

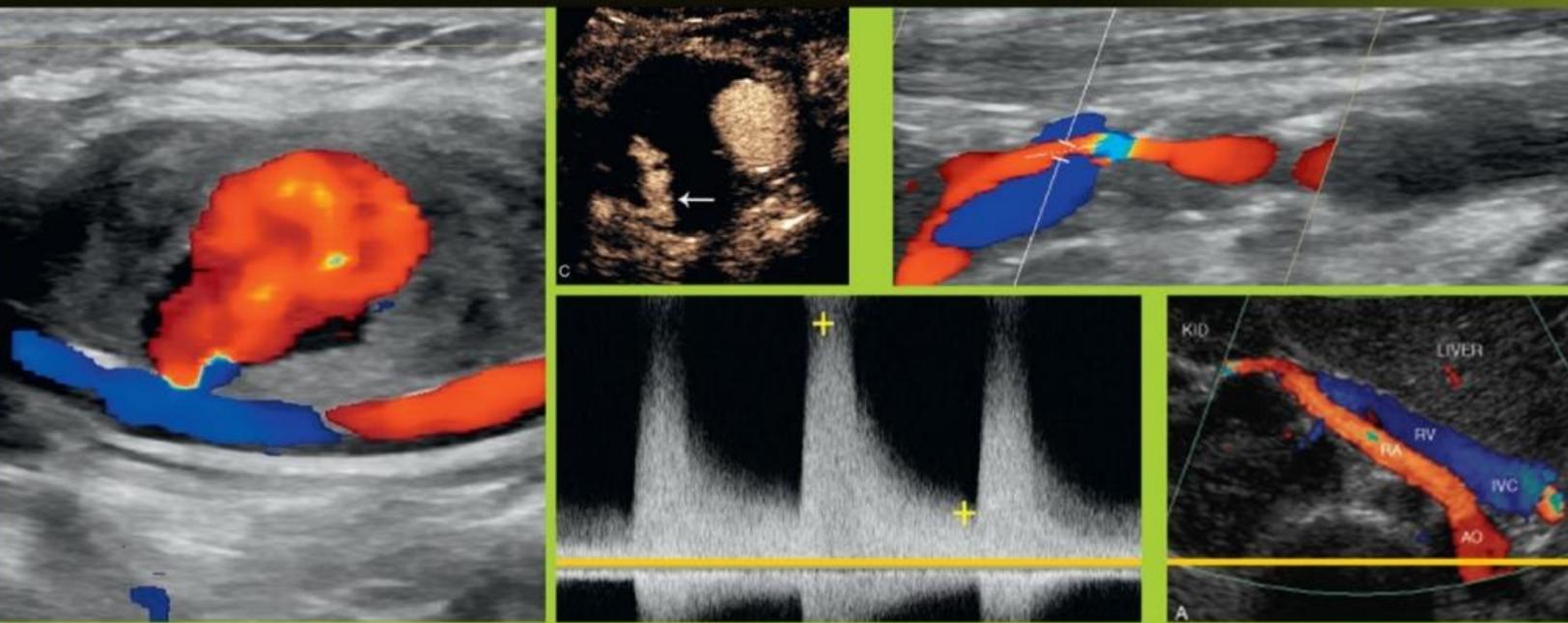
Incluye eBook



John S. Pellerito • Joseph F. Polak

# Ecografía vascular

Séptima edición



# **Ecografía vascular**

Séptima edición



# Ecografía vascular

Séptima edición

## **John S. Pellerito**

Profesor de Radiología, Departamento de Radiología, Escuela de Medicina Zucker en Hofstra/Northwell, Hempsted, Nueva York.

Vicepresidente, Departamento de Radiología, Sistema de Salud de Northwell. Manhasset, Nueva York, Estados Unidos.

## **Joseph F. Polak**

Profesor de Radiología, Departamento de Radiología, Escuela de Medicina de la Universidad Tufts. Director, Centro de Interpretación de Ecografía. Boston, Massachusetts.

Jefe de Radiología, Departamento de Radiología, Hospital Lemuel Shattuck. Jamaica Plain, Massachusetts, Estados Unidos.

Pellerito, John S.

Ecografía vascular / John S. Pellerito; Joseph F. Polak.-  
7a ed.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Journal, 2021.  
640 p.; 28 x 21.5 cm.

ISBN 978-987-4922-85-4

1. Ecografía. I. Polak, Joseph F. II. Pellerito, John S. III. Título.  
CDD 616.1307543

Este libro es una traducción de: Introduction to Vascular Ultrasonography. 7th Edition. John S. Pellerito, Joseph F. Polak. ISBN 978-0-323-42882-8. Edición original publicada por Elsevier. Elsevier no participó en la traducción de esta obra. Por lo tanto, no asume responsabilidad alguna ante eventuales inexactitudes o errores en esta traducción.

This book is a translation of: Introduction to Vascular Ultrasonography. 7th Edition. John S. Pellerito, Joseph F. Polak. ISBN 978-0-323-42882-8. Originally published by Elsevier.

Publicado por Ediciones Journal en acuerdo con Elsevier.

Copyright © 2020, Elsevier Inc.

Copyright © 2021, Ediciones Journal S.A.

Viamonte 2146 1 "A" (C1056ABH) CABA, Argentina

ediciones@journal.com.ar | www.edicionesjournal.com

Producción editorial: Ediciones Journal S.A.

Diagramación: Helena Ribero Farfán

Diseño de tapa: Le Voyer

Traducción: Federico Campana

Revisión científica: Edgardo Rubio. Cardiólogo. Especialista en Ecocardiografía y Doppler vascular (Sociedad Argentina de Cardiología). Jefe de la Unidad Coronaria, Hospital Durand. Director del área de Doppler Vascular (SAUMB). Presidente de SAUMB (a partir de septiembre de 2020). Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

**IMPORTANTE:** se ha puesto especial cuidado en confirmar la exactitud de la información brindada y en describir las prácticas aceptadas por la mayoría de la comunidad médica. No obstante, Ediciones Journal, los autores, traductores, correctores y editores no son responsables por errores u omisiones ni por las consecuencias que puedan derivar de poner en práctica la información contenida en esta obra y, por lo tanto, no garantizan de ningún modo, ni expresa ni tácitamente, que esta sea vigente, íntegra o exacta. La puesta en práctica de dicha información en situaciones particulares queda bajo la responsabilidad profesional de cada médico.

Los autores, traductores, correctores y editores han hecho todo lo que está a su alcance para asegurarse de que los fármacos recomendados en esta obra, al igual que la pauta posológica de cada uno de ellos, coinciden con las recomendaciones y prácticas vigentes al momento de publicación. Sin embargo, puesto que la investigación sigue en constante avance, las normas gubernamentales cambian y hay un constante flujo de información respecto de tratamientos farmacológicos y reacciones adversas, se insta al lector a verificar el prospecto que acompaña a cada fármaco a fin de cotejar cambios en las indicaciones y la pauta posológica y nuevas advertencias y precauciones. Esta precaución es particularmente importante en los casos de fármacos que se utilizan con muy poca frecuencia o de aquellos de reciente lanzamiento al mercado.

Esta traducción ha sido realizada por Ediciones Journal bajo su exclusiva responsabilidad. Los profesionales e investigadores siempre deben confiar en su propia experiencia y conocimiento al evaluar y utilizar cualquier información, método, compuesto o experimentos aquí descriptos. Debido a los rápidos avances en las ciencias médicas, en particular, se debe realizar una verificación independiente de los diagnósticos y las dosis de los medicamentos. En la máxima medida de la ley, Elsevier, los autores, editores o colaboradores, no asumen ninguna responsabilidad en relación con la traducción o por cualquier lesión y/o daño a personas o propiedad, negligencia o de otro tipo, o de cualquier uso u operación de cualquier método, producto, instrucción o idea contenida en este libro. Quedan reservados todos los derechos. No se permite la reproducción parcial o total, el almacenamiento, el alquiler, la transmisión o la transformación de este libro, en cualquier forma o por cualquier medio, sea electrónico o mecánico, mediante fotocopias, digitalización u otros métodos, sin el permiso previo y escrito de Ediciones Journal S.A. Su infracción está penada por las leyes 11.723 y 25.446.

Libro de edición argentina

Impreso en India – Printed in India, 12/2020

Replika Press Pvt Ltd, Haryana, 131028

Queda hecho el depósito que establece la Ley 11.723

Se imprimieron 1500 ejemplares

A Elizabeth, John, Alana y Daniel por su paciencia y apoyo.  
A mis ecografistas, técnicos vasculares y colegas por brindar siempre lo mejor a nuestros pacientes.

**J. S. P.**

A Alex y Jo-Anne.  
A mis colegas ecografistas y técnicos vasculares.  
Su trabajo es verdaderamente impresionante.

**J. F. P.**



# Agradecimientos

Agradezco encarecidamente a las siguientes personas, que hicieron posible esta edición. A mi coeditor, Joseph Polak, mi compañero en estudios de imágenes vasculares, por desafiar siempre el *status quo* y por su constante dedicación para mejorar el diagnóstico de los pacientes.

A todos los autores, por sus excelentes contribuciones a esta edición.

A mi asistente administrativa Debbie Kaur, por lograr que un trabajo intenso parezca fácil y divertido. ¡Eres la mejor!

A mis directivos, Jason Naidich y Jesse Chusid, por brindarme el espacio para desarrollar un laboratorio vascular de calidad mundial con un excelente equipo de trabajo.

A mis colegas del Laboratorio Vascular, James Naidich, Catherine D'Agostino y Brian Burke, por mantener nuestros estándares de alta calidad.

A mis técnicos vasculares: Danielle Berne, Jane Joo Ah Kim, Bindu Rameshan, Glenn Prucha, Maria Sisawang, Christine Dauber, Athanasios Tziovas, Briana Kresback, Daniel Hernandez y Floyd Federbush, por su compromiso, diligencia y paciencia con nuestras investigaciones, proyectos de garantía de la calidad y nuevas tecnologías.

A mis ecografistas: Jessica Moon, Nanaz Maghool, Radha Persaud, Grazyna Bober, Dennis Burgos, Kathrin Sakni, Karen Dundara, Diana Navi, Erzebet Borbely, Tyler Caiati, Myrlise Joachim-Calixte, Rekha Lall, Nicole Osmers, Roxana Palacios, por dar el 100% a nuestros pacientes.

Quisiera agradecer a Adina Haramati, por sus excelentes ilustraciones. A la gente de Elsevier y a Joanie Milnes, en particular, por su apoyo y aliento. Y, por supuesto, a mi familia, Elizabeth, John, Alana, Daniel, Peter y Marie por estar siempre para mí.

**John S. Pellerito**

Después de agradecer a John, mi coeditor, no puedo evitar dar crédito a aquellos individuos cuyos nombres no se mencionan en los encabezamientos de los títulos de esta séptima edición de *Ecografía vascular*. John y yo hemos tratado de comunicar el hecho de que esta edición abarca un amplio rango de experiencias y niveles de conocimiento. Los principiantes se encontrarán con los fundamentos de la ecografía vascular; los profesionales avanzados indudablemente encontrarán información útil.

Esta séptima edición fue creada sobre la base de las experiencias y la información de quienes aportaron sus comentarios a través de correo electrónico, de manera verbal o llevando a cabo una revisión del libro. Todos los comentarios fueron tenidos en cuenta y se hicieron todos los esfuerzos para incluirlos en esta edición.

Como siempre, agradezco a mi esposa, Jo-Anne, por su paciencia. También agradezco a mi hija, Alexandra, por comprender que mis largas horas de trabajo se transformaron en más trabajo al llegar a casa. Esto fue motivado por mi deseo de resumir y explicar lo que me llevó tantos años entender.

Quiero hacer mención de los siguientes ecografistas por ayudarme a proporcionar el material de alta calidad que se incluyó en los capítulos de mi autoría y que con frecuencia complementaron el material en otros capítulos. Ante todo, a Jean M. Alessi-Chinetti, por no dudar en señalar interpretaciones cuestionables y por presentar siempre estudios dignos de publicación. También debo agradecer especialmente a Gregory Y. Curto, con quien he trabajado durante años y quien fue lo suficientemente tolerante para permitirme efectuar mis estudios ecográficos incluso cuando el calendario estaba ajustado. Agradezco a Richard J. Porter, por hacer preguntas sencillas que eran difíciles de responder. Mi reconocimiento a Nicole Wake, quien, a pesar de ser una excelente ecografista, decidió dedicar su carrera a la resonancia magnética. También agradezco a Andrea L. Ford, Peter F. Wolstenholme, Noorjehan M. Tamba y, más recientemente, Julio Perez, por sus preguntas y comentarios.

En este largo recorrido, agradezco a mi amigo Irwin. Los últimos años han sido crueles, pero mi participación en "Práctica actual de la ultrasonografía vascular" me enseñó mucho, me motivó y con frecuencia me ayudó a conservar la cordura.

**Joseph F. Polak**



## Sobre los editores



**John S. Pellerito** es Profesor de Radiología en la Escuela de Medicina Donald y Barbara Zucker en Hofstra/Northwell. Es Vicepresidente de Educación para la Línea de Servicios de Estudios por Imágenes de *Northwell Health*, así como Director del Programa de Residencia en Radiología y Director del Programa para el *Fellowship* en Estudios de Imágenes del Cuerpo en el Hospital de la Universidad de North Shore y en el Hospital Long Island Jewish. Sigue trabajando como Director del Laboratorio Vascular Periférico en el Hospital de la Universidad de North Shore. Además, es el Director Médico del Programa de Tecnología Cardiovascular de la Facultad Molloy en Rockville Centre, Nueva York. Es autor de muchos artículos originales y capítulos de libros, conferencias *online* y programas

de DVD sobre estudios de imágenes vasculares. Su actual interés se centra en nuevas técnicas de exploración con imágenes de enfermedades cardiovasculares y ginecológicas. Es un conferencista muy solicitado y sigue contribuyendo con programas de formación médica continua, nacionales e internacionales. El Dr. Pellerito ocupa múltiples cargos editoriales y contribuye en muchos programas educativos. Actualmente forma parte de la Junta Directiva de la *Intersocietal Accreditation Commission for Vascular Testing* y ejerce en el Consejo Superior del *American Institute of Ultrasound in Medicine*. Es miembro del *American College of Radiology*, del *American Institute of Ultrasound in Medicine* y de la *Society of Radiologists in Ultrasound*. Él y su esposa, Elizabeth, tiene tres hijos, John, Alana y Daniel.



**Joseph F. Polak** es Profesor de Radiología en la Escuela de Medicina de la Universidad Tufts y Jefe de Radiología en el Hospital Lemuel Shattuck en Boston. Se graduó en la Escuela de Medicina de la Universidad McGill y en la Escuela de Salud Pública de Harvard; su principal interés clínico es el uso del estudio ecográfico para la detección y el seguimiento de la aterosclerosis. Ha sido coautor de más de 310 artículos científicos revisados por pares y 100 artículos y capítulos no revisados por pares. Ha trabajado en la Junta Editorial de *Radiology* y en la actualidad trabaja en la Junta Editorial de *Journal of Neuroimaging*, *Journal of Vascular Ultrasound* y *Journal of Ultrasound in Medicine*. Es expresidente de la *Intersocietal Commission for the Accreditation*

*of Vascular Laboratories*, ha formado parte de la Junta Directiva del *American Institute in Ultrasound in Medicine* y actualmente es parte de la Junta Directiva de la *Society of Vascular Medicine and Intersocietal Accreditation Commission* (estudios vasculares). Ha sido coinvestigador y director del *Ultrasound Reading Center* fundado por el NIH y evaluó muchos marcadores ecográficos de aterosclerosis, tales como el espesor íntima-media carotídeo, la presencia de placas carotídeas, la distensibilidad carotídea, la reactividad de la arteria braquial y, en la actualidad, el espesor íntima-media de la arteria braquial. Está trabajando para desarrollar una metodología calibrada que pueda utilizarse para la evaluación del riesgo cardiovascular.

# Colaboradores

**Bandyk, Dennis F.**

Jefe de Sección, División de Cirugía Vasculare y Endovascular, Universidad de San Diego, California. San Diego, California, Estados Unidos.

**Bendick, Phillip J.**

Director Técnico, Centro de Diagnóstico de Patologías Vasculares Periféricas, Sistema de Salud de Beaumont. Royal Oak, Michigan, Estados Unidos.

**Benson, Carol B.**

Profesor de Radiología, Escuela de Medicina de Harvard. Director del Servicio de Ecografía y Codirector del Servicio de Ecografía Obstétrica de Alto Riesgo, Departamento de Radiología, Hospital Brigham y de Mujeres. Boston, Massachusetts, Estados Unidos.

**Berdejo, George L.**

Director, Servicios ambulatorios de Ecografía Vasculare, División de Cirugía Vasculare, Hospital de White Plains. White Plains, Nueva York, Estados Unidos.

**Burke, Brian J.**

Profesor Adjunto, Departamento de Radiología, Escuela de Medicina de Hofstra-Northwell, Uniondale, Nueva York. Jefe de Radiología, Departamento de Radiología, Hospital de la Universidad North Shore, Manhasset, Nueva York, Estados Unidos.

**Deurdulian, Corinne**

Departamento de Radiología, Universidad del Sur de California, Escuela de Medicina Keck. Los Angeles, California, Estados Unidos.

**Gornik, Heather L.**

Presidente, División de Estudios Vasculares de la IAC. Codirector, Centro Vasculare, Instituto Harrington de Medicina Cardiovascular, Hospitales Universitarios. Profesor Adjunto de Medicina, Escuela de Medicina de la Universidad Case Western Reserve. Cleveland, Ohio, Estados Unidos.

**Grant, Edward G.**

Departamento de Radiología, Universidad del Sur de California, Escuela de Medicina Keck. Los Angeles, California, Estados Unidos.

**Ulrike, M. Hamper**

Profesor de Radiología, Urología y Patología, Departamento de Radiología y Ciencias Radiológicas Russell H. Morgan, Escuela de Medicina de la Universidad Johns Hopkins. Baltimore, Maryland, Estados Unidos.

**Kirsch, Jonathan D.**

Profesor Adjunto de Radiología e Imágenes biomédicas y Jefe del Sector de Medicina Interna, Departamento de Ecografía, Radiología e Imágenes Biomédicas, Escuela de Medicina de la Universidad de Yale. New Haven, Connecticut, Estados Unidos.

**Kremkau, Frederick W.**

Profesor de Ciencias radiológicas, Centro de Estudios experimentales y aplicados, Escuela de Medicina de la Universidad Wake Forest. Winston-Salem, Carolina del Norte, Estados Unidos.

**Lockhart, Mark E.**

Jefe de Estudios Radiológicos Corporales, Universidad de Alabama en Birmingham. Birmingham, Alabama, Estados Unidos.

**Mathur, Mahan**

Profesor Adjunto de Radiología. Director, Formación de Estudiantes de Medicina. Director Adjunto, Programa de Residencia de Radiología Diagnóstica, Departamento de Radiología e Imágenes biomédicas, Escuela de Medicina de Yale. New Haven, Connecticut, Estados Unidos.

**Middleton, William D.**

Profesor de Radiología, Instituto de Radiología Mallinckrodt, Escuela de Medicina de la Universidad de Washington. St. Louis, Missouri, Estados Unidos.

**Nabavi, Darius G.**

Presidente, Departamento de Neurología, Clínica Vivantes de Neukölln. Berlín, Alemania.

**Neumyer, Marsha M.**

Director Internacional, Servicios de Formación en Estudios Diagnósticos Vasculares. Harrisburg, Pensilvania, Estados Unidos.

**Oppenheimer, Daniel C.**

Profesor Adjunto, Departamento de Ciencias Radiológicas, Centro Médico de la Universidad de Rochester. Rochester, Nueva York, Estados Unidos.

**Pellerito, John S.**

Profesor de Radiología, Departamento de Radiología, Escuela de Medicina Zucker en Hofstra/Northwell, Hempsted, Nueva York. Vicepresidente, Departamento de Radiología, Sistema de Salud de Northwell. Manhasset, Nueva York, Estados Unidos.

**Polak, Joseph F.**

Profesor de Radiología, Departamento de Radiología, Escuela de Medicina de la Universidad Tufts. Director, Centro de Interpretación de Ecografía, Boston, Massachusetts. Jefe de Radiología, Departamento de Radiología, Hospital Lemuel Shattuck. Jamaica Plain, Massachusetts, Estados Unidos.

**Rafailidis, Vasileios**

Departamento de Radiología, Hospital General de la Universidad AHEPA en Tesalónica. Tesalónica, Grecia.

**Revzin, Margarita V.**

Profesor Adjunto de Radiología Diagnóstica, Departamento de Radiología e Imágenes biomédicas, Escuela de Medicina de Yale. New Haven, Connecticut, Estados Unidos.

**Ringelstein, E. Bernd**

Facultad de Medicina, Departamento de Neurología, Hospital Universitario Münster. Münster, Alemania.

**Ritter, Martin A.**

Neurólogo Consultor. Presidente del Departamento de Medicina Cerebrovascular, Hospital Clement de Münster. Münster, Alemania.

**Robbin, Michelle L.**

Profesor de Radiología e Ingeniería biomédica. Jefe de Ecografía, Departamento de Radiología, Universidad de Alabama en Birmingham. Birmingham, Alabama, Estados Unidos.

**Robinson, Kathryn A.**

Consultor Adjunto Senior, Radiología Diagnóstica. Profesor Adjunto de Radiología, Clínica Mayo. Rochester, Minnesota, Estados Unidos.

**Rubens, Deborah J.**

Profesor de Ciencias de Imágenes Diagnósticas, Oncología e Ingeniería biomédica y Director Adjunto de Asuntos Académicos, Departamento de Ciencias de Imágenes Diagnósticas, Universidad del Centro Médico de Rochester. Rochester, Nueva York, Estados Unidos.

**Scoutt, Leslie M.**

Profesor de Radiología, Cirugía y Cardiología. Vicepresidente de Educación. Director Médico, Laboratorio de Estudios Vasculares No Invasivos, Escuela de Medicina de la Universidad de Yale. New Haven, Connecticut, Estados Unidos.

**Sidhu, Paul**

Profesor de Ciencias de Imágenes Diagnósticas, Hospital del King's College. Londres, Inglaterra.

**Talbot, Steven R.**

Coeditor, Journal for Vascular Ultrasound. Asociado de Investigación, División de Cirugía vascular. Director Técnico, Laboratorio Vascular, Servicios Cardiovasculares, Centro Médico de la Universidad de Utah. Salt Lake City, Utah, Estados Unidos.

**Zierler, R. Eugene**

Director médico, Laboratorio Vascular D. E. Strandness Jr., Centro Médico de la Universidad de Washington y Centro Médico Harborview. Profesor del Departamento de Cirugía, Escuela de Medicina de la Universidad de Washington. Seattle, Washington, Estados Unidos.

## Prefacio

La séptima edición de *Ecografía vascular* es una actualización significativa de nuestras ediciones previas. Mi coeditor, Joseph F. Polak, y yo hemos reunido los temas y los autores que consideramos que representan lo mejor del estudio ecográfico vascular. Habiendo trabajado en conjunto durante más de dos décadas con nuestro curso vascular y en la sexta edición de este libro, creemos que esta edición satisface nuestro objetivo de presentar un texto definitivo sobre ecografía vascular. Joseph y yo hemos aportado 22 de los 35 capítulos. No solo hemos revisado todos los capítulos de esta edición para proporcionar las técnicas, los protocolos y los temas de ecografía vascular más novedosos, sino que también hemos invitado a varios expertos para que aporten sus perspectivas y experiencia en áreas significativas. Por ejemplo, la sección de física ha sido renovada por el Dr. Fred Kremkau, orador elegido y experto en física de ultrasonido. Agradecemos a Heather Gornik, la actual presidenta de la sección de estudios vasculares del IAC, por su contribución para la certificación, acreditación y calidad en el laboratorio vascular. Además, estamos contentos con el aporte de muchos expertos de reconocimiento mundial en cuanto a las novedosas aplicaciones de los contrastes ecográficos para el estudio vascular. Por supuesto, volvimos a convocar a muchos de nuestros autores favoritos que recibieron reseñas positivas a partir de nuestra edición previa.

Además de múltiples figuras e ilustraciones nuevas, una importante mejora en esta versión de *Ecografía vascular* es la integración de secciones de “Datos prácticos” en todos los capítulos. Estos datos tienen como objetivo poner el énfasis en puntos de aprendizaje fundamentales para el lector, para la realización e interpretación exitosa de los estudios vasculares.

Estamos sumamente orgullosos de presentar esta séptima edición de *Ecografía vascular*. Esperamos que este libro sea una guía útil para estudiantes, técnicos, ecografistas y todos los profesionales de la ecografía vascular para mejorar el diagnóstico y el tratamiento de los pacientes.

**John S. Pellerito**



Agradecimientos / VII

Sobre los editores / IX

Colaboradores / XI

Prefacio / XIII

## Sección 1 Fundamentos / 1

- 1 Hemodinamia de la enfermedad vascular / 3  
Joseph F. Polak • John S. Pellerito
- 2 Fundamentos y dispositivos de ecografía / 19  
Frederick W. Kremkau
- 3 Ecografía Doppler y análisis espectral / 46  
John S. Pellerito • Joseph F. Polak

## Sección 2 Vasos cerebrales / 65

- 4 Anatomía de la estructura cerebral / 67  
Joseph F. Polak • John S. Pellerito
- 5 Ecografía carotídea: protocolo y consideraciones técnicas / 76  
Joseph F. Polak • John S. Pellerito
- 6 Evaluación de placas carotídeas y del espesor íntima-media / 87  
Joseph F. Polak
- 7 Evaluación ecográfica de la estenosis carotídea / 105  
Corinne Deurdulian • Edward G. Grant
- 8 Cómo evaluar problemas carotídeos difíciles e infrecuentes / 122  
John S. Pellerito • Joseph F. Polak
- 9 Evaluación ecográfica de las arterias vertebrales / 139  
Joseph F. Polak
- 10 Evaluación ecográfica de las arterias intracraneales / 153  
Darius G. Nabavi • Martin A. Ritter • E. Bernd Ringelstein

## Sección 3 Arterias de las extremidades / 175

- 11 Anatomía arterial de miembros superiores e inferiores / 177  
John S. Pellerito • Joseph F. Polak
- 12 Estudios fisiológicos para la enfermedad arterial del miembro inferior / 187  
Marsha M. Neumyer
- 13 Evaluación de la enfermedad arterial del miembro superior / 204  
Joseph F. Polak • Steven R. Talbot

- 14 Evaluación ecográfica antes y después de la creación de un acceso para hemodiálisis / 227  
Michelle L. Robbin • Mark E. Lockhart
- 15 Evaluación ecográfica de las arterias del miembro inferior / 240  
R. Eugene Zierler • John S. Pellerito
- 16 Evaluación ecográfica durante y después de las intervenciones carotídeas y periféricas / 256  
Joseph F. Polak • Dennis F. Bandyk
- 17 Ecografía en la evaluación y el tratamiento de las emergencias arteriales / 275  
Brian J. Burke

## Sección 4 Venas de las extremidades / 289

- 18 Anatomía venosa de las extremidades y técnica para el examen ecográfico / 291  
John S. Pellerito • Steven R. Talbot
- 19 Diagnóstico ecográfico de la trombosis venosa del miembro inferior / 314  
Jonathan D. Kirsch • Ulrike M. Hamper • Leslie M. Scoutt
- 20 Factores de riesgo y papel de la ecografía en el tratamiento de la enfermedad venosa de las extremidades / 333  
Joseph F. Polak • John S. Pellerito
- 21 Diagnóstico ecográfico de insuficiencia venosa / 345  
Marsha M. Neumyer
- 22 Hallazgos no vasculares encontrados en la ecografía venosa / 360  
John S. Pellerito

## Sección 5 Abdomen y pelvis / 369

- 23 Anatomía y características normales de la ecografía Doppler de los vasos abdominales / 371  
John S. Pellerito
- 24 Evaluación ecográfica de la aorta abdominal / 381  
Joseph F. Polak
- 25 Evaluación ecográfica luego de la reparación endovascular de aneurismas aórticos / 397  
Joseph F. Polak • George L. Berdejo
- 26 Evaluación ecográfica de los vasos mesentéricos / 410  
Margarita V. Revzin • John S. Pellerito
- 27 Evaluación ecográfica de los vasos hepáticos / 436  
William D. Middleton • Kathryn A. Robinson
- 28 Ecografía dúplex de los vasos renales nativos / 461  
Margarita V. Revzin • John S. Pellerito

- 29** Evaluación mediante ecografía dúplex del útero y los ovarios / 490  
John S. Pellerito
- 30** Evaluación mediante ecografía dúplex de los genitales masculinos / 508  
Carol B. Benson
- 31** Evaluación de trasplantes de órganos / 527  
Mahan Mathur • Daniel C. Oppenheimer • Deborah J. Rubens • Leslie M. Scoutt

**Sección 6** Tendencias en ecografía vascular / 561

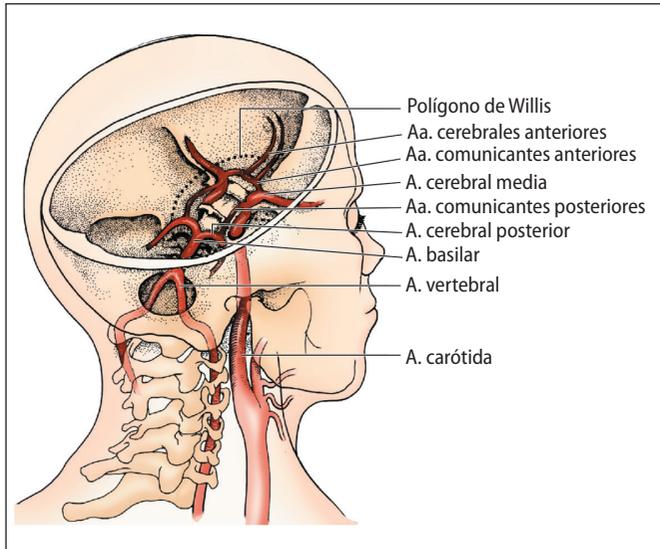
- 32** Certificación, acreditación y calidad en el laboratorio vascular / 563  
Heather L. Gornik

- 33** Tamizaje ecográfico de las enfermedades vasculares / 571  
Joseph F. Polak
- 34** Estudios de imágenes correlativos / 585  
Joseph F. Polak • John S. Pellerito
- 35** Medios de contraste ecográfico en la enfermedad vascular / 604  
Vasileios Rafailidis • Phillip J. Bendick • Paul Sidhu

Índice de términos / 625

Acceda al eBook para consultar la lista de bibliografía. Consulte las indicaciones en la retirada de tapa.



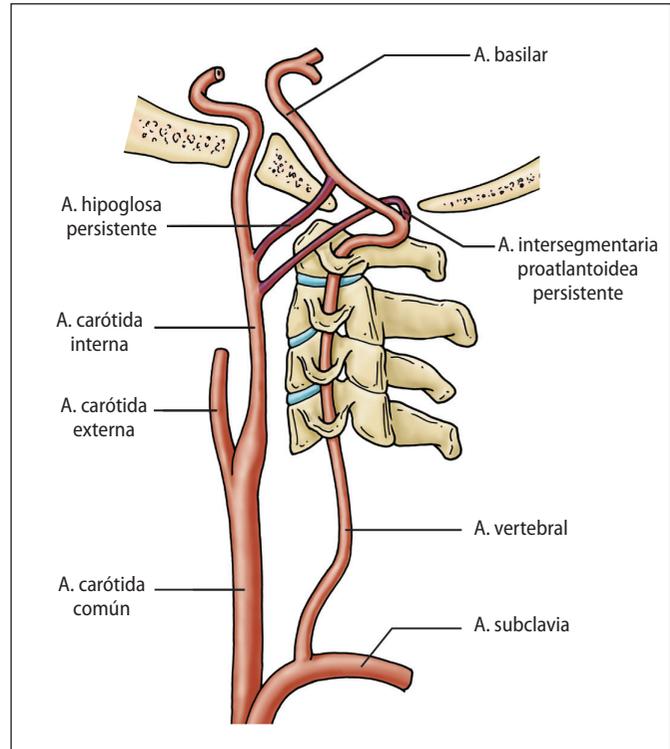


**Figura 4.2** Anatomía cerebrovascular intracraneal que muestra las conexiones anastomóticas del polígono de Willis. Nótese que la principal irrigación sanguínea de las estructuras intracraneales se da a través de las arterias carótidas. A.: arteria; Aa.: arterias.

hipoglosa persistente comunica la arteria basilar con la arteria carótida interna cervical y la arteria intersegmentaria proatlantoidea persistente comunica la arteria vertebral con la carótida interna, en una localización inferior a la cual la hipoglosa persistente se habría conectado (Figura 4.3). Los casos más frecuentes de ramas de origen aberrante de la arteria carótida interna son las arterias faríngea ascendente (1,7% a 6,2%), occipital (0,2% a 0,49%) y muy raramente la maxilar (interna).<sup>12,14</sup> A medida que la carótida interna transcorre a través del conducto carotídeo en el hueso temporal, la arteria carótida interna da origen a las ramas carotidotimpánicas en la porción petrosa del hueso temporal, las ramas meningohipofisarias en la región del seno cavernoso, múltiples ramas dentro del seno cavernoso y las arterias oftálmicas inmediatamente distales al seno cavernoso. La arteria carótida interna comparte el conducto carotídeo con el plexo nervioso simpático. Ocho milímetros más allá de la apófisis clinoides, dentro de la duramadre, la arteria carótida interna da origen a las arterias comunicantes posteriores, que se unen a las arterias cerebrales posteriores. En situación más cefálica, la arteria carótida interna se divide en las arterias cerebrales media y anterior y en situación posterior da origen a las arterias coroideas anteriores.

La arteria carótida externa normalmente no lleva irrigación sanguínea al encéfalo. Sin embargo, muchas de sus ramas pueden convertirse en importantes vías colaterales si las arterias carótidas internas o vertebrales resultan ocluidas. Las ramas de la arteria carótida externa son las arterias tiroidea superior, faríngea ascendente, occipital, lingual, facial, maxilar (interna), auricular posterior y temporal superficial. Estas ramas con frecuencia se desarrollan como colaterales de la arteria oftálmica en caso de lesiones oclusivas de la arteria carótida interna y como colaterales de las ramas musculares de las arterias occipital y vertebral en casos de oclusiones proximales de la arteria vertebral (Figura 4.4).

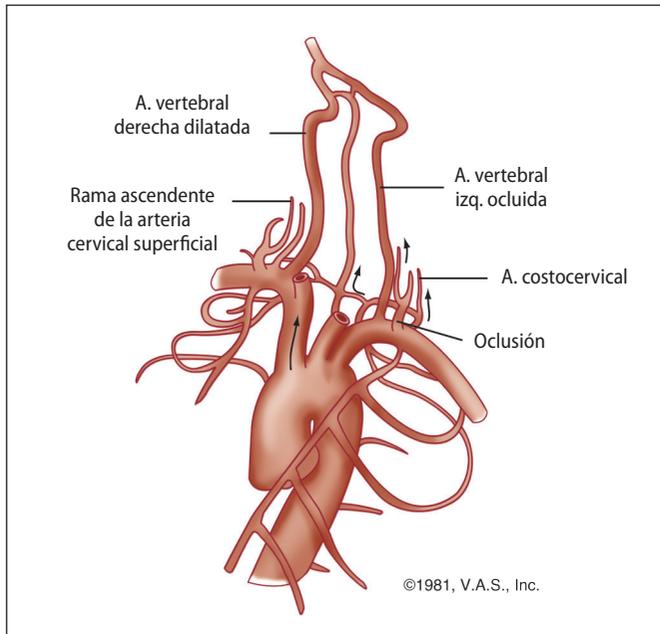
La circulación posterior del encéfalo es irrigada principalmente por las arterias vertebrales. Estas se originan en las



**Figura 4.3** Dos variantes anatómicas potenciales son las comunicaciones intersegmentarias embrionarias persistentes entre los sistemas carotídeo y vertebral, que incluyen la arteria hipoglosa y la arteria intersegmentaria proatlantoidea persistente. A.: arteria.

arterias subclavias, excepto por la arteria vertebral izquierda que puede tener un origen directo en la aorta en el 3% al 5% de los pacientes. La arteria vertebral proximal (V1) ingresa al foramen transverso al nivel de C6, continúa en su interior (V2) hasta el nivel de C2 y luego se dirige en sentido anterior hacia el espacio subaracnoideo al costado del bulbo raquídeo al nivel del espacio atlanto-occipital (V3). Luego de ingresar a la duramadre, avanza hacia arriba y en dirección anterior (V4), y da origen a las arterias cerebelosas posteroinferiores, luego llega al nivel bulbopontino donde se une a la arteria vertebral contralateral para formar la arteria basilar. Surgen cuatro ramas desde la arteria basilar en su recorrido ascendente antes de dividirse en las arterias cerebrales posteriores. Las ramas de la arteria basilar irrigan toda la protuberancia y las caras superior y anterior del cerebelo. Las ramas de las arterias vertebrales irrigan el bulbo raquídeo y la superficie interna del cerebelo.

Las ramas intracraneales de las arterias carótida interna y vertebral están unidas en la base del encéfalo por un polígono arterial conocido como polígono de Willis.<sup>15</sup> Este es un componente crucial de la circulación colateral intracraneal y también es un sitio frecuente de formación de aneurismas. Es una estructura arterial hexagonal formada por las arterias cerebrales anteriores, medias y posteriores, las cuales están unidas entre sí por las arterias comunicantes anterior y posteriores (Figura 4.5 a). Bajo circunstancias normales, existe poca mezcla de sangre a través de las arterias comunicantes. Sin embargo, en casos de oclusión arterial de las arterias carótidas o vertebrobasilares, las diferentes ramas del círculo se abren y actúan como vías colaterales.

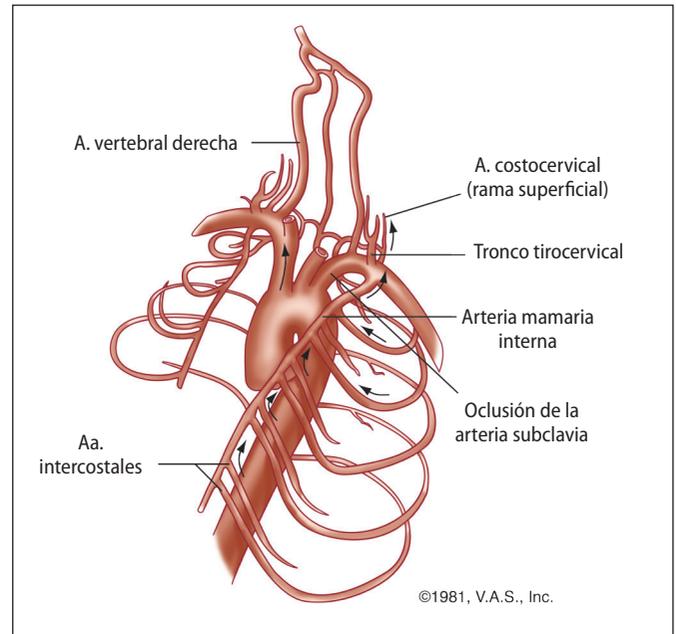


**Figura 4.9** Principales vías colaterales en la oclusión de arterias vertebrales. A.: arteria.

potencial. Las arterias cerebrales anterior y media, en este caso, también reciben irrigación desde la arteria cerebral anterior y la arteria cerebral posterior contralaterales a través de las arterias comunicantes anterior y posterior. En el caso de la oclusión de la arteria vertebral izquierda cerca de su origen (Figura 4.9), el flujo sanguíneo se redirige hacia los troncos tirocervical y costocervical, con aumento de tamaño compensatorio de la arteria vertebral contralateral. La circulación colateral derivada de la oclusión de las grandes ramas del arco aórtico se desarrolla a través de las arterias intercostales y mamarias internas hacia la subclavia y, luego, a través de las ramas de los troncos tirocervical y costocervical hacia las arterias vertebrales y carótidas (Figura 4.10). Las oclusiones de la arteria carótida común son infrecuentes y la permeabilidad de la arteria carótida interna, por lo general, está garantizada por flujo retrógrado en la arteria carótida externa.<sup>29-31</sup>

#### Datos prácticos

- Las potenciales vías colaterales pueden irrigar las arterias distales a las oclusiones de la arteria carótida interna, principalmente a través de la arteria oftálmica y mediante el flujo colateral a través del polígono de Willis.
- De forma excepcional, el flujo sanguíneo distal a una estenosis u oclusión de alto grado de la arteria carótida interna puede ser preservado a través de ramas anómalas originadas en la arteria carótida interna.
- La capacidad de los canales colaterales es determinada en última instancia mediante mediciones fisiológicas o por la presencia/ausencia de síntomas.



**Figura 4.10** Principales vías colaterales en la oclusión de la porción proximal de la arteria subclavia. A.: arteria; Aa.: arterias.

Históricamente, se han utilizado varios procedimientos para evaluar la eficacia del flujo sanguíneo colateral. El método más simple para estimar el potencial de vías colaterales intracraneales era la prueba de compresión de la carótida común durante 5 min. Sin embargo, hoy en día, con el advenimiento de las técnicas de AngioTC y AngioRM, tales procedimientos casi nunca se utilizan. La capacidad de visualizar flujo colateral en condiciones patológicas y de crear un “mapa de ruta” para la corrección intervencionista ha cambiado considerablemente el diagnóstico y el tratamiento.

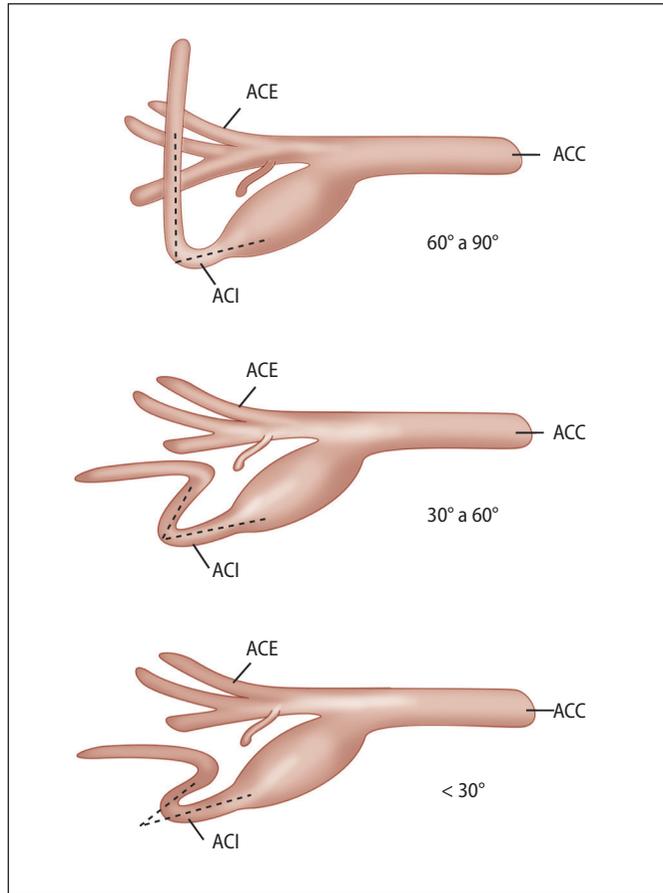
#### Resumen

Las lesiones obstructivas de las arterias que irrigan el encéfalo pueden producir un amplio rango de síntomas por lo general inespecíficos. La gravedad y el carácter de estos síntomas depende de la variación individual en la anatomía arterial básica, la ubicación de las lesiones arteriales y la evolución de la enfermedad. La detección de la presencia y la eficacia de vías colaterales se puede efectuar utilizando ecografía Doppler en las arterias del cuello y ecografía Doppler transcraneal.

En este capítulo, se presentó una revisión de la anatomía cerebrovascular y las anomalías frecuentemente encontradas, con un análisis de la hemodinamia y del desarrollo de ramas colaterales.

Acceda al eBook para consultar la lista de bibliografía. Consulte las indicaciones en la retirada de tapa.

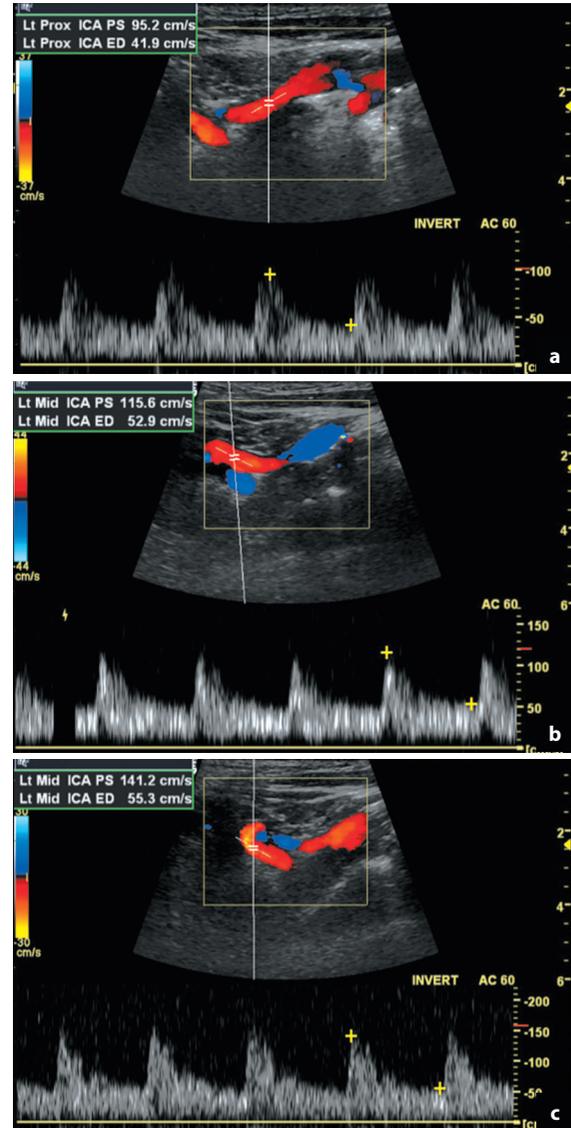




**Figura 5.8** En este diagrama se resume un sistema de clasificación para diferentes grados de enroscamiento y acodamiento carotídeo que pueden resultar en un trayecto en forma de S de la arteria carótida interna (ACI). Los enroscamientos se consideran una variante de lo normal que con el tiempo pueden provocar acodamientos debido al envejecimiento y a la exposición a presión arterial elevada. ACC: arteria carótida común; ACE: arteria carótida externa.

**Tabla 5.1** Causas de velocidades de flujo sanguíneo elevadas en las arterias carótidas

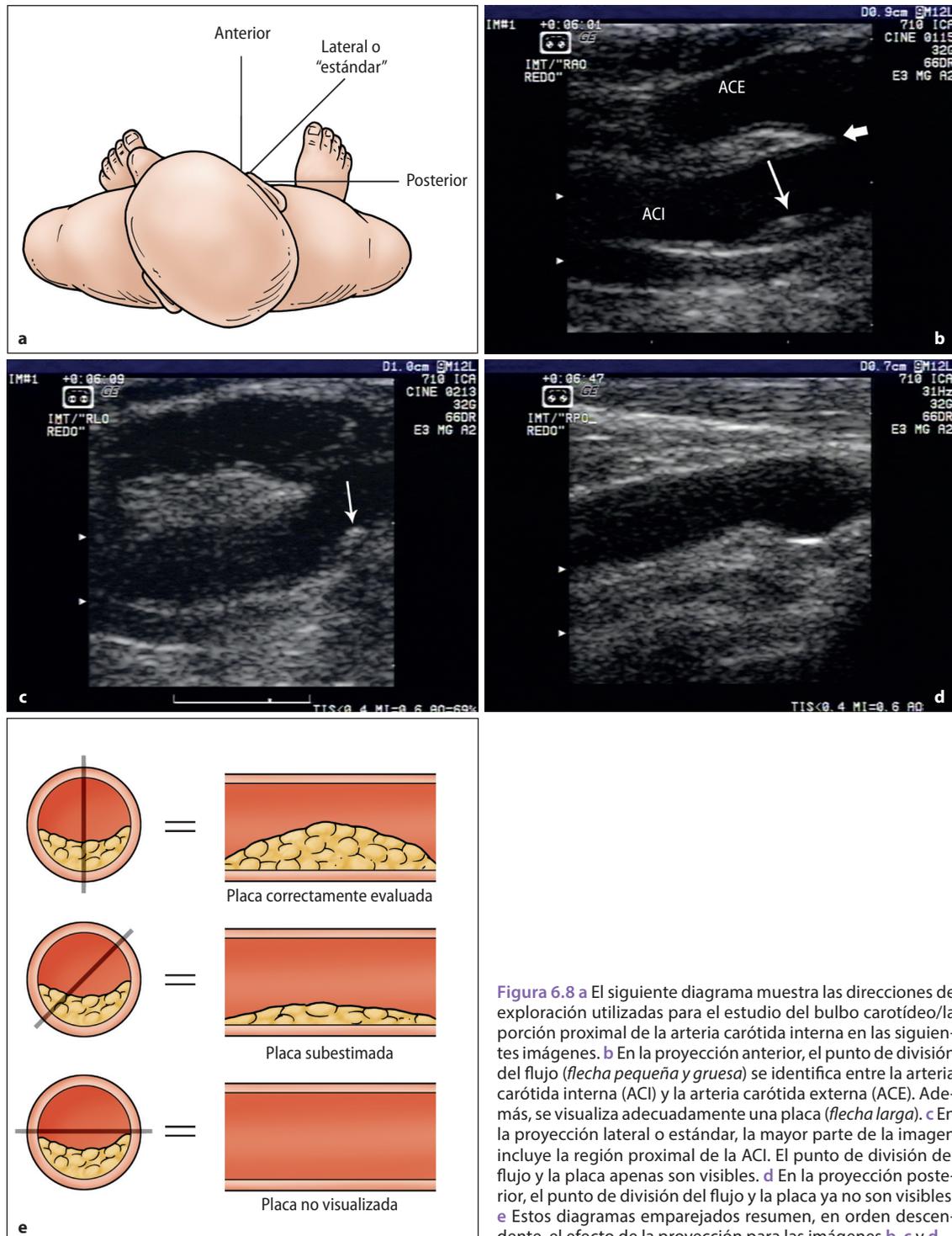
Causa	Explicación
Corta edad	Mayor gasto cardíaco (volumen sistólico) y frecuencia cardíaca.
Estrechamiento arterial	Placa aterosclerótica; displasia fibromuscular; disección carotídea.
Curvatura arterial	El flujo sanguíneo se aparta de un patrón laminar; mayores velocidades en la curva externa, menores en la curva interna, pero igual velocidad promedio.
Shunt distal	Shunt arteriovenoso secundario a malformación arteriovenosa o tumor hipervasculares (el más frecuente es el paraganglioma) en la circulación carotídea.
Gasto cardíaco aumentado	Medicamentos; hipertiroidismo; shunt arteriovenoso de gran calibre en una arteria no carotídea.
Enfermedad carotídea contralateral muy grave	Flujo sanguíneo compensatorio, pero no es un hallazgo constante.



**Figura 5.9** En un sitio proximal a una arteria carótida interna tortuosa, la velocidad sistólica máxima es de 95 cm/s (a). La onda Doppler muestra velocidades elevadas de 141 cm/s debido a la curvatura de la arteria carótida interna en su región distal (c), pero no en la curva proximal (b) cuya velocidad máxima es de 116 cm/s. Se pueden observar valores de velocidad sistólica máxima de hasta 150 cm/s y se los considera no patológicos en las arterias tortuosas.

**Datos prácticos**

- La pared de la arteria carótida está formada por tres capas: la íntima, la media y la adventicia.
- La distribución de velocidades del flujo sanguíneo a través del diámetro de la arteria sigue un patrón parabólico, en el cual la menor velocidad está cerca de la pared del vaso y la mayor velocidad está cerca del centro.
- La ACI tiene una típica onda de baja resistencia que refleja la baja resistencia de la circulación cerebral. Las velocidades normales varían entre 60 cm/s y 90 cm/s.
- La ACE tiene un patrón de mayor resistencia debido a que irriga los tejidos blandos de la cara y el cuello.
- Las ondas Doppler espectral casi siempre están alteradas en la región del bulbo, lo que refleja la compleja dinámica de flujo que ocurre en este sitio.<sup>11</sup>



**Figura 6.8** a El siguiente diagrama muestra las direcciones de exploración utilizadas para el estudio del bulbo carotídeo/la porción proximal de la arteria carótida interna en las siguientes imágenes. **b** En la proyección anterior, el punto de división del flujo (*flecha pequeña y gruesa*) se identifica entre la arteria carótida interna (ACI) y la arteria carótida externa (ACE). Además, se visualiza adecuadamente una placa (*flecha larga*). **c** En la proyección lateral o estándar, la mayor parte de la imagen incluye la región proximal de la ACI. El punto de división del flujo y la placa apenas son visibles. **d** En la proyección posterior, el punto de división del flujo y la placa ya no son visibles. **e** Estos diagramas emparejados resumen, en orden descendente, el efecto de la proyección para las imágenes **b**, **c** y **d**.

**Tabla 10.8** Cantidad e importancia clínica de los microémbolos intracraneales circulantes detectados mediante Doppler transcerebral<sup>93-101</sup>

Grupos clínicos	Prevalencia de señales microembólicas (rango; %)	Impacto en el pronóstico	Comentarios
Probandos normales	0	-	
Ataque cerebrovascular isquémico agudo	9-71	(+)	Mayor carga de SME poco después del ataque cerebrovascular; correlación positiva con la causa del ataque cerebrovascular; un subgrupo de estudios mostró correlación con el riesgo a corto plazo de ataque cerebrovascular recidivante.
Estenosis de la arteria carótida: Asintomática. Sintomática.	2-29 18-100	+	Los pacientes con SME positivas mostraron una mayor tasa de isquemia cerebral; más SME con mayor grado de estenosis.
Estenosis de arterias intracraneales: Asintomática. Sintomática.	0 22-75	+	Los pacientes positivos para SME mostraron una tasa ligeramente mayor de isquemia cerebral; más SME con corta latencia hasta los síntomas recientes.
Disección aguda de arterias que irrigan el encéfalo	36-75	(+)	En un estudio, correlación positiva entre prevalencia de SME y riesgo de isquemia cerebral recidivante.
Causa aórtica de embolia	13-48	-	Correlación leve con el espesor de la placa.
Prótesis valvulares cardíacas	69-100	-	Alta prevalencia de microémbolos gaseosos inducidos por cavitaciones sin impacto clínico ni en el pronóstico; sin correlación con la intensidad del tratamiento antiembotómico.
Dispositivos de asistencia para el ventrículo izquierdo	28-100	(+)	En parte, correlación entre prevalencia de SME y riesgo de isquemia cerebral recidivante; sin correlación con la intensidad del tratamiento antiembotómico.
FA	15-40	(+)	Mayor prevalencia de SME en casos de FA valvular que en casos de FA no valvular.
Intervenciones en las arterias que irrigan el encéfalo	38-100	-	Principalmente muy altas cantidades de SME sin impacto clínico ni en el pronóstico.
Cirugía a corazón abierto	82-100	(+)	Débil correlación entre carga de SME intraoperatorias y déficits neuropsicológicos posoperatorios.

FA: fibrilación auricular; SME: señal microembólica.

Impacto en el pronóstico: -: ausencia de evidencia; (+): evidencia escasa/inconsistente; +: evidencia clara que se ha confirmado y reproducido en muchos estudios.

**Figura 10.21** Esta figura muestra los planos axiales correspondientes de la tomografía computarizada (TC) y de la ecografía de perfusión de un paciente de 70 años de edad con infarto de la arteria cerebral media (puntuaje en la escala *National Institutes of Health Stroke Scale* [NIHSS]: 12). **a** Los estudios de ecografía de perfusión se realizaron luego de inyectar un bolo de 2,5 mL de SonoVue® como medio de contraste. Los estudios de ecografía de perfusión se presentan como mapas de intensidad máxima de píxeles (IMP) y tiempo hasta la intensidad máxima (TIM). La IMP está codificada entre 0% y 100%, el TIM entre 0 y 20 segundos (codificación de color como tonalidades de azul). Los estudios de TC se obtuvieron 2,5 horas (**b**) y 180 horas (**c**) después del inicio de los síntomas. El correspondiente campo de visión de los estudios de ecografía de perfusión se proyecta como un marco blanco sobre los estudios de TC.

