

Laboratorio vascular en los últimos 1990

Introducción

La evidente necesidad de información que no podía ser obtenida a través de la historia clínica, el examen físico y la angiografía impulsó el desarrollo del Servicio de Diagnóstico Vascular. Estos esfuerzos empezaron en los años 1960 con la introducción de métodos indirectos para la evaluación de las enfermedades arteriales (1-6). El progreso más significativo ocurrido durante este período fue la introducción del Doppler de Emisión Continua en 1968. A esto siguió la combinación del Doppler con imágenes para darnos un Scanning Duplex que fue desarrollado en los años 1970 (2-6). Este método domina actualmente la Especialidad y continúa aportando información útil para el médico. Como el moderno Laboratorio Vascular cubre un espectro tan amplio de áreas sólo nos es posible repasar brevemente sus aplicaciones en el momento actual y su impacto en el cuidado y diagnóstico del paciente.

Examen indirecto

Las pruebas indirectas emplean por definición métodos que obtienen información de naturaleza fisiológica. Por ejemplo, cuando la pletismografía fue introducida al principio para estudiar la circulación, se usó a la vez como un método para medir el flujo y como un sensor para medir la presión sanguínea de las extremidades. Estas mediciones de la presión de la sangre en las extremidades se usaron para localizar lugares de obstrucción en el sistema arterial. Inicialmente, el pletismógrafo y más tarde el Doppler de Emisión Continua, eran usados para medir las presiones sanguíneas de las extremidades. Pronto se vió que la presión sanguínea sistólica del tobillo era más útil cuando venía expresada en términos

de su relación con la presión sanguínea sistólica del brazo (Indice Tobillo/Brazo). Otro aspecto útil de esta prueba fue la medición de la presión sanguínea sistólica del tobillo tras un período de ejercicio monótono (7-10). A partir de esto se podía determinar si las quejas del paciente eran compatibles con un diagnóstico de claudicación intermitente verdadera (contra la pesudoclaudicación). Con la claudicación vascular real hay siempre un descenso en la presión sistólica del tobillo después de un ejercicio monótono. El tiempo de recuperación de la presión del tobillo a niveles de base es también un excelente indicador de la gravedad de la claudicación. Tuvieron lugar otras mejoras, como el Grabador de Volumen de Pulso (PVR), que fue diseñado para permitir al unísono la evaluación de la presión del tobillo y, también, para documentar el nivel de la enfermedad por los cambios de formas de onda por segmentos.

Uso actual de los métodos indirectos

Aunque los métodos indirectos han sido en muchos aspectos reemplazados por el Duplex de Ultrasonidos, aún tienen un papel importante en la evaluación de las enfermedades de las arterias periféricas. Nuestra experiencia se puede resumir así:

1. El IT/B se mide con la técnica Doppler en todo paciente sospechoso o que sufra una enfermedad oclusiva de arteria periférica (PAOD) (12). Esto no es sólo útil para documentar la presencia de la enfermedad arterial sino que también puede ser usado cuando hay intención de un seguimiento para documentar la progresión o mejora del estado vascular del paciente.
2. En el paciente diabético con o sospechoso de calcifi-

- ficación de la media, debería ser tomada la presión sistólica del dedo del pie (12, 13).
3. Se efectúa la Ergometría si se cuestiona un diagnóstico de verdadera claudicación vascular o si las consecuencias hemodinámicas de la isquemia son importantes.
 4. Para la evaluación de la sensibilidad al frío, puede ser de gran importancia la evaluación indirecta de las presiones en los dedos de la mano y sus respuestas al enfriamiento.

Aplicación del Scanning Duplex

Sin duda el desarrollo del Scanning Duplex tuvo el mayor de los impactos en el diagnóstico vascular. Fue introducido como método factible en 1974 (5, 6). Su aplicación a pacientes empezó a últimos de los años 1970 con particular atención a la Arteria Carótida en el cuello. La Arteria Carótida fue escogida como zona objetivo porque era fácilmente accesible a los ultrasonidos. Además, la arteriografía fue utilizada frecuentemente para evaluar la presencia de la enfermedad y estimar su gravedad (14, 15). Con la mejora de la tecnología y finalmente con la introducción del Doppler-color este método ha pasado a ser el más usado en el mundo. Haré un repaso de sus aplicaciones actuales practicadas en nuestro Laboratorio. Asimismo, daré mi opinión desde mi posición ventajosa sobre su impacto en la práctica.

Pruebas en la Arteria Carótida

Sin duda, la atención puesta en la Arteria Carótida durante la fase de desarrollo del Scanning Duplex tuvo un gran impacto en toda la Especialidad. No obstante, se debe hacer notar que no todo el mundo que entra en contacto con este método queda satisfecho de su exactitud (16, 17). Mi opinión es que los resultados publicados por buenos Centros son suficientes para garantizar su uso continuo como el principal método para escrutar pacientes sospechosos de enfermedad de la Arteria Carótida. Nosotros lo aplicamos actualmente para los siguientes casos:

1. «Screening» para documentar la localización y gravedad de la enfermedad (18).

2. En el seguimiento del paciente para documentar la progresión de su enfermedad (19, 20).
3. Despues de operar, para documentar el resultado de la intervención (21, 24).
4. Como el único procedimiento de diagnóstico previo a la endarterectomía de la Carótida (25, 29). Esto habría sido considerado una herejía hace muchos años, pero para nosotros no hay duda de que la arteriografía de contraste es indispensable solamente en el 6 % de los pacientes considerados operables.
5. Monitorización intraoperatoria del resultado quirúrgico. Con las mejoras en el diseño de los ordenadores es posible obtener excelentes imágenes del bulbo después de la operación, a la vez que se consigue una buena información Doppler relativa a los puntos finales de la placa extraída. Esto se está haciendo más popular y será mucho más usado en el futuro.

Examen de las venas

La aplicación del Scanning Duplex ha sido una gran contribución para nuestra valoración de pacientes sospechosos de Trombosis de venas profundas (30, 31). En los Estados Unidos, el Scanning Duplex ha eliminado básicamente la flebografía como prueba de diagnóstico a escoger. Esto es importante no sólo por la reducción de coste sino también porque elimina por completo las complicaciones de una flebografía que pueden ser serias. Su uso actual, por nuestra parte, es el siguiente:

1. El Duplex de Ultrasonidos es el principal método usado de «screening». Inicialmente, no se creyó que fuera exacto para las venas por debajo de la rodilla, pero se ha mejorado el procedimiento en gran medida con la adición de color al Doppler (32-36).
2. Ya que el método puede ser usado para valorar el sistema profundo, en la actualidad está siendo aplicado en mayor escala para la evaluación de obstrucciones del sistema venoso profundo y para la incompetencia valvular.
3. Estudio de pacientes previo a la cirugía de venas superficiales. El Duplex es capaz de aportar información objetiva sobre el estado de las Ve-

nas Safenas interna y externa y sus tributarias. Esto permite una aplicación mucho más selectiva de los métodos quirúrgicos y escleroterapéuticos.

Examen del sistema arterial periférico

Con el avance de transductores de baja frecuencia, el acceso a la aorta abdominal y a las Arterias Iliácas se ha hecho posible. Como también hemos desarrollado algoritmos para la detección y clasificación del grado de estenosis, ahora es posible el «screening» de los pacientes desde el nivel de las Arterias Renales hacia abajo e incluir las arterias peronea y tibiales en el tobillo. El uso que hacemos actualmente en las arterias periféricas es el siguiente:

1. Valorar si el paciente es un candidato potencial a una angioplastia (37).
2. Documentar la posibilidad de éxito en pacientes considerados candidatos a cirugía arterial directa.
3. Documentación intraoperatoria del éxito de injertos de Venas Safenas largas (38).
4. Vigilancia postoperatoria de implantes de venas periféricas. Actualmente es obvio que un intenso programa de vigilancia del injerto aumentará los grados de permeabilidad a largo plazo de los injertos venosos.

Scanning Doppler de las arterias renales

Como la enfermedad renovascular es una causa conocida de hipertensión y fallo renal, su reconocimiento ha sido siempre difícil. No obstante, con la disponibilidad del Scanning Duplex y de un «técnico experimentado» es posible añadir ahora este método a la lista de los ofrecidos. Estamos usando el método para los siguientes fines:

1. «Screening» de candidatos sospechosos (40, 41).
2. Para valorar los efectos de la angioplastia con o sin stents.
3. Para el seguimiento de pacientes que han pasado por una reparación quirúrgica directa.
4. Para estudiar la historia natural de la estenosis arterial renal (43).

Scanning arterial mesentérico

Aunque no es común, la isquemia mesentérica crónica puede ser un verdadero reto desde el punto de vista de un diagnóstico. Previamente al desarrollo del Scanning Duplex, el único método de documentación cierta era la Aortografía lateral. Desde hace tiempo se ha sabido que para que el síndrome se desarrolle deben estar involucradas las Arterias Mesentéricas Superiores e Inferiores del abdomen. El Scanning Duplex ha sido aplicado con éxito en la:

1. Documentación de las tres entradas mayores al intestino delgado (44, 45).
2. La respuesta del intestino a un reto alimenticio ha sido también estudiada y ello puede ser verificado por el Scanning Duplex (46, 4).
3. El método puede ser utilizado para el seguimiento después de la corrección por medio de cirugía directa o por angioplastia transluminal.

Doppler transcraneal

Este método de estudio de la circulación intracranal ha tenido un comienzo lento, pero en los años recientes está empezando a encontrar su lugar. Aunque puede ser utilizado para documentar la circulación intracranal y las vías colaterales, su mayor aplicación en Cirugía Vascular ha sido la siguiente:

1. Seguimiento intraoperatorio durante la endarterectomía carotídea.
2. Evaluación de la circulación posterior, en casos de insuficiencia vertebrobasilar.

Diversas aplicaciones

Hay un gran número de aplicaciones que se han desarrollado en el transcurso del tiempo y que están siendo requeridas cada vez más. Las resumiré brevemente con algunos comentarios de cómo surgió esto y de cómo han impactado los estudios en el diagnóstico y tratamiento del paciente.

1. Pseudoaneurismas. Con la utilización progresiva de la angioplastia de balón y stents para en-

fermedades de la Arteria Coronaria, ha habido un dramático aumento de peticiones de detección de falsos aneurismas postcateterización. Se ha dirigido el trabajo de Laboratorio a los siguientes campos:

- a) Estimación de tamaño.
 - b) Permeabilidad y flujo.
 - c) Terapia por compresión de sonda para promover trombosis.
 - d) Seguimiento para documentar el resultado.
2. «Screening» del suministro de sangre disponible para colgajos (54, 55). Con el uso en aumento de colgajos en la reconstrucción del pecho y en la cirugía del cuello y de la cabeza, resultaba obvio que el Duplex se usara para determinar la disponibilidad del flujo sanguíneo adecuado para el flap. No hay duda que el Duplex de Ultrasonidos puede ser usado para determinar si tales vasos son adecuados para este propósito. Esto requiere el uso del Duplex-color, método relativamente fácil de aprender y aplicar.
3. Monitorización del flujo sanguíneo de las extremidades cuando los balones están colocados. Cuando se usan estos dispositivos, no es raro que se desarrollen problemas en el lugar de emplazamiento del balón o en el flujo arterial a la extremidad. Aunque es agradable disponer de estudios de Duplex previos al emplazamiento del balón, hemos encontrado relativamente fácil llevar la unidad a la Unidad de Cuidados Intensivos para monitorizar la extremidad en estas circunstancias.

Discusión

El desarrollo y aplicación de métodos no invasivos ha evolucionado con bastante lentitud desde que fueron inicialmente introducidos como métodos de valoración de la Enfermedad Vascular. Ello ha sido debido, en gran parte, a la desgana de los médicos en adoptar nuevas ideas y aproximaciones. Al mismo tiempo, no se ha querido aceptar el hecho de que los métodos de valoración tradicionales tenían serios problemas. Por ejemplo, habiendo surgido en la era de los avances angiográficos, era más que natural el

considerar este procedimiento como absolutamente esencial para la evaluación de las Enfermedades Vasculares. Como sabemos, este no es ahora el caso.

Un área en la que es muy claro que los estudios vasculares han causado un gran impacto es la trombosis venosa profunda aguda. Aquí el verdadero modelo de oro era la flebografía. Sin embargo, este método no era tan ampliamente aceptado y aplicado como podía creerse. Esto era debido a varios factores, no siendo el menor de ellos su naturaleza agresiva y la incomodidad asociada a su ejecución. Aunque las complicaciones no eran comunes, podían ser serias y era raro que se pudiese repetir el examen para documentar el resultado. Una vez que el Scanning Duplex fue confirmado como efectivo, la flebografía fue realmente eliminada como procedimiento de diagnóstico. Esto ha tenido en la práctica dos efectos: primero, los médicos están más dispuestos a usarlo y, segundo, se scanean más pacientes y se clasifica correctamente el estado de su Sistema Venoso.

La otra área en la que el Scanning Duplex ha tenido un gran impacto es en la evaluación de la Enfermedad de la bifurcación Carotidea. Aunque ahora es el único método adecuado de «screening» escrutinio ha sido atacado por gente como *Henry Barnett* el investigador principal de la Oficina Norteamericana de Investigación Experimental para la Endarterectomía Carotídea Sintomática (NASCET) (16, 17). El afirma, basado en sus estudios, que el Ultrasonido es incapaz de distinguir con exactitud el grado de estenosis.

Lamentablemente, los estudios de ultrasonidos de la NASCET no fueron controlados y, en consecuencia, no pueden ser fiables. Otra área en la que el Ultrasonido ha sido considerado como posiblemente inapropiado es como único estudio previo a la endarterectomía de la Carótida. Como hemos resaltado anteriormente, hay ahora numerosos estudios que apoyan aquí su aplicación. Este es ciertamente nuestro acercamiento actual, y seguimos convencidos de que no sólo es seguro sino apropiado. Lo más importante, por supuesto, es tener confianza en la calidad de los estudios que se están efectuando. Esto está dirigido por la Comisión Intersocial para la Acreditación Voluntaria de los Laboratorios Vasculares. Esta organización nacional acredita a los Laboratorios después de un examen riguroso, lo que es en extremo importante para la Especialidad.

El examen arterial de las extremidades inferiores ha

llegado a tener su importancia al comprobarse que tiene un lugar significativo en la práctica diaria. No obstante, se debe entender que no todo el mundo con enfermedad arterial debe ser scaneado. El Scanning Duplex se reserva únicamente para aquellos en los que se considera necesaria alguna intervención. En este estado, uno puede considerar el scanner de utilidad para evaluar el papel de una cirugía endovascular comparada con una cirugía arterial directa. También nos hemos dado cuenta de que el uso del Scanning Duplex en el quirófano puede ser también de gran valor para detectar errores técnicos que pudieran comprometer el resultado de la intervención (38). Se sabe ahora que una vigilancia a largo plazo de los injertos venosos es esencial para mejorar la permeabilidad secundaria que, en nuestra experiencia, es superior al 90 % a los tres años. También se va aceptando que la pérdida de un implante venoso debería ser un caso raro. Además, se van realizando más casos sin la arteriografía preoperatoria. Por ejemplo, pacientes que tienen oclusiones de la Arteria Femoral superficial con popliteas permeables y buen run off con el Duplex no deberían necesitar un arteriograma preoperatorio. Aquí es donde el Laboratorio vascular estará en el próximo siglo. Otro campo, que es muy extenso e importante en toda la sociedad occidental, es el del Sistema Venoso Profundo. Aunque el Scanning Duplex es el pilar del escrutinio para la TVP aguda, esto no es así en el caso de la enfermedad crónica. En los estudios del resultado a largo plazo después de un episodio de TVP, se va apreciando cuán dinámicos son los cambios que vemos. Por ejemplo, mientras que la lisis espontánea de la embolia pulmonar ha sido admitida como un caso común, su incidencia en las piernas ha sido apreciada sólo recientemente (33, 34, 59). En nuestros propios estudios encontramos que la lisis es muy común y efectiva en muchos pacientes que son tratados por medios convencionales. Además, es también claro que la suerte de las válvulas venosas depende del grado de lisis –cuando más pronto mejor en términos de la función de la válvula-. Es posible que el diagnóstico de una TVP que se repite pudiera simplificarse mucho si una evaluación por Duplex hubiera sido realizada al finalizar la terapia para la fase aguda. La TVP recurrente aparece en un 10 % de los pacientes y es a menudo difícil de evaluar, incluso por flebografía.

También hemos encontrado que pueden ser de gran ayuda los estudios Duplex previos a la cirugía

de las venas superficiales. Se va admitiendo que la anatomía del Sistema Superficial puede variar grandemente de persona a persona, lo que puede comprobarse antes de la operación. En efecto, la intervención debería ser planeada alrededor de los hallazgos por Ultrasonidos. Lo que redundaría, a menudo, en un ahorro de importantes sectores que no están involucrados.

Otro campo que en la actualidad está emergiendo rápidamente es el de la hipertensión renovascular (61, 62). Este es uno de los campos más difíciles para el Ultrasonido, pero con experiencia y paciencia se ve claro que puede ser muy gratificante (40, 41, 63-65). Su incidencia es mayor de lo que podríamos pensar al repasar la literatura. No sólo podemos identificar a los pacientes con Enfermedad fibromuscular y Aterosclerosis sino que podemos estudiar su historia natural y documentar también los resultados de la terapia intervencionista que representa un gran avance en este campo.

Como se ve, hay numerosas aplicaciones del Scanning Duplex que hacen de él una parte esencial de nuestra práctica en los últimos años 1990. ¿Continuará esta práctica en el siglo venidero? La respuesta es un obvio sí, ya que no hay actualmente, en el panorama, otras tecnologías compitiendo. Por ejemplo, aunque el Scanner Duplex moderno es caro, es el único sistema que conozco que puede ser usado para estudiar todos los lechos vaculares importantes, arteriales y venosos, del cuerpo y sobre una base repetitiva. No hay tecnologías competitivas que puedan empezar a estar a esta altura.

D. E. STRANDNESS Jr., M. D.
Profesor de Cirugía
Departamento de Cirugía
Escuela de Medicina de la Universidad de Washington
Seattle, Washington (USA)

BIBLIOGRAFIA

- STRANDNESS, D. E. Jr.; BELL, J. W.: Peripheral Vascular Disease: Diagnosis and objective evaluation using a mercury strain gauge. *Ann. Surg.*, 1965; 161(suppl.):1-35.

2. SUMNER, D. S.; BAKER, D. W.; STRANDNESS, D. E. Jr.: The ultrasonic velocity detector in a clinical study of venous disease. *Arch. Surg.*, 1968; 97:75-80.
3. STRANDNESS, D. E. Jr.; SCHULTZ, R. A.; SUMNER, D. S.; RUSHMER, R. F.: Ultrasonic flow detection: a useful technique in the evaluation of peripheral vascular disease. *Am. J. Surg.*, 1967; 113:311-320.
4. STRANDNESS, D. E. Jr.; MCCUTCHEON, E. P.; RUSHMER, R. F.: Application of a transcutaneous Doppler flowmeter in evaluation of occlusive arterial disease. *Surg. Gyn. Obst.*, 1966; 122:1039-1045 (Abstract).
5. BARBER, F. E.; BAKER, D. W.; NATION, A. W. C., et al.: Ultrasonic duplex echo Doppler scanner. *IEEE Trans. Biomed. Engin.*, 1974; 21:109-113.
6. BARBER, F. E.; BAKER, D. W.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Duplex scanner II for simultaneous imaging of artery tissues and flow. *Ultrasonics Symposium Proc. IEEE*, 1974; 74CH0896-ISU.
7. STAHLER, C.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Ankle blood pressure response to graded treadmill exercise. *Angiology*, 1967; 18:237-241.
8. STRANDNESS, D. E. Jr.: Exercise testing in the evaluation of patients undergoing direct arterial surgery. *J. Cardiovasc. Surg.*, 1970; 11:192-200.
9. CARTER, S. A.: Response of ankle systolic pressure to leg exercise in mild or questionable arterial disease. *N. Engl. J. Med.*, 1972; 287:578-582.
10. SKINNER, J. S.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Exercise and intermittent claudication: II. Effect of physical training. *Circulation*, 1967; 36:23-29.
11. RAINES, J. K.: The pulse volume recorder in peripheral arterial disease. In Bernstein E. F. (ed). *Vascular Diagnosis*, St. Louis, C. V. Mosby, 1993; pp. 534-543.
12. CARTER, S. A.: Clinical measurement of systolic pressures in limbs with arterial occlusive disease. *JAMA*, 1969; 207:1869-1874.
13. ORCHARD, T. J.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Assessment of Peripheral Vascular Disease in Diabetes. *Circulation*, 1993; 88:819-828.
14. BLACKSHEAR, W. M.; PHILLIPS, D. J.; THIELE, B. L.; HIRSH, J. J.; CHIKOS, P. M.; MARINELLI, M. R.; WARD, K. J.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Detection of carotid occlusive by ultrasonic imaging and pulsed Doppler spectral analysis. *Surgery*, 1979; 86:698.
15. STRANDNESS, D. E. Jr.: Extracranial Arterial Disease, in Strandness D. E. Jr. (ed). *Duplex Scanning in Vascular Disorders*, Nueva York, Raven Press, 1993; pp. 113-157.
16. HAYNES, R. B.; TAYLOR, D. W.; SACKETT, D. L.; FOX, A.; BARNETT, H. J. M.: Poor Performance of Doppler detecting high-grade carotid stenosis. *Clin. Res.*, 1992; 40:184A.
17. BARNETT, H. J. M.; ELIASZI, M.; MELDRUM, H. E.: The identification by imaging methods of patients who might benefit from carotid endarterectomy. *Arch. Neurol.*, 1995; 52:827-831.
18. LANGLOIS, Y. E.; ROEDERER, G. O.; CHAN, A. T. W.; PHILLIPS, D. J.; BEACH, K. W.; MARTIN, D.; CHIKOS, P. W.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Evaluating carotid artery disease: The concordance between pulsed Doppler/spectrum analysis and angiography. *Ultrasound Med. Biol.*, 1983; 9:51-63.
19. ROEDERER, G. O.; LANGLOIS, Y. E.; JAGER, K. A.; PRIMOZICH, J. F.; BEACH, K. W.; STRANDNESS, D. E. Jr.: The natural history of carotid arterial disease in asymptomatic patients with cervical bruits. *Stroke*, 1984; 15:605-613.
20. JOHNSON, B. F.; VERLATO, F.; BERGELIN, R. O.; PRIMOZICH, J. F.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Clinical outcome in patients with mild and moderate carotid stenosis. *J. Vasc. Surg.*, 1995; 21:120-126.
21. HEALY, D. A.; CLOWES, A. W.; ZIERLER, R. E.; NICHOLLS, S. C.; BERGELIN, R. O.; PRIMOZICH, J. P.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Immediate and long-term results of carotid endarterectomy. *Stroke*, 1989; 20:1138-1142.
22. NICHOLLS, S. C.; BERGELIN, R. O.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Neurological sequelae of unilateral carotid occlusion, immediate and late. *J. Vasc. Surg.*, 1989; 10:542-548.
23. MONETA, G. L.; NICHOLLS, S. C.; BERGELIN, R. O.; ZIERLER, R. E.; KAZMERS, A.; CLOWES, A. W.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Operative versus nonoperative management of asymptomatic high-grade internal carotid artery stenosis. *Stroke*, 1987; 18:1005-1010.
24. NICHOLLS, S. C.; PHILLIPS, D. J.: Carotid endarterectomy: relationship of outcome to early restenosis. *J. Vasc. Surg.*, 1985; 2:375-381.
25. RICOTTA, J. J.; HOLEN, J.; SCHENK, E., et al.: Is routine arteriography necessary prior to carotid endarterectomy? *J. Vasc. Surg.*, 1984; 1:96-102.
26. DAWSON, D. L.; ZIERLER, R. E.: The role of duplex scanning and arteriography before carotid endar-

- terectomy: a prospective study. *J. Vasc. Surg.*, 1993; 18:673-683.
27. CARTIER, R.; CARTIER, P.; FONTAINE, A.: Carotid endarterectomy without angiography. The reliability of Doppler ultrasonography and duplex assessment in preoperative assessment. *Canad. J. Surg.*, 1993; 36:411-416.
28. TURNIPSEED, W. D.; KENNELL, T. W.; TURSKI, P. A.; ACHER, C. W.; HOCH, J. R.: Magnetic resonance angiography and duplex imaging: Noninvasive tests for selecting symptomatic carotid endarterectomy candidates. *Surgery*, 1993; 114:643-649.
29. MATTOS, M. A.; HODGSON, K. J.; FAUGHT, W. E.; MANSOUR, A.; BARKMEIER, L. D.; RAMSEY, D. E.; SUMNER, D. S.: Carotid endarterectomy without angiography: Is color-flow duplex scanning sufficient? *Surgery*, 1994; 116:776-783.
30. COMEROTA, A. J.; KATZ, M. L.; HASHEMI, H. A.: Venous duplex imaging for the diagnosis of acute deep venous thrombosis. *Haemostasis*, 1993; 23 Suppl. 1:61-71.
31. KILLEWICH, L. A.; BEDFORD, G. R.; BEACH, K. W.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Diagnosis of deep venous thrombosis: a prospective study comparix duplex scanning to contrast venography. *Circulation*, 1989; 79:810-814.
32. KILLEWICH, L. A.; BEDFORD, G. R.; BEACH, K. W.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Spontaneous lysis of deep venous thrombosis: rate and outcome. *J. Vasc. Surg.*, 1989; 9:89-97.
33. MARKEL, A.; MANZO, R. A.; BERGELIN, R. O.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Valvular reflux after deep vein thrombosis: incidence and time of occurrence. *J. Vasc. Surg.*, 1992; 15:377-384.
34. MEISSNER, M. H.; MANZO, R. A.; BERGELIN, R. O.; MARKEL, A.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Deep venous insufficiency: The relationship between lysis and subsequent reflux. *J. Vasc. Surg.*, 1993; 18:596-608.
35. JOHNSON, B. F.; MANZO, R. A.; BERGELIN, R. O.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Relationship between changes in the deep venous system and the development of the postthrombotic syndrome after an episode of lower limb deep vein thrombosis. *J. Vasc. Surg.*, 1994; 21:307-313.
36. CAPS, M. T.; MEISSNER, M. H.; MANZO, R.; BERGELIN, R. O.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Venous valvular incompetence in veins not involved at the time of acute deep vein thrombosis. *J. Vasc. Surg.*, 1995; 22:524-531.
37. EDWARDS, J. M.; COLDWELL, D. M.; GOLDMAN, M. L.; STRANDNESS, D. E. Jr.: The role of duplex scanning in the selection of patients for transluminal angioplasty. *J. Vasc. Surg.*, 1991; 13:69-74.
38. BANDYK, D. F.; MILLS, J. L.; GAHTAN, V.; ESSES, G. E.: Intraoperative duplex scanning of arterial reconstructions: Fate of repaired and unrepaired defects. *J. Vasc. Surg.*, 1994; 20:426-433.
39. CAPS, M. T.; CANTWELL-GAB, K.; BERGELIN, R. O.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Vein graft lesions: Time of onset and rate of progression. *J. Vasc. Surg.*, 1995; 22:466-475.
40. HOFFMAN, U.; EDWARDS, J. M.; CARTER, S.; GOLDMAN, M. L.; HARLEY, J. D.; ZACCARDI, M. J.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Role of duplex scanning for the detection of atherosclerotic renal artery disease. *Kind. Int.*, 1991; 39:1232-1239.
41. KOHLER, T. R.; ZIERLER, R. E.; MARTIN, R. L.; NICHOLLS, S. C.; BERGELIN, R. O.; KAZMERS, A.; BEACH, K. W.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Noninvasive diagnosis of renal artery stenosis by ultrasonic duplex scanning. *J. Vasc. Surg.*, 1986; 4:450-456.
42. EDWARDS, J. M.; ZACCARDI, M. J.; STRANDNESS, D. E. Jr.: A preliminary study of the role of duplex scanning in defining the adequacy of treatment of patients with renal artery fibromuscular dysplasia. *J. Vasc. Surg.*, 1992; 15:604-609.
43. ZIERLER, R. E.; ISAACSON, J. A.; BERGELIN, R. O.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Natural history of renal artery stenosis: a prospective study with duplex ultrasound. *J. Vasc. Surg.*, 1994; 19:250-258.
44. JAGER, K. A.; FORTNER: Noninvasive diagnosis of intestinal angina. *J. Clin. Ultrasound*, 1984; 12:588-591.
45. JAGER, K. A., Jr.: Noninvasive diagnosis of intestinal angina. *J. Clin. Ultrasound*, 1984; 12:588-591.
46. JAGER, K. A.; BOLLINGER: Measurement of mesenteric blood flow by duplex scanning. *J. Vasc. Surg.*, 1986; 3:462-469.
47. MONETA, G. L.; TAYLOR, D. C.; HELTON, W. S.: Duplex ultrasound measurement of postprandial intestinal blood flow: effect of meal composition. *Gastroenterology*, 1988; 95:1294-11301.
48. PROVINCIALI, L.; CERAVOLO, M. G.; MINCIOTTI, P.: A transcranial Doppler study of vasomotor reactivity in symptomatic carotid occlusion. *Cerebrovasc. Dis.*, 1993; 3:27-32.

49. SCHREGE, W.: Relevance of transcranial Doppler sonography. *Infusionsther. Transfusionsmed.*, 1993; 20:267-271.
50. RÖTHER, J.; SCHWARTZ, A.; WENTZ, K. U.; RAUTENBERG, W.; HENNERICI, M.: Middle cerebral artery stenoses: Assessment by magnetic resonance angiography and transcranial Doppler ultrasound. *Cerebrovasc. Dis.*, 1994; 4:273-279.
51. GILLER, C. A.; MATHEWS, D.; WALKER, B.; PURDY, P.; ROSELAND, A. M.: Prediction of tolerance to carotid artery occlusion using transcranial Doppler ultrasound. *J. Neurosurg.*, 1994; 81:15-19.
52. FERI, M.; RALLI, L.; FELICE, M.; VANNI, D.; CAPRIA, V.: Transcranial Doppler and brain death diagnosis. *Crit. Care Med.*, 1994; 22:1120-1126.
53. ACKERSTAFF, R. G. A.; JANSEN, C.; MOLL, F. C.; VERMEULEN, F. E. E.; HAMERLIJNICK, R. P. H. M.; MAUSER, H. W.: The significance of microemboli detection by means of transcranial Doppler ultrasound monitoring in carotid endarterectomy. *J. Vasc. Surg.*, 1995; 21:963-969.
54. BERG, W. A.; CHANG, B. W.; DEJONG, M. R.; HAMPER, U. M.: Color Doppler flow mapping of abdominal wall perforating arteries for transverse rectus abdominis myocutaneous flap in breast reconstruction: Method and preliminary results. *Radiology*, 1994; 192:447-450.
55. RAND, R. P.; CRAMER, M. M.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Color-flow duplex scanning in the preoperative assessment of TRAM flap perforators: A report of 32 consecutive patients. *Plast. Reconstr. Surg.*, 1994; 93:453-459.
56. STRANDNESS, D. E. Jr.: What you didn't know about the North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial (NASCET)? *J. Vasc. Surg.*, 1995; 21:163-165.
57. STRANDNESS, D. E. Jr.: Angiography before Carotid Endarterectomy-No. *Arch. Neurol.*, 1995; 52:832-833.
58. BANDYK, D. F.: Postoperative surveillance of infringuinal bypass. *Surg. Clin. N. Am.*, 1990; 70:71-75.
59. MEISSNER, M. H.; CAPS, M. T.; BERGELIN, R. O.; MANZO, R.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Propagation, rethrombosis and new thrombus formation after acute deep venous thrombosis. *J. Vasc. Surg.*, 1995; 22:558-567.
60. MEISSNER, M. H.; MANZO, R. A.; BERGELIN, R. O.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Venous diameter and compliance after deep venous thrombosis. *Thromb. Haemost.*, 1994; 72:372-376.
61. GIFFORD, R. W.: Epidemiology and clinical manifestations of renovascular hypertension. In Stanley, J.; Stanley, J.; Ernst (eds.). *Renovascular Hypertension*, Philadelphia, W. B. Saunders Co., 1984; pp. 77-99.
62. VAUGHAN, E. D.: Renovascular hypertension. *Kidney Int.*, 1985; 27:811-827.
63. TAYLOR, D. C.; KETTLER, M. D.; MONETA, G. L.; KOHLER, T. R.; KAZMERS, A.; BEACH, K. W.; STRANDNESS, D. E. Jr.: Duplex ultrasound in the diagnosis of renal artery stenosis: a prospective evaluation. *J. Vasc. Surg.*, 1988; 7:363-369.
64. GUZMAN, R. P.; ISAACSON, J. A.; ZIERLER, R. E.; BERGELIN, R. O.; STRANDNESS, D. E. Jr.: End-diastolic ratios from the renal artery and kidney in patients with and without proximal renal artery stenosis. *J. Vasc. Tech.*, in press.
65. OLIN, J. W.; PIEDMONTE, M. R.; YOUNG, J. R.; DEANNA, S.; GRUBB, M.; CHILDS, M. B.: The utility of duplex ultrasound scanning of the renal arteries for diagnosis significant renal artery stenosis. *Ann. Intern. Med.*, 1995; 122:833-838.