

# Introducción

---

J.M. Fontcuberta-García

Este suplemento quiere tratar de influir en el ánimo de todos los cirujanos vasculares que lo lean para que incorporen el eco-Doppler al quirófano de cirugía vascular como una herramienta más que sirva de ayuda, asistencia y control de calidad de los procedimientos quirúrgicos y endovasculares.

Hoy en día ya nadie discute que el eco-Doppler constituye la piedra angular del laboratorio vascular (LV). Lentamente, desde su aparición, y a medida que los cirujanos vasculares han ido adquiriendo su curva de aprendizaje, ha desplazado al Doppler continuo y a las técnicas pletismográficas arteriales y venosas.

Varices, fístulas, carótidas, y en algunos LV gran parte de los procedimientos arteriales infrainguinales, se realizan sobre la base exclusivamente del eco-Doppler. La inocuidad de la exploración, su agilidad y el bajo coste son factores clave de su éxito. La fuerte demanda de exploraciones, la necesidad de crecimiento e inversión en tecnología ha dotado a los LV de equipos potentes y competitivos, que aportan a los servicios de cirugía vascular una gran autonomía en su gestión.

Las mejoras tecnológicas en los transductores han permitido diseñar sondas de alta frecuencia específicas para su uso intraoperatorio, además de equipos portátiles de alta resolución. Esta manejabilidad de los equipos, con poco peso y más resistentes, ha facilitado la salida del eco-Doppler del ámbito del LV y su aproximación a las salas preanestésicas, quirófanos y cuidados postoperatorios.

El eco-Doppler, además, es una herramienta diagnóstica que no permanece ajena a la transformación que se está produciendo en toda la cirugía y, específicamente, en la cirugía vascular, donde se impulsan extraordinariamente todas aquellas técnicas quirúrgicas poco invasivas, desde las miniincisiones a los procedimientos endovasculares y laparoscópicos. El concepto de mínimo traumatismo o mínima agresividad quirúrgica demuestra una mejor recuperación posquirúrgica de los pacientes, pero exige el desarrollo de una nueva tecnología que sustituya la visión directa del cirujano y la manipulación directa con sus dedos de las distintas estructuras anatómicas. La revolución de la imagen digital ha permitido este cambio radical en el *modus operandi* del cirujano, y ha impulsado de modo extraordinario las llamadas técnicas diagnósticas poco invasivas, como el eco-Doppler, la angiorresonancia magnética (angio-RM) o la angiotomografía computarizada (angio-TAC). Sin embargo, la angio-TAC y la angio-RM no pueden usarse de modo intraoperatorio en el momento ac-

---

*Unidad de Cirugía Vascular. Hospital Virgen de la Salud. Complejo Hospitalario de Toledo. Toledo, España.*

*Correspondencia: Dr. Juan M. Fontcuberta García. Unidad de Cirugía Vascular. Hospital Virgen de la Salud. Complejo Hospitalario de Toledo. Avda. Barber, 30. E-45004 Toledo. E-mail: juanfontcuberta@telefonica.net*

© 2007, ANGIOLOGÍA

tual, por la limitación de las instalaciones y su alto coste.

Esta transformación quirúrgica exige un gran esfuerzo de adaptación por parte de los cirujanos vasculares. Mientras que los procedimientos clásicos permiten mirar directamente el campo quirúrgico y ver lo que se hace con las manos, los nuevos procedimientos obligan a mirar a un monitor bidimensional de televisión mientras se manipula el instrumental. El eco-Doppler intraoperatorio es parte de esta misma filosofía: aprender a imaginar e interpretar en tres dimensiones lo que se ve en dos y de un modo indirecto; coordinación manual, visual y auditiva.

Las aplicaciones del eco-Doppler intraoperatorio son variadas y cada vez mayores, desde estudios puramente diagnósticos a controles durante el procedimiento terapéutico y controles del inmediato resultado de la técnica quirúrgica. Algunos ejemplos son los siguientes: introducción de catéteres venosos y arteriales guiados por ultrasonidos, tratamiento de pseudoaneurismas mediante compresión o con trombina ecoguiada, control de procedimientos torácicos endovasculares mediante eco-Doppler transesofágico, localización del bulbo carotídeo previo a la endarterectomía, control intraoperatorio de las técnicas de revascularización arterial y venosa, tra-

tamiento de *leaks* ecoguiados, esclerosis ecoguiada con microespuma en la patología varicosa, control del endoláser y la radiofrecuencia también en la patología varicosa, introducción de *stents* guiados por ultrasonidos, inserción de filtros de cava guiados por ultrasonidos, ultrasonografía intravascular, etc.

El eco-Doppler como herramienta diagnóstica intraoperatoria tiene un gran futuro. Todavía tiene un amplio margen de mejora tecnológica, es una técnica inocua, muy disponible, fácil de utilizar con un adecuado entrenamiento, económica y que ofrece una variada y amplia información, tanto morfológica como hemodinámica.

Es nuestro deseo que esta guía provoque la inquietud en muchos cirujanos vasculares y sirva como estímulo para su actividad diaria. El eco-Doppler intraoperatorio y perioperatorio es una excelente herramienta para mejorar la calidad de los procedimientos.

Quiero agradecer sinceramente desde estas páginas la confianza que ha depositado en mí el Capítulo de Diagnóstico Vascular No Invasivo, y el esfuerzo y el entusiasmo de los autores de este suplemento, que han aceptado el reto de desarrollar los diferentes artículos encomendados en un tema tan novedoso del diagnóstico vascular no invasivo.

## Monitorización intraoperatoria y perioperatoria con eco-Doppler. Sector carotídeo

S. Cancer-Pérez, M. Perera-Sabio, J.M. Alfayate-García,  
M. Gutiérrez-Baz, L. de Benito-Fernández, E. Puras-Mallagray

### MONITORIZACIÓN INTRAOPERATORIA Y PERIOPERATORIA CON ECO-DOPPLER. SECTOR CAROTÍDEO

**Resumen.** Los defectos técnicos de la cirugía carotídea pueden causar estenosis, embolización, acodamientos y trombosis, y, por tanto, aumentar la tasa de complicaciones neurológicas. Por ello, la realización de una endarterectomía técnicamente perfecta debe ser el objetivo prioritario durante el procedimiento. El control intraoperatorio con eco-Doppler permite diagnosticar defectos importantes que podrían resultar en estenosis u oclusión carotídea en ausencia de señales externas que hagan sospechar su existencia y, por tanto, resulta imprescindible para conocer posibles déficit técnicos y corregirlos. Además, con una precisa evaluación intraoperatoria y un correcto seguimiento, podemos conocer la historia natural de la reestenosis y los factores relacionados con su aparición. En este artículo describimos las características del eco-Doppler y la metodología del control intraoperatorio de la endarterectomía carotídea, los tipos de defectos que detecta y su importancia e innovadoras aplicaciones en el tratamiento endovascular de la estenosis carotídea. [ANGIOLOGÍA 2007; 59 (Supl 3): S3-11]

#### Necesidad del control intraoperativo

El objetivo de la cirugía carotídea consiste en prevenir eventos aterotrombóticos cerebrales, mantener permeable la reconstrucción y ofrecer al enfermo una historia natural con una morbimortalidad neurológica inferior a la que tendría bajo tratamiento médico [1,2].

Estos objetivos se ven amenazados fundamentalmente por el ictus perioperatorio y secundariamente por la aparición de reestenosis.

Las causas del ictus perioperatorio son múltiples. Se han descrito más de 20 mecanismos diferentes [3], aunque la mayoría se puede clasificar dentro de unas amplias categorías: isquemia durante el clamping carotídeo; trombosis; embolias; hemorragia cerebral, causada por hipertensión o por transformación de infartos cerebrales previos; otras causas asociadas a la cirugía (complicaciones de la herida o de la anestesia, hipotensión); ictus no relacionados con la arteria operada; e hipercoagulabilidad. Sin embargo, desconocemos la responsabilidad de cada uno de los factores mencionados en la aparición de un ictus. Por otra parte, cuando la cirugía se realiza bajo anestesia general, es difícil determinar cuál fue el motivo del ictus. Riles [3] analiza las causas de los ictus perioperatorios en una serie de 3.062 endarterectomías carotídeas realizadas preferentemente bajo

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Fundación Hospital Alcorcón. Alcorcón, Madrid, España.

Correspondencia: Dra. Susana Cancer Pérez. Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Fundación Hospital Alcorcón. Budapest, 1. E-28922 Alcorcón (Madrid). E-mail: scancer@fhalcorcon.es

© 2007, ANGIOLOGÍA

anestesia locorregional, en las que los errores técnicos fueron el problema más frecuente (65%).

La causa más frecuente de ictus perioperatorio durante la cirugía carotídea es el error técnico

Algunos de estos errores técnicos se pueden detectar en el control intraoperatorio de la reconstrucción carotídea antes de que produzcan clínica. Radak et al [4], en un estudio retrospectivo de 59 reoperaciones por ictus mayor perioperatorio, en una serie de 2.250 endarterectomías, encuentran que en la mayoría de los casos (68%) la reintervención se debía a un error técnico, asociado o no a trombosis total o parcial de la reconstrucción. Sin embargo, no existen estudios aleatorizados ni sería ético plantear dejar un defecto que pensamos que tiene alta probabilidad de embolizar o de trombosar la carótida, por lo que desconocemos el porcentaje de pacientes con defectos residuales en los que se hubiera producido un ictus postoperatorio si el defecto se hubiera dejado sin reparar. La necesidad de realizar un control intraoperatorio se basa en estudios que sugieren que éste podría reducir la incidencia de complicaciones neurológicas perioperatorias, al compararlo con controles históricos [5-7].

El eco-doppler intraoperatorio permite detectar defectos técnicos antes de que se produzcan manifestaciones clínicas.

Otros estudios que realizan control con eco-Doppler en las primeras 24 horas postoperatorias encuentran relación de los hallazgos con la clínica, alteraciones en el CT y resonancia magnética craneal, y reintervenciones [8]. De igual manera, el eco-Doppler intra y postoperatorio puede ayudar en el manejo del ictus tras la endarterectomía. Así, los pacientes con eco-Doppler intraoperatorio normal que se despiertan con un déficit neurológico, habitualmente no presentan trombo y la reexploración quirúrgica no

les beneficia [9]. Por otra parte, también se ha sugerido que puede ayudarnos a conocer nuestros errores y mejorar nuestra propia técnica quirúrgica.

### Ventajas del eco-Doppler

Entre los distintos métodos de control intraoperatorio, el eco-Doppler presenta múltiples ventajas: no es invasivo y, por tanto, no se asocia a complicaciones que sí presentan otras técnicas; podemos conseguir fácilmente estudios en varios planos y obtener así una imagen clara de las características de la luz y la pared arterial; permite evaluar el significado hemodinámico de los defectos visualizados y realizar un estudio hemodinámico de toda la reconstrucción.

El eco-doppler intraoperatorio permite el estudio morfológico de la pared y de la luz arterial en varios planos, así como un análisis hemodinámico del flujo arterial.

Morfológicamente identifica más problemas técnicos que la arteriografía. Valenti et al [10], en un estudio comparativo, describen una sensibilidad del eco-Doppler frente a la arteriografía para la detección de defectos menores del 87% frente al 59%. Otra ventaja importante es que es la prueba diagnóstica establecida para el seguimiento de la endarterectomía, por lo que realizar la comprobación intraoperatoria con la misma tecnología nos permite estudiar la influencia de diferentes factores, como los defectos menores o las alteraciones hemodinámicas en el desarrollo de la reestenosis. Una de las críticas al eco-Doppler como técnica de control intraoperatorio es que las sondas no se pueden esterilizar y que prolonga el tiempo de cirugía; sin embargo, cuando se realiza habitualmente y el personal está familiarizado, la logística no es tan complicada. Tanto la preparación de la sonda como la realización del estudio no suelen llevar más de 10 minutos.

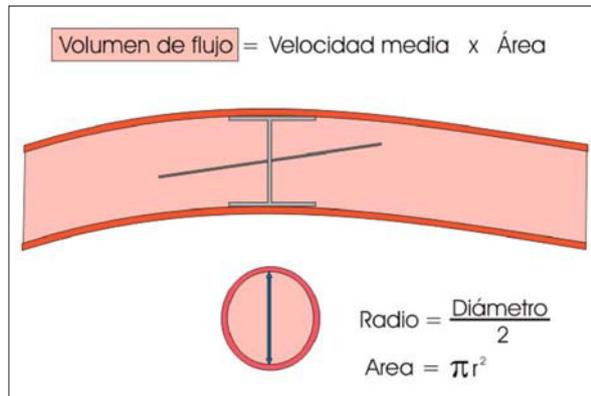


Figura 1. Medición del volumen de flujo.

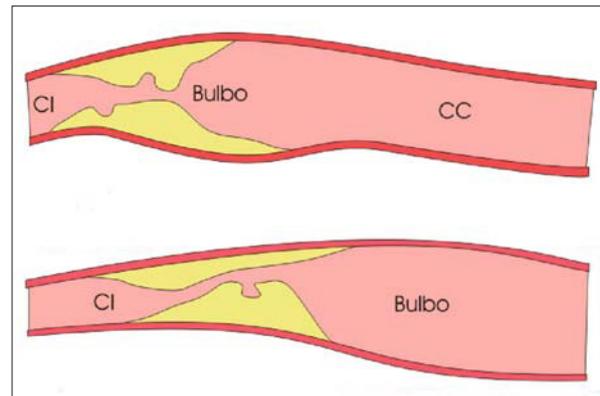


Figura 2. Utilidad del eco-Doppler justo antes de la endarterectomía.

### Metodología del estudio intraoperatorio con eco-Doppler

Para su realización se utiliza una sonda de 10 MHz; la que mejor se adapta a la anatomía es la *hockey-stick*. Se introduce la sonda en una funda de látex estéril con gel en el interior y se irriga la herida con suero.

Se deben emplear sondas de alta frecuencia, tipo palo de hockey, protegidas con funda estéril.

Un cirujano maneja la sonda y otro, o un técnico, los parámetros del eco-Doppler. Durante el estudio se debe visualizar en el modo B y con color todos los vasos expuestos, tanto en el plano transversal como longitudinal, para identificar irregularidades de la pared, *flaps* intimaes o zonas de alteración del flujo.

Además, debemos registrar curvas de velocidad en todos los segmentos arteriales y en las zonas de alteración del flujo detectadas con el color. Es importante estudiar toda la zona expuesta, desde la zona proximal a la endarterectomía en la carótida común, hasta la zona distal al punto final de la sutura de la carótida interna y la carótida externa distal, para poder detectar no sólo los defectos de la repara-

ción, sino también lesiones producidas por el clamping. En sus últimos trabajos, Ascher et al [11,12] han descrito la importancia de la medición del volumen de flujo: se debe medir con el dúplex color insonando una porción recta del vaso (Fig. 1), en arterias de diámetro luminal de 3 mm o mayor, y ajustando el ángulo a 60° y el tamaño del volumen de muestra a la luz. Igualmente importante es registrar de tres a cinco mediciones y calcular la media de al menos tres lecturas.

### Eco-Doppler intraoperatorio antes de la endarterectomía

Respecto a la posible utilidad del eco-Doppler justo antes de la endarterectomía, Padayachee et al [13] destacan que sirve para determinar la extensión proximal de la placa en la carótida común. No es imprescindible pero, si el eco-Doppler está disponible en quirófano, puede ayudar a realizar la disección necesaria según la extensión de la placa (Fig. 2), decidir con mayor seguridad el tipo de reconstrucción más apropiada en cada caso, así como ser especialmente cuidadoso con determinadas maniobras en la disección cuando se trata de placas de tipo 1 o ulceradas.

## Tipos de defectos

### Alteraciones morfológicas

Los defectos morfológicos que podemos encontrar son: placa residual, que se caracteriza porque es un defecto no móvil y se suele corresponder con defectos residuales de la media en los segmentos endarterectomizados y el punto final de la placa de ateroma en los segmentos no endarterectomizados; *flap*, que es un defecto móvil que está parcialmente unido a la íntima o la media (Fig. 3); *kinking*, que es una angulación del vaso; o trombo, que se visualiza en el modo B y se puede asociar a una velocidad normal, a una velocidad sistólica alta o a ausencia de flujo sistólico y diastólico, según la cantidad de trombo y del estrechamiento luminal; igualmente, el ensanchamiento espectral varía desde leve hasta grave [14,15].

Ante la presencia de defectos morfológicos con el eco-doppler intraoperatorio (placa residual, flaps, trombos, kinks), se debe de realizar siempre una valoración de la repercusión hemodinámica.

Siempre que encontremos un defecto morfológico, debemos medir su tamaño y analizar su repercusión hemodinámica.

### Alteraciones hemodinámicas

Existen varias circunstancias en las que podemos encontrar alteraciones del flujo sin lesiones morfológicas asociadas, que se caracterizan por distintos patrones hemodinámicos: situaciones de alta resistencia distal, que producen una curva monofásica con velocidad pico sistólica baja (< 30 cm/s) y ausencia de componente diastólico; vasoespasmo, que se caracteriza por una velocidad sistólica alta sin elevación focal, con mínimo ensanchamiento espectral sistólico y afilamiento suave de la carótida interna sin lesión focal (Fig. 4); flujo compensatorio en situaciones de estenosis u oclusión contralateral, que

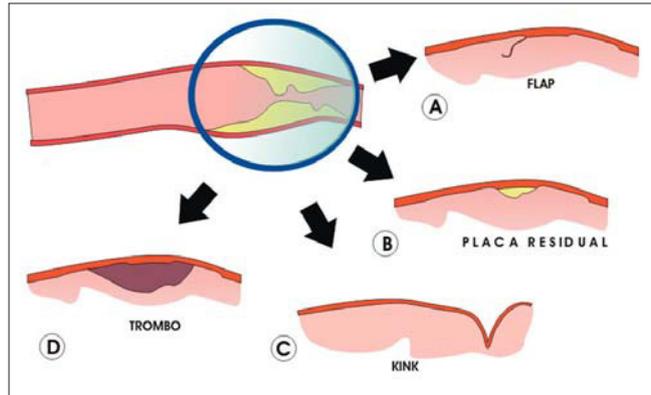


Figura 3. Alteraciones morfológicas en los segmentos endarterectomizados.

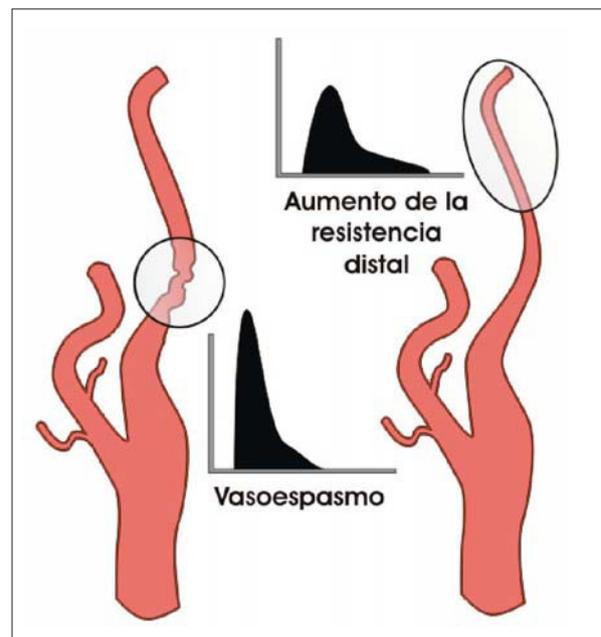


Figura 4. Alteraciones hemodinámicas en los segmentos endarterectomizados.

se caracteriza por velocidad aumentada sin ensanchamiento espectral. Un flujo bajo, inferior a 100 mL/min, se asocia con espasmo grave o enfermedad carotídea intracraneal [11,15,17].

Las alteraciones hemodinámicas detectadas con el eco-doppler intraoperatorio no siempre responden a un defecto morfológico.

**Tabla I.** Tipos de defectos.

Alteraciones morfológicas	Alteraciones hemodinámicas
Placa residual	Alta resistencia distal
<i>Flap</i>	Vasoespasma
<i>Kinking</i>	Flujo colateral compensatorio
Estenosis	

### Defectos menores y mayores

Existen múltiples categorizaciones, pero en general todos los autores coinciden en la importancia de valorar conjuntamente el defecto anatómico y su repercusión hemodinámica para tomar una decisión sobre si se repara o no.

Se considera un defecto mayor a cualquier defecto morfológico que provoque una alteración importante en la curva de velocidades doppler.

Se considera defecto mayor cualquier trombo y las alteraciones morfológicas que se asocian a una alteración importante en el flujo, con ensanchamiento espectral y velocidad pico sistólica superior a 125-150 cm/s; el resto de defectos se considera menor (Tabla I).

En la bibliografía el porcentaje de lesiones encontradas está entre el 11 y el 39% (Tabla II) [14-27]. Sin embargo, estas series no son comparables como para sacar conclusiones generalizadas, ya que la tasa de defectos encontrados tiende a ser menor en los estudios retrospectivos (11-25%) [15,18,19,22] que en los prospectivos (11-34%), excepto la serie de Panneton et al [24], que es retrospectiva, pero de pacientes no consecutivos, con una tasa de defectos del 39% (realizaban eco-Doppler a algunos pacientes, que solían ser en los que se sospechaba algún defecto). Algunos grupos no registran *flaps* inferio-

res a 1,5 o 3 mm sin alteración hemodinámica asociada [15] y otros, como Ascher et al [27], no evalúan la carótida externa porque no la reparan.

### ¿Qué defectos debemos reparar?

El principal tema de controversia en relación con la verificación intraoperatoria de la endarterectomía carotídea surge al determinar cuándo es necesaria la corrección quirúrgica. No existen estudios aleatorizados en los que a unos pacientes se les reparen defectos y a otros no, ni es planteable para lesiones con alta probabilidad de embolizar o trombosar la reconstrucción. Por ello, el criterio general [17,19,23] es la reexploración del vaso ante la presencia de estenosis con velocidad pico sistólica ~ 150 cm/s, ensanchamiento espectral y/o *flaps* intimaes > 2-3 mm en el modo B.

Es de aceptación general la re-exploración carotídea en caso de estenosis con elevación de la velocidad sistólica pico > 150 cms/seg., ensanchamiento espectral y flaps intimaes > 2-3 mm. en el modo B.

El dilema se plantea ante los defectos menores, ya que está demostrado que no se asocian a una mayor tasa de complicaciones neurológicas en los primeros 30 días tras la endarterectomía y, por tanto, su corrección viene determinada por el riesgo de reabrir la arteria frente a su evolución natural. Revisar la reconstrucción carotídea conlleva los riesgos inmediatos de mayor tiempo de isquemia cerebral, aunque varios autores señalan específicamente que no se produjo mayor morbilidad neurológica en los pacientes reexplorados [16,17,21,27-29]. Respecto al riesgo a largo plazo de dejar defectos menores sin corregir, la historia natural de éstos no está definida y su influencia en la reestenosis es un tema controvertido. Se ha sugerido que los defectos residuales intraluminales, asociados a alteraciones del flujo, tienen el potencial de estimular hiperplasia miointimal, causa más fre-

cuenta de reestenosis. De hecho, varios autores [14, 17-19,25] describen una incidencia de reestenosis mayor en pacientes con defectos residuales. Sin embargo, en algunas lesiones residuales se produce regresión y desconocemos a qué factores está asociada [14,30]. Reilly et al [14], en su estudio con control dúplex intraoperatorio y seguimiento medio a 15 meses, encuentran asociación entre reestenosis y defectos intraoperatorios, y observan, además, regresión de estenosis residual en el 16,4% de los segmentos. Sin embargo, al estudiar el patrón de reestenosis al año de seguimiento, Padayachee et al [25] encuentran que, aunque la tasa de reestenosis es mayor

en los pacientes con defectos, los defectos técnicos residuales no siempre constituyen el foco de lesiones recurrentes.

Así pues, la aparición esporádica e impredecible de estenosis recurrente en las zonas de endarterectomía sin alteraciones anatómicas o del flujo sugiere la presencia de una respuesta anormal de reparación al trauma de la endarterectomía, en la que los factores sistémicos probablemente juegan un papel importante [14].

En cuanto a las alteraciones hemodinámicas sin causa anatómica asociada, se ha observado que revierten espontáneamente tras la intervención. Steinmetz et al [15] no las revisan, sin que esta práctica se asocie a complicaciones, y en el dúplex del primer mes observan normalización de las velocidades. La

**Tabla II.** Series de control intraoperatorio con eco-Doppler.

Autor	Tipo de estudio	N.º de casos	Defectos encontrados	Defectos reparados
Schwartz et al [16]	Prospectivo	84	18 (20%)	9 (10%)
Reilly et al [14]	Prospectivo	131	–	15 (11,5%)
Kinney et al [17]	Prospectivo	410	–	26 (6,3%)
Baker et al [18]	Retrospectivo	316	62 (19,6%)	9 (2,8%)
Bandyk et al [19]	Retrospectivo	210	24 (11,4%)	17 (8%)
Hoff et al [20]	Prospectivo	44	15 (34%)	4 (9%)
Papanicolau et al [21]	Prospectivo	86	10 (11%)	10 (11%)
Steinmetz et al [15]	Retrospectivo	100	13 (13%)	2 (2%)
Seelig et al [22]	Retrospectivo	115	29 (25,2%)	14 (12,2%)
Mays et al [23]	Prospectivo	100	33 (33%)	21 (21%)
Panneton et al [24]	Retrospectivo	155	61 (39%)	14 (9%)
Padayachee et al [25]	Prospectivo	244	52 (21%)	9 (3,7%)
Mullenix et al [26]	Prospectivo	100	34 (34%)	7 (7%)
Ascher et al [27]	Prospectivo	650	–	15 (2,3%)

última aplicación del control intraoperatorio con eco-Doppler se encuentra en la posibilidad de medición del flujo de la carótida interna. En este sentido, Ascher et al [11] han encontrado que la disminución del flujo por debajo de 100 mL/min es sugestiva de vasoespasmo, que puede conducir a la formación de trombo y accidente cerebrovascular, sobre todo cuando la reparación se ha realizado con parche sintético. Por ello, estos autores sugieren no revertir el efecto de la heparina, una inyección local de lidocaína al 1% en el tejido periadventicial de la carótida interna y repetir la medición a los 10-15 min, si el flujo se mantiene por debajo de 100 mL/min: realizar arteriografía y, si no se detecta ningún defecto técnico, mantener con anticoagulación perioperatoria. Además, estos autores han intentado correlacionar la

evaluación intraoperatoria de los flujos de volumen de la carótida interna con la aparición de síndrome de hiperperfusión cerebral, no encontrando una asociación entre estos parámetros. La medición de este flujo únicamente tendría valor como registro basal del flujo de la carótida interna en caso de que el enfermo desarrolle síntomas de hiperperfusión [12].

### Eco-Doppler transcraneal

El eco-Doppler transcraneal es de especial ayuda en el estudio de pacientes con estenosis bilaterales; para determinar qué lado debemos revascularizar en primer lugar en pacientes asintomáticos o que han presentado clínica del lado con menos estenosis; en pacientes con una estenosis carotídea y oclusión contralateral; cuando la estenosis carotídea se asocia también a enfermedad vertebrobasilar; en el diagnóstico de microembolias; para realizar estudios de vasorreactividad; en casos en los que el lecho distal está exhausto (muy poca reserva hemodinámica), puede convertir una estenosis del 50-60% en indicación quirúrgica. Además, puede diagnosticar lesiones intracraneales, sobre todo en el territorio anterior. En el control intraoperatorio, se utiliza para detectar microembolias, sobre todo durante las angioplastias (durante la endarterectomía cualquier cambio se detecta como embolia) y para detectar cambios de flujo (en casos en los que durante la dila-

tación el flujo cae a 0, se pueden hacer más dilataciones más cortas). Durante el postoperatorio es especialmente útil en el diagnóstico del síndrome de hiperperfusión (asimetría > 20%) [31-34].

### Terapia endovascular y control intraoperatorio

Ascher et al [35] publica una serie de 18 pacientes con alto riesgo de fallo renal por contraste en los que realiza angioplastia y *stent* carotídeo guiado con dúplex, punción de femoral con control ecográfico, arteriografía para llevar la guía hasta la carótida común, eco-Doppler para cateterizar la carótida interna y la externa, arteriografía para el despliegue del dispositivo de protección cerebral, dúplex para realizar la angioplastia y liberación del *stent*, control intraoperatorio con eco-Doppler para confirmar la posición del *stent* contra la pared y, si es necesario, reangioplastiar, comprobar la permeabilidad de la carótida común e interna nativa y cubierta por el *stent*, así como la ausencia de trombo, *flaps* u otros defectos morfológicos. El éxito técnico es del 100% y no presenta ninguna complicación relacionada con la técnica de imagen. La duración media del procedimiento es de 72 minutos. En los 30 días postoperatorios, la tasa de morbilidad neurológica es del 0%, y no se presenta ninguna reestenosis con un seguimiento medio de 4,9 meses.

### Bibliografía

1. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. Beneficial effect of carotid endarterectomy in symptomatic patients with high-grade stenosis. *N Engl J Med* 1991; 325: 445-53.
2. European Carotid Surgery Trialists' Group. Randomised trial of endarterectomy for recently symptomatic carotid stenosis: final results of the MRC European carotid Surgery Trial (ECST). *Lancet* 1998; 351: 1379-87.
3. Riles TS, Imparato AM, Jacobowitz GR, Lamparello PJ, Giangola G, Adelman MA, et al. The cause of perioperative stroke after carotid endarterectomy. *J Vasc Surg* 1994; 19: 206-16.
4. Radak D, Popovic AD, Radicevic S, Neskovic AN, Bojic M. Immediate reoperation for perioperative stroke after 2250 carotid endarterectomies: Differences between intraoperative and early postoperative stroke. *J Vasc Surg* 1999; 30: 245-51.
5. Lennard N, Smith JL, Gaunt ME, Abbot RJ, London NJM, Bell PRF, et al. A policy of quality control assessment helps to reduce the risk of intraoperative stroke during carotid endarterectomy. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1999; 17: 234-40.

6. Courbier R, Jausseran JM, Reggi M, Bergeron P, Formichi M, Ferdani M. Routine intraoperative carotid angiography: its impact on operative morbidity and carotid reestenosis. *J Vasc Surg* 1986; 3: 343-50.
7. Roon AJ, Hoogerwerf D. Intraoperative arteriography and carotid surgery. *J Vasc Surg* 1992; 16: 239-43.
8. Cantelmo NL, Gordon JK, Hyde C, Samaraweera RN. The significance of early postoperative duplex studies following carotid endarterectomy. *Cardiovasc Surg* 1999; 7: 298-302.
9. Sheehan MK, Greisler HP, Littooy FN, Baker WH. The effect of intraoperative duplex on the management of postoperative stroke. *Surgery* 2002; 132: 761-6.
10. Valenti D, Gaggiano A, Berardi G, Ferri M, Mazzei R, Roda G, et al. Intra-operative assessment of technical defects after carotid endarterectomy: a comparison between angiography and colour duplex scan. *Cardiovasc Surg* 2003; 11: 26-9.
11. Ascher E, Markevich N, Hingorani AP, Kallakuri S, Gunduz Y. Internal carotid artery flow volume measurement and other intraoperative duplex scanning parameters as predictors of stroke after carotid endarterectomy. *J Vasc Surg* 2002; 35: 439-44.
12. Ascher E, Markevich N, Schutzer RW, Kallakuri S, Jacob T, Hingorani AP. Cerebral hyperperfusion syndrome after carotid endarterectomy: predictive factors and hemodynamic changes. *J Vasc Surg* 2003; 37: 769-77.
13. Padayachee TS, Brooks MD, Modaresi KB, Arnold AJ, Self GW, Taylor PR. Intraoperative high resolution duplex imaging during carotid endarterectomy: which abnormalities require surgical correction? *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1998; 15: 387-93.
14. Reilly LM, Okuhn SP, Rapp JH, Bennet JB, Ehrenfeld WK, Goldstone J, et al. Recurrent carotid stenosis: a consequence of local or systemic factors? The influence of unrepaired technical defects. *J Vasc Surg* 1990; 11: 448-60.
15. Steinmetz OK, MacKenzie K, Nault P, Singher F. Intraoperative duplex scanning for carotid endarterectomy. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1998; 16: 153-8.
16. Schwart RA, Peterson GJ, Noland KA, Hower JF, Naunheim KS. Intraoperative duplex scanning after carotid artery reconstruction: a valuable tool. *J Vasc Surg* 1988; 7: 620-4.
17. Kynney EV, Seabrook GR, Kinney LY, Bandyk DF, Towne JB. The importance of intraoperative detection of residual flow abnormalities after carotid artery endarterectomy. *J Vasc Surg* 1993; 17: 912-23.
18. Baker WH, Koustas G, Burke K, Littooy FN, Greisler HP. Intraoperative duplex scanning and late carotid artery stenosis. *J Vasc Surg* 1994; 19: 829-33.
19. Bandyk DF, Mills JL, Gahtan V, Esses GE. Intraoperative duplex scanning of arterial reconstructions: fate of repaired and unrepaired defects. *J Vasc Surg* 1994; 20: 426-32.
20. Hoff C, Gier P, Buth J. Intraoperative duplex monitoring of the carotid bifurcation for the detection of technical defects. *Eur J Vasc Surg* 1994; 8: 441-7.
21. Papanicolaou G, Toms C, Yellin AE, Weaver FA. Relationship between intraoperative color-flow duplex findings and early reestenosis after carotid endarterectomy: a preliminary report. *J Vasc Surg* 1996; 24: 588-96.
22. Seeling MH, Klingler PJ, Oldenburg WA, Atkinson EJ. Use of intraoperative duplex ultrasonography and routine patch angioplasty in patients undergoing carotid endarterectomy. *Mayo Clin Proc* 1999; 74: 870-6.
23. Mays BW, Towne JB, Seabrook GR, Cambria RA, Jean-Claude J. Intraoperative carotid evaluation. *Arch Surg* 2000; 135: 525-9.
24. Panneton JM, Berger MW, Lewis BD, Hallett JW, Bower TC, Glowiczki P, et al. Intraoperative duplex ultrasound during carotid endarterectomy. *Vasc Surg* 2001; 35: 1-9.
25. Padayachee TS, Arnold JA, Thomas N, Aukett M, Colchester ACF, Taylor PR. Correlation of intra-operative duplex findings during carotid endarterectomy with neurological events and recurrent stenosis at one year. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2002; 24: 435-9.
26. Mullenix PS, Tollefson DFJ, Olsen SB, Hadro NC, Andersen CA. Intraoperative duplex ultrasonography as an adjunct to technical excellence in 100 consecutive carotid endarterectomies. *Am J Surg* 2003; 185: 445-9.
27. Ascher E, Markevich N, Kallakuri S, Schutzer RW, Hingorani AP. Intraoperative carotid artery duplex scanning in a modern series of 650 consecutive primary endarterectomy procedures. *J Vasc Surg* 2004; 39: 416-20.
28. Zierler RE, Bandyk DF, Thiele BL. Intraoperative assessment of carotid endarterectomy. *J Vasc Surg* 1984; 1: 73-83.
29. Flanigan DP. Assessment of the technical results of carotid endarterectomy using real-time intraoperative ultrasonography. In Moore WS, ed. *Surgery for cerebrovascular disease*. 2 ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 1996. p. 401-5.
30. Sanders EACM, Hoeneveld H, Eikelboom BC, Ludwig JW, Vermeulen FEE, Ackerstaff RGA. Residual lesions and early recurrent stenosis after carotid endarterectomy. A serial follow-up study with duplex scanning and intravenous digital subtraction angiography. *J Vasc Surg* 1987; 5: 731-7.
31. Baker JD, Jones AM. Transcranial Doppler ultrasonography. In Moore WS, ed. *Surgery for cerebrovascular disease*. 2 ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 1996. p. 206-12.
32. Ricci MA, Waters M, Peate D. The role of non-invasive studies in the diagnosis and management of cerebrovascular disease. In Rutherford RB, ed. *Vascular surgery*. 6 ed. Philadelphia: Elsevier-Saunders; 2005. p. 1957-73.
33. Othis SM, Ringelstein EB. Principles and applications of transcranial Doppler sonography. In Bernstein EF, ed. *Vascular diagnosis*. 4 ed. Mosby; 1993. p. 341-60.
34. Alexandrov AV, Bornstein NM. Advances in neurosonology 2005. *Stroke* 2006; 37: 299-300.
35. Ascher E, Marks NA, Schutzer RW, Hingorani AP. Duplex-assisted internal carotid artery balloon angioplasty and stent placement: a novel approach to minimize or eliminate the use of contrast material. *J Vasc Surg* 2005; 41: 409-15.

*INTRAOPERATIVE AND PERIOPERATIVE MONITORING  
WITH DOPPLER ULTRASOUND. THE CAROTID SEGMENT*

**Summary.** *Technical shortcomings in carotid surgery can cause stenosis, embolisation, kinks and thrombosis and, hence, give rise to an increased rate of neurological complications. The prime objective throughout the procedure should therefore be that of performing a technically perfect endarterectomy. Intraoperative control with Doppler ultrasound recording makes it possible to diagnose important defects that could lead to stenosis or carotid occlusion in the absence of external signals that cause the clinician to suspect their existence. It is therefore essential in order to detect possible technical deficiencies and to correct them. Furthermore, a precise intraoperative assessment and correct follow-up provide us with knowledge about the natural history of the restenosis and the factors related to its appearance. In this paper we describe the characteristics of Doppler ultrasound and the methodology used for intraoperative control of carotid endarterectomies, the types of defects that can be detected and its importance and innovative applications in the endovascular treatment of carotid stenosis. [ANGIOLOGÍA 2007; 59 (Supl 3): S3-11]*

## Monitorización intraoperatoria y perioperatoria con eco-Doppler. Sector femoropoplíteo y distal

A. Flores-Herrero, J.M. Fontcuberta-García,  
A. Orgaz Pérez-Grueso, I. Leal, M. Doblás-Domínguez

### Introducción

El uso del eco-Doppler para la valoración perioperatoria del *bypass* infrainguinal está siendo adoptado por la mayoría de los cirujanos vasculares gracias a la mejora tecnológica de los equipos y al uso de sondas específicamente diseñadas.

Para la monitorización del sector femoropoplíteo y distal es necesario usar el transductor que haga más fácil la obtención de una imagen con una marcada mejora de la calidad. La permeabilidad de un *bypass* va a venir determinada por alteraciones anatómicas y hemodinámicas, tanto del *inflow* como del *outflow*, así como del propio injerto empleado para el *bypass* [1]. Los parámetros diagnósticos a tener en cuenta incluyen el análisis de la velocidad Doppler, la gradación de la lesión residual, la insonación de la totalidad del vaso y la valoración de la hemodinámica del injerto. De todo ello, vendrá determinada la permeabilidad inmediata y a largo plazo [2].

El estudio eco-doppler intraoperatorio y postoperatorio requiere disponer de diferentes tipos de sondas, adaptadas a la profundidad de los diferentes segmentos del injerto.

La sonda apropiada dependerá del momento del estudio y de la experiencia del explorador. Preoperatoriamente, el sector iliofemoral se visualiza más adecuadamente con una sonda de 3-3,5 MHz, que podrá usarse en el sector femoropoplíteo en determinadas condiciones, como en el caso de obesidad o de extremidades muy edematosas. El sector femoropoplíteo es insonado mejor con una sonda lineal de 5-7,5 MHz. Para el sector distal, probablemente la mejor sonda es una de alta frecuencia, de 12-14 MHz; sonda también preferida para los estudios intraoperatorios, cuando se contacta directamente con el injerto. Para el seguimiento de las diferentes técnicas de revascularización mediante injertos, la sonda a utilizar dependerá del tipo de injerto usado y de la tunelización realizada.

Otro problema es cuál es la proyección de insonación más adecuada para el estudio de sector femoropoplíteo. Para la mayoría de los autores [3,4], la proyección longitudinal es muy ventajosa, ya que permite un mejor estudio anatómico y un análisis espectral con un ángulo de insonación más preciso. La proyección transversal es útil para confirmar hallaz-

*Servicio de Angiología, Cirugía Vascul ar y Endovascular. Hospital Virgen de la Salud. Toledo, España.*

*Correspondencia: Dr. A. Flores Herrero. Servicio de Angiología, Cirugía Vascul ar y Endovascular. Hospital Virgen de la Salud. Avda. Barber, 30. E-45004 Toledo.*

© 2007, ANGIOLOGÍA

gos patológicos, o localizar zonas del *bypass* mal visualizadas en la proyección longitudinal [5].

### Estudio intraoperativo

La permeabilidad de las reconstrucciones arteriales infrainguinales puede alterarse por cambios en la anatomía o en las características hemodinámicas del *inflow*, el *outflow* arterial o del propio conducto usado para el *bypass*. Los dos procesos que afectan primariamente, a la larga, la permeabilidad de un *bypass* son la progresión a la arterosclerosis y el desarrollo de la hiperplasia fibrointimal [1]. Por ello, es necesario explorar todas las zonas que formen parte del *bypass* a realizar.

La valoración intraoperatoria con eco-doppler de un *bypass* infrainguinal requiere una exploración anatómica y hemodinámica de la arteria donante y receptora, así como de los diferentes segmentos del *bypass*.

Aunque todos los autores coinciden en que es necesario intraoperatoriamente determinar la velocidad de pico sistólico (VPS) y la ratio de VPS (Fig. 1) en caso de alteraciones del flujo localizadas en todo el trayecto del *bypass*, no está claro cuál se debe considerar como umbral para revisar la zona. Johnson et al [2], en el año 2000, categorizaron las estenosis en función de la VPS y de la ratio, y determinaron cuál sería la actitud más adecuada (Tabla I).

Hay dos situaciones que debemos tener en cuenta ante un aumento de velocidad sin una imagen ecográfica que demuestre estenosis: en caso de espasmos, donde observaremos una mejoría tras la administración de la papaverina (30 mg) y en caso de una revascularización con éxito.

Ante la presencia de una VSP >125 cm/seg. o un ratio > 2 en algún segmento del *bypass* durante el eco-doppler intraoperatorio, es recomendable realizar una arteriografía de control.

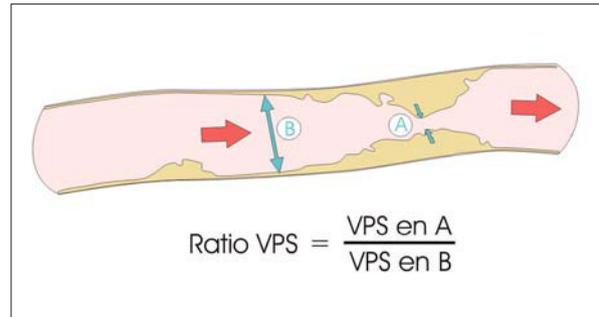


Figura 1. Cálculo de la velocidad y ratio de pico sistólico.

En determinadas ocasiones nos encontramos con una VPS de bajo flujo, por debajo de 45 cm/s en un segmento venoso de calibre normal (3-5 mm) y cuya VPS no aumenta con la papaverina. En estos casos se debe tener en cuenta la resistencia vascular periférica, mediante el análisis de la curva espectral [2] (Tabla II).

El gran problema de la monitorización intraoperatoria es que el cirujano debe decidir cuándo detecta una lesión, si ésta es significativa y valorar el beneficio de la reexploración (Figs. 2, 3 y 4). La aceptabilidad de una lesión residual va a depender de la sensibilidad de la técnica de monitorización y de la precisión diagnóstica del propio cirujano [3].

Los distintos métodos de valoración intraoperatoria de los *bypasses* con vena incluyen la interpretación de la curva Doppler, la arteriografía, el dúplex y el angioscopio. Aunque no hay un consenso, el dúplex es, en la práctica, la prueba diagnóstica de menor coste y duración, con pocas o nulas complicaciones, fácil de interpretar tras un entrenamiento adecuado y con una gran sensibilidad [3]. Además, se ha llegado a cuestionar si la arteriografía rutinaria al final de la intervención es eficaz, ya que existe un 3-7% de trombosis precoz del *bypass* tras la arteriografía intraoperatoria que no demuestra alteraciones [7,8]. El dúplex y el angioscopio parecen los mejores métodos de seguimiento. El dúplex tiene una ventaja sobre el angioscopio y la arteriografía, y es su capacidad de identificar problemas mediante criterios anatómicos

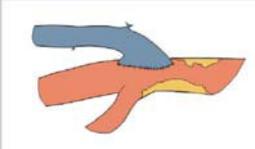
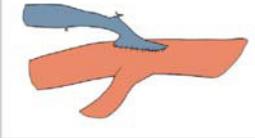
**Tabla I.** Lesiones residuales identificadas mediante eco-Doppler.

Categoría de estenosis	VPS (cm/s)	Ratio VPS	Interpretación	Manejo intraoperatorio
Normal Mínima estenosis	<125	1 - 2	Flujo normal	No más evaluaciones
Moderada	125 - 180	2 - 3	Flujo anormal	Aumento de flujo tras 5 min. de inyectar papaverina. De lo contrario considerar arteriografía.
Severa	>180	2,5 - 5	Flujo significativamente anormal	Reparar defecto. Considerar arteriografía para verificar la normalidad del bypass
Crítica	>300	>5	Flujo muy bajo	Valorar trombosis

**Tabla II.** Monitorización y manejo en función de la resistencia vascular por eco-Doppler.

Clasificación	VPS (cm/s)	RVP	Interpretación	Actitud
Normal	>45	Baja	Flujo normal	100 - 325 mg/d
Bajo flujo	< 45	Baja	Flujo anormal	HNF ó HBPM + AAS
Bajo flujo	<45	Alta	Flujo anormal	Valorar procedimiento coadyuvante ( FAV distal o bypass secuencial...), Si no es posible HNF ó HBPM + AAS
Bajo flujo por estenosis en el injerto	>200	Baja	Flujo anormal	Reparar estenosis. HNF ó HBPM + AAS

VPS : Velocidad pico sistólica; RVP : Resistencia vascular periférica; AAS: Acido acetil-salicílico; HNF: Heparina no fraccionada; HBPM: Heparina de bajo peso molecular

CAUSAS PROXIMALES DE FRACASO DEL INJERTO	HALLAZGOS EN EL ECO-DOPPLER
 <p>Estenosis/disección/ trombo pre-anastomótica</p>	<p>Elevación focal de la VSP en la zona pre-anastom. Gran turbulencia proximal a la anastom.</p> <p>Baja velocidad distal</p>
 <p>Anastomosis proximal de pequeño diámetro</p>	<p>Elevación de la VSP en la anastomosis y a lo largo del segmento proximal. Gran turbulencia.</p> <p>Baja velocidad distal</p>

**Figura 2.** Causas proximales de fracaso del injerto.

y hemodinámicos, disminuyendo la variabilidad del examinador cuando se combinan ambos criterios [3]. Además, el angioscopio o la arteriografía están sometidos a la interpretación subjetiva de una imagen. Para los defensores del angioscopio [9], éste es más sensible que la arteriografía o el dúplex para demostrar residuos valvulares, visualizar la anastomosis distal y también colaterales no ligadas del *bypass*.

Algunos autores [3,10] defienden el uso del Doppler continuo, pero hay que tener en cuenta que, como afirman Bandyk et al [3], independientemente de la experiencia, únicamente con la audición del Doppler es imposible distinguir entre una estenosis moderada o una grave y, sin embargo, las consecuencias en cuanto a la actuación son muy distintas.

### Estudio postoperatorio

Otra cuestión a tener en cuenta es el seguimiento postoperatorio de estos injertos con material autólogo. Lo más aceptado es la revisión en el momento del alta, al mes, a los 3 meses, a los 6 meses y, posteriormente, cada 6 meses por tiempo indefinido, pero no menos de 2 años. A partir de los 2 años, las revisiones pueden realizarse anualmente. Los criterios considerados para la revisión del *bypass* son VPS < 45 cm/s o VPS > 300 cm/s o ratio > 3-3,5 [1,2,11].

En todos los casos se recomienda arteriografía confirmatoria, aunque estos mismos autores dudan de cuándo realizarla. Mientras Bergamini et al [1]

y Johnson et al [2] afirman que debe ser necesaria previamente a cualquier actuación, Avino et al [11] aseguran que sería suficiente realizarla sólo intraoperatoriamente cuando se vaya a revisar el injerto (Fig. 5).

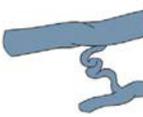
En cualquier caso, el seguimiento se realizará fundamentalmente mediante el estudio dúplex. La clínica junto con el índice tobillo/brazo, cuya caída sea superior a 0,15-0,20 entre controles consecutivos, es sugerente de lesión estenótica [12,13]. Durante el seguimiento deberemos centrarnos en aquellas causas más frecuentes de estenosis, como son: las estenosis a lo largo del *bypass* independientemente de las zonas anastomóticas, alteraciones en los *bypasses* realizados con venas que no son la vena safena interna (VSI) y la presencia de estenosis por lisis valvular incompleta [14,15]. El 60% de las causas de trombosis del *bypass* son consecuencia de lesiones intrínsecas en la propia vena y, aunque no están muy definidas, teóricamente la mayoría serían por defectos técnicos no reparados, restos valvulares, anomalías preexistentes en la pared venosa, traumatismos provocados en dicha pared durante el clampaje, la valvulectomía, incluso la manipulación de la vena durante la propia disección y movilización. Todo ello provoca hiperplasia miointimal o bien que en la fase de arterialización se desarrolle una estenosis [1,16].

Según diversos estudios [13,17], entre el 12 y el 37% de los *bypasses* con vena desarrollan lesiones estenóticas que precisan corregirse y principalmente en los primeros 12 meses, aunque, bien es cierto, que suelen ser asintomáticas. Grigg et al [16] puntualizaron, tras analizar una

serie de 80 *bypasses in situ*, que lesiones detectadas con dúplex progresaban dentro de los tres primeros meses, y que alteraciones de flujo en el sector focal potencialmente estenóticas, desde un punto de vista

CAUSAS DISTALES DE FRACASO DEL INJERTO	HALLAZGOS EN EL ECO-DOPPLER
	Elevación focal de la VPS en la anastomosis distal. Puede existir baja velocidad pre y post-anastomótica
	Baja velocidad a lo largo del injerto, con signos de alta resistencia distal.
	
	
	

Figura 3. Causas distales de fracaso del injerto.

CAUSAS EN EL INJERTO DE FRACASO	HALLAZGOS EN EL ECO-DOPPLER
	Elevación focal de la VPS en la lesión. Puede existir baja velocidad pre y post lesión.
	
	
	
	
	Elevación de la VSP en la fistula. Elevación de la velocidad diastólica. Gran turbulencia focal. Caída de la velocidad dist.
	Elevación o caída de la velocidad a lo largo del injerto.

Figuras 4. Causas de fracaso en el injerto.

Estenosis	Modo B	Acción
No	No defectos	Ninguna
Moderada	No defectos	Ninguna
	Anormal	Arteriografía
Severa	No defectos	Arteriografía
	Anormal	Revisión

**Figuras 5.** Algoritmo diagnóstico y de actuación basado en cambios de velocidad y anomalías en modo B.

Tipo de bypass	Revisión
Vena invertida modificada	Cada 1 ó 3 meses
Venas alternativas	
Vena invertida	
Vena translocada no invertida	
Vena in situ	
Vena in situ sin alteraciones intraoperatorias	Cada 6 ó 12 meses

**Figuras 6.** Protocolo de seguimiento del *bypass* en función del tipo de injerto.

hemodinámico, evolucionaban entre los 3 y 5 meses (Fig. 5).

Gupta et al [18] establecieron una clasificación para determinar cuál debería ser la intensidad de las revisiones en función del *bypass* realizado (Fig. 6), lo cual difiere de otros autores [19,20], que establecen un mismo protocolo de seguimiento sin tener en cuenta el tipo de *bypass*.

### Estudio de los injertos protésicos

Respecto a la monitorización de los injertos infrainguinales protésicos, no existe un consenso, por lo

que es difícil determinar si es o no preciso realizar un seguimiento y mucho más complejo establecer unas recomendaciones. Probablemente cada laboratorio vascular y, sobre todo, las sociedades deberían determinar la necesidad de realizar una vigilancia de los *bypasses* protésicos. Calligaro y Musser [21], en el año 1996, afirmaron que la ultrasonografía debería realizarse como parte de un programa de vigilancia para los *bypasses* protésicos, reafirmando en el año 2001, aunque esta vigilancia debería restringirse a aquellos *bypasses* infrapoplíteos [22]. Aune y Pedersen [23] justifican la necesidad de realizar un seguimiento periódico por el favorable pronóstico que conlleva diagnosticar un injerto en riesgo, a pesar de que la mayoría de las oclusiones ocurren sin detectar lesiones estenóticas previas.

Detractores para un seguimiento de los *bypasses* protésicos también existen, y argumentan que los programas de vigilancia tienen un beneficio muy limitado para aumentar la permeabilidad de los *bypasses* protésicos [24]. Tong y Royle [25] hacen referencia a la tendencia a la trombosis sin detectar lesiones estenóticas previas. Lalak et al [26], en su estudio de seguimiento de 4 años, observaron que el 39% de los *bypasses* se trombosaron sin previo aviso, por lo que concluyeron que el seguimiento con dúplex de los *bypasses* protésicos no está justificado.

En definitiva, la selección de la técnica de evaluación de los injertos se basará en la sensibilidad, la disponibilidad, el tiempo requerido, la curva de aprendizaje y la pericia. Aunque la angiografía es razonablemente segura, es menos sensitiva que el angioscopio para la valoración de las válvulas residuales y menos segura para la valoración de las anastomosis. El dúplex, por su disponibilidad, y el tiempo que requiere para el estudio completo y, principalmente, por su capacidad de identificar de forma inmediata problemas técnicos y/o hemodinámicos, es el método de elección para la valoración intraoperatoria y el seguimiento postoperatorio de los *bypasses*.

## Bibliografía

1. Bergamini T, Towne J, Bandyk D, Seabrook G, Schmitt D. Experience with in situ saphenous vein bypasses during 1981 to 1989: determinant factors of long-term patency. *J Vasc Surg* 1991; 13: 137-49.
2. Johnson B, Bandyk D, Back M, Avino A, Toth S. Intraoperative duplex monitoring of infrainguinal vein bypass procedures. *J Vasc Surg* 2000; 31: 678-90.
3. Bandyk D, Mills J, Gahtan V, Esses G. Intraoperative duplex scanning of arterial reconstructions: fate of repaired and unrepaired defects. *J Vasc Surg* 1994; 20: 426-33.
4. Mills J, Bandyk D, Gahtan V, Esses G. The origin of infrainguinal vein graft stenosis: a prospective study based on duplex surveillance. *J Vasc Surg* 1995; 21: 16-25.
5. Bandyk D, Johnson B, Gupta A, Esses G. Nature and management of duplex abnormalities encountered during infrainguinal vein bypass grafting. *J Vasc Surg* 1996; 24: 430-8.
6. Mattos MA, van Bemmelen PS, Hodgson KJ. Does correction of stenoses identified with color duplex scanning improve infrainguinal graft patency? *J Vasc Surg* 1993; 17: 54-66.
7. Mills JL, Fujitani RM, Taylor SM. Contribution of routine intraoperative completion arteriography to early infrainguinal bypass patency. *Am J Surg* 1992; 164: 506-11.
8. Miller A, Maracaccio EJ, Tannenbaum GA, et al. Comparison of angioscopy and angiography for monitoring infrainguinal bypass vein grafts: results of a prospective randomized trial. *J Vasc Surg* 1993; 17: 382-98.
9. Gilbertson JF, Walsh DB, Zwolak RM, Waters MA, et al. A blinded comparison of angiography, angioscopy, and duplex scanning in the intraoperative evaluation of *in situ* saphenous vein bypass grafts. *J Vasc Surg* 1992; 15: 121-9.
10. Bandyk DF, Jorgensen RA, Towne JB. Intraoperative assessment of *in situ* saphenous vein arterial grafts using pulsed Doppler spectral analysis. *Arch Surg* 1986; 121: 292-9.
11. Avino AJ, Bandyk DF, Gonsalves AJ, et al. Surgical and endovascular intervention for infrainguinal vein graft stenosis. *J Vasc Surg* 1999; 29: 60-71.
12. Bandyk DF, Bergamini TM, Towne JB, Schmitt DD, et al. Durability of vein graft revision: the outcome of secondary procedures. *J Vasc Surg* 1991; 13: 200-10.
13. Laborde AL, Synn AY, Worsey MJ, et al. A prospective comparison of ankle/brachial indices and color duplex imaging in surveillance of the in situ saphenous vein bypass. *J Cardiovasc Surg* 1992; 33: 420-5.
14. Veith FJ, Gupta SK, Samson RH, Flores SW, et al. Superficial femoral and popliteal arteries as inflow sites for distal bypasses. *Surgery* 1981; 90: 980-90.
15. Leather RP, Shah DM, Chang BB, Kaufman JL. Resurrection of the in situ saphenous vein bypass: 1000 cases later. *Ann Surg* 1988; 208: 435-42.
16. Grigg MJ, Nicolaides AN, Wolfe JH. Femorodistal vein bypass grafts stenoses. *Br J Surg* 1988; 75: 737-40.
17. Mills JL, Fujitani R, Taylor SM. The characteristics and anatomic distribution of lesions that cause reversed vein graft failure: a 5 year prospective study. *J Vasc Surg* 1993; 17: 195-206.
18. Gupta AK, Bandyk DF, Cheanvechai D, Johnson BL. Natural history of infrainguinal vein graft stenosis relative to bypass grafting technique. *J Vasc Surg* 1997; 25: 211-25.
19. Bergamini TM, George SM, Massey HT, Henke PK, et al. Intensive surveillance of femoropopliteal-tibial autogenous vein bypasses improves long-term graft patency and limb salvage. *Ann Surg* 1995; 221: 507-16.
20. Dunlop P, Hartshorne T, Bolia A, Bell PRF, et al. The long-term outcome of infrainguinal vein graft surveillance. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1995; 10: 352-5.
21. Calligaro KD, Musser DJ. Duplex ultrasonography to diagnose failing arterial prosthetic grafts. *Surgery* 1996; 120: 455-9.
22. Calligaro KD, Doerr K, et al. Should duplex ultrasonography be performed for surveillance of femoropopliteal and femorotibial arterial prosthetic bypasses? *Ann Vasc Surg* 2001; 15: 520-4.
23. Aune S, Pedersen OM. Surveillance of above-knee prosthetic femoropopliteal bypass. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1998; 16: 509-12.
24. Dunlop P, Sayers RD. The effect of a surveillance programme on the patency of synthetic infrainguinal bypass grafts. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1996; 11: 441-5.
25. Tong Y, Royle J. The value of duplex scanning in surveillance of infrainguinal vein and synthetic grafts. *J Surg* 1994; 64: 684-7.
26. Lalak NJ, Hanel KC, et al. Duplex scan surveillance of infrainguinal prosthetic bypass grafts. *J Vasc Surg* 1994; 20: 637-41.

## Monitorización intraoperatoria y perioperatoria de la aorta y el sector ilíaco

J.A. González-Fajardo, N. Cenizo-Revuelta, E.M. San Norberto-García

### Introducción

La valoración intra y perioperatoria de las reconstrucciones arteriales ha sido siempre considerada por los cirujanos vasculares como un medio de detectar imperfecciones técnicas que pueden afectar adversamente a los resultados. De hecho, uno de sus objetivos es la identificación de problemas que necesitan ser revisados para prevenir un fallo inmediato o tardío de la reconstrucción arterial. Con este fin, se han empleado diversos métodos: la inspección directa visual, la palpación de pulsos, el registro Doppler continuo o la medición de presiones arteriales. Estos métodos son rápidos, seguros y fáciles de realizar, pero carentes de sensibilidad e incapaces de localizar los defectos intraluminales. Aunque la angiografía puede detectar estas anomalías, también conlleva ciertas desventajas de invasividad, exposición a radiaciones, posible daño arterial, riesgo de embolización o de toxicidad inducida por contrastes. En comparación con los estudios radiológicos, la aplicación de los ultrasonidos como un método diagnóstico intraoperatorio es una modalidad relativamente reciente. Podríamos distinguir tres períodos históricos:

el primero corresponde a los inicios en la década de los sesenta, con el empleo de imágenes en modo A o en tiempo no real modo B, cuyo uso no fue ampliamente aceptado debido a la dificultad en su interpretación; el segundo corresponde a finales de los setenta e inicio de los ochenta, con el desarrollo y la expansión de los ultrasonidos en tiempo real modo B; finalmente, un tercer período a partir de los años noventa, con la introducción del Doppler color y los ultrasonidos intravasculares (IVUS) y laparoscópicos, con posibilidad de reconstrucción tridimensional [1].

El empleo de esta modalidad diagnóstica se ha extendido tanto quirúrgicamente en los últimos años que, por ejemplo, la cirugía hepatobiliar y pancreática ha cambiado dramáticamente, al ser los ultrasonidos el único medio capaz de delinear y examinar el interior del hígado durante la cirugía. De manera similar, en el campo vascular, el empleo del eco-transesofágico (TEE) se considera hoy día imprescindible como adyuvante en la cirugía endovascular de la aorta torácica. Por tanto, el eco-Doppler (ED) como método de monitorización intra o perioperatorio es un medio seguro, no invasivo, rápido, proporciona información anatómica (escala de grises) y hemodinámica (análisis espectral), con una alta sensibilidad, especificidad y valores pronósticos negativos.

A pesar de los nuevos progresos tecnológicos (imagen tridimensional, ecocontrastos, etc.), el principal obstáculo para un empleo más amplio de estos métodos de monitorización es, como ya señalaron Roth-

*Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Valladolid, España.*

*Correspondencia: Dr. José A. González Fajardo. Servicio de Angiología y Cirugía Vascular. Hospital Clínico Universitario de Valladolid. Avda. Ramón y Cajal, s/n E-47003 Valladolid. E-mail: jafajardo@jet.es*

© 2007, ANGIOLOGÍA

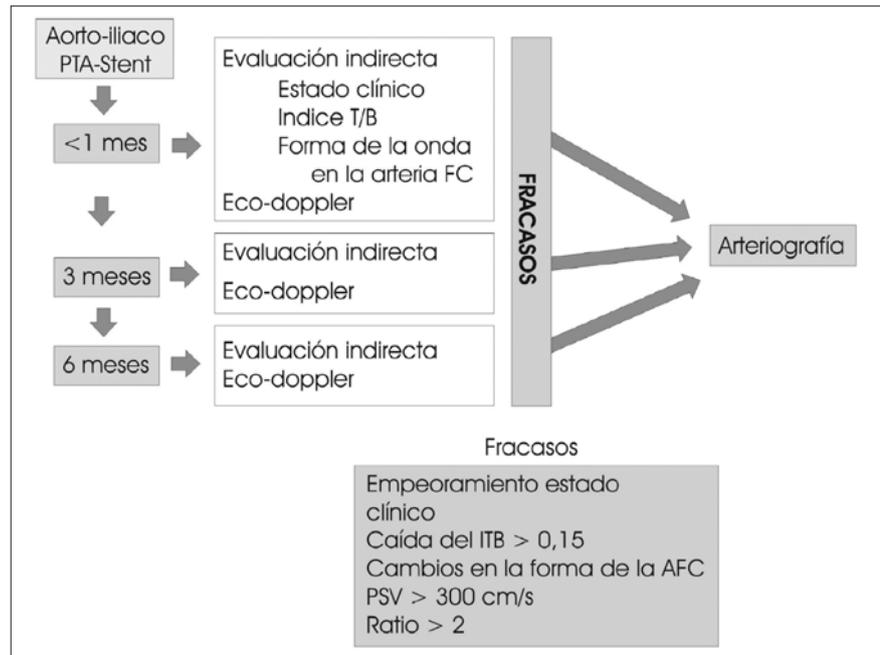
lin y Rothmund [1], los propios cirujanos y su formación. Si la aplicación de esta tecnología se realiza sin suficiente preparación, esta herramienta no proporcionará ningún beneficio. Los programas de formación de los cirujanos vasculares, en este sentido deben emerger como un importante objetivo de las sociedades científicas. El empleo de estas técnicas ultrasónicas debería llegar a ser un adyuvante rutinario para los cirujanos interesados en localizar y definir cambios patológicos y hemodinámicos, asegurar la integridad técnica, detectar defectos intraoperatorios, y pronosticar favorablemente el resultado de las reconstrucciones vasculares.

La utilización del eco-doppler intraoperatorio como control de los procedimientos terapéuticos requiere de la implicación del cirujano vascular, y por tanto es preciso una formación adecuada.

El objetivo de este capítulo es evaluar la utilización intra y postoperatoria de los ultrasonidos –ED, TEE y IVUS– en pacientes sometidos a cirugía del sector aórtico e ilíaco, entendiendo que los beneficios de esta monitorización podrían definirse como:

- Adquisición de nueva información útil para la toma de decisiones intraoperatorias.
- Complementar o reemplazar la radiología intraoperatoria.
- Guiar el desarrollo de procedimientos quirúrgicos.
- Confirmar la finalización óptima de la intervención.

No obstante, hemos de tener en cuenta que la disponibilidad, el tiempo necesario para su interpretación,



**Figura 1.** Algoritmo de seguimiento clínico y mediante eco-Doppler de angioplastia/stent aortoiliaco. PTA: angioplastia transluminal percutánea; ITB: índice tobillo/brazo; AFC: arteria femoral común; PSV: velocidad sistólica pico (modificado de [6]).

la curva de aprendizaje y el coste son factores determinantes en su empleo.

### Eco-Doppler en la monitorización del sector aortoiliaco

#### Valoración perioperatoria en la enfermedad oclusiva crónica

Aunque existen casos descritos del empleo del ED durante la realización de procedimientos endovasculares con angioplastia o *stent*, éstos son anecdóticos. Desde el año 2000, el único publicado corresponde a un paciente alérgico al contraste, en el que se consiguió la dilatación de una lesión estenooclusiva en la arteria ilíaca, que requirió únicamente un control radiológico simple y la confirmación con imagen dúplex de la reducción de la velocidad de pico sistólico (PSV) [1].

Habitualmente, la mayoría de los protocolos suelen incluir este método no invasivo en el seguimiento

y control de las lesiones arterioscleróticas tratadas con angioplastia y/o *stent*. En estas circunstancias, el ED permite valorar la permeabilidad del procedimiento y la situación hemodinámica real, con unas tasas de sensibilidad y especificidad, según algunos autores, entre el 90 y 100%, en comparación con la arteriografía [3,6]. No obstante, una correcta evaluación clínica asociada a un índice tobillo/brazo y, en su caso, una prueba de esfuerzo pueden ser mejores pronósticos de fracaso. Por esta razón, algunos laboratorios vasculares proponen esquemas de valoración postoperatoria en los que se combinan ambos métodos (exploración indirecta clínica y ultrasónica) (Fig. 1).

Los principales parámetros hemodinámicos estudiados en estos controles son la PSV y su ratio. Ratios de PSV mayores a 2 o 2,5 definen una estenosis angiográfica mayor al 50% [3,4]. Pacientes con un ratio de PSV menor a 2,5 obtienen una evolución clínica mejor que los que presentan un ratio postoperatoria superior a 2,5, ya que ello indica la existencia de una estenosis residual o una lesión recurrente [5]. El hallazgo de ratios superiores a 2,5 en los tres primeros meses tras la angioplastia, representan cambios morfológicos en su ubicación, causada posiblemente por material trombótico o hematomas intramurales. Estos parámetros suelen disminuir en los estudios siguientes, aunque raramente por debajo de 2,5 [5].

Por otra parte, la presencia de una PSV mayor a 300 cm/s y un ratio de velocidad mayor de 2 y/o deterioro hemodinámico o clínico, se considera el fracaso del procedimiento y la indicación de arteriografía [6]. En este sentido, la PSV > 300 cm/s parece ser el mejor pronóstico de fracaso técnico [7].

Los criterios eco-doppler de fracaso tras un procedimiento de revascularización en la enfermedad oclusiva crónica son: PSV > 300 cm/s, ratio > 2, y/o deterioro hemodinámico o clínico.

### **Valoración postoperatoria del tratamiento endovascular de aneurismas de aorta abdominal**

La tomografía axial computarizada (TAC) está con-

siderada el mejor medio de exploración para la evaluación de resultados en la reparación endovascular. Sin embargo, el riguroso seguimiento de estos pacientes conlleva incomodidades, un incremento de gastos para el sistema sanitario, dosis repetidas de radiación y posible nefrotoxicidad por el uso reiterado de contrastes. Frente a ello, el ED se ha sugerido como un método alternativo que potencialmente puede ser útil. Es más barato, ampliamente disponible, fácil de obtener (repetible) y sin riesgos de toxicidad o radiación. Sin embargo, este método es dependiente del operador y de la máquina, y los resultados pueden estar afectados significativamente por la obesidad del paciente, los excesivos gases o incluso la ingesta [8].

El seguimiento tras la reparación endovascular de un aneurisma de aorta abdominal se basa en cuatro pilares:

- Control de la permeabilidad.
- Evaluación del tamaño del saco aneurismático.
- Detección de fugas o *endoleaks*.
- Localización de posibles migraciones o fallos mecánicos del injerto.

#### *Permeabilidad*

La oclusión de la endoprótesis se suele sospechar clínicamente en la mayoría de las ocasiones por un deterioro clínico grave y por la ausencia de pulso femoral. El papel del ED puede ser interesante en casos de estenosis causadas por hiperplasia intimal o acodamientos del dispositivo, en los que un explorador experimentado podrá detectar alteraciones de los patrones hemodinámicos (PSV > 300 cm/s, ratio > 2-2,5) [9].

#### *Diámetro*

La reducción del diámetro del aneurisma es equivalente a una disminución en el riesgo de rotura, en tanto que el aumento de tamaño suele requerir una reintervención. En este sentido, el examen ED puede teóricamente aportar la misma información que la TAC, ya que todos los estudios indican una buena correla-

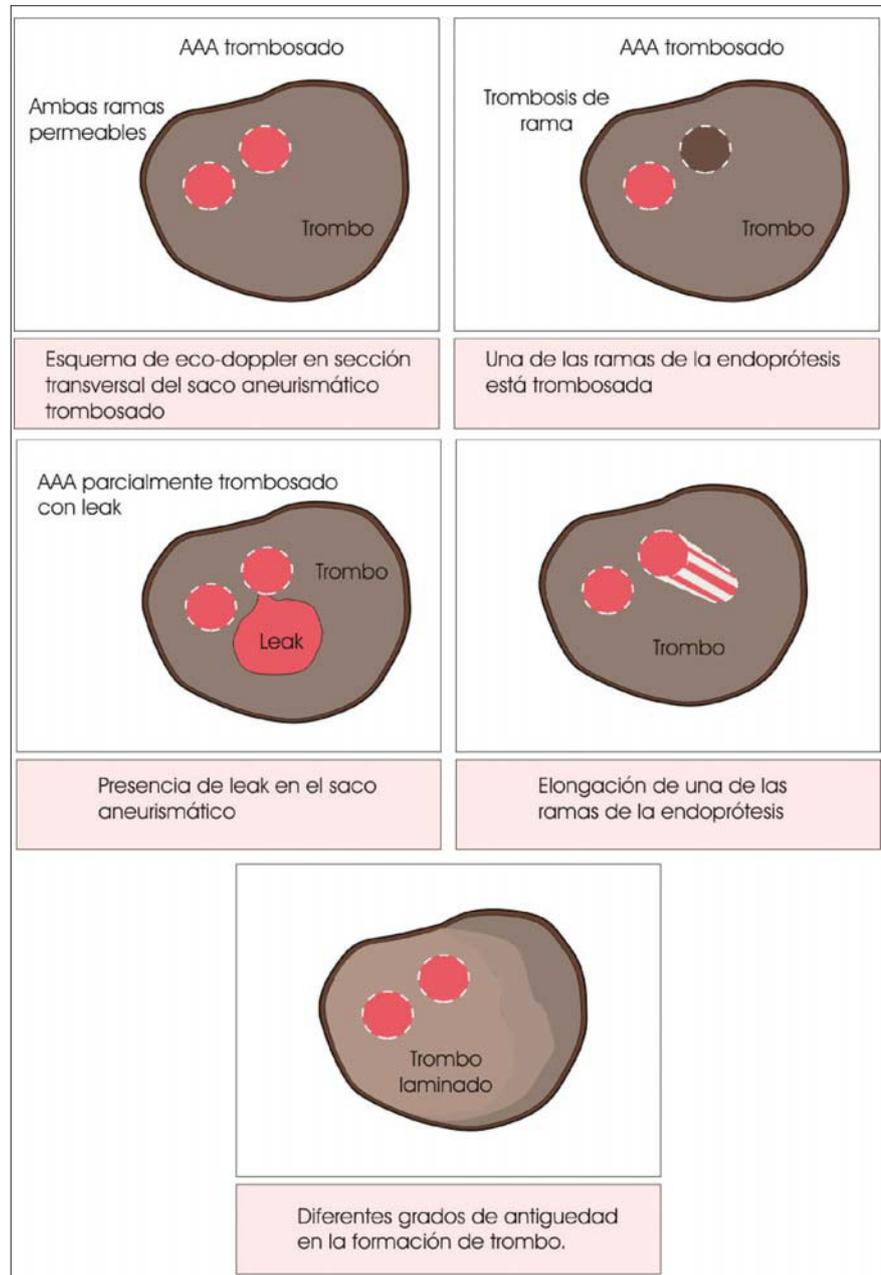
ción entre ambas técnicas ( $r = 0,93$ ), a pesar de que los ultrasonidos suelen infravalorar el tamaño del aneurisma (diferencias medias ~ 5 mm) y ofrecen una mayor variabilidad interobservador [10,11].

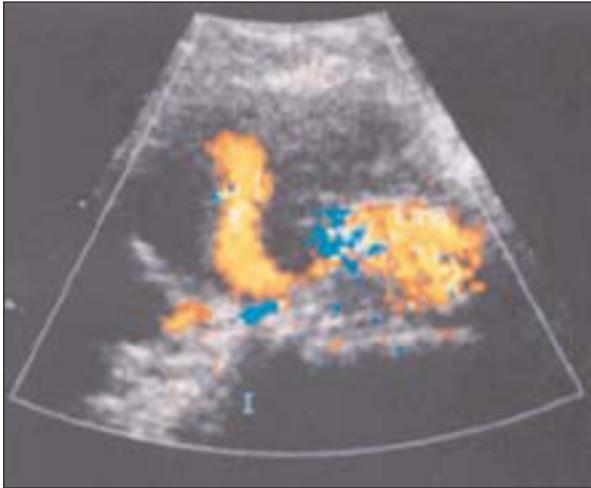
*Detección de fugas*

Durante los últimos años, numerosos trabajos comparativos entre TAC y ED se han publicado con resultados muy dispares (Tabla). En una revisión reciente del Mount Sinai [8] se identificaron 10 trabajos en los que se evaluaba un total de 804 pacientes. Aunque tres estudios mostraban debilidades metodológicas (series retrospectivas en las que ambas exploraciones no se realizaron en el mismo intervalo de tiempo), la tasa total de fugas fue del 25% (236 fugas). Esta revisión muestra cómo el ED puede detectar la presencia de fugas con una sensibilidad del 93% (intervalo: 77-100), una especificidad del 94% (intervalo: 74-100), un valor pronóstico positivo del 78% (intervalo: 66-100), un valor pronóstico negativo del 98% (intervalo: 90-100) y una precisión diagnóstica total del 93% (intervalo: 82-100).

**Tabla.**

Autor	Pacientes	S	E	VPP	VPN
Raman KG et al	281	43%	96%	54%	94%
Mount Sinai	804	93% r 77-100	94% r - 74-100	78% r 66-100	98% r 90-100





**Figura 2.** Imagen de eco-Doppler color que demuestra la presencia de una fuga procedente de una rama lumbar en la cara posterior de un aneurisma de aorta abdominal tratado con endoprótesis. El exceso de ganancias puede conllevar resultados falsamente positivos. En estos casos un análisis espectral Doppler nos ayudará a identificar la dirección del flujo y si estamos ante una fuga verdadera o un artefacto.

Sin embargo, recientemente han aparecido otros trabajos que son menos optimistas y que probablemente se ajusten más a la realidad clínica diaria en los laboratorios vasculares. Entre ellos, el estudio de Raman et al [12] destaca por ser una serie institucional de 281 pacientes, en los que la sensibilidad mostrada fue tan sólo del 43%, con un valor pronóstico positivo del 54% y una correlación con la TAC muy modesta ( $\kappa = 0,427$ ).

Estos datos muestran la gran diferencia que existe entre distintos centros y cómo las recomendaciones que señalan el ED como método preferido de seguimiento no se pueden generalizar. Para entender estas diferencias, sirva de ejemplo el hecho de que Sato et al [13] publicaron una sensibilidad del 97% y un valor pronóstico negativo del 98% en la detección de fugas en su centro, y cuando este mismo autor revisó 117 grabaciones de video procedentes de 18 hospitales, tan sólo encontró un 19% de los estudios técnicamente adecuados.

Algunos de los factores que pueden afectar a esta variabilidad son el tiempo de exploración, la calidad

de las máquinas y la experiencia de los técnicos que realizan la exploración. El examen de las estructuras retroperitoneales, como todos sabemos, requiere el uso de transductores curvos de baja frecuencia. Es recomendable que el paciente esté en ayunas durante un período de al menos 8 horas. Todo el sector aorto-ilíaco se debe explorar en una posición de decúbito supino, visualizando en modo B el saco aneurismático y la porción proximal y distal de la endoprótesis, y determinando el diámetro máximo del aneurisma.

Posteriormente, se aplica el Doppler color tanto en el eje transversal como longitudinal, evitando el exceso de ganancia (Fig. 2).

Si durante el estudio se aumenta la ganancia, en el intento de incrementar la sensibilidad para flujos lentos, un artefacto aparece en forma de *flash*, correspondiente al movimiento pulsátil de los soportes metálicos de la endoprótesis, lo que puede conllevar un resultado falsamente positivo.

La exploración de posibles leaks de una endoprótesis aórtica exige un minucioso calibre de la ganancia-color y del PRF, para evitar falsos positivos de la exploración.

La presencia de flujo color pulsátil dentro del saco aneurismático, por fuera de la endoprótesis puede ser indicativa de fuga. Si se sospecha una fuga, se debe examinar con especial cuidado la fijación proximal y distal, las conexiones intermedias de ramas, las ramas lumbares y la arteria mesentérica inferior. En estos casos, un análisis espectral Doppler nos ayudará a identificar la dirección del flujo y si estamos ante una fuga verdadera o un artefacto. Aunque las fugas puedan detectarse, la diferenciación entre distintos tipos es especialmente compleja y requiere gran experiencia. Recientemente, algunos autores [14,15] han señalado cómo el empleo de ecocontrastes puede incrementar la señal de imagen de 100 a 1.000 veces, aumentando la sensibilidad de la exploración, pero obteniendo una mayor tasa de falsos positivos.

### *Migración y fracturas*

La integridad de la endoprótesis, su migración o angulación, la rotura o deformación del soporte metálico y la desconexión de los módulos no pueden valorarse de manera segura mediante ED [8]. Conviene recordar, en este sentido, que la radiografía simple de abdomen sigue siendo la prueba de elección para la determinación de posibles migraciones o fracturas.

### *Conclusiones*

En conclusión, estos datos sugieren que los resultados favorables con ED en la detección de fugas no son reproducibles en todos los centros, lo que debe conllevar medidas de precaución y validación individual antes de generalizar su uso y adoptarlo como sustituto frente a la TAC. Ambos métodos, por el contrario, muestran una buena correlación en la determinación del tamaño del saco aneurismático, lo que podría justificar el empleo de cualquier modalidad. No obstante, no debemos olvidar que la posible migración o rotura de *stent* se visualiza mejor con una radiografía simple.

### Utilidad de la ecografía transesofágica en el tratamiento endovascular de la aorta torácica

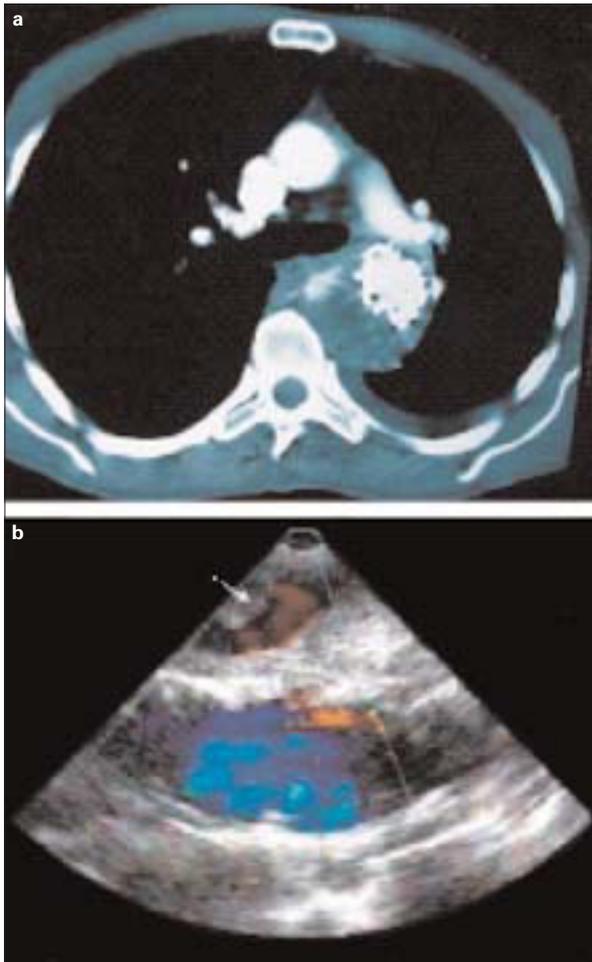
El tratamiento endovascular se ha introducido recientemente como una nueva estrategia terapéutica en aquellos casos seleccionados de pacientes con aneurisma de aorta torácica o síndrome aórtico agudo [16-18]. Aunque esta modalidad terapéutica puede realizarse en unidades de Angiorradiología, se recomienda su empleo en quirófano con condiciones de esterilidad que permitan una rápida conversión a cirugía abierta en caso de complicaciones. No obstante, son diversas las limitaciones técnicas en este marco de trabajo, ya que la angulación ideal y la capacidad de compensar óptimamente el amplio intervalo de densidades torácicas son difíciles de

obtener mediante un angiógrafo portátil [19,20]. Debido a estas dificultades, tanto la imagen IVUS [21] como la TEE [22,23] se han recomendado como adyuvantes a la fluoroscopia.

Aunque la angiografía se considera el estudio de elección para el tratamiento endovascular, la TEE intraoperatoria proporciona información muy útil durante el procedimiento, ya que identifica el desgarrado de entrada, la extensión circunferencial y longitudinal de la disección aórtica, las características de la pared y su diámetro. Asimismo, verifica la posición correcta de la guía en la luz verdadera y ayuda a monitorizar la liberación de la endoprótesis y su expansión mediante balón de látex, que permite un mejor sellado y adhesión a la pared aórtica. Este método de control es rápido y no necesita de contraste radiológico o exposición a radiaciones sucesivas. Además, la información derivada de la TEE es decisiva para la elección de la zona aórtica en pacientes con *flap* intimaes o hematomas intramurales en los que la angiografía intraoperatoria no identifica correctamente el sitio. En nuestra experiencia, estos pacientes pueden ser tratados satisfactoriamente con terapia endoluminal con monitorización exclusivamente ecográfica [19].

El eco-doppler transesofágico es muy útil en el tratamiento endoluminal de la aorta torácica, y ofrece una información cualitativamente diferente de la arteriografía.

La fuga periprotésica u oclusión incompleta de la falsa luz es relativamente común en el postoperatorio inmediato de estos pacientes (11-16%). Aunque muchas de estas fugas suelen desaparecer por trombosis a los 3 meses de seguimiento (2-5%), esta complicación es potencialmente fatal, ya que la oclusión incompleta de la falsa luz no evita el riesgo potencial de rotura [17,19]. En una serie de 63 pacientes con aneurismas de aorta torácica, Sakai et al [24] mostraron un 21% de fugas en la TAC postoperatoria. Estas fugas no se detectaron durante el procedimiento endoluminal con un sistema angiográfico móvil de



**Figura 3.** Persistencia de flujo en la falsa luz de un paciente con disección de aorta tipo B. El estudio arteriográfico intraoperatorio no demostró la fuga periprotésica, que fue confirmada mediante la TAC (a), y la ecografía transeofágica (b). La monitorización en tiempo real con ecografía transeofágica es esencial como adyuvante a la angiografía en el tratamiento endovascular de la aorta torácica.

intensificador de imagen. Fattori et al [20] confirmaron estos hallazgos en un estudio en el que 6 de 25 pacientes (24%) mostraron fugas periprotésicas que no se diagnosticaron en quirófano mediante angiografía. Después del procedimiento, un flujo proximal persistente fue diagnosticado con TEE en ocho pacientes, mientras que la angiografía visualizó tan sólo dos casos.

En este sentido, Orihashi et al [25] han publicado una sensibilidad y especificidad del 100% para el

diagnóstico de fugas periprotésicas torácicas con TEE. Nuestra experiencia corrobora estos datos, dado que en 3 de 12 pacientes tratados (25%) el flujo residual en la falsa luz o fuga periprotésica no se diagnosticó con la angiografía intraoperatoria, mientras que sí lo fue en todos los casos con la TEE [19] (Fig. 3).

El eco-doppler transtorácico es un método excelente para la detección de fugas periprotésicas en el tratamiento endoluminal de la patología aórtica torácica.

Como ya se ha dicho, la técnica debería realizarse en quirófano y los pacientes preparados para cirugía en caso de que el procedimiento falle. Se recomienda, por tanto, que la vía central venosa (yugular o subclavía), así como la monitorización cruenta de la presión arterial, se realice en el hemicuerpo derecho. El paciente debe estar en decúbito supino, con la extremidad superior izquierda extendida en abducción. La preparación de campos quirúrgicos debe incluir como superficie libre de acceso ambas regiones inguinales, el abdomen, el hemitórax izquierdo, el cuello, el hombro y el brazo izquierdo. A la cabeza del paciente, tras los paños, se coloca el aparato de ecografía y el técnico. A la derecha, el cirujano, y en el lado izquierdo, el ayudante. Habitualmente, el lateral izquierdo de la mesa debe quedar libre para la entrada del arco móvil del angiógrafo portátil, que permite su angulación y giro. Una sonda ecográfica multiplana de 5 MHz nos permitirá la visualización precisa de la aorta torácica mediante imágenes transeofágicas transversales, longitudinales y oblicuas. En comparación con el IVUS, la TEE proporciona una monitorización en tiempo real que no precisa la retirada del sistema para evaluar el procedimiento. Este método adyuvante no interfiere con la liberación de la endoprótesis y, al igual que la arteriografía, puede usarse simultáneamente [19]. Sin embargo, el IVUS es superior a la TEE para demostrar la extensión de la disección y la posible patología aórtica asociada, ya que la TEE está limitada al tórax y no permite un

estudio detallado de la afectación de ramas viscerales o sector aórtico abdominal [26].

### Conclusión

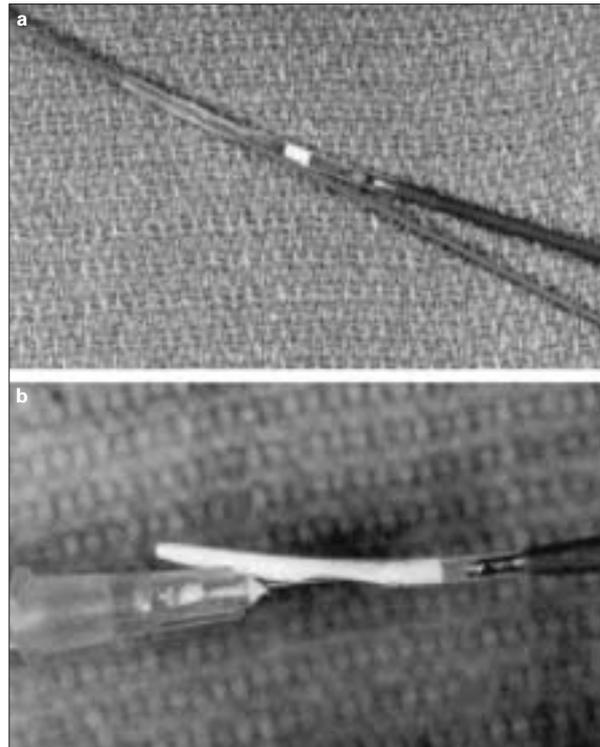
En nuestra experiencia, la monitorización intraoperatoria con TEE es esencial como adyuvante a la angiografía para alcanzar resultados óptimos en la cirugía endovascular de la aorta torácica.

### Utilidad de los ultrasonidos intravasculares en la enfermedad aortoilíaca

Después de su probada y extendida utilización para el diagnóstico y tratamiento de la patología coronaria, los dispositivos con IVUS comenzaron su evaluación, primero experimental y posteriormente clínica en otros sectores arteriales, y demostraron una apropiada precisión diagnóstica para la visualización de arterias de mediano y gran tamaño [27]. En los últimos años, la proliferación de técnicas endovasculares en el sector aortoilíaco ha contribuido definitivamente a su expansión [28].

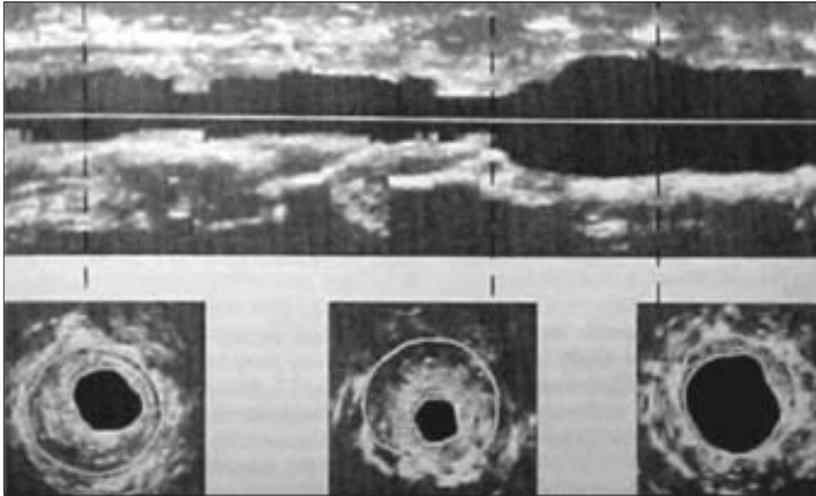
Con respecto a otras imágenes ultrasónicas, el IVUS cuenta con ciertas ventajas: la proximidad de la emisión de los ultrasonidos a la arteria enferma y la corta distancia que las ondas deben recorrer hacen que la atenuación por la profundidad sea mínima y, por tanto, se pueda utilizar altas frecuencias que incrementan de forma importante la resolución de la imagen y la discriminación entre las diferentes estructuras [29]. Por el contrario, tiene como principales limitaciones su adiestramiento técnico y el alto coste por procedimiento, ya que las sondas no son reutilizables.

Los ultrasonidos intraarteriales actuales se componen de imágenes ecográficas en modo B, en principio sin posibilidad de color y efecto Doppler. Se trata de un transductor de ultrasonidos único, acoplado a la punta de un catéter giratorio, que debe cebarse con suero fisiológico antes de su empleo (Fig. 4).



**Figura 4.** El IVUS actual se compone de imágenes ecográficas en modo B sin posibilidades de color y efecto Doppler. Se trata de un transductor acoplado a la punta de un catéter giratorio que se desplaza por un sistema monorraíl (a), el cual debe ser cebado con suero fisiológico antes de su empleo (b).

El tiempo medio de exploración normalmente es de 10 minutos, y sus eventos adversos relacionados son mínimos o inexistentes [28,30]. El sistema monorraíl de desplazamiento puede ser incómodo y presentar ocasionalmente el problema de plegamiento del catéter en vasos muy tortuosos [31-33]. La resolución de las imágenes se incrementa con la menor velocidad de rotación y con el aumento de la frecuencia de los pulsos de emisión de los ultrasonidos. Los catéteres a los que va acoplado el dispositivo tienen un tamaño de 3 a 9 F. En los primeros dispositivos, la frecuencia de emisión dependía del tamaño del transductor; actualmente, los modernos actúan a diferentes frecuencias [29]. Una de las innovaciones recientes es la reconstrucción arterial tridimensional, que consiste en integrar la información tomada en



**Figura 5.** La introducción de la tecnología tridimensional, las sondas endoluminales más pequeñas, flexibles y con mayor banda de frecuencias, contribuirán en un futuro próximo a una expansión de los ultrasonidos intravasculares.

planos simples e interpretarla *a posteriori* mediante un equipo de programa informático en 3D [28-30]. Dichas imágenes pueden manipularse para conseguir diferentes perspectivas (Fig. 5).

Entre las principales utilidades de la monitorización peroperatoria se encuentran su aplicación en la corrección endovascular de aneurismas de aorta, disecciones, lesiones estenooclusivas del sector aorto-ilíaco y su uso venoso.

### Aneurismas de aorta

En el tratamiento de los aneurismas de aorta abdominal, por ejemplo, el IVUS se considera una herramienta útil que permite la medida intraoperatoria de su cuello, longitud y diámetro, y define perfectamente su extensión. Ciertos estudios le otorgan una buena correlación en las medidas e incluso una mayor precisión que la arteriografía y la TAC [30,31,34,35]. De hecho, von Segesser et al [36] comunicaron la reparación endovascular de 80 pacientes consecutivos con aneurisma de aorta abdominal y torácica exclusivamente ecoguiados mediante IVUS y sin necesidad de estudios arteriográficos intraoperatorios. El IVUS, según sus defensores, permite la selección de

endoprótesis que mejor se adapta a la anatomía del paciente [30,31]. Otra de sus posibilidades es la localización tanto de arterias renales como de hipogástricas, además de definir las características de la pared arterial, la existencia o no de estenosis significativas o de calcificación, lo que beneficiaría la elección del mejor lugar de fijación del dispositivo [30,35]. Tras su implantación, el IVUS permite confirmar la correcta expansión de la endoprótesis, su fijación a la pared arterial, posibles fallos en la aposición o

rotura, e incluso fugas no visualizadas mediante la arteriografía, lo que mejoraría el resultado final del procedimiento [26,29,35].

### Lesiones estenooclusivas

Recientes estudios han evaluado la utilidad del IVUS en el tratamiento endovascular de lesiones estenooclusivas del sector aorto-ilíaco, comparando su utilidad con otros métodos diagnósticos de imagen, principalmente la arteriografía. En sus conclusiones, se detalla que la arteriografía tiende a infravalorar el grado de estenosis y a mostrar únicamente la luz del vaso en un plano.

Sin embargo, el IVUS permite definir la composición de la lesión arteriosclerótica (grado de calcificación), precisar el diámetro del vaso, la existencia de complicaciones como disección y la localización exacta de las ramas. Toda esta información va a determinar tanto el tamaño como el tipo de dispositivo a utilizar según las características de la pared. Además, permitiría detectar expansiones incompletas que no son detectadas en la arteriografía, mejorando de esta manera el resultado en cuanto a permeabilidad [29,32,33].

### *Disecciones de aorta*

En el caso de las disecciones de aorta, el IVUS es especialmente útil para facilitar información sobre la aorta abdominal y los vasos viscerales (terreno imposible de estudiar mediante TEE). Asimismo, permite delimitar su extensión, la existencia o no de trombo en la luz falsa, la localización de *flap* intima-les, la puerta de entrada, el origen de la subclavia y, sobre todo, realizar una medición precisa del tamaño del vaso. Su utilidad es mucho más limitada en la aorta ascendente, el arco y la descendente proximal, por su disposición curvada [21,26,27].

### *IVUS intravenoso*

El IVUS intravenoso es otra variedad diagnóstica en estudio experimental con animales; su principal desventaja es que, al aumentar la profundidad que tienen que recorrer los ultrasonidos, empeora la atenuación y es necesario utilizar frecuencias de emisión de ultrasonidos menores. Una maniobra útil es la de comprimir el abdomen para presionar la vena y así acercar el catéter a la arteria estudiada [29]. Su principal ventaja consiste en que no es necesaria su extracción durante la colocación de dispositivos intraarteriales y, por lo tanto, es una herramienta muy útil para su

seguimiento y guía a tiempo real; el hecho de perder algo de discriminación en las estructuras no es importante para esta tarea. Otras utilidades exclusivas de la técnica son la posibilidad de documentar estenosis graves u oclusiones que no es posible atravesar con el IA-IVUS y la posibilidad de visualización de estructuras y filtros venosos. La técnica, no obstante, no está exenta de riesgos, como son la trombosis, la rotura o el sangrado venoso [29,37].

### **Conclusiones**

El empleo del IVUS durante los procedimientos endovasculares del sector aortoiliaco permite disminuir el tiempo de exposición radiológica y la cantidad de contraste, y mejorar la eficacia técnica y la durabilidad de la reparación. Las perspectivas de futuro para el IVUS incluyen servir de guía durante la colocación de los dispositivos endovasculares con un mínimo apoyo de la fluoroscopia, la adaptación de nuevos catéteres de diámetros más pequeños, mayor flexibilidad y mayor banda de frecuencias con incorporación de tecnología 3D y Doppler color [29,35,36]. Se trata, por tanto, de una técnica prometedora y en período de evaluación y expansión en el terreno del diagnóstico y tratamiento de las enfermedades vasculares.

### **Bibliografía**

1. Makuuchi M, Torzilli G, Machi J. History of intraoperative ultrasound. *Ultrasound Med Biol* 1998; 24: 1229-42.
2. Coook C, Rees M. Ultrasound and fluoroscopic-guided angioplasty over the aortic bifurcation in a patient with previous severe reaction to contrast medium. *J Endovasc Ther* 2001; 8: 648-51.
3. Uberoi R, Sarker B, Coleman J, et al. Duplex follow-up of aorto-iliac stents. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2002; 23: 331-5.
4. Becquemin JP, Allaire E, Qvarfordt P, et al. Surgical transluminal iliac angioplasty with selective stenting: long-term results assessed by means of duplex scanning. *J Vasc Surg* 1999; 29: 422-9.
5. Spijkerboer AM, Nass PC, De Valois JC, et al. Iliac artery stenosis after percutaneous angioplasty: follow-up with duplex ultrasonography. *J Vasc Surg* 1996; 23: 691-7.
6. Back MR, Novotney M, Roth SM, et al. Utility of duplex surveillance following iliac artery angioplasty and primary stenting. *J Endovasc Ther* 2001; 8: 629-37.
7. Myers KA, Wood SR, Lee V. Vascular ultrasound surveillance after endovascular intervention for occlusive iliac artery disease. *Cardiovasc Surg* 2001; 9: 448-54.
8. Teodorescu VJ, Morrissey NJ, Olin JW. Duplex ultrasound and its impact on providing endograft surveillance. *Mount Sinai J Med* 2003; 70: 364-6.
9. D'Audiffret A, Desgranges P, Kobeiter H, et al. Follow-up evaluation of endoluminally treated abdominal aortic aneurysm with duplex ultrasonography: validation with computer tomography. *J Vasc Surg* 2001; 33: 42-50.
10. Sprouse LR, Meier GH, LeSar CJ, et al. Comparison of abdominal aortic aneurysm diameter measurements obtained with ultrasound and computed tomography: is there a difference? *J Vasc Surg* 2004; 38: 466-72.

11. Elkouri S, Panteon JM, Andrews JC, et al. Computed tomography and ultrasound in follow-up of patients after endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *Ann Vasc Surg* 2004; 18: 271-9.
12. Raman KG, Missig-Carroll N, Richardson T, et al. Color-flow duplex ultrasound scan versus computed tomographic scan in the surveillance of endovascular aneurysm repair. *J Vasc Surg* 2003; 38: 645-51.
13. Sato DT, Goff CD, Gregory RT, et al. Endoleak after aortic stent graft repair: diagnosis by colour duplex ultrasound scan versus computed tomography scan. *J Vasc Surg* 1998; 28: 657-63.
14. McWilliams RG, Martin J, White D, et al. Use of contrast-enhanced ultrasound in follow-up after endovascular aortic aneurysm repair. *J Vasc Interv Radiol* 1999; 10: 107-14.
15. Bendick PJ, Bove PG, Long GW, et al. Efficacy of ultrasound scan contrast agents in the non-invasive follow-up of aortic stents grafts. *J Vasc Surg* 2003; 37: 381-5.
16. Nienaber CA, Fattori R, Lund G, et al. Nonsurgical reconstruction of thoracic aortic dissection by stent-graft placement. *N Engl J Med* 1999; 340: 1539-45.
17. Dake MD, Kato NK, Mitchell RS, et al. Endovascular stent-graft placement for the treatment of acute aortic dissection. *N Engl J Med* 1999; 340: 1546-52.
18. Kato N, Shimono T, Hirano T, Ishida M, Yada I, Takeda K. Transluminal placement of endovascular stent-grafts for the treatment of type A aortic dissection with an entry tear in the descending thoracic aorta. *J Vasc Surg* 2001; 34: 1023-8.
19. González-Fajardo JA, Gutiérrez V, San Román A, et al. Utility of intraoperative transesophageal echocardiography during endovascular stent-graft repair of acute thoracic aortic dissection. *Ann Vasc Surg* 2007 [in press].
20. Fattori R, Caldarera I, Rapezzi C, et al. Primary endoleakage in endovascular treatment of the thoracic aorta: importance of intraoperative transesophageal echocardiography. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 120: 490-5.
21. Weintraub AR, Schwartz SL, Pandian NG et al. Evaluation of acute aortic dissection by intravascular ultrasonography. *N Engl J Med* 1990; 323: 1566-7.
22. Kyo S, Takamoto S, Omoto R, et al. Intraoperative echocardiography for diagnosis and treatment of aortic dissection. *Hertz* 1992; 17: 377-89.
23. Moskowitz DM, Kahn RA, Konstadt SN, Mitty H, Hollier LH, Marin ML. Intraoperative transesophageal echocardiography as an adjuvant to fluoroscopy during endovascular thoracic aortic repair. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 1999; 17: 22-7.
24. Sakai T, Dake MD, Semba CP, et al. Descending thoracic aortic aneurysm: thoracic CT findings after endovascular stent-graft placement. *Radiology* 1999; 212: 169-74.
25. Orihashi K, Matsuura Y, Sueda T, et al. Echocardiography-assisted surgery in transaortic endovascular stent grafting: role of transesophageal echocardiography. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000; 120: 672-8.
26. Ayala K, Chandrasekaran K, Ross JJ, Khoury P, Quinn V, Parris T. Intravascular ultrasonography in the diagnosis of aortic dissection: comparison to transesophageal echocardiography and aortography. *Circulation* 1993; 88: 1-99.
27. Yamada E, Matsumura M, Ayo, Omoto R. Usefulness of a prototype intravascular ultrasound imaging in evaluation of aortic dissection and comparison with angiographic study, transesophageal echocardiography, computed tomography and magnetic resonance imaging. *Am J Cardiol* 1995; 75: 161-5.
28. Van Sambeed M, Gussenhoven EJ, Van Overhagen H, Honkoop J, Van der Lugt A, et al. Intravascular ultrasound in endovascular stent-grafts for peripheral aneurysm: a clinical study. *J Endovasc Surg* 1998; 5: 106-12.
29. Salles-Cunha SX. Intravascular ultrasound for imaging of diseased arteries. In Ernst, ed. *Current therapy in vascular surgery*. Philadelphia: Mosby; 2001. p. 527-30.
30. Garret HE Jr, Abdullah AH, Kodgkiss TD, Burgar SR. Intravascular ultrasound aids in the performance of endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *J Vasc Surg* 2003; 37: 615-8.
31. Tutein-Nolthenius RP, Van den Berg JC, Moll FL. The value of intraoperative intravascular ultrasound for determining stent graft size (excluding abdominal aortic aneurysm) with a modular system. *Ann Vasc Surg* 2000; 14: 311-7.
32. Arko F, Mettauer M, McCollough R, Patterson D, Manning L, Lee S, et al. Use of intravascular ultrasound improves long-term clinical outcome in endovascular management of atherosclerotic aortoiliac occlusive disease. *J Vasc Surg* 1998; 27: 614-23.
33. Buckley CJ, Arko F, Lee S, Mettauer M, Little D, Atkins M, et al. Intravascular ultrasound scanning improves long-term patency of iliac lesions treated with balloon angioplasty and primary stenting. *J Vasc Surg* 2002; 35: 316-23.
34. Van Essen JS, Gussenhoven EJ, Van der Lugt A, Kuijssman PC, Van Muiswinkel JM, et al. Accurate assessment of abdominal aortic aneurysm with intravascular ultrasound scanning: validation with computed tomographic angiography. *J Vasc Surg* 1999; 29: 631-8.
35. White RA, Donayre C, Kopchock G, Walot I, Wilson E, DeVirgilio C. Intravascular ultrasound: the ultimate tool for abdominal aortic aneurysm assessment and endovascular graft delivery. *J Endovasc Surg* 1997; 4: 45-55.
36. Von Segesser LK, Marty B, Ruchat P, Wicky S, Bogen M, Gallino A. Endovascular aneurysm repair without angiography. A routine procedure [abstract]. Lucerne (Switzerland): XV Annual Meeting ESVS; 2001.
37. Beebe HG, Assadnia S, Kriegel AV, Salles-Cunha SX. Biplane color flow duplex intravenous intravascular ultrasound for arterial visualization. *J Endovasc Surg* 1998; 5: 101-5.

## Eco-Doppler venoso perioperatorio

J.M. Escribano-Ferrer

### Introducción

El objetivo de esta ponencia es valorar la indicación de los estudios venosos con eco-Doppler (ED) en el perioperatorio de la cirugía venosa superficial para el tratamiento del síndrome varicoso. Se ha aceptado comúnmente la indicación de un estudio diagnóstico preoperatorio con ED en pacientes con insuficiencia venosa [1], tanto para confirmar la indicación quirúrgica como para planificar su ejecución. La cuestión que se plantea es: ¿cuándo este estudio debe repetirse en el pre y/o postoperatorio inmediato? y ¿cuándo puede ser útil el apoyo del ED durante el mismo acto quirúrgico?

Si la intervención prevista es un *stripping* safeniano y éste se practica dentro de los primeros 6 meses a partir del estudio diagnóstico, no precisa nuevos estudios [2]. Debido a que el *stripping* es la técnica de referencia de esta cirugía venosa, continuar con esta discusión podría entenderse que carece de interés.

El tipo de eco-doppler perioperatorio, su importancia, frecuencia, así como la posible asistencia intraoperatoria, varía según la técnica quirúrgica empleada en el tratamiento de la patología varicosa.

Laboratorio de Diagnóstico Vascular. Servicio de Angiología, Cirugía Vascular y Endovascular. Hospital General Universitari Vall d'Hebron. Barcelona, España.

Correspondencia: Dr. J.M. Escribano Ferrer. Laboratorio de Diagnóstico Vascular. Servicio de Angiología, Cirugía Vascular y Endovascular. Hospital General Universitari Vall d'Hebron. Pg. Vall d'Hebron, 119-129. E-08035 Barcelona. E-mail: josemariaescribano@telefonica.net

© 2007, ANGIOLOGÍA

Sin embargo, el *stripping* dista de ser la solución perfecta. No es una cirugía reparadora sino destructiva, que elimina segmentos venosos sanos. El *stripping* también presenta cifras de recidiva varicosa importantes, que según distintas publicaciones varían enormemente, entre el 7 y el 70% [3-5] de los casos, y que en Inglaterra suponen el 20% de los procedimientos quirúrgicos practicados para el tratamiento de las varices [4].

Por recordar algunas de sus virtudes, no olvidemos que provoca no pocos casos de neuralgia del safeno [6,7], que la baja laboral del postoperatorio es importante [8] y que la masiva destrucción del sistema venoso superficial produce como efecto rebote la aparición de varicosis/telangiectasias [7].

Todo ello ha dado lugar al interés por desarrollar otras formas de tratamiento. No es propósito de este trabajo definir cuáles son las posibles indicaciones de estas otras técnicas/estrategias, ni describir sus posibles bondades/carencias. Simplemente tratar de establecer si en estos casos puede indicarse un nuevo ED en el perioperatorio inmediato.

### Ligadura endoscópica de perforantes (SEPS)

Si el cirujano decide que toda perforante que se cruce en su camino es susceptible de ser eliminada [9], no necesitará nuevos estudios.

En caso de que el cirujano –individuo, como es bien sabido, providencialmente prudente– esté interesado en respetar las venas perforantes no patológi-

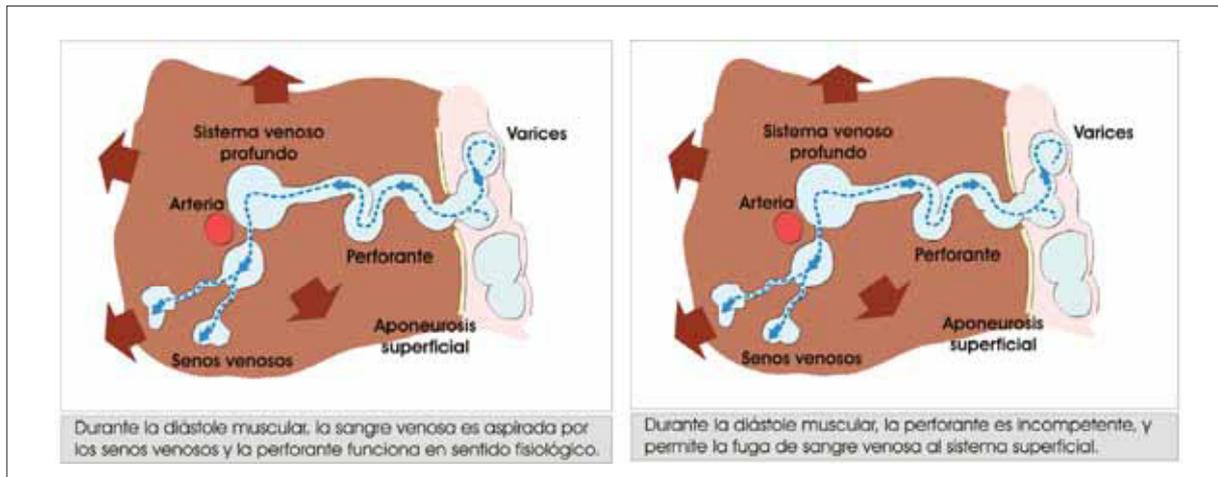


Figura 1. Funcionamiento de la perforante durante la diástole muscular.

cas, sí precisará un nuevo ED en el preoperatorio inmediato para practicar un marcaje en la piel de las perforantes.

En la técnica de ligadura endoscópica de perforantes se deben localizar con eco-doppler y ligar únicamente aquellas perforantes patológicas, sin embargo no existe acuerdo sobre cuáles son las características que definen una perforantes patológica.

Sin embargo, ¿cómo definimos qué es una perforante insuficiente? Aunque existe controversia acerca de la interpretación de los hallazgos hemodinámicos en el sector de las venas perforantes [1], buena parte de las publicaciones dan por hecho que las venas perforantes dilatadas (> 3 mm) y que presentan flujo bidireccional deben ser consideradas insuficientes [10] (Fig. 1).

En ese caso, la mayoría de las perforantes de reentrada de los *shunts* venovenosos en pacientes con varices esenciales deberán ser destruidas, eliminadas, exterminadas.

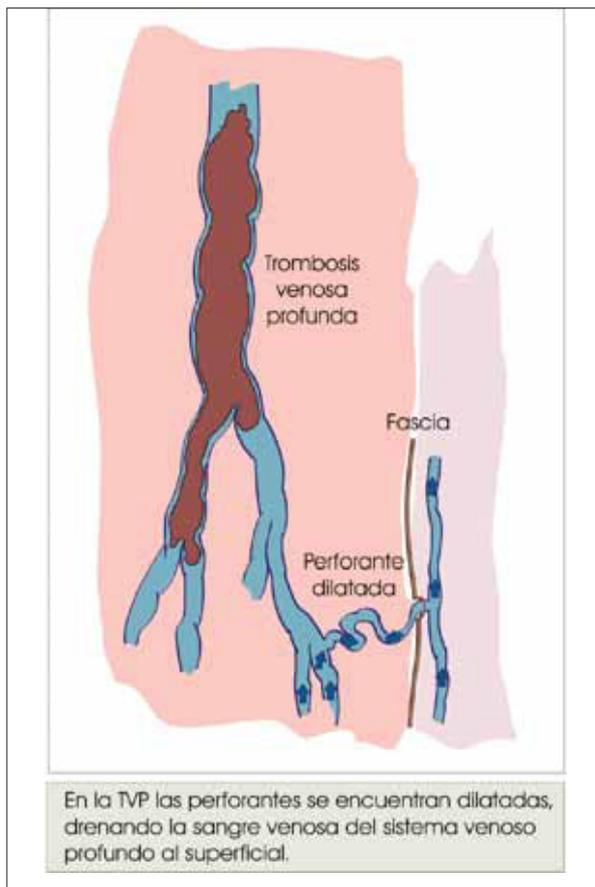
Sin embargo, Blomgren et al encuentran que en pacientes en los que se ha practicado un *stripping* corto, una parte importante de las perforantes previamente descritas como insuficientes regresan a la normalidad sin necesidad de tocarlas [10].

En nuestra experiencia de seguimiento de pacientes intervenidos siguiendo la estrategia CHIVA (cura hemodinámica de la insuficiencia venosa de forma ambulatoria), este dato que también hemos comprobado se debería a que no son perforantes patológicas, sino que constituirían la reentrada al sistema venoso profundo del circuito venoso patológico desarrollado [11,12].

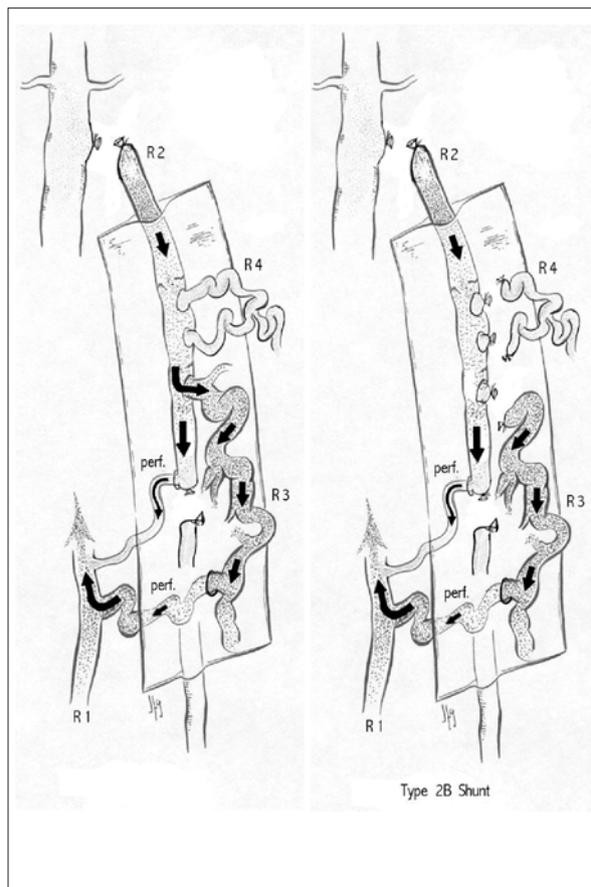
Si no estamos seguros de la interpretación hemodinámica, entonces, ¿eliminamos sólo las venas perforantes que tengan más de 3 mm de diámetro? Y ¿qué sucede con las perforantes dilatadas que cumplen una función de colateralidad, de suplencia, por ejemplo, en caso de trombosis del sistema venoso profundo? (Fig. 2).

Está claro que el estudio hemodinámico es fundamental. ¿Qué perforantes se interrumpen entonces? Las que presentan flujo de salida en la diástole muscular [13]. Éstas son las que actuarían como verdaderos puntos de fuga.

Las perforantes patológicas desde un punto de vista hemodinámico, son aquellas que presentan flujo de salida hacia el sistema venoso superficial durante la diástole muscular.



**Figura 2.** Perforantes dilatadas en casos de trombosis del sistema venoso profundo.



**Figura 3.** Técnica CHIVA.

### Cura CHIVA

Precisa un ED en el preoperatorio inmediato para marcar en la piel los puntos donde deben practicarse las interrupciones venosas estratégicas.

Los principios de la estrategia CHIVA son bien conocidos [11,14]:

- Fragmentación de la columna de presión.
- Desconexión de los *shunts* venovenosos.
- Preservación de las perforantes de reentrada.
- Supresión de los R3-4 mal drenados.

No cabe ninguna duda de que el estudio hemodinámico en estos casos debe ser igualmente riguroso.

Cada caso presenta peculiaridades que se deben valorar cuidadosamente para ajustar la estrategia. Me estoy refiriendo no sólo al tipo de *shunt*, sino también al diámetro de la safena, a la calidad de la perforante de reentrada, a la presencia de segmentos de safena interna atróficos en el *shunt* venoso más frecuente –el tipo 3–, situación que puede darse tanto como en el 20-25% de este tipo de *shunts*, etc. (Fig. 3).

¿Puede ser necesario también practicar un ED en el postoperatorio inmediato?: no.

El estudio eco-doppler aplicado a la técnica Chiva debe tener la finalidad de adoptar la mejor estrategia terapéutica.

## Endoláser/radiofrecuencia

No precisa un nuevo ED en el preoperatorio inmediato.

Sin embargo, el ED perioperatorio puede ser de ayuda en dos cuestiones: para la cateterización de la safena interna y, sobre todo, para la correcta colocación de la punta del catéter en la unión safenofemoral.

La cateterización safeniana en el tobillo no ofrece problemas, pero en ocasiones podemos encontrar segmentos de safena interna atrófica y el catéter debe progresar hacia el cayado a través de segmentos varicosos muy tortuosos, por lo que puede ser necesario la punción/disección de la safena interna en la cara interna de la rodilla o en el muslo.

El tratamiento de la incompetencia de safena interna mediante endoláser o radiofrecuencia se beneficia del eco-doppler intraoperatorio, tanto en la localización exacta de la unión safeno-femoral, como en la canalización percutánea de la vena safena.

Por otra parte, aunque por transiluminación se puede intuir la correcta colocación de la punta del catéter en el cayado, para algunos cirujanos justamente temerosos de Dios, la ayuda del ED puede ser muy apreciable. Parece probable que esta ayuda será especialmente apreciada en pacientes obesos, donde la luz encontrará mayores obstáculos en su viaje a través del panículo adiposo.



Figura 4. Esclerosis ecoguiada con espuma.

¿ED en el postoperatorio inmediato?: debería. Se han publicado cifras preocupantes de presencia de trombo flotante femoral, tanto tras practicar la esclerosis con endoláser como, en particular, tras practicar una esclerosis con radiofrecuencia [15,16].

## Esclerosis ecoguiada con espuma

Las microburbujas que forman parte de estas espumas son visibles por el ED, por lo que puede ser útil practicar esta exploración durante el procedimiento para controlar la progresión de la espuma durante la esclerosis, con la finalidad de buscar un efecto destructivo selectivo (Fig. 4).

En la esclerosis con micro-espuma de las varices, el eco-doppler intraoperatorio es el único medio de controlar el paso de micro-burbujas al sistema venoso profundo.

## Bibliografía

1. Nicolaides AN. Investigation of chronic venous insufficiency. A consensus statement. *Circulation* 2000; 102: 126-63.
2. Labropoulos N, León L, Kwon S, Tassiopoulos A, González-Fajardo JA, Kang SS, et al. Study of the venous reflux progression. *J Vasc Surg* 2005; 41: 291-5.
3. Perrin MR, Guex JJ, Ruckley CV, DePalma RG, Royle JP, Eklof B, et al, and REVAS Group. Recurrent varices after surgery (REVAS), a consensus document. *Cardiovasc Surg* 2000; 8: 233-45.
4. Winterborn R, Foy C, Earnshaw JJ. Causes of varicose vein recurrence: late results of a randomized controlled trial of stripping the long saphenous vein. *J Vasc Surg* 2004; 40: 634-9.
5. Blomgren L, Johansson G, Dahlberg-Akerman A, Norén A, Brundin C, Nordström E, et al. Recurrent varicose veins: incidence, risk factors and groin anatomy. *Eur Vasc Endovasc Surg* 2004; 27: 269-74.
6. Cappelli M, Molino R, Hermini S, Turchi A, Bono G, Franceschi C. Comparaison entre cure CHIVA et stripping dans le traitement des veines variqueuses des membres inférieurs: suivi de 3 ans. *J Mal Vasc* 1996; 21: 40-6.
7. Maeso J, Juan J, Escribano J, Allegue N, Di Matteo A, González E, et al. Comparison of clinical outcome of stripping and CHIVA for treatment of varicose veins in the lower extremities. *Ann Vasc Surg* 2001; 15: 661-5.
8. Iborra E, Linares P, Hernández E, Vila R, Cairols MA. Estudio clínico y aleatorio comparando dos técnicas quirúrgicas para el tratamiento de las varices: resultados inmediatos. *Angiología* 2000; 6: 253-8.
9. Escribano JM. Regarding 'optimal therapy for advanced chronic venous insufficiency'. *J Vasc Surg* 2003; 38: 411.
10. Blomgren L, Johansson G, Dahlberg-Akerman A, Thermaenius P, Bergqvist D. Changes in superficial and perforating vein reflux after varicose vein surgery. *J Vasc Surg* 2005; 42: 315-20.
11. Criado E, Juan J, Fontcuberta J, Escribano JM. Haemodynamic surgery for varicose veins: rationale, and anatomic and haemodynamic basis. *Phlebology* 2003; 18: 158-66.
12. Goren G, Yellin AE. Hemodynamic principles of varicose vein therapy. *Dermatol Surg* 1996; 22: 657-62.
13. Zamboni P. Regarding 'Treatment of superficial and perforator venous incompetence without deep venous insufficiency: is routine perforator ligation necessary?'. *J Vasc Surg* 2004; 39: 1144-5.
14. Franceschi C. Théorie et pratique de la cure conservatrice de l'insuffisance veineuse en ambulatoire. *Précis-sous-Thil: L'Armançon*; 1988.
15. Mozes G, Kalra M, Carmo M, Swenson L, Gloviczki P. Extension of saphenous thrombus into the femoral vein: a potential complication of new endovenous ablation techniques. *J Vasc Surg* 2005; 41: 130-5.
16. Hingorani AP, Ascher E, Markevich N, Shutzer RW, Kallakuri S, Hou A, et al. Deep venous thrombosis after radiofrequency of greater saphenous vein: a word of caution. *J Vasc Surg* 2004; 40: 500-4.