaluación preoperatoria	Día 2-4	Pruebas de oclusión temporal positivas y estudios diagnósticos
Evaluación integral por cardiología, nefrología, neumología y anestesia	Día 5	Evaluación de riesgo cardíaco y recomendaciones preoperatorias
Intervención quirúrgica	Día 6	Aneurismorrafia parcial más <i>bypass</i> corto por interposición con injerto de PTFe
Seguimiento postoperatorio	Día 7, 15 y 30	Mejoría clínica y fístula funcional. Seguimiento de casos por unidad de consulta externa

PTFe: politetrafluoroetileno.
Fuente: elaboración propia.

sesiones de hemodiálisis, incluyendo disminución del dolor, mejor tolerancia a la terapia de reemplazo y desaparición del entumecimiento o frialdad en la extremidad comprometida. El seguimiento con ecografía Dúplex en el día 30 mostró flujo anterógrado adecuado en las arterias distales de la extremidad (400 ml/min),

con una disminución significativa del flujo venoso en la fístula, compatible con éxito técnico del procedimiento aneurismorrafia parcial + *bypass* corto por interposición con injerto de PTFe. No se detectaron signos de trombosis ni estenosis significativas en el acceso vascular remanente.

Ambos pacientes mostraron adecuada adherencia al seguimiento y toleraron el procedimiento sin complicaciones, con seguimiento a largo plazo cada 6 meses. La intervención fue bien recibida, y no se reportaron eventos adversos relacionados con la cirugía ni con la función del acceso vascular.

Discusión

Se seleccionó la técnica de aneurismorrafia parcial con resección aneurismática por ofrecer un balance entre la resolución de la isquemia y la preservación del acceso vascular. En pacientes en hemodiálisis crónica con accesos limitados, la ligadura definitiva, aunque efectiva en revertir el robo, conlleva la pérdida total de la fístula. Por su parte, procedimientos como DRIL y RUDI tienen tasas de éxito ligeramente superiores en isquemia grave, pero requieren injertos arteriales y son más invasivos. Aunque el *banding* se ha empleado para reducir el flujo en accesos de alto gasto, presenta tasas elevadas de oclusión y recurrencia. En los casos presentados, la técnica de aneurismorrafia parcial combinada con *bypass* corto de PTFE permitió preservar la fístula y mantener la perfusión distal. Estos factores motivaron la elección de la técnica utilizada en ambos casos, una de las principales fortalezas radica en el abordaje integral que se realizó, combinando el tratamiento de la causa anatómica (degeneración aneurismática) con la corrección funcional del síndrome de robo mediante una técnica quirúrgica efectiva y segura. La resolución simultánea del cuadro isquémico y la preservación del acceso vascular permitió mantener la calidad de vida de los pacientes, lo cual es fundamental en personas en hemodiálisis crónica. No obstante, una limitación importante es que se trata de una serie de solo dos casos, lo que impide extrapolar los resultados a poblaciones más amplias. Además, no se cuenta con un seguimiento a largo plazo que permita evaluar la durabilidad del acceso vascular ni la recurrencia de los síntomas.

El síndrome de robo por FAV es una complicación infrecuente pero potencialmente devastadora en pacientes en hemodiálisis, con una incidencia reportada entre el 1 y el 8% dependiendo del sitio del acceso y la población estudiada. La degeneración aneurismática, por su parte, es una complicación progresiva que puede alterar las características hemodinámicas del flujo y contribuir a la aparición de isquemia distal. La literatura actual señala múltiples abordajes quirúrgicos para tratar el síndrome de robo, incluyendo ligadura, *banding*, derivaciones distales y revascularización. Sin

embargo, el tratamiento ideal debe equilibrar la resolución del cuadro isquémico con la preservación del acceso funcional para hemodiálisis. En este contexto, la técnica utilizada (aneurismorrafia parcial + *bypass* corto por interposición con injerto de PTFE) ha mostrado resultados favorables en estudios previos, aunque aún existen pocos reportes específicos que aborden esta combinación terapéutica⁸⁻¹⁴.

Las conclusiones de este caso se basan en la evidencia clínica directa observada: remisión completa de los síntomas isquémicos, resolución anatómica del aneurisma y mantenimiento de la funcionalidad de la FAV sin complicaciones postoperatorias. Además, la evolución favorable de ambos pacientes en el seguimiento a corto plazo respalda la viabilidad y seguridad de esta estrategia quirúrgica. Aunque los resultados no son generalizables por tratarse de una muestra limitada, el éxito obtenido en dos escenarios clínicos similares proporciona una base razonable para proponer este enfoque como una opción válida ante cuadros complejos que involucren tanto isquemia como degeneración aneurismática.

Perspectivas de los pacientes

Los pacientes refirieron que antes del procedimiento presentaban molestias relacionadas con la frialdad y cambios de coloración en la mano, así como preocupación por el tamaño progresivo de la fístula. Tras el tratamiento quirúrgico, reportan mejoría en los síntomas isquémicos sin requerir colocación de catéter central y manteniendo la funcionalidad de la fístula para hemodiálisis. Consideran que el abordaje fue adecuado y resolutivo.

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. EQUATOR Network. The EQUATOR Network: Enhancing the QUALity and Transparency Of Health Research [Internet]. Oxford: University of Oxford [citado 20 may 2025]. Disponible en: <https://www.equator-network.org>
2. Scali ST, Huber TS. Treatment strategies for access-related hand ischemia. *Semin Vasc Surg.* 2011;24(2):128-36.
3. Yaghoubian A, de Virgilio C. Plicatura como tratamiento primario del síndrome de robo en las fistulas arteriovenosas. *An Cir Vasc* [Internet]. 2009;23(1):114-8. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-anales-cirugia-vascular-280>
4. Vaes RH, Tordoir JH, Scheltinga MR. Blood flow dynamics in patients with hemodialysis access-induced hand ischemia. *J Vasc Surg* [Internet]. 2013;58(2):446-51.e1. Disponible en: <https://www.jvascsurg.org>
5. Sociedad Española de Nefrología. Síndrome de hipoperfusión distal (síndrome de robo) de la fistula arteriovenosa [Internet]. *Nefrología al día*; 2025 [citado 20 may 2025]. Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org>
6. Thermann F, Wollert U. Proximalización del flujo arterial aferente: ¿nuevo tratamiento de elección en pacientes con síndrome de robo asociado a la fistula de diálisis? *An Cir Vasc.* 2009;23(4):537-43.
7. Karambelkar A, Kasekar R, Palevsky PM. Perioperative pharmacologic management of patients with end-stage renal disease. *Semin Dial.* 2015;28(4):392-6.
8. Beathard GA, Spergel LM. Hand ischemia associated with dialysis vascular access: an individualized access flow-based approach to therapy. *Semin Dial.* 2013;26(3):287-314.
9. Valenti D, Mistry H, Stephenson M. Un nuevo sistema de clasificación para aneurismas de fistula arteriovenosa autógena en pacientes con acceso renal. *Cir Vasc Endovasc.* 2014;48(7-8):491-6.
10. Walz P, Ladowski JS, Hines A. Distal revascularization and interval ligation (DRIL) procedure for the treatment of ischemic steal syndrome after arm arteriovenous fistula. *Ann Vasc Surg* [Internet]. 2007;21(4):468-73. Disponible en: <https://www.annalsofvascularsurgery.com>
11. AlShammeri O, AlEidan I, Budaichieva A, ElHayek B, AlWabel L, AlWahbi A. Novel endovascular techniques for dialysis access-associated steal syndrome (DASS). *Dr Sulaiman Al Habib Med J* [Internet]. 2023;5(3):87-92. Disponible en: <https://dsahmj.dr.sulaimanalhabib.com>
12. Scheltinga MR, van Hoek F, Bruyninckx cmA. Surgical banding for refractory hemodialysis access-induced distal ischemia (HAIDI). *J Vasc Access.* 2009;10(1):43.
13. Berman SS, Beathard G, Jennings WC. Hemodialysis access-induced distal ischemia (HAIDI). En: Ilig KA, Scher LA, Ross JR, editores. *Principles of Dialysis Access.* 1era ed. Cham: Springer; 2024. p. 343-57.
14. van Hoek F, Scheltinga MR, Luirink M, Pasmans H, Beerenhout C. Banding of hemodialysis access to treat hand ischemia or cardiac overload. *Semin Dial.* 2009;22(2):204-8.

Síndrome de Abernethy tipo 1a con duplicidad de vena cava inferior en una paciente pediátrica: primer caso reportado

Abernethy syndrome type 1a with duplication of inferior vena cava in a pediatric patient: first reported case

René A. Rojas-Morán*, Sergio A. Sánchez-Vergara, Jaime G. López-Taylor, Ivis D. Juárez-Valdivia y Joel A. Hernández-Galindo

Servicio de Cirugía de Tórax y Vascular, Benemérito Antiguo Hospital Civil de Guadalajara Fray Antonio Alcalde, Guadalajara, Jal., México

Resumen

El síndrome de Abernethy, conocido como shunt portosistémico hepático congénito, es una rara anomalía vascular en la que el flujo portal drena hacia una vena sistémica sin pasar por el hígado. Se clasifica en tipo 1 (shunt término-lateral, con ausencia total de flujo portal intrahepático) y tipo 2 (shunt latero-lateral, con flujo parcial hacia el hígado). Su prevalencia es de un caso por cada 30,000 a 50,000 personas, y su diagnóstico ha mejorado gracias al uso de técnicas avanzadas de imagen. Presentamos el caso de una niña de 14 años con diagnóstico de síndrome de Abernethy tipo 1a asociado a duplicidad de la vena cava inferior, una combinación nunca antes reportada. La paciente tenía antecedentes de hemorragias digestivas recurrentes desde los 11 años, anemia secundaria y malformaciones venosas genitales. Una angiotomografía confirmó la ausencia de vena porta, duplicidad de vena cava inferior e ingurgitación de la vena mesentérica inferior. Este caso destaca la importancia de considerar el síndrome de Abernethy ante malformaciones vasculares complejas y refuerza la necesidad de estudios adicionales para evaluar nuevas asociaciones, como la duplicidad de la vena cava inferior.

Palabras clave: Síndrome de Abernethy. Shunt portosistémico extrahepático congénito. Vena cava inferior.

Abstract

Abernethy syndrome, also known as congenital portosystemic shunt, is a rare vascular anomaly in which portal blood flow drains into a systemic vein, bypassing the liver. It is classified as type 1 (end-to-side shunt, with total absence of intrahepatic portal flow), and type 2 (side-to-side shunt, with partial portal flow to the liver). Its prevalence is one case per 30,000 to 50,000 individuals, and diagnosis has improved with advancements in imaging techniques. We report the case of a 14-year-old girl diagnosed with Abernethy syndrome type 1a associated with duplication of the inferior vena cava, a combination never previously reported. The patient had a history of recurrent gastrointestinal bleeding since age 11, secondary anemia, and genital venous malformations. Angio-CT confirmed the absence of a portal vein, duplication of the inferior vena cava, and engorgement of the inferior mesenteric vein. This case underscores the importance of considering Abernethy syndrome in the presence of complex vascular malformations and highlights the need for further studies to evaluate new associations, such as inferior vena cava duplication.

Keywords: Abernethy syndrome. Congenital portosystemic shunt. Inferior vena cava.

*Correspondencia:

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

Fecha de recepción: 08-12-2024
Fecha de aceptación: 28-01-2025
DOI: 10.24875/RMA.24000067

Disponible en internet: 08-06-2026
Rev Mex Angiol. 2026;54(2):77-82
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/>).

Introducción

El síndrome de Abernethy, también conocido como *shunt* portosistémico extrahepático congénito, es una condición extremadamente rara en la que el flujo sanguíneo portal drena hacia una vena sistémica, eludiendo completamente su paso por el hígado. Esto ocurre a través de un *shunt* que puede ser parcial o completo, clasificándose en dos tipos principales:

- Tipo I (*shunt* término-lateral). En este caso, el flujo portal intrahepático está completamente ausente. Se subdivide en: tipo Ia (la vena mesentérica superior y la vena esplénica drenan por separado) y tipo Ib (la vena mesentérica superior y la vena esplénica forman un tronco común).
- Tipo II (*shunt* latero-lateral). Se conserva parcialmente el flujo portal hacia el hígado (Fig. 1).

Embriología del sistema venoso portomesentérico

El sistema venoso portal umbilical del feto se forma entre la cuarta y décima semana del desarrollo embrionario. Este sistema es inusual porque proviene de dos orígenes embriológicos distintos: las venas vitelinas, que se originan del saco vitelino, y las venas umbilicales, que tienen su origen en la placenta. Ambos sistemas venosos extraembrionarios drenan hacia el seno venoso del corazón fetal.

Formación del sistema venoso portomesentérico y el conducto venoso

- Semanas 3-4. En esta etapa temprana se observan tres pares de venas simétricas:
 - Venas vitelinas, que drenan el saco vitelino.
 - Venas umbilicales, que transportan sangre de la placenta.
 - Venas cardinales, que drenan el cuerpo del embrión.
- El plegamiento cefalocaudal y lateral del embrión conduce al cierre del tubo digestivo, asignando a las venas vitelinas la función de drenar este tubo. Posteriormente, las venas vitelinas se reorganizan para formar el sistema venoso portal. Al desarrollarse los primordios hepáticos, estos interrumpen la porción craneal del sistema venoso vitelino. Así, el hígado en desarrollo rodea los sinusoides hepáticos.
- Semanas 5-10. La porción craneal de la vena vitelina derecha forma el canal hepatocardiaco derecho y la vena cava inferior (VCI) intrahepática. La vena

vitelina derecha caudal se fusiona para formar la vena porta. La vena vitelina izquierda se atrofia. Las venas umbilicales pierden su conexión directa con el corazón fetal cuando la vena umbilical derecha y la porción craneal de la izquierda se degeneran. La vena umbilical izquierda distal se convierte en la vena umbilical definitiva, que se conecta con el canal hepatocardiaco derecho y da origen al conducto venoso. Este conducto permite que la sangre de la placenta pase a través del hígado, evitando parcialmente los sinusoides hepáticos.

Sistema venoso vitelino y conexiones hepáticas

Las venas vitelinas, inicialmente conectadas por tres canales anastomóticos, son interrumpidas por las trabéculas hepáticas en desarrollo. Mientras el tubo digestivo se cierra, las venas vitelinas asumen progresivamente el drenaje del tubo digestivo y del primordio hepático. Estas venas se integran mayormente al hígado como sinusoides hepáticos, persistiendo únicamente los segmentos más craneales y caudales como estructuras separadas. El conducto venoso se forma por la unión de canales derivados de los sinusoides hepáticos, permitiendo que la sangre placentaria fluya desde la vena umbilical izquierda al seno portal y la VCI.

Desarrollo de la arteria hepática y cierre del sistema al nacer

La arteria hepática surge en la octava semana gestacional como una rama del tronco celíaco. Su desarrollo está interrelacionado con el sistema portal intrahepático y el sistema biliar. Por otro lado, la VCI depende estrechamente de las venas vitelinas. Al nacer ocurren cambios significativos: la circulación umbilical se cierra inmediatamente después de interrumpir el flujo placentario; las arterias umbilicales se cierran primero, seguidas por la vena umbilical; el conducto venoso se cierra, y la vena porta se convierte en la única fuente de sangre hacia el seno portal y sus tributarias; el crecimiento y la ramificación del sistema portal intrahepático acompañan el desarrollo progresivo del parénquima hepático.

Esta anomalía puede tener implicaciones significativas para la función hepática y la circulación sistémica¹.

El síndrome de Abernethy es una anomalía vascular congénita poco frecuente, cuya prevalencia se estima en un caso por cada 30,000 a 50,000 personas. Aunque

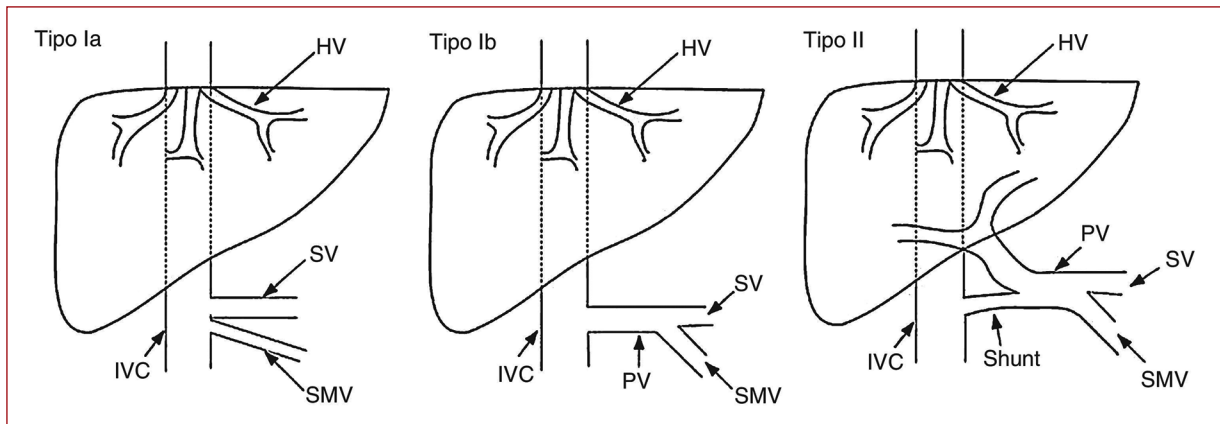


Figura 1. Clasificación de las comunicaciones congénitas extrahepáticas propuestas por Morgan y Superina en 1994.

suele estar subdiagnosticado, su detección ha aumentado gracias a los avances en las técnicas de imagen².

La duplicación de la VCI tiene una prevalencia estimada que varía entre el 0.2 y el 3%. En un estudio se encontró que la presencia de una VCI accesoria en el lado izquierdo tiene una prevalencia del 0.7%¹.

No se ha reportado la coexistencia de estas dos malformaciones en un paciente humano.

En este artículo presentamos el caso de una niña de 14 años la cual es diagnosticada con síndrome de Abernethy tipo I complejo, ya que aparece junto a una duplicidad de vena cava, siendo el primer caso publicado en el mundo con estas características.

Caso clínico

Paciente femenina de 14 años que acude a consulta externa del servicio de cirugía cardiotorácica y vascular de nuestro hospital con antecedente de sangrados de tubo digestivo bajo desde los 11 años, habiéndole realizado colonoscopias, cápsulas endoscópicas, endoscopias altas en varias ocasiones con hallazgos incidentales de parasitosis, un pólipo colónico único y telangiectasias yeyunales. La paciente también fue atendida por cirugía pediátrica en este mismo año, quienes realizaron una resección de lesión en labios mayores cuyo resultado histopatológico resultó en ser una lesión vascular por descartar una malformación venosa.

La paciente es interconsultada por el servicio de gastroenterología debido a que en su último ingreso por anemia secundaria a hemorragia de tubo digestivo presentó una elevación de bilirrubinas totales de 1.5 mg/dl a expensas de indirectas de 1.1 mg/dl,

hipoproteinemia de 4.40 g/dl e hypoalbuminemia 2.34 mg/dl, se realiza ultrasonografía y biopsia de hígado debido a lesiones hipoeoicas observadas, así como se decide realizar Doppler color en donde se reporta arteria hepática de 5 mm, permeable y con velocidad de pico sistólica de 70.1 cm/s, velocidad de pico diastólica 36.1 cm/s, índice de resistencia 0.61 y ausencia de vena porta (Figs. 2 y 3).

Se decide realizar angiotomografía con reconstrucción vascular en la que encontramos la presencia de una duplicidad de la vena cava, así como ingurgitación de la vena mesentérica inferior, la cual llega a alcanzar un diámetro de hasta 3.5 centímetros en su porción proximal, se continúa hasta pélvico donde presenta calibre promedio de 2.5 centímetros, condiciona ingurgitación de estructuras venosas perirrectales las cuales discurren por debajo de la fascia perirrectal y cara posterior de vagina (Figs. 4-6).

Ante los hallazgos tomográficos y clínicos de la paciente se decide tratamiento conservador hasta requerir trasplante hepático, por lo que se protocoliza para búsqueda de familiares compatibles y cuando sea necesario tener acceso a ellos, se solicita cita cada tres meses y abierta ante cualquier emergencia.

Discusión

Los *shunts* extrahepáticos suelen asociarse con otras anomalías congénitas y se clasifican, según Morgan y Superina, en dos tipos:

- Tipo 1. Representa un desvío completo del flujo venoso portal (*shunt* término-lateral), acompañado de una hipoplasia grave o ausencia total del árbol portal intrahepático. Dentro de este tipo, se distinguen dos subtipos:

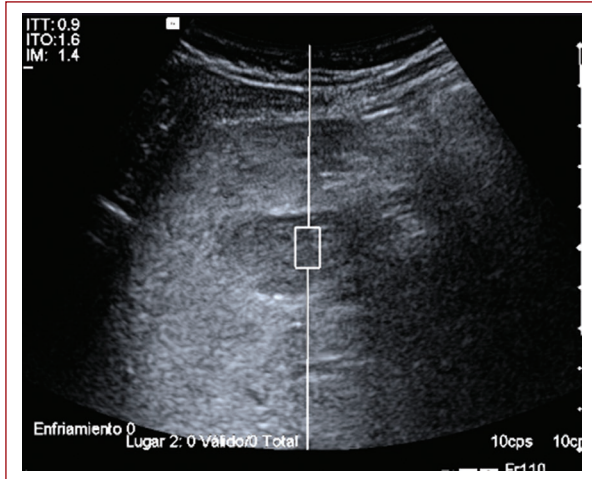


Figura 2. Ultrasonido que muestra lesiones heterogéneas e hipocóicas en hígado.

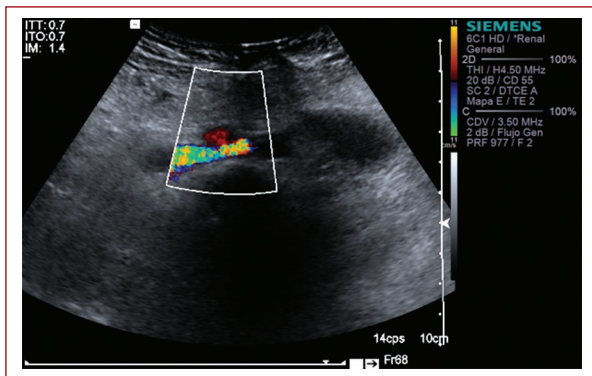


Figura 3. Ultrasonido Doppler con efecto color en arteria hepática.

- Tipo 1a. Ausencia congénita de la vena porta.
- Tipo 1b. La vena mesentérica superior y la vena esplénica drenan en un tronco común que forma una especie de vena porta, pero esta desemboca directamente en la VCI. Este último es el tipo originalmente descrito por Abernethy.
- Tipo 2. Caracterizado por un desvío parcial (*shunt* latero-lateral), donde parte del flujo portal aún perfunde el hígado³.

La relevancia clínica de los *shunts* portosistémicos congénitos depende principalmente del porcentaje de flujo sanguíneo que pasa a través del *shunt*. Los cuadros clínicos pueden variar ampliamente, desde pacientes asintomáticos con elevación incidental de enzimas hepáticas o hallazgos en estudios de

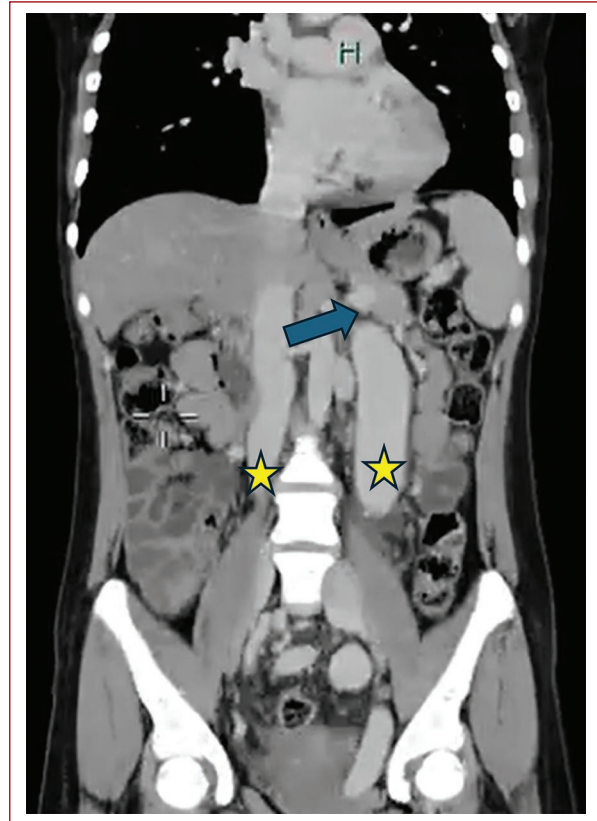


Figura 4. Angiotomografía en fase venosa corte coronal en la que se muestra con estrellas amarillas la duplicidad de la vena cava, con flecha azul el drenaje de la vena esplénica a la porción superior de la vena cava izquierda.

imagen, hasta casos graves con afectación de múltiples órganos⁴.

El síndrome de Abernethy puede manifestarse con encefalopatía hepática, hipertensión pulmonar, osteoporosis grave, hemorragia gastrointestinal, cirrosis, síndrome hepatopulmonar y dolor abdominal. El carcinoma hepatocelular es una presentación menos común⁵.

El diagnóstico se realiza generalmente mediante ultrasonografía Doppler del hígado, complementada con tomografía computarizada o resonancia magnética del abdomen. Una biopsia hepática es esencial para confirmar o descartar la presencia de vénulas en las triadas portales, lo que ayuda a diferenciar entre los tipos 1 y 2 de síndrome de Abernethy y orientar el tratamiento. Además, se realizan pruebas diagnósticas adicionales según la presencia de comorbilidades o complicaciones identificadas en el cuadro clínico⁶.

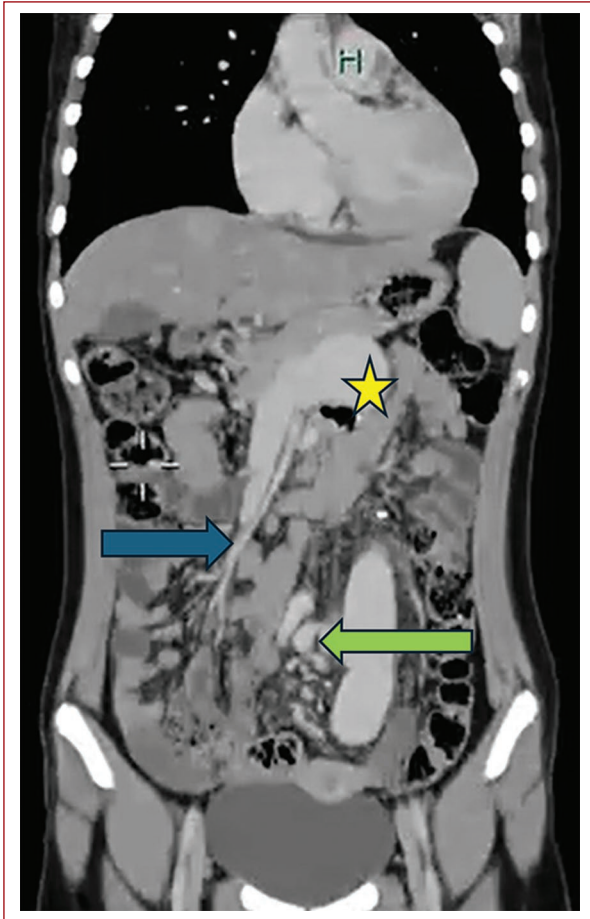


Figura 5. Angiotomografía en fase venosa corte coronal en la que se muestra con estrella amarilla la duplicidad de la vena cava, con flecha azul la vena mesentérica superior discurriendo junto con su arteria homónima, con flecha verde se marca la vena mesentérica inferior y un plexo venoso adyacente que drenan a la porción inferior de la duplicidad de la vena cava de lado izquierdo.

Se ha reportado coexistencia de otras malformaciones sobre todo en síndrome de Abernethy tipo II, sin embargo no se ha reportado con la coexistencia de una duplicidad de vena cava.

Nuestra paciente presentó un cuadro grave de hemorragia gastrointestinal recurrente, una manifestación clínica poco frecuente de los *shunts* portosistémicos congénitos. En 2015, Gong et al. reportaron casos similares, describiendo a seis pacientes con hemorragia del tracto gastrointestinal inferior. En todos ellos se identificaron várices en la vena rectal superior y el colon, causadas por un *shunt* extrahepático que desviaba el flujo portal hacia la vena ilíaca a través de la vena mesentérica inferior.

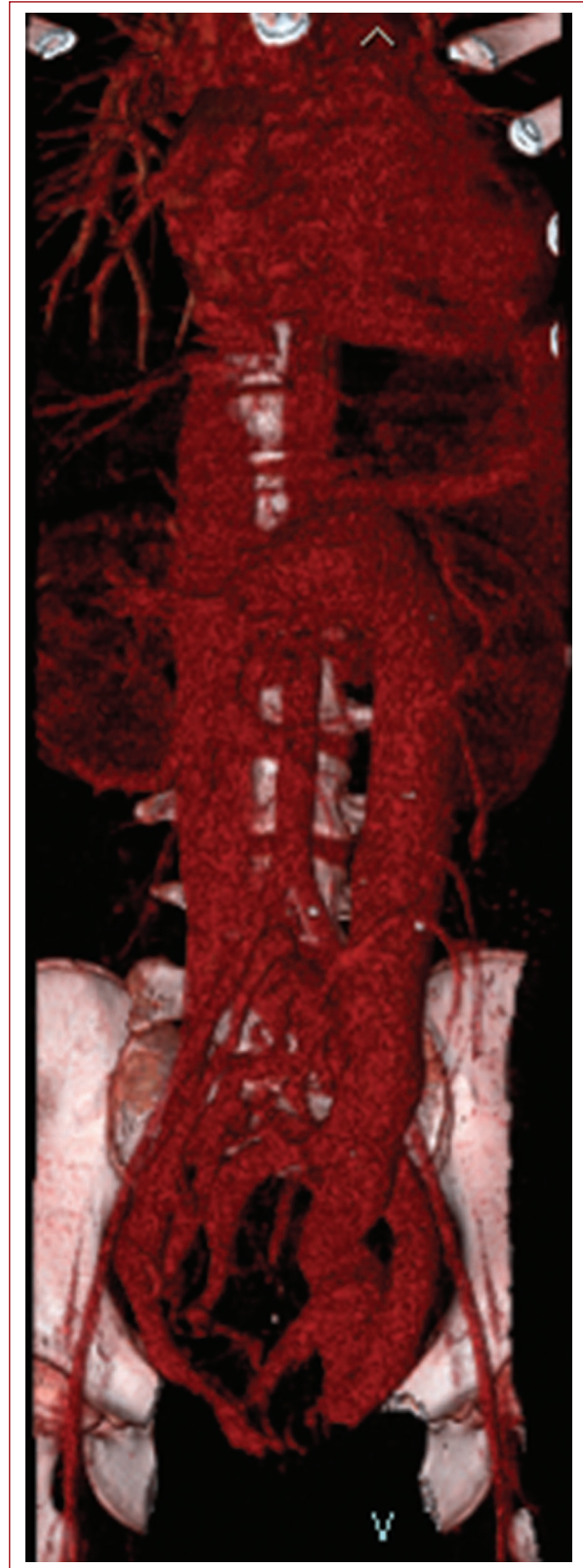


Figura 6. Angiotomografía, reconstrucción vascular que muestra la duplicidad de vena cava, la ausencia de vena porta y la relación de los grandes vasos abdominales.

Kobayashi et al., en una revisión de las características clínicas de 136 casos publicados de síndromes Abernethy extrahepáticos, identificaron que el 8% de los casos estaban asociados con hemorragias gastrointestinales. Además, señalaron que este tipo de *shunt*, que involucra várices colónicas y rectales, era el más comúnmente asociado con este tipo de sangrado².

El síndrome de Abernethy tipo 1 generalmente se trata con un trasplante de hígado, mientras que el tipo 2 se aborda cerrando la derivación, ya sea por vía endovascular o quirúrgica.

El síndrome de Abernethy puede provocar complicaciones graves, como adenomas hepáticos y carcinoma hepatocelular, que en algunos casos pueden requerir un trasplante de hígado como único tratamiento definitivo⁴.

El manejo del síndrome de Abernethy depende del tipo:

- Tipo 1. Generalmente se trata mediante trasplante hepático, ya que el flujo portal intrahepático está completamente ausente.
- Tipo 2. Puede abordarse cerrando el *shunt*, ya sea de forma endovascular o mediante cirugía.

En casos de malformaciones tipo 2 en las que no es posible cerrar el *shunt* de forma endovascular, la ligadura quirúrgica del *shunt* ha demostrado ser un tratamiento eficaz. Por otro lado, la embolización endovascular es una opción factible para tratar malformaciones tipo 2, ya que permite redirigir el flujo sanguíneo hacia el sistema portal nativo hipoplásico, restaurando el metabolismo hepático fisiológico de la sangre esplácnica⁵.

Nuestra paciente fue tratada de manera conservadora debido a la complejidad de la lesión y la ausencia de urgencia de tratamiento quirúrgico, el cual sería el trasplante hepático al momento de la insuficiencia de este.

Conclusiones

El síndrome de Abernethy es una rara anomalía congénita que puede tener un impacto multisistémico. Sus manifestaciones más comunes incluyen colestasis neonatal, hiperamonemia, hipertensión pulmonar y tumores hepáticos. Sin embargo, también pueden presentarse síntomas menos frecuentes, como hemorragias en el tracto gastrointestinal superior y fracturas óseas.

Además de su conocida asociación con cardiopatías congénitas, este síndrome podría estar relacionado con otras anomalías vasculares congénitas, como el

síndrome de Klippel-Trénaunay, lo que sugiere la necesidad de considerar el síndrome de Abernethy en la evaluación de esta condición. Pese a las correlaciones antes mencionadas, la presencia de duplicidad de cava inferior no se ha reportado nunca.

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 tutores de la paciente 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. Patel S, Thompson D, Sharshar M, Crawford JM, Dagher N, Fahmy AE. Liver transplantation as a treatment for unresectable hepatic adenoma in a patient with Abernethy syndrome. *Cureus*. 2024;16(5):e60683.
2. Peček J, Fister P, Homan M. Abernethy syndrome in Slovenian children: five case reports and review of literature. *World J Gastroenterol*. 2020;26(37):5731-44.
3. Akpınar Ö, Kubat Ö, Kozan R, Akkan K, Öztürk H, Sarı S, et al. A rare case of childhood malformations, Abernethy syndrome: literature review and presentation of two cases. *Exp Clin Transplant*. 2024;22(Suppl 5):154-8.
4. Castro Rodríguez J, Rodríguez Perálvarez ML, Montero-Álvarez JL. Diagnosis and management of Abernethy syndrome. *Rev Esp Enferm Dig*. 2024;116(1):1-6.
5. Abernethy J. Account of two instances of uncommon formation in the viscera of the human body: from the philosophical transactions of the Royal Society of London. *Med Facts Obs*. 1797;7:100-8.
6. Asencio J, Valenziano C, Falcone R. Management of penetrating neck injuries. *Surg Clin*. 1991;71(2):267-96.

Angioqueratoma atípico en síndrome de Klippel-Trenaunay: un reporte de caso

Atypical angiokeratoma on Klippel-Trenaunay syndrome: a case report

Lexie Pérez-Huerta¹ , Enrique Santillán-Aguayo^{2*}  y Andrea de la Rosa-Bandini³

¹Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México; ²Centro de Atención Integral a Trastornos Vasculares, Ciudad de México; ³Anatomía Patológica, Hospital MAC Puebla, Torres Médicas Angelópolis, Puebla, Pue. México

Resumen

En este artículo describimos el caso de una paciente diagnosticada con el síndrome de Klippel-Trenaunay que adicionalmente presentó un angioqueratoma de morfología atípica. Nuestro objetivo fue analizar la posible coexistencia de ambas entidades clínicas. Presentamos el caso de una paciente de sexo femenino con inicio de enfermedad a los 3 meses y diagnóstico inicial a los 9 años, con tratamiento quirúrgico inicial con resección de neoformación, posterior a la cual se realizó una angiotomografía en donde se evidenció dilatación venosa. Posterior a un cuadro de hemorragia se le realizó safenoablación y ligadura suprafascial venosa, resultando en la paciente en estado de salud estable en la actualidad. Consideramos que tanto el síndrome de Klippel-Trenaunay como el angioqueratoma reportado podrían ser parte de una afección que abarca ambos padecimientos, por lo que abogamos por la revisión e investigación adicional de ambas entidades.

Palabras clave: Síndrome de Klippel-Trenaunay-Weber. Angioqueratoma. Várices. Reporte de caso.

Abstract

In this case report, we describe a patient that had been diagnosed with the Klippel-Trenaunay Syndrome, that presented additionally an atypical morphology angiokeratoma. Our objective was to analyze the possible coexistence of both clinical entities. Our patient was a 9-year-old female at the time of the diagnosis of the Klippel-Trenaunay Syndrome, with the onset of symptoms at the age of 3 months old. Initial surgical treatment was focused on the resection of the neoformation, after which we were able to visualize major venous dilations through a CT angiography. After a hemorrhagic event, we performed safenous vein ablation plus over the fascia venous ligation. We consider that both Klippel-Trenaunay Syndrome and the angiokeratoma that was found could be symptoms of a pathology that englobes said symptoms, therefore we'd like to make the petition for more exhaustive research and a more thorough review of both entities.

Keywords: Klippel-Trenaunay-Weber syndrome. Angiokeratoma. Varicose veins. Case report.

*Correspondencia:

Enrique Santillán-Aguayo
E-mail: ensagu5@hotmail.com

Fecha de recepción: 23-07-2025
Fecha de aceptación: 08-12-2025
DOI: 10.24875/RMA.25000033

Disponible en internet: 08-06-2026
Rev Mex Angiol. 2026;54(2):83-89
www.RMAngiologia.com

0377-4740/© 2025 Sociedad Mexicana de Angiología y Cirugía Vasculare 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 síndrome de Klippel-Trenaunay (SKT) es una malformación congénita infrecuente, caracterizada por una tríada que consiste en manchas en «vino de Oporto», dilataciones varicosas e hipertrofia de tejidos blandos con o sin anisometría¹. Este artículo tiene como propósito el presentar un caso de SKT asociado a un angioqueratoma atípico, debido a que no hay reportes en la literatura y lo consideramos atípico porque no es posible clasificar con base en la literatura encontrada²⁻⁴. Aunque el SKT fue descrito desde el año 1900 por dos médicos franceses, se requirieron de avances en el campo de la medicina para poder diferenciar su causa, provocada por mutaciones en genes que codifican para factores angiogénicos, particularmente el gen *AGGF1* (factor de crecimiento angiogénico) y el gen *PIK3A* (fosfoinositol 3 cinasa), la cual regula diferentes factores de crecimiento del cuerpo y, es responsable del sobrecrecimiento de las extremidades y tejidos blandos, sin embargo no son patognomónicos y se han detectado mutaciones *de novo*⁵. La persistencia de venas embrionarias posterior al nacimiento se ha visto asociada a esta condición, en particular la vena embrionaria marginal se ha reportado en pacientes con SKT⁶. Otras manifestaciones reportadas son la avalvulia y la agenesia del sistema venoso profundo⁷, así como anormalidades estructurales en el sistema venoso y linfático⁸. Aunque no es una asociación directamente documentada, el trauma de repetición, la hipertensión venosa ambulatoria y la disfunción valvular son factores de riesgo para su aparición. Por su parte, los angioqueratomas consisten en ectasias de los vasos superficiales de la dermis, con cambios asociados en la epidermis. Se han identificado cinco variantes clínicas: los tipos solitarios y múltiples, la variante de Fordyce, el angioqueratoma corporal difuso, la de Mibelli y el angioqueratoma circunscrito⁹. Los solitarios y múltiples son comúnmente lesiones negras de aspecto verrucoso, frecuentemente localizadas en miembros inferiores, la variante de Fordyce es de color rojo a púrpura y se localizan en los genitales, el corporal difuso tiene una distribución similar a traje de baño distribuyéndose también en el tronco y se suelen encontrar asociadas a la enfermedad de Fabry, mientras que la de Mibelli se caracteriza por su ubicación en la cara dorsal y lateral de dedos y ortijos. El angioqueratoma circunscrito se diferencia de las otras variantes no solamente por su presentación como lesiones en forma de placa que progresan hacia la confluencia, sino también por ser la única variante cuya patología no resulta de la ectasia

de vasos preexistentes en la dermis papilar, sino que es causada por una malformación capilar-linfática o puramente capilar¹⁰.

Método

Paciente de sexo femenino, que acudió a primera consulta a los 9 años debido a cambios de coloración ocre en su miembro pélvico derecho. Crecimiento inicial aparentemente normal, sin embargo, a los 3 meses de edad sus padres notaron la presencia de un cambio de coloración cutáneo violáceo en la extremidad pélvica derecha (**Tabla 1**), que cursó de forma asintomática con posterior detección de anisometría pélvica significativa por acortamiento izquierdo, que a los 6 años de edad requirió de una epifisiectomía tibial proximal derecha para compensar la anisometría, con aparente éxito clínico. Posteriormente con aparición progresiva de cambios de coloración ocre en la misma extremidad pélvica, desarrollo de várices tortuosas y congestión venosa, por lo que acude a valoración. A la exploración física inicial con una evidente anisometría por acortamiento pélvico izquierdo de 3 cm (registrado por escanometría segmentada de medición a escala), presencia de colapso metatarsal, colapso del arco longitudinal externo, *Achilles sulci* bilateral predominio derecho, antepié derecho en abducción compensatoria al acortamiento pélvico, *genu valgus* y *genu recurvatum* bilateral, desviación lateral del primer ortejo de forma bilateral, ortijos en garra, *quintus varus*, un vector que sugiere la pronación de la pisada, con hipertrofia circunferencial de la extremidad pélvica derecha y dermatitis ocre perimaleolar, de bordes irregulares con esclerosis cutánea, zonas de confluencia y marcada congestión venosa con contractura muscular de pantorrilla, características que fueron integrales para formar el perfil biomecánico de la paciente¹¹. Se integra el diagnóstico de síndrome de Klippel-Trenaunay por las características clínicas presentadas. Se inicia corrección biomecánica a través de talonera, uso de terapia compresiva y vigilancia de desarrollo puberal. Seis años después acude debido a una neoformación supramaleolar externa derecha con tendencia a la hemorragia por fragilidad, con una costrificación hemática de apariencia triangular, firmemente firmemente adherida, consistencia semirrígida, friable por propensión a hemorragias. La lesión estaba sutilmente adherida a la piel, por lo que se removió de forma mecánica con gasa ante un contacto superficial, dejando una lesión granulomatosa residual (**Fig. 1**). Se inician cuidados básicos de herida para permitir la cicatrización, se considera inicialmente una

Tabla 1. Línea del tiempo

Fecha	Edad	Evento
30-12-2014	6 años	Epifisiectomía tibial proximal en miembro pélvico derecho para compensar anisometría
22-11-2017	9 años	Dx inicial SKT. Se inicia uso de compresión terapéutica 20-30 mmHg graduada y corrección biomecánica
18-07-2023	15 años	Neoformación verrucosa ulcerada MPD. Se incrementa la compresión graduada a 30-40 mmHg. Se reseca la lesión por tracción sin hemorragia y se aplica debridante enzimático [Fig. 1]
27-07-2023	15 años	Acude por episodio de hemorragia en sitio de recidiva de la neoformación, se inicia protocolo quirúrgico [Fig. 2]
05-10-2023	15 años	Angio-TC en fase arterial y venosa de MPD
12-10-2023	15 años	Nuevo episodio de hemorragia profusa. Acude con estudio tomográfico y se programa para procedimiento quirúrgico, se comprime mediante vendas de compresión elástica de tracción larga en el posquirúrgico y se continúa con prendas de compresión 30-40 mmHg talla chica
19-10-2023	15 años	Ligadura suprafascial de venas perforantes atípicas laterales geniculares e infrageniculares en conexión con la safena accesoria anterior + cosectomía safenofemoral + safenoablación de safena mayor supra- e infragenicular, en miembro pélvico derecho + escleroterapia con técnica de Tessari con laurumacrogl al 0.5% + exéresis de angioqueratoma ulcerado
05-02-2024	16 años	La paciente muestra adecuada evolución, la corrección biomecánica se cambia por plantillas y uso de calzado de punta anatómica. Se reduce el volumen de la extremidad pélvica, se revierte la congestión venosa y en cierto grado la dermatitis ocre

angio-TC: angiotomografía; Dx: diagnóstico; MPD: miembro pélvico derecho; SKT: síndrome de Klippel-Trenaunay.

úlceras por hipertensión venosa coarctada atípica. Debido a la persistencia de la lesión y hemorragias repetitivas, se inicia protocolo quirúrgico.

Resultados

Se realizó una angiotomografía (angio-TC) (Fig. 2) en la cual se confirmó la presencia estructural arterial íntegra y permeabilidad del sistema venoso profundo, pero con importante congestión venosa, llenado venoso precoz. Esto sugiere probable punto de fistulización pero sin evidencia de malformación arteriovenosa, sistema venoso superficial presente con safena mayor dilatada y tortuosa, con múltiples perforantes supra- e infrageniculares dilatadas, con intercomunicantes de la safena mayor hacia la safena accesoria anterior, lo que condiciona la dilatación de la safena accesoria anterior con múltiples venas dilatadas y tortuosas, a nivel genicular se forma un plexo venoso de comunicaciones del sistema venoso superficial, la vena safena accesoria anterior tiene una perforante externa dilatada que perfora retrogenicular. Otros hallazgos se registraron en estudios de gabinete (Tabla 2). Se aprecia hipertrofia tisular. Se realizó safenoablación láser con equipo de longitud de onda 1,470 nm y fibra radial de 600 micrómetros, 10 W a nivel supragenicular, 8 W a nivel genicular y 6 W a nivel infragenicular con técnica de tumescencia con solución helada mezclado con bicarbonato y dexametasona.

La cirugía concluyó de forma exitosa, sin complicaciones. Se lograron los objetivos técnicos. Durante la resección de la neoformación es importante la presencia de hemorragia cutánea similar a la de una neoformación o fístula crónica arteriovenosa, siendo este el mayor componente del sangrado durante la resección, ya que la neoformación se encontraba circunscrita a la piel, no invadía macroscópicamente los tejidos subcutáneos, y no hubo hemorragia de los tejidos subcutáneos, solo del borde cutáneo, por lo que fue necesario cerrar la piel en esas circunstancias (hemorragia activa) para evitar una lesión térmica. El resultado postoperatorio logró homogeneizar la apariencia trófica de ambas extremidades pélvicas, hubo una disminución plena en la congestión venosa y, por lo tanto, la coloración cutánea mejoró. La mayoría de las heridas cicatrizaron en el tiempo esperado.

Se realizó ajuste biomecánico de las plantillas en el posquirúrgico, por medio de escanometría panorámica de medición milimétrica se confirmó un acortamiento del miembro pélvico izquierdo (Tabla 2) y se envía a rehabilitación para mejorar función motora de ortos y tobillos, así como a higiene de columna y articulaciones para disminuir el riesgo de complicaciones musculoesqueléticas y vasculares (enfermedad tromboembólica venosa) a largo plazo. En todo momento se utilizó compresión terapéutica 30-40 mmHg talla chica, longitud muslo.



Figura 1. Lesión con desprendimiento de costra. Se puede apreciar una lesión circular, de borde definido, con perímetro de color grisáceo, y con un interior también circular, de color rojizo con apariencia hemática. La costra es de color oscuro, con bordes definidos y angulares.

En el reporte de patología (Fig. 3) se describen lesiones vasculares benignas caracterizadas por estasis vascular que causan que epidermis comprenda espacios vasculares.

Discusión

Los angioqueratomas son entidades poco frecuentes, poco estudiadas, y, por lo tanto, poco conocidas, por lo que la combinación de ambas entidades resulta ser aún más complicado de integrar. Los reportes actuales son pobres en calidad de imagen, lo que impide la ejemplificación de las características descritas para cada uno de los subtipos reconocidos, resultando complicado definir el angioqueratoma de la paciente en cuestión, dentro de los cinco tipos reconocidos. Además de la presentación clínica atípica, la lesión se asemeja a la variante circunscrita por ser originada en una malformación vascular, pero no cumple con los criterios de ser a nivel capilar, ya que la malformación en el contexto de Klippel tiene involucro del sistema venoso profundo y del sistema venoso perforante, sin descartar la presencia de microanastomosis

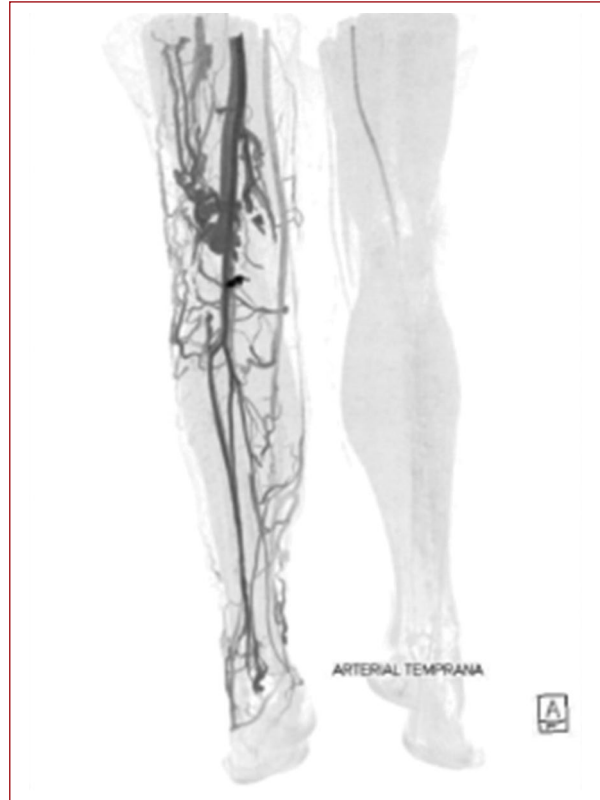


Figura 2. Angiotomografía de miembro pélvico izquierdo realizada a la paciente. Se aprecia una gran cantidad de várices y de redes colaterales venosas, con un flujo turbulento.

arteriovenosas, por lo que antagoniza al término definitivo circunscrito.

Concluimos sin poder sustentarlo de forma analítica, para lo que se requiere realizar estudios de mayor profundidad. La evidencia disponible al momento acerca de esta causa es escasa y de bajo nivel de evidencia, debido a que la gran mayoría consiste en reportes de casos o máximo revisiones de literatura de la información disponible. No hemos encontrado metaanálisis ni ensayos clínicos con gran número de pacientes analizados⁹ y no existen estudios prospectivos en este grupo de pacientes, menos aún en México. Además, las series de caso engloban artículos de diferentes países y con diferentes contextos, resultando en variables drásticamente distintas¹²⁻¹⁴.

Respecto a los componentes de la tríada del SKT, el más común son las manchas de vino de Oporto, presentes en el 98% de los pacientes, mientras que las malformaciones venosas y la hipertrofia de tejidos se encuentra presente en el 72 y 67% de los pacientes,

Tabla 2. Estudios de laboratorio y gabinete

Tipo	Resultados
2023-10-06 AngioTAC MPD con fase angiográfica dinámica y fase venográfica	Dilataciones capilares periósticas, vena ilíaca común y externa derecha dilatadas, esteatosis hepática derecha, aplanamiento de pliegues gástricos
2023-10-24 Anatomía patológica	Lesiones vasculares benignas caracterizadas por ectasia vascular en dermis superficial con hiperplasia epidérmica suprayacente caracterizado por acantosis, elongación de la rete e hiperqueratosis que ocasiona que la epidermis rodee los espacios vasculares dilatados. En algunas ocasiones se puede encontrar además, trombosis intravascular
Conclusión	Angioqueratoma ulcerado, completamente reseca
2024-01-01 Escanometría panorámica a tamaño real	36 mm, medición realizada en nuestro centro, ya que el reporte original indica 43 mm para el izquierdo
2024-01-01 Análisis biomecánico de la marcha	
Plantoscopia digital	Colapso del arco transversal y del arco longitudinal externo, distribución de las cargas de forma poco uniforme
Videoanálisis de la marcha	No se cuenta con él
Seguimiento del vector de la pisada	Lineal del talón al primer orje cruzando el área cóncava del arco longitudinal interno, sugiere pisada pronadora
Posición del tobillo	<i>Valgus</i>
Longitud	Anisometría a expensas de 36 mm de acortamiento en el izquierdo
Posición de la rodilla	<i>Valgus</i>
Posición de la columna	No se cuenta con estudio
Velocidad de la marcha	No se pudo realizar al no contar con un videoanálisis de la marcha

angio-TC: angiotomografía; MPD: miembro pélvico derecho.

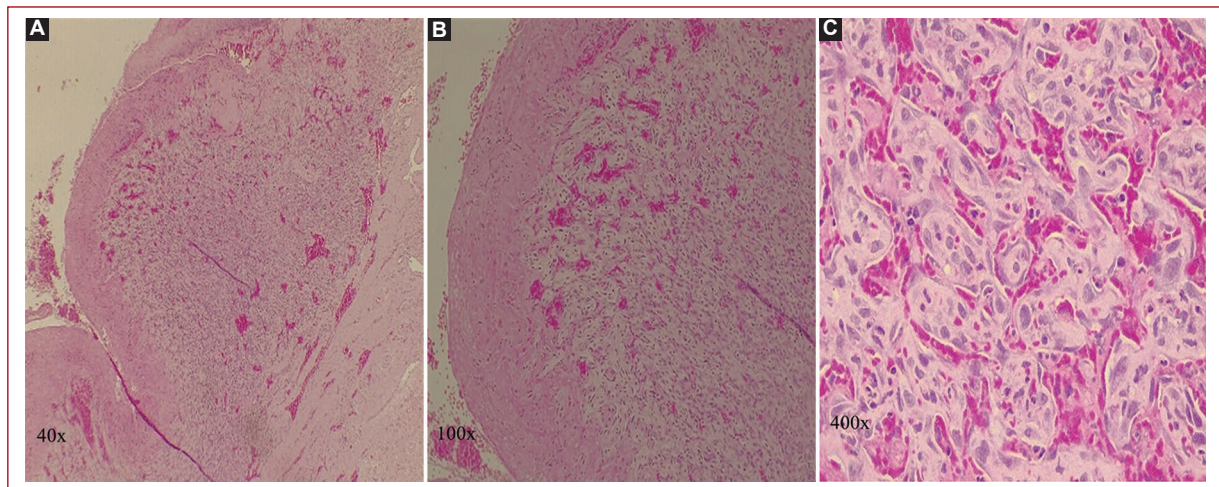


Figura 3. Cortes histológicos. **A:** con el aumento de 40x se observa piel con epidermis constituida por epitelio plano estratificado queratinizado. En dermis papilar se identifica neoformación vascular bien delimitada y simétrica que abarca hasta la superficie de dermis reticular. **B:** con el aumento 100x se observa epidermis con adecuada maduración de capas, con queratinocitos poligonales con núcleo central, sin atipia. La relación células basales-melanocitos se conserva de 3:1, con hiperplasia epidérmica suprayacente, caracterizado por acantosis, elongación de la rete e hiperqueratosis, que ocasiona que la dermis rodee los espacios vasculares dilatados. La membrana basal está íntegra y continua. En la dermis papilar se observa sustitución de las fibras de colágeno por neoformación vascular de vasos ectásicos de paredes delgadas. **C:** con el aumento 400x se identifican vasos ectásicos revestidos por células poligonales de medianas a pequeñas con citoplasma eosinófilo, núcleos centrales de diferentes tamaños pero sin atipia. No se identifican nucleolos ni mitosis.

respectivamente¹⁵. Nuestra paciente presentó la tríada completa, además de sintomatología asociada como el edema y las várices debido a las malformaciones venosas y una marcada anisometría asociada a la hipertrofia de tejidos.

Es importante mencionar que el perfil mecánico descrito en la **tabla 2** coincide con el perfil mecánico previamente descrito atribuido a las enfermedades vasculares^{11,16}. Sin embargo, todavía no se cuenta con un estudio que analice de forma detallada los perfiles biomecánicos relacionados con los trastornos vasculares; el único artículo que hace referencia a este perfil nos describe la herencia poligénica de los microsíntomas que se observaron en familiares cercanos de pacientes pediátricos empleados para ese estudio¹⁷, y no se hizo referencia a la biomecánica en lo absoluto.

Este caso reviste interés no solo por la baja incidencia mundial de la causa, sino también por su escasa documentación en la literatura médica mexicana y probablemente mundial del SKT. Por ejemplo, Nguyen publicó en la revista de dermatología de la India un artículo en donde se recopilaban casos de literatura tanto india como internacional de casos similares¹⁸; se obtuvieron 10 artículos sobre pacientes con SKT y malformaciones arterio-venosas-linfáticas¹⁹⁻²⁶, con grandes diferencias en la descripción y abordaje de cada paciente. Esto lleva a confusiones en cuanto a la clasificación de cada lesión reportada, y a posibles casos que son catalogados erróneamente en un inicio, para luego ser reportados correctamente²², o casos en donde la falta de literatura lleva a citar artículos que no se pueden consultar actualmente debido a que fueron redactados en lenguas extranjeras o no fueron archivados digitalmente^{27,28}. Una de las mayores dificultades es la gran variedad de afecciones que se pueden expresar con la misma mutación genotípica²⁹, pero que expresan diferentes perfiles fenotípicos y clínicos, lo cual resulta en varias causas con síntomas que tienden a superponerse³⁰.

Perspectiva de la paciente

La paciente nos ha dado su consentimiento informado para publicar su caso, así como también se la informó de todos los procedimientos que se realizaron para mejorar su calidad de vida.

Nuestra paciente nos comenta que el acudir desde su infancia a varias consultas médicas le generaba diferentes emociones, como tristeza al no saber su diagnóstico, miedo por los procedimientos que tendría

que hacer y en algunas ocasiones felicidad por los juegos que disponen algunos hospitales. Esta enfermedad ha interferido en su desarrollo como persona de gran forma y la primera vez que observó la costra verrucosa en su tobillo sintió gran temor al no saber lo que era y lo que podría significar en su futuro. Cuando llegaba a sangrar debido a su enfermedad sentía también mucho miedo, ansiedad y llegaba al llanto en ocasiones. Refiere que ha usado medias de compresión desde temprana edad, pero se le complica encontrar medias de su talla, por lo que a veces no llegaba a tener la compresión correcta. Tiene varios años usándolas y no dejaría su uso, ya que son vitales para sus actividades cotidianas. Posterior a la cirugía a la que se sometió, menciona que se siente más segura, con la pierna más ligera y más delgada, lo cual le permite caminar mejor, y que ha notado cambios en la piel en cuanto a las manchas que tenía, ya que se fueron desvaneciendo algunas que tenía. Se siente plenamente satisfecha con sus resultados.

Conclusión

Mientras que no exista una mayor comprensión del SKT, así como un consenso sobre su categorización y sus enfermedades concomitantes, casos como este serán difíciles de reportar de forma correcta y precisa con los diagnósticos adecuados. Esperamos que este reporte sea un parteaguas en el campo de la clínica e investigación vascular para el mejor tratamiento de esta enfermedad.

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 la paciente 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

- Mneimneh S, Tabaja A, Rajab M. Klippel-Trenaunay Syndrome with extensive lymphangiomas. *Case Rep Pediatr.* 2015;2015:1-6.
- Sheth S, Lai CK, Dry S, Binder S, Fishbein MC. Benign vascular tumors and tumor-like proliferations. *Semin Diagn Pathol.* 2008;25(1):1-16.
- Sharquie K, Jabbar RI. Classification and clinical evaluation of the types of angiokeratoma. *Our Dermatol Online.* 2021;12(2):130-4.
- Imperial R, Helwig EB. Angiokeratoma. A clinicopathological study. *Arch Dermatol.* 1967;95(2):166-75.
- Harnarayan P, Harnanan D. The Klippel-Trenaunay Syndrome in 2022: unravelling its genetic and molecular profile and its link to the limb overgrowth syndromes. *Vasc Health Risk Manag.* 2022;18:201-9.
- Meissner MH, Moneta G, Burnand K, Gloviczki P, Lohr JM, Lurie F, et al. The hemodynamics and diagnosis of venous disease. *J Vasc Surg.* 2007;46(6):S4-S24.
- Asghar F, Aqeel R, Farooque U, Haq A, Taimur M. Presentation and management of Klippel-Trenaunay Syndrome: a review of available data. *Cureus.* 2020;12(5):e8023.
- Sunderkrishnan R. Genetics of Klippel-Trenaunay-Weber Syndrome [Internet]. *Medscape*; 2022 [citado 17 abr 2024]. Disponible en: <https://emedicine.medscape.com/article/945760-overview#a5?form=fpf>
- Patterson JW. *Weedon's Skin Pathology.* Vol. 1. Elsevier; 2021.
- North PE. Vascular neoplasms and neoplastic-like proliferations. En: *Bologna JL, Schaffer JV, Cerroni L, editores. Dermatology.* 5th ed. Elsevier; 2024.
- Santillan-Aguayo E. Biomechanical profile of vascular diseases. A systematic review. *Rev Mex Angiol.* 2024;52(3):99-107.
- Giakoumettis D, Vogiatzoglou T, Vavoulis G, Almasarwah B, Tilidou K, Tsiolakidis A, et al. Klippel-Trenaunay Syndrome and chiari I malformation. A case report and systematic review of the literature. *Brain Spine.* 2024;4:104149.
- Cucinella G, Di Buono G, Geraci G, Ricupati F, Gullo G, Maienza E, et al. Uterine involvement in Klippel-Trenaunay Syndrome: a rare but relevant event. *Review of the Literature. Front Surg.* 2022;9:893320.
- Pavone P, Marino L, Cacciaguerra G, Di Nora A, Parano E, Musumeci G, et al. Klippel-Trenaunay Syndrome, segmental/focal overgrowth malformations: a review. *Children (Basel).* 2023;10(8):1421.
- Noel AA, Gloviczki P, Cherry KJ, Rooke TW, Stanson AW, Driscoll DJ. Surgical treatment of venous malformations in Klippel-Trenaunay Syndrome. *J Vasc Surg.* 2000;32(5):840-7.
- Pérez Huerta L, Santillan-Aguayo E. Importancia del perfil biomecánico para el desarrollo de enfermedades vasculares. Póster presentado en: LVI Congreso Internacional de la Sociedad Mexicana de Angiología, Cirugía Vasculosa y Endovascular; 15-19 de noviembre de 2024; Puebla, México.
- Kuklik M, Krejčík J, Marík J. [Clinical and genetic characteristics of the Klippel-Trenaunay Syndrome]. *Cas Lek Cesk.* 1990;129(36):1133-7.
- Nguyen HL, Bonadurer GF, Tollefson MM. Vascular malformations and health-related quality of life. *JAMA Dermatol.* 2018;154(6):661.
- Supekar BB, Chopkar AD, Wankhade VH, Singh RP, Bhat DM, Suresh P. Klippel-Trenaunay Syndrome with arterio-veno-lymphatic malformation: a rare presentation. *Indian Dermatol Online J.* 2020;11(3):404-8. doi: 10.4103/idoj.IDOJ_220_19
- Prabhavathy D, Ratnavelu P, Sundaram M, Sugantha. Klippel-trenaunay Syndrome. *Indian J Dermatol Venereol Leprol.* 1994;60(1):161-2.
- Mendiratta V, Koranne RV, Sardana K, Hemal U, Solanki RS. Klippel Trenaunay Parkes-Weber Syndrome. *Indian J Dermatol Venereol Leprol.* 2004;70(2):119-22.
- Gupta S, Jain V, Sen J, Nanda S, Aggarwal K. Klippel-Trenaunay Syndrome in a new born with multiple congenital anomalies. *Indian J Dermatol Venereol Leprol.* 2009;75(5):552.
- Wankhade V, Singh R, Sadhwani V, Kodate P, Disawal A. Angiokeratoma circumscriptum naeviforme with soft tissue hypertrophy and deep venous malformation: a variant of Klippel-Trenaunay Syndrome? *Indian Dermatol Online J.* 2014;5(6):109. doi: 10.4103/2229-5178
- Sharma D, Lamba S, Pandita A, Shastri S. Klippel-Trenaunay Syndrome - a very rare and interesting syndrome. *Clin Med Insights Circ Respir Pulm Med.* 2015;9:1-4.
- Das D, Patil P, Tambe S, Nayak C. Angiokeratoma circumscriptum in a child of Klippel-Trenaunay Syndrome: A rare association. *Indian J Paediatr Dermatol.* 2015;16(3):165.
- Kim JY, Lee JB, Lee SC, Won YH. A case of Klippel-Trenaunay Syndrome with lymphangioma circumscriptum. *Korean J Dermatol.* 2000;38:1522-6.
- Liu XY, Zhang S, Zhang H, Jia J, Cai L, Zhang JZ. Lymphangioma circumscriptum in vulva with Klippel-Trenaunay Syndrome. *Chin Med J (Engl).* 2018;131(4):490-1.
- Pavithra S, Mallya H, Kini H, Pai G. Verrucous hemangioma or angiokeratoma? A missed diagnosis. *Indian J Dermatol.* 2011;56(5):599.
- Schimpf A, Wehberg H. [Angiokeratoma naeviforme. Relations to Klippel-Trenaunay-Weber Syndrome]. *Z Haut Geschlechtskr.* 1969;44(21):905-13.
- Adam MP, Feldman J, Mirzaa GM, editores. *PIK3CA-related overgrowth spectrum.* Synonym: PROS [Internet]. *GeneReviews*®; 2013. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK153722/>