

La ecocardiografía en el paciente con accidente cerebrovascular: un problema pendiente

Juan Emilio Alcalá López, Pablo González Pérez y Luis Rodríguez Padial

Área de Ciencias Cardiovasculares de Toledo. Hospital Virgen de la Salud. Toledo.

Accidente cerebrovascular; Ecocardiografía

Se estima que el 15-30% de los accidentes cerebrovasculares (ACV) son de causa embólica, teniendo su origen en el corazón o en la aorta¹. Los pacientes con ACV embólico tienen peor pronóstico que los que presentan ACV secundario a enfermedad cerebrovascular, y ello, unido al hecho de que estas últimas se pueden diagnosticar con tratamiento específico, ha dado lugar a que se aconseje realizar exploraciones adicionales, como la ecocardiografía, para identificarlos. De esta forma, puede instaurarse el tratamiento apropiado con anticoagulación o cirugía, según la causa, y evitar por tanto posibles recidivas y complicaciones, así como el coste adicional posterior de las mismas.

La ecocardiografía es la técnica de elección en el estudio morfológico y funcional del corazón, por lo que se ha aconsejado su uso rutinario en pacientes con ACV con el objetivo de identificar a aquellos que tengan una causa embólica del mismo. No obstante, el ecocardiograma transtorácico está limitado en ocasiones por las características del tórax del paciente que no permiten una adecuada transmisión de los ultrasonidos y porque no puede visualizar zonas del corazón que son frecuentemente foco de émbolos, como la orejuela auricular izquierda o la aorta ascendente. Por ello, se ha aconsejado el uso habitual del ecocardiograma transesofágico, que carece de estas limitaciones, en el estudio de los pacientes con ACV. No obstante, la indicación de la ecocardiografía tanto transtorácica como transesofágica en pacientes con ACV y accidente isquémico transitorio es controvertida y, de hecho, el porcentaje de estudios que se realiza por este motivo varía ampliamente entre los distintos centros².

Revisamos a continuación la información existente sobre el uso del ecocardiograma en los pacientes con ACV, tratando de obtener conclusiones sobre las implicaciones prácticas del uso de esta técnica.

Accidente cerebrovascular embólico

El 20% de los ACV son debidos a hemorragia cerebral y el 80% son secundarios a infarto cerebral³. De los ACV debidos a infarto, la mayoría se deben a trombosis sobre la arteria cerebral responsable y en un porcentaje reducido de casos la causa es embólica. Se estima que un 15% de los accidentes isquémicos transitorios y el 15-30% de los ACV son secundarios a embolismos que tienen su origen en el corazón o la aorta¹. Cuando se utiliza el ecocardiograma transesofágico, estas cifras alcanzan el 50-83%⁴.

El diagnóstico de ACV de causa embólica se basa en aspectos clínicos (presentación brusca, infarto en otro territorio y asociación con embolismo periférico) y en el resultado del

estudio con tomografía computarizada o resonancia magnética (lesiones corticales o subcorticales múltiples)⁵, pero fundamentalmente en el resultado del estudio ecocardiográfico. Esto, obviamente, produce un sesgo importante, dado que tiende a sobreestimar el porcentaje de ACV considerados como embólicos, en especial cuando se utiliza la ecocardiografía transesofágica².

Cuando se analiza la enfermedad cardíaca que puede producir fenómenos embólicos, nos encontramos con entidades, como la estenosis mitral, las vegetaciones y los tumores cardíacos, que están claramente establecidos como fuentes de émbolos, junto con otras afecciones cuyo papel en este sentido es bastante más dudoso, como la calcificación del anillo mitral, el foramen oval permeable o el aneurisma del septo interauricular, ya que se encuentran con notable frecuencia en pacientes sin enfermedad neurológica isquémica⁶. Ya que estos hallazgos son diagnosticados con más frecuencia mediante ecocardiografía transesofágica no es de extrañar la aparente sobreestimación de la fuente cardíaca de émbolos cuando se emplea esta técnica. Por ello, no tiene el mismo valor diagnóstico para establecer el origen embólico de un ACV el hallazgo de entidades de uno y otro tipo.

En este sentido, es aconsejable utilizar la clasificación del Stroke Data Bank⁷, que divide las cardiopatías potencialmente embolígenas en dos grupos. En el primer grupo, en el que existe una relación clara entre la cardiopatía y la embolia periférica, están la estenosis mitral, la miocardiopatía dilatada (enfermedades especialmente embolígenas cuando el paciente se encuentra en fibrilación auricular), la endocarditis infecciosa y el infarto de miocardio de menos de 6 meses. En el segundo grupo, en el que la asociación con el embolismo es débil, se encuentran entre otras la calcificación del anillo mitral, el prolapsio mitral, el foramen oval permeable y el aneurisma del tabique interauricular.

Además, debe tenerse en cuenta que el diagnóstico de una cardiopatía potencialmente embolígena no establece necesariamente la causa embólica del déficit neurológico del paciente, dado que existe una frecuente asociación de cardiopatía potencialmente embolígena y de enfermedad cerebrovascular. En el *Lausanne registry* se observó que, de los pacientes con una potencial fuente cardíaca de émbolos, el 11% tenía asociada enfermedad vascular cervicocraneal grave (estenosis > 75%) y el 40% una estenosis ligera o moderada proximal al territorio cerebral infartado⁸. Esto hace que, ante un paciente dado, el hallazgo ecocardiográfico debe ponerse en perspectiva clínica antes de considerar la cardiopatía como causante del problema neurológico del paciente.

Ecocardiografía

La ecocardiografía transtorácica es la técnica de elección en el estudio de la morfología y función cardíacas. En los pacientes con ACV, la ecocardiografía transtorácica puede de-

Correspondencia: Dr. J.E. Alcalá López.
Área de Ciencias Cardiovasculares. Hospital Virgen de la Salud.
Avda. Barber, 30. 45004 Toledo.
Correo electrónico: jalcalal@meditex.es
Med Clin (Barc) 2000; 115: 347-351

Fig. 1. Ecocardiograma transtorácico (plano apical de 4 cámaras) en el que se evidencia imagen hiperecogénica ovoidea de gran tamaño (flecha) en el interior de la aurícula izquierda compatible con trombo en un paciente remitido desde neurología por haber presentado varios episodios de isquemia cerebral aguda.

tectar una fuente directa de émbolos (trombo, mixoma o vegetación) (*fig. 1*), una enfermedad con riesgo conocido de embolia (estenosis mitral o ventrículo izquierdo dilatado e hipocinético) o, por último, delimitar con mayor precisión el riesgo embólico de una afección que está asociada con embolismo, como es la fibrilación auricular, al documentar el tamaño de la aurícula izquierda⁹ o la presencia de trombos². No obstante, es una prueba cuya rentabilidad está discutida cuando se realiza de forma indiscriminada a pacientes con ACV. Así, en un estudio publicado por Sansoy et al¹⁰ en el que se analizaron de forma retrospectiva los ecocardiogramas transtorácicos de 1.010 pacientes consecutivos que habían sufrido un ACV, se encontró que no había diferencias cuando se comparaba con un grupo control (493 pacientes a los que se les había realizado la exploración por otro motivo) en la prevalencia, tanto de hallazgos con relación estrecha con el proceso embólico como aquellos con relación débil.

Se ha demostrado, además, que en un paciente con una exploración física y un electrocardiograma normal, la rentabilidad diagnóstica del ecocardiograma transtorácico es mínima, y, por tanto, no debería realizarse de forma rutinaria¹¹. La ecocardiografía transesofágica permite una mejor calidad de imagen al estar más próxima al corazón, utilizar transductores de mayor frecuencia y, por tanto, con mayor resolución espacial y, por último, al permitir la visualización de estructuras anatómicas habitualmente no accesibles con la ecocardiografía transtorácica y que con frecuencia son fuente de émbolos, como la orejuela auricular izquierda (*fig. 2*). Por ello, se ha sugerido la realización rutinaria de ecocardiografía transesofágica en los pacientes con ACV o accidente isquémico transitorio (AIT). No obstante, su utilidad en este sentido es limitada, ya que se ha observado que en pacientes en ritmo sinusal que tengan ausencia de enfermedad cardíaca o ecocardiograma transtorácico normal, la incidencia de trombo auricular izquierdo detectado por ecocardiograma transesofágico es muy baja. Según la experiencia de la Cleveland Clinic, ningún paciente presentó trombo auricular izquierdo en el estudio transesofágico de los 236 pacientes que estaban en ritmo sinusal y tenían un ecocardiograma transtorácico normal, de una serie consecutiva de 824 pacientes remitidos para estudios de fuente embolígena¹². En los estudios considerados por McNamara

Fig. 2. Ecocardiograma transesofágico (plano a 85° obtenido con sonda multiplana) en el que se observa imagen ovoidea ecodensoa (flecha) en el interior de la orejuela izquierda (estructura visualizada a modo de «dedo de guante», correspondiente a trombo. Se trataba de una paciente portadora de una prótesis mitral mecánica que había sufrido un accidente cerebrovascular y en la que en el estudio realizado por vía transtorácica no se había evidenciado el referido trombo auricular.

et al¹³ en su análisis teórico, sólo el 0,8% (6 de 736) de los pacientes que tenían estas condiciones presentaban trombo en la aurícula izquierda en el estudio ecocardiográfico, por lo que su rentabilidad en este tipo de pacientes está claramente cuestionada.

También es una técnica muy sensible para visualizar la estasis sanguínea («ecocontraste espontáneo») en las cavidades cardíacas, sobre todo en la aurícula izquierda, hallazgo ecocardiográfico que en algunos estudios ha demostrado tener una clara relación con la enfermedad neurológica de origen embólico¹⁴.

Un hecho digno de resaltar es que en los trabajos que han evaluado la rentabilidad diagnóstica de la ecocardiografía transesofágica en los pacientes con ACV se ha producido una sobreestimación de su utilidad, al considerarse como hallazgos positivos incluso engrosamientos valvulares de dudosa significación. Por otro lado, hay que tener en cuenta, además, varios aspectos metodológicos cuando se analizan datos de la bibliografía sobre el valor de la ecocardiografía transesofágica en la búsqueda de foco embólico. Así, la mayoría de los estudios son retrospectivos; un solo estudio prospectivo, por ejemplo, ha demostrado que la presencia de placas arterioscleróticas de más de 4 mm de grosor en el arco aórtico (*fig. 3*) constituye un predictor significativo de infarto cerebral recurrente en pacientes de 60 años o más. Otra limitación metodológica que existe en algunos estudios que han intentado, por ejemplo, relacionar enfermedades como el aneurisma del septo interauricular y la persistencia del foramen oval con el embolismo cardígeno es el sesgo tan importante que se produce a la hora de seleccionar a los pacientes¹⁵. En este último contexto clínico, en ningún caso la mayor frecuencia de estos últimos hallazgos ecocardiográficos en una población que haya sufrido un problema neurológico isquémico respecto a una población control aseguraría una relación causal del hallazgo ecocardiográfico con la enfermedad.

Por último, es digno resaltar que en la mayoría de los casos en los que se encuentra enfermedad cardíaca, el paciente ya tenía indicación de anticoagulación por la clínica o por el estudio transtorácico, por lo que el impacto del resultado de la ecocardiografía transesofágica en el manejo clínico del paciente es limitado y lo que va a hacer realmente es «validar» la impresión clínica^{16,17}. No obstante, en algunos casos

Fig. 3. Ecocardiograma transesofágico (plano a 0°) de la aorta torácica descendente (cortada transversalmente); en su interior se observa una imagen eco-densa que protruye en la luz del vaso (flecha) correspondiente a una placa arteriosclerótica de aspecto complicado. El registro corresponde a un paciente geriátrico que había sufrido dos episodios de isquemia cerebral recientes. Probablemente existen placas similares en la aorta ascendente o cayado aórtico que pudieran explicar el cuadro clínico.

ocasionales pueden detectarse vegetaciones o masas no visualizadas por ecocardiografía transtorácica, con repercusión significativa para el tratamiento del paciente².

El ecocardiograma transesofágico no sólo es útil para diagnosticar la presencia de cardiopatía embolígena, sino también para establecer el pronóstico de pacientes con ACV y sin sospecha clínica de cardiopatía embolígena. Según O'Brien et al¹⁸, la documentación de la presencia de algunos hallazgos en el ecocardiograma (trombo en el ventrículo izquierdo, vegetación, masa o ecocontraste espontáneo, placa móvil en aorta ascendente o cayado aórtico, foramen oval permeable, comunicación o aneurisma interauricular, calcificación del anillo mitral y engrosamiento o prolapsio de la válvula mitral) identifica a un subgrupo de pacientes con mayor morbilidad y mortalidad cardiovascular después de haber sufrido un ACV.

Son claramente necesarios estudios aleatorios que evalúen la eficacia del ecocardiograma transesofágico en pacientes con ACV o accidente isquémico transitorio de probable causa embólica cardíaca. Si esta técnica de imagen demostrara que es capaz de identificar a pacientes en los que una terapia específica es beneficiosa (aspirina/warfarina), la búsqueda de foco embólico seguirá siendo la principal indicación de estudio transesofágico en muchos gabinetes de ecocardiografía. Si estos estudios, en cambio, concluyesen que todos los pacientes con sospecha de fuente embólica cardíaca se benefician de algún tratamiento específico (o de nada) con independencia de los datos proporcionados por la ecocardiografía, las indicaciones de la prueba por este motivo obviamente disminuirán¹⁶.

Estrategias de uso de la ecocardiografía en el ACV

Aunque no existen datos concluyentes sobre la mejor estrategia de uso de la ecocardiografía en el estudio del paciente con ACV, varios grupos han intentado establecer la rentabilidad diagnóstica y la eficiencia de distintas estrategias de estudio.

En un artículo ya clásico realizado hace algunos años¹⁹, en el que se revisaban los estudios publicados hasta ese momento sobre la utilidad de la ecocardiografía en la evaluación de pacientes con ACV, se concluía que, si bien su indicación estaba en continua revisión y se necesitaban más

trabajos al respecto, la ecocardiografía transesofágica podría tener mayor utilidad en pacientes menores de 45 años con esta enfermedad o en aquellos sin evidencia clínica de enfermedad cardíaca; esta indicación es la que actualmente se mantiene en algunos laboratorios de ecocardiografía.

McNamara et al¹³ han estudiado la relación coste-efectividad de distintas estrategias diagnósticas utilizando un modelo teórico. En él han considerado la sensibilidad y especificidad de la ecocardiografía transtorácica y transesofágica en el diagnóstico de distintas causas de émbolos (trombos, otra fuente cardíaca de émbolos, placa aórtica o ausencia de fuente embólica cardíaca), así como las complicaciones de la anticoagulación y las consecuencias de un nuevo accidente embólico. Consideraron 9 posibilidades de actuación, que van desde no anticoagular a ningún paciente y tratar a todos con aspirina hasta anticoagular a todos sin realizar ninguna exploración dirigida a descartar fuentes embólicas, pasando por el uso sistemático o selectivo de la ecocardiografía transtorácica y transesofágica. En estas últimas estrategias, la ecocardiografía transtorácica o transesofágica puede usarse de forma rutinaria en todos los pacientes o sólo en aquellos en los que la historia clínica sugiera enfermedad cardíaca. Al analizar la relación coste-efectividad de las nueve estrategias diagnósticas seleccionadas, encontraron que las más efectivas son el uso de la ecocardiografía transesofágica de forma rutinaria en todos los pacientes con ACV y el uso del ecocardiograma transesofágico en aquellos pacientes en los que la historia clínica sugiere la presencia de una cardiopatía. Ninguna de las estrategias que lleva el uso de la ecocardiografía transtorácica (uso rutinario de la misma en todos los pacientes, o uso de la misma en los pacientes en los que la historia clínica sugiere cardiopatía potencialmente embolígena) resulta tener una buena relación coste-efectividad según el análisis de estos autores.

Utilizando criterios clínicos, Chambers et al² recomiendan realizar ecocardiograma transtorácico en los pacientes que tengan una alteración significativa en la exploración física (estenosis mitral, comunicación interauricular), en el electrocardiograma (infarto de miocardio anterior, fibrilación auricular) o en los que exista sospecha de endocarditis o tumor cardíaco; también aconsejan realizarlo como paso previo al estudio transesofágico en los pacientes menores de 50 años de edad. La ecocardiografía transesofágica quedaría reservada, según estos autores, para los pacientes menores de 50 años y para aquellos otros que tengan sospecha de endocarditis o disección aórtica y en los que el ecocardiograma transtorácico sea normal o de calidad limitada.

En una evaluación clínica de la estrategia de uso de la ecocardiografía, Shiram et al²⁰ han dividido a los pacientes con ACV en 3 grupos, según las características clínicas y el resultado de la ecocardiografía transtorácica. En el primer grupo, el más numeroso, se encuentran los pacientes en los que la historia clínica y el ecocardiograma transtorácico de calidad suficiente no permiten sospechar la existencia de cardiopatía embolígena. En el segundo grupo se encuentran los pacientes en los que la historia clínica o el ecocardiograma transtorácico sugieren la existencia de cardiopatía embolígena; también se incluirían aquí los enfermos con un ecocardiograma transtorácico de mala calidad. En el tercer grupo, estos autores consideraron a los pacientes que ya tienen indicación de anticoagulación, como aquellos en fibrilación auricular, con estenosis mitral conocida o con miocardiopatía dilatada en fibrilación auricular. Según la experiencia de estos autores, el ecocardiograma transesofágico modificó la estrategia terapéutica en sólo el 9% de los pa-

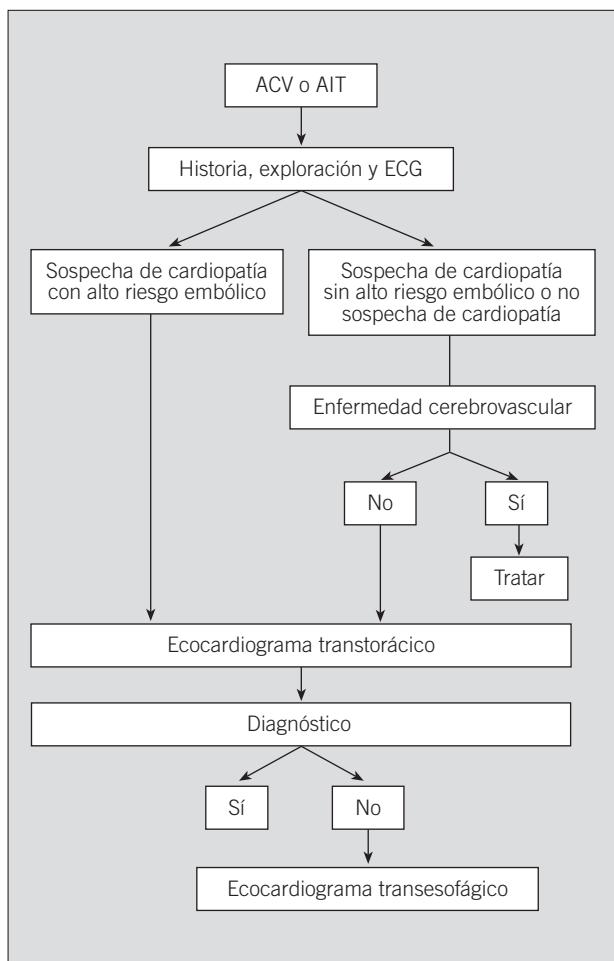


Fig. 4. Algoritmo de indicación de ecocardiografía transtorácica o transesofágica; ACV: accidente cerebrovascular; AIT: accidente isquémico transitorio.

cientes del primer grupo. Además, en los enfermos de bajo riesgo el ecocardiograma transesofágico ofreció información sobre la existencia de enfermedades de dudosa relación con el embolismo cardíaco, como el foramen oval permeable o el aneurisma del tabique interauricular, en los que no está clara la necesidad de anticoagulación. La mayor rentabilidad diagnóstica del ecocardiograma transesofágico se produjo en los pacientes con elevada posibilidad de cardiopatía embolígena, de acuerdo con la información de la historia clínica y del ecocardiograma transtorácico. Obviamente, la ecocardiografía transesofágica no modificó la terapia en los pacientes en los que existía indicación previa de anticoagulación. Si se hubiera restringido el uso de la ecocardiografía transesofágica a los pacientes con alta probabilidad de cardiopatía embolígena, se habría reducido el número de ecocardiogramas transesofágicos en un 78%. Como conclusión de este estudio, puede afirmarse que no es necesario realizar ecocardiografía transesofágica en todos los pacientes, y que ésta debe realizarse sólo en aquellos en los que la historia clínica o la ecocardiografía transtorácica sugieran la existencia de cardiopatía embolígena. Una estrategia similar, de uso selectivo de la ecocardiografía transesofágica en función de los datos clínicos y del resultado de la ecocardiografía transtorácica, ha sido propuesta también por Tam et al²¹. La conclusión de estos estudios es contradictoria con el modelo teórico comentado previamen-

te de McNamara¹³; aunque parece tener mayor sentido clínico, no considera todos los aspectos que el modelo teórico previo (complicaciones de la anticoagulación, coste de las técnicas, etc.), por lo que no puede extraerse una conclusión definitiva del problema sobre la base de estos datos.

En el algoritmo que se expone en la figura 4 se resume una estrategia empírica sugerida por nuestro grupo sobre el manejo de los pacientes con ACV o AIT que nos parece clínicamente razonable con el nivel de información disponible en la actualidad. En ella, la realización de ecocardiograma transtorácico y transesofágico depende de si se sospecha o no una cardiopatía con alto riesgo embólico y de si existe enfermedad vascular cervicocraneal. Así, la realización de un ecocardiograma transesofágico vendría dada solamente por la realización de un ecocardiograma transtorácico no diagnóstico en un grupo seleccionado de pacientes.

Conclusiones

La realización de una ecocardiografía a pacientes que han sufrido un episodio isquémico cerebral agudo no es un tema totalmente aclarado con la información clínica disponible hasta el momento actual. Los diferentes estudios publicados en la bibliografía que analizan la relación coste-efectividad de la exploración no presentan datos concordantes, por lo que creemos que el problema no está resuelto en la actualidad. Una de las prácticas más habituales en los gabinetes de ecocardiografía, la realización de un ecocardiograma transtorácico a todos los pacientes y una exploración transesofágica a los menores de una determinada edad, tampoco tiene una consistencia clínica firme cuando se revisa la bibliografía disponible al respecto. Nuestro grupo propone una aproximación clínica más individualizada al problema, recomendando la realización de un ecocardiograma transtorácico a aquellos pacientes en los que exista una sospecha fundada de cardiopatía con alto riesgo embólico y al resto de los pacientes siempre que en este caso se haya descartado la presencia de enfermedad cerebrovascular que explique su problema neurológico. En todas las situaciones en las que el ecocardiograma transtorácico no sea completamente diagnóstico o se sospecha la presencia de enfermedad en estructuras no visualizadas por vía transtorácica (orejuela izquierda, aorta torácica) se recurrirá a la realización de una exploración transesofágica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- The second report of the Cerebral Embolism Task Force. Cardiogenic brain embolism. *Arch Neurol* 1989; 46: 727.
- Chambers JB, Belder MA, Moore D. Echocardiography in stroke and transient ischaemic attack. *Heart* 1997; 78 (Supl 1): 2-6.
- Wolf PA, Dawber TR, Thomas JE, Kannel WB. Epidemiological assessment of chronic atrial fibrillation and the risk of stroke. *Stroke* 1978; 28: 973-977.
- Vandenbogaerde J, De Bleeker J, Decoo D, Cambier FB, Bergen JM, Vademersch C et al. Transesophageal echo-Doppler in patients suspected of a cardiac source of peripheral emboli. *Eur Heart J* 1992; 13: 88-94.
- Ramírez-Lassepas M, Cipolle RJ, Bjork RJ. Can embolic stroke be recognised on the basis of neurological clinical criteria? *Arch Neurol* 1987; 44: 87-89.
- Meissner I, Whisnant JP, Khanderia BK, Spittel PC, O'Fallon WM, Pascoe RD et al. Prevalence of potential risk factors for stroke assessed by transesophageal echocardiography and carotid ultrasonography: the SPARC study. *Stroke prevention: assessment of risk in a community*. Mayo Clin Proc 1999; 74: 862-869.
- Kittner SJ, Sharkness CM, Sloan M, Price TR, Dambrosia JM, Tuhrim S. Infarcts with a cardiac source of embolism in the NINDS Stroke Data Bank: neurologic examination. *Neurology* 1992; 42: 299-302.
- Bogousslavsky J, Cachin C, Regli F, Despland PA, Van Melle G, Kapellenberger L. Cardiac sources of embolism and cerebral infarction-clinical consequences and vascular concomitants: The Lausanne Stroke Registry. *Neurology* 1991; 41: 855-859.

9. Benjamin EJ, D'Agostino RB, Belanger AJ, Wolf PA, Levy D. Left atrial size and the risk of stroke and death. The Framingham Heart Study. *Circulation* 1995; 92: 835-841.
10. Sansoy V, Abbott RD, Jayaweera AR, Kaul S. Low yield of transthoracic echocardiography for cardiac source of embolism. *Am J Cardiol* 1995; 75: 166-169.
11. Bergerson G, Shah P. Echocardiography unwarranted in patients with cerebral ischaemic events. *N Engl J Med* 1981; 304: 489.
12. Leung DY, Black IW, Cranney GB, Walsh WF, Grimm RA, Steward WJ et al. Selection of patients for transeesophageal echocardiography after stroke and systemic embolic events. Role of transthoracic echocardiography. *Stroke* 1995; 26: 1820-1824.
13. McNamara RL, Lima JAC, Whelton PK, Powe NR. Echocardiographic identification of cardiovascular sources of emboli to guide clinical management of stroke: a cost-effectiveness analysis. *Ann Intern Med* 1997; 127: 775-787.
14. Jones EF, Calafiore P, McNeil JJ, Tonkin AM, Donnan GA. Atrial fibrillation with left atrial spontaneous contrast detected by transesophageal echocardiography is a potent risk factor stroke. *Am J Cardiol* 1996; 78: 425-429.
15. Autore C, Cartoni D, Piccininno M. Multiplane transesophageal echocardiography and stroke. *Am J Cardiol* 1998; 81: G79-G81.
16. Manning WJ. Role of transesophageal echocardiography in the management of thromboembolic stroke. *Am J Cardiol* 1997; 80: D35-D39.
17. Hata JS, Ayres RW, Biller J, Adams HP Jr, Stuhlmuller JE, Burns TL et al. Impact of transesophageal echocardiography on the anticoagulation management of patients admitted with focal cerebral ischemia. *Am J Cardiol* 1993; 72: 707-710.
18. O'Brien PJ, Thienmann DR, McNamara RL, Roberts JW, Raska K, Oppenheimer SM et al. Usefulness of transesophageal echocardiography in predicting mortality and in stroke patients without clinically known cardiac sources of embolus. *Am J Cardiol* 1998; 81: 1144-1151.
19. DeRook FA, Comess KA, Albers GW, Popp RL. Transesophageal echocardiography in the evaluation of stroke. *Ann Intern Med* 1992; 117: 922-932.
20. Shiram A, Goldstein SA, Zafar S, Ellahham S, Sears-Rogan P, Pinnow E et al. Determination of pretest probability for detection of a cardiovascular source of emboli by transesophageal echocardiography using clinical and transthoracic echocardiographic data. *Am J Cardiol* 1998; 81: 1506-1508.
21. Tam JW, Lazarow N, Wolfe K. Cost-effectiveness of echocardiography after stroke. *Ann Intern Med* 1998; 128: 872.