

Artículo original

Diagnóstico y cuantificación del foramen oval permeable. ¿Cuál es la técnica de referencia? Estudio simultáneo con Doppler transcraneal, ecocardiografía transtorácica y transesofágica

Teresa González-Alujas^{a,*}, Artur Evangelista^a, Estevo Santamarina^b, Marta Rubiera^b, Zamira Gómez-Bosch^a, José F. Rodríguez-Palomares^a, Gustavo Avegliano^a, Carlos Molina^b, José Álvarez-Sabín^b y David García-Dorado^a

^aLaboratorio de Ecocardiografía, Servicio de Cardiología, Hospital General Universitari Vall d'Hebron, Barcelona, España

^bServicio de Neurología, Hospital General Universitari Vall d'Hebron, Barcelona, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 14 de abril de 2010

Aceptado el 12 de octubre de 2010

On-line el 30 de diciembre de 2010

Palabras clave:

Ecocardiografía

Doppler transcraneal

Foramen oval permeable

RESUMEN

Introducción y objetivos: El foramen oval permeable (FOP) es la causa más frecuente de ictus criptogénico en menores de 55 años. La ecocardiografía transesofágica (ETE) ha sido aceptada como la técnica diagnóstica de referencia. El propósito del estudio es comparar la exactitud de la ecocardiografía transtorácica (ETT), la ETE y el Doppler transcraneal (DTC) en el diagnóstico y la cuantificación del FOP.

Métodos: Se estudió de forma prospectiva a 134 pacientes. Se practicaron simultáneamente DTC y ETT, y DTC y ETE con moderada sedación, utilizando la inyección de suero salino agitado para detectar cortocircuito derecha-izquierda.

Resultados: Se diagnosticó FOP a 93 pacientes. El cortocircuito se visualizó basalmente por DTC en el 69% de los FOP, por ETT en el 74% y por ETE en el 58%. La maniobra de Valsalva aumentó el diagnóstico del cortocircuito de forma similar en las tres técnicas (26-28%). La ETT y el DTC mostraron mayor sensibilidad (el 100 y el 97%; diferencias no significativas) que la ETE en el diagnóstico de FOP (86%; $p < 0,001$). El DTC practicado durante la ETE no diagnosticó 12 (13%) cortocircuitos previamente diagnosticados en el estudio durante la ETT. La severidad del cortocircuito también se subestimó mediante la ETE.

Conclusiones: La ETT permite un adecuado diagnóstico y cuantificar la severidad del FOP. La ETE tiene menor sensibilidad y tiende a subestimar la severidad del cortocircuito.

© 2010 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Diagnosis and Quantification of Patent Foramen Ovale. Which Is the Reference Technique? Simultaneous Study With Transcranial Doppler, Transthoracic and Transesophageal Echocardiography

ABSTRACT

Introduction and objectives: Patent foramen ovale (PFO) is the most common cause of cryptogenic stroke in patients younger than 55. Transesophageal echocardiography (TEE) has been accepted as the reference diagnostic technique. The purpose of this study was to compare the accuracy of transthoracic echocardiography (TTE), TEE and transcranial Doppler (TCD) in the diagnosis and quantification of patent foramen ovale.

Methods: We studied 134 patients prospectively. Simultaneous TTE with TCD and TEE with TCD were performed, using agitated saline solution to detect right to left shunt.

Results: In 93 patients diagnosed with PFO, the shunt was visualized at baseline by TCD in 69% of cases, by TTE in 74% and by TEE in 58%. The Valsalva maneuver produced a similar improvement in shunt diagnosis with all 3 techniques (26%-28%). TTE and TCD showed higher sensitivity (100% vs 97%; non significant difference) than TEE in the diagnosis of PFO (86%; $P < .001$). TCD performed during TEE did not diagnose 12 (13%) shunts previously diagnosed during TTE. Similarly, TEE underestimated shunt severity.

Conclusions: TTE enables adequate diagnosis and quantification of PFO. TEE is less sensitive and tends to underestimate the severity of the shunt.

Full English text available from: www.revespcardiol.org

© 2010 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Keywords:

Echocardiography

Transcranial Doppler

Patent foramen ovale

* Autor para correspondencia: Pg. Vall d'Hebron 119-129, 08035 Barcelona, España.

Correo electrónico: mtegonzalez@vhebron.net (T. González-Alujas).

Abreviaturas

ASI: aneurisma el septo interauricular
 DTC: Doppler transcraneal
 ETE: ecocardiografía transeofágica
 ETT: ecocardiografía transtorácica
 FOP: foramen oval permeable

INTRODUCCIÓN

La presencia de foramen oval permeable (FOP) se ha asociado a diversos procesos patológicos como la embolia paradójica en el ictus criptogénico¹, la embolia gaseosa venoarterial por descompresión² o el síndrome de platipnea-ortodeoxia³. En los últimos años el papel del FOP en el ictus criptogénico y la migraña y su manejo terapéutico ha generado una importante controversia⁴⁻¹⁰, y aún está por definir el método clínico de elección para el diagnóstico y la cuantificación del cortocircuito derecha-izquierda¹¹⁻¹³. La inyección de suero salino agitado se ha utilizado en la ecocardiografía transtorácica (ETT) y transeofágica (ETE) y el Doppler transcraneal (DTC) en la detección de cortocircuitos intracardiacos. Aunque la ETE se ha considerado el método de referencia en el diagnóstico de FOP, estudios recientes han comunicado que se producen falsos negativos secundarios a la dificultad en la realización de la maniobra de Valsalva¹⁴⁻¹⁷. Por otra parte, la asociación con aneurisma del septo interauricular (ASI) y la severidad del *shunt* valorados por ETE se han relacionado con mayor riesgo de recidivas^{18,19}. Con la utilización de la imagen armónica, la ETT ha mejorado la valoración del cortocircuito interauricular^{14-17,20} y hay pocos estudios que hayan analizado la estrategia más adecuada para el diagnóstico y la cuantificación del FOP. El propósito del presente estudio es comparar los resultados obtenidos por ETE y ETT con el DTC realizado simultáneamente con ambas técnicas en el diagnóstico y la cuantificación del cortocircuito secundario al FOP y definir la estrategia diagnóstica más adecuada para su valoración en la práctica clínica.

MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo con 134 pacientes (75 varones y 59 mujeres; media de edad, 46,4 ± 14,2 [17-75] años) referidos por el Departamento de Neurología al Laboratorio de Ecocardiografía para descartar FOP por haber presentado un accidente cerebrovascular transitorio (28; 21%), accidente cerebrovascular (91; 68%) o episodios de migraña (15; 11%). El estudio fue aprobado por el Comité Ético del Hospital Vall d'Hebron y todos los

pacientes fueron informados previamente y firmaron el consentimiento. En todos los pacientes se descartó previamente enfermedad arterial intracraneal o extracraneal, anomalías en el Doppler transcraneal o infarto lacunar mediante tomografía computarizada o resonancia magnética. Las características de la población estudiada se especifican en la *tabla 1*.

Protocolo

Se realizó un estudio con DTC y ETT simultáneos y, 5 min después, un estudio con DTC y ETE simultáneos utilizando suero salino agitado para la detección de un cortocircuito derecha-izquierda. En ambos estudios el paciente estaba en decúbito lateral izquierdo. Los pacientes fueron instruidos previamente para una correcta realización de la maniobra de Valsalva, que se consideró efectiva cuando se demostraba una reducción de la velocidad máxima de la arteria cerebral media > 25%²¹ (*fig. 1*).

Doppler transcraneal

El examen con DTC se realizó con un equipo DTC 100 ML, Tecnología Spencer y Multidoppler x 4. El flujo de la arteria cerebral media se monitorizó mediante la ventana temporal con un transductor de 2 MHz. El transductor del DTC estaba fijado a un casco elástico que contenía la sonda a 55-65 mm con insonación estable. Este estudio fue practicado por un neurólogo, especialista en esta técnica, que desconocía los resultados del estudio ecocardiográfico.

El registro de la velocidad del flujo de la arteria cerebral media mediante DTC realizado simultáneamente a la ETT y la ETE sirvió de referencia para comprobar la efectividad de la maniobra de Valsalva.

Ecocardiografía transtorácica

Todos los estudios se realizaron con un equipo Vivid 7 (GE) con sonda multifrecuencia de 1,5-4,3 MHz usando imagen armónica. Se utilizó la ventana apical de cuatro cámaras optimizando la visión de ambas aurículas, los ventrículos y el tabique interauricular (*fig. 2*). Tres pacientes tenían ventana acústica subóptima, pero no se los excluyó del estudio. El ASI se diagnosticó cuando había un desplazamiento ≥ 10 mm en modo-M anatómico respecto a la línea media o cuando el desplazamiento total bidireccional era > 15 mm.

Ecocardiografía transeofágica

Se realizó una ETE incluyendo Doppler color utilizando el mismo equipo con una sonda multifrecuencia de 2,9-8 MHz. Para mejorar la tolerabilidad de la prueba, se administró sedación endovenosa con midazolam, iniciada con 2 mg y añadiendo dosis adicionales de 2 mg hasta conseguir una adecuada tolerancia y la correcta colaboración. Se controlaron la presión arterial, la frecuencia cardíaca y la saturación de oxígeno. Se registró el valor basal durante la ETT y cada minuto de la ETE. Se utilizaron un pulsioxímetro Nellcor modelo N-550 y un esfigmomanómetro automático Omron modelo M4-1-Intelli-sense.

Para el propósito del estudio se visualizó la parte del tabique interauricular en la que se localiza el foramen oval utilizando un corte sagital entre 90° y 110° en el plano de cavas (*fig. 3*). Se midió el diámetro máximo del FOP durante la maniobra de Valsalva en el extremo distal del tracto formado por el *ostium primum* y el *ostium*

Tabla 1
Características demográficas de la población

Pacientes	134
Edad (años)	46,4 ± 14,2 (17-75)
Varones	75 (56)
Mujeres	59 (44)
Tabaquismo	57 (43)
Hipertensión arterial	31 (23)
Diabetes mellitus	12 (9)
Dislipemia	35 (26)

Los datos expresan n (%) o media ± desviación estándar (intervalo).

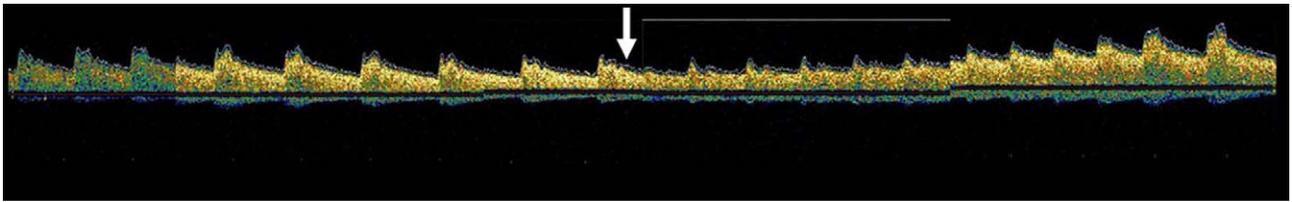


Figura 1. Registro del Doppler transcranial durante la maniobra de Valsalva. La flecha señala el inicio de la maniobra de Valsalva.

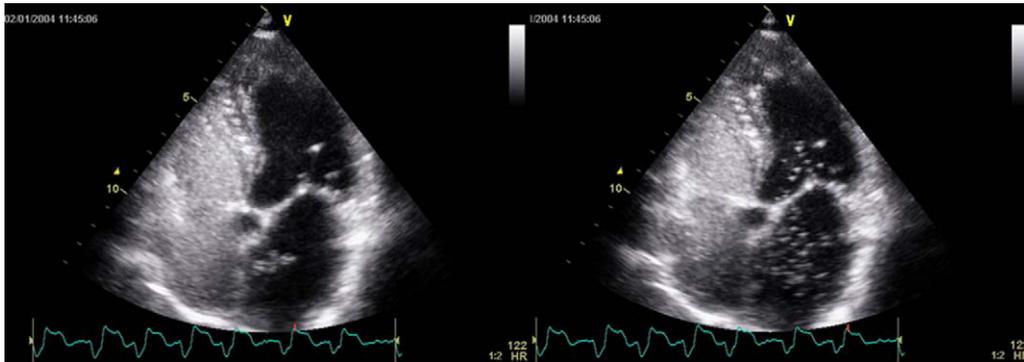


Figura 2. Ecocardiografía transtorácica que muestra el paso de contraste a través del foramen oval permeable.

secundum. Se consideró que había ASI con los mismos criterios descritos para la ETT.

Estudio con contraste mediante suero salino agitado

Se utilizó suero fisiológico agitado en proporción de 9 ml con 1 ml de aire, en dos jeringas de 10 ml conectadas a una llave de tres pasos para intercambiar el suero-aire entre ambas unas diez veces, para conseguir una buena disolución. Se inyectó la solución salina en bolo en una vía insertada en una vena antecubital. No se inició el estudio hasta conseguir una inyección con adecuado relleno de la aurícula derecha. Se realizaron al menos dos inyecciones en situación basal y hasta dos con maniobra de Valsalva tanto en el estudio con ETT como en la ETE. La maniobra de Valsalva se inició cuando el contraste llenaba la aurícula derecha, se mantuvo durante > 5 s y se valoró el cortocircuito durante los primeros tres latidos tras Valsalva. En la ETE se valoró el paso de contraste a través del FOP; si no se visualizaba el paso, se aplicaban inyecciones adicionales valorando la desembocadura de las venas pulmonares para descartar un cortocircuito intrapulmonar.

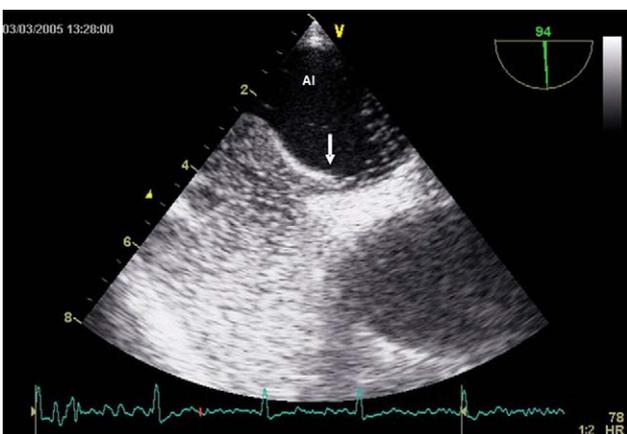


Figura 3. Ecocardiografía transesofágica que muestra el paso de contraste a través del foramen oval permeable.

Diagnóstico y cuantificación

Se consideró la presencia de un FOP por ETT o ETE cuando se observaban burbujas en la aurícula izquierda en los primeros latidos después de la opacificación del contraste en aurícula derecha, ya fuera basal o después de la maniobra de Valsalva. La severidad del cortocircuito se cuantificó como ligera (< 10 microburbujas), moderada (10-20 microburbujas) y severa (> 20)¹⁶. Por DTC se diagnosticó cortocircuito derecha-izquierda cuando se registraban microseñales en la arteria cerebral media, y se cuantificó la severidad según criterios establecidos²² (fig. 4). Se consideró el diagnóstico definitivo de FOP cuando dos técnicas mostraron concordancia en su diagnóstico.

Análisis estadístico

La sensibilidad, la especificidad y los valores predictivos se determinaron del porcentaje de pacientes con resultados verdaderos positivos y verdaderos negativos con un intervalo de confianza del 95%. El método de referencia para diagnosticar los verdaderos positivos y negativos fue la coincidencia de dos de las tres técnicas: ETT, ETE y DTC, en el diagnóstico de FOP. La exactitud diagnóstica del DTC se determinó en el estudio que se realizó simultáneamente con la ETT, ya que en la práctica clínica el DTC se realiza sin sedación. Los valores continuos se expresaron como media \pm desviación estándar. El test de kappa se utilizó para valorar la concordancia en la cuantificación de la severidad de los cortocircuitos por diferentes métodos. Para el análisis estadístico se utilizó el *software* SPSS 13.0. Se consideró significativo un valor de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Se diagnosticó de FOP a 93 (69%) de los 134 pacientes estudiados.

Diagnóstico del cortocircuito derecha-izquierda

El cortocircuito derecha-izquierda se evidenció basalmente por ETT en 69 pacientes (74%), por DTC en 64 (69%) y por ETE sólo en 54

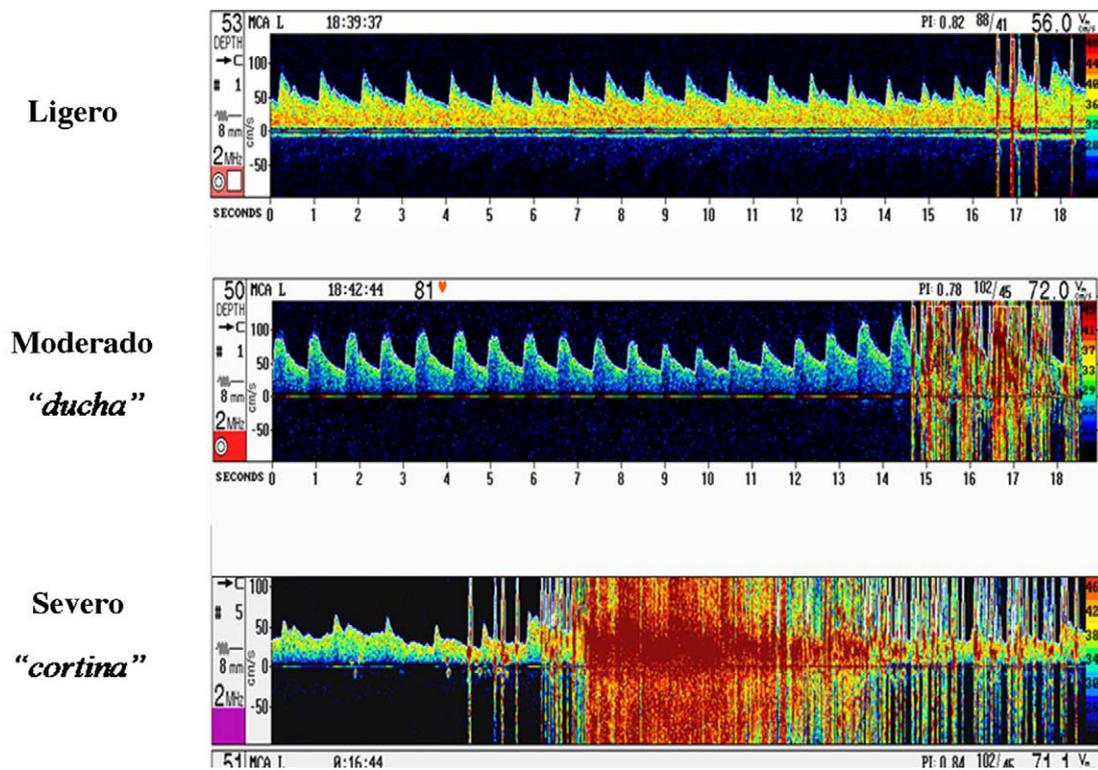


Figura 4. Cuantificación del cortocircuito por Doppler transcraneal.

Tabla 2

Diagnóstico de foramen oval permeable por las tres técnicas de imagen

	Sensibilidad, %	Especificidad, %	VPP, %	VPN, %
Doppler transcraneal	97	98	99	93
Ecocardiografía transtorácica	100	100	100	100
Ecocardiografía transesofágica	86	100	100	76

VPN: valor pronóstico negativo; VPP: valor pronóstico positivo.

(58%). La maniobra de Valsalva fue efectiva en todos los casos de ETT. En 10 casos la maniobra de Valsalva se consideró insuficiente durante la ETE, por lo que se realizó una compresión abdominal externa hasta conseguir una disminución > 25% en la velocidad máxima por Doppler del flujo de la arteria cerebral media. La maniobra de Valsalva facilitó el diagnóstico de cortocircuito derecha-izquierda no visualizado basalmente, de forma similar en las tres técnicas: ETT, 24/93 (26%); DTC, 26/93 (28%), y ETE, 26/93 (28%). La sensibilidad, la especificidad y los valores predictivos de las 3 técnicas se muestran en la tabla 2.

Discordancias en el diagnóstico de foramen oval permeable

Durante el estudio con ETT, el DTC no diagnosticó 3 cortocircuitos ligeros y dio un falso positivo en 1 caso con una fístula arteriovenosa pulmonar en la que la ETT mostraba la llegada del contraste a la aurícula izquierda por una vena pulmonar (fig. 5). El DTC practicado durante la ETE no diagnosticó 2 cortocircuitos ligeros evidenciados por ETE y dio el mismo falso positivo en el paciente con fístula arteriovenosa pulmonar. En 13 pacientes la ETE no diagnosticó el cortocircuito demostrado por ETT, que era ligero en 11 casos, moderado en 1 y severo en 1 (tabla 3). El DTC practicado simultáneamente a la ETT diagnosticó 12 (13%) cortocircuitos más que cuando se practicó simultáneamente a la ETE; de ellos, 10 eran ligeros, 1 moderado y 1 severo.

La dosis de midazolam administrada a los pacientes con concordancia entre ETT y ETE fue similar a la que recibió el grupo con discordancia (8,1 ± 3,2 frente a 8,2 ± 1,3 mg, respectivamente). Durante la ETE, aumentó la frecuencia cardiaca (74 ± 18 frente a 94 ± 18 lpm; p < 0,001) y disminuyeron la presión arterial sistólica

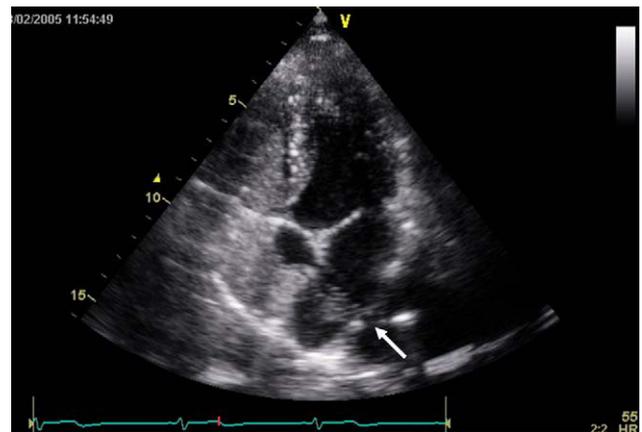


Figura 5. Ecocardiografía transtorácica en proyección apical de cuatro cámaras, en la que se pueden ver las cavidades derechas llenas de contraste y, en la aurícula izquierda, las burbujas que llegan desde la vena pulmonar inferior derecha (flecha).

Tabla 3

Características ecocardiográficas y dosis de sedación de los casos que fueron falsos negativos por ecocardiografía transesofágica

Paciente	Cortocircuito por DTC	Cortocircuito por ETT	ASI	Midazolam (mg) durante ETE
1	No	Ligero	No	8
2	No	Ligero	Sí	10
3	No	Ligero	No	8
4	Ligero	Ligero	No	8
5	Ligero	Ligero	No	6
6	Ligero	Ligero	Sí	5
7	Ligero	Ligero	No	12
8	Ligero	Ligero	Sí	8
9	Ligero	Ligero	No	10
10	Ligero	Ligero	Sí	8
11	Moderado	Ligero	No	6
12	Moderado	Moderado	Sí	8
13	Severo	Severo	No	9

ASI: aneurisma del septo interauricular; DTC: Doppler transcraneal; ETE: ecocardiografía transesofágica; ETT: ecocardiografía transtorácica.

(121 ± 11 frente a 101 ± 32 mmHg; $p < 0,05$) y la saturación de oxígeno ($98 \pm 2\%$ frente a $93 \pm 4\%$; $p < 0,001$). No hubo diferencias significativas con la presión arterial diastólica (72 ± 8 frente a 72 ± 10 mmHg).

Cuantificación del cortocircuito

El cortocircuito se cuantificó como severo por ETT en el 69% de los casos (64/93), por DTC en el 76% (68/90) y por ETE en el 59% (47/80) (fig. 6). La concordancia en la cuantificación del cortocircuito entre la ETT y el DTC fue del 93% (84/90) ($\kappa = 0,83$; $p < 0,0001$); entre la ETE y el DTC fue del 74% (59/80) ($\kappa = 0,41$; $p < 0,0001$) y entre la ETT y la ETE fue del 81% (65/80) ($\kappa = 0,59$; $p < 0,0001$). La separación del FOP durante la maniobra de Valsalva visualizada por ETE fue de $3,81 \pm 2,62$ mm en los pacientes con cortocircuito y de sólo $0,3 \pm 0,8$ mm en los pacientes sin cortocircuito ($p < 0,001$). El diámetro del FOP fue mayor en los pacientes con mayor severidad en el cortocircuito determinado por ETT; así, en los de grado ligero el

diámetro fue de $2,3 \pm 1,3$ mm; en los de grado moderado, $3,6 \pm 1,6$ mm, y en los de grado severo, $5,6 \pm 3,5$ mm ($p < 0,001$).

Aneurisma del septo interauricular

En 57 pacientes con cortocircuito derecha-izquierda, la ETE diagnosticó ASI (61%), mientras que en los pacientes sin FOP sólo se encontró en 5/41 casos (12%). La ETT diagnosticó ASI en todos los casos excepto 1. Los pacientes con FOP y ASI tenían un cortocircuito moderado o severo con mayor frecuencia que los pacientes con FOP sin ASI (el 71 frente al 13%; $p < 0,001$).

DISCUSIÓN

Este estudio demuestra, en una amplia serie de pacientes evaluados para descartar la presencia de cortocircuito derecha-izquierda, que la ETT es superior a la ETE en el diagnóstico de FOP. La ETE dio falsos negativos en más del 10% de los casos y tendió a subestimar la severidad del *shunt* derecha-izquierda. La realización del DTC simultáneamente a la ETT y a la ETE evidenció que estos falsos negativos no estaban en relación con la técnica de imagen en sí misma, ya que el DTC realizado durante la ETE también presentó un similar número de falsos negativos. La ETE mostró menor sensibilidad que la ETT en el diagnóstico del cortocircuito derecha-izquierda en situación basal, con un número similar de casos diagnosticados con maniobra de Valsalva. Los resultados tienen trascendencia clínica, dado que indican que la práctica de la ETE no aporta mayor beneficio en el diagnóstico y la cuantificación del FOP que la ETT o el DTC. La ETE estaría indicada sólo en presencia de malas ventanas ecocardiográficas o en la valoración de las características morfológicas del FOP antes del cierre percutáneo.

Diagnóstico de foramen oval permeable por diferentes técnicas de imagen

Diversos estudios han valorado la utilidad del DTC^{6,13,23}, la ETT^{14-17,20} y la ETE^{24,25} en el diagnóstico de FOP, pero las disparidades de los resultados obtenidos han generado una importante controversia. Los neurólogos han utilizado el DTC de forma generalizada para diagnosticar el FOP. En estudios comparativos con la ETE, la sensibilidad se ha considerado superior al 90%, pero con especificidad de un 65-90%^{15,26,27}. Varios estudios

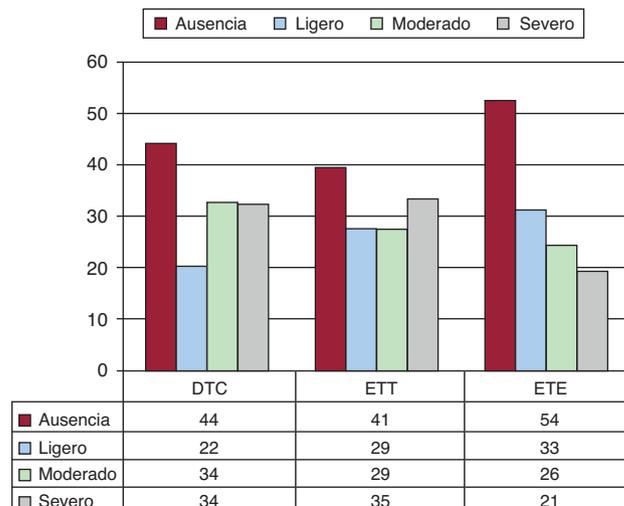


Figura 6. Cuantificación del cortocircuito por las tres técnicas. DTC: Doppler transcraneal; ETE: ecocardiografía transesofágica; ETT: ecocardiografía transtorácica.

han aceptado esta baja especificidad del DTC por la posible presencia de cortocircuitos extracardiacos²⁶. En el presente estudio, la concordancia del DTC realizado simultáneamente con ambas técnicas ecocardiográficas fue buena y únicamente presentó un falso positivo secundario a un cortocircuito derecha-izquierda por una fistula pulmonar. El DTC no evidenció 3 cortocircuitos ligeros diagnosticados por ETT y 2 cortocircuitos ligeros diagnosticados por ETE. Estos resultados ponen de manifiesto que una limitación del DTC es que no permite visualizar la llegada del contraste a la aurícula derecha, por lo que la maniobra de Valsalva puede no realizarse con la aurícula derecha llena de contraste y cortocircuitos ligeros pueden pasar inadvertidos.

Hasta recientemente, diversos estudios destacaron la baja sensibilidad de la ETT respecto a la ETE, pues detectaron el cortocircuito interauricular solamente en un 31-47% de los casos^{27,28}. La calidad subóptima de la imagen se ha considerado el factor más limitante²⁹. No obstante, con la introducción de la imagen armónica ha mejorado significativamente la calidad de imagen y la detección de las microburbujas del suero agitado. Recientes estudios han señalado que la ETT con imagen armónica y la ETE tienen similar exactitud en la detección del cortocircuito auricular derecha-izquierda^{14,20,30}, y se acepta que, cuando la calidad de imagen es adecuada, la ETT puede ser suficiente para la detección del FOP³¹.

En pacientes jóvenes sin evidencia clínica de cardiopatía o fibrilación auricular, la ETT parece ser suficiente para diagnosticar y cuantificar la presencia de FOP. Recientemente, estudios preliminares han señalado la posible utilidad de la ETT tridimensional para este diagnóstico^{32,33}.

Falsos negativos de la ecocardiografía transesofágica

Trece de los 93 pacientes con FOP (14%) no fueron diagnosticados por la ETE; 2 de ellos tenían un cortocircuito de grado moderado-severo. Algunos estudios han registrado falsos negativos de la ETE en el diagnóstico del FOP y los han atribuido a la menor eficacia en la realización de la maniobra de Valsalva²⁶. En el estudio realizado por Kúlh et al¹⁴, el cortocircuito interauricular no fue diagnosticado por la ETE en 6 de 57 pacientes con FOP diagnosticados por ETT.

Tanto la sedación como la intubación esofágica se han considerado factores limitantes para la realización de una adecuada maniobra de Valsalva. No obstante, en nuestra serie la maniobra de Valsalva aportó un número similar de diagnósticos positivos con la ETT (26%) y con la ETE con sedación moderada (33%). Llamativamente, sin la utilización de la maniobra de Valsalva, la ETT diagnosticó el *shunt* en el 74% de los casos y la ETE, sólo en el 58%. Souteyrand et al¹⁵ evidenciaron que basalmente la ETT diagnosticó el cortocircuito en el 50% de los casos y mediante la ETE con moderada sedación (midazolam 5 mg), sólo en el 33%. No hay explicaciones definitivas que permitan justificar estos resultados, pero es posible que el estrecho equilibrio entre las presiones intraauriculares³⁴ pueda modificarse con ligeros cambios hemodinámicos secundarios a la sedación o a la misma intubación esofágica.

El presente estudio es el primero que ha utilizado el DTC simultáneamente a la ETT y la ETE, lo que ha permitido evidenciar que, con una moderada sedación y la intubación esofágica, también disminuyó la sensibilidad del DTC en la detección del cortocircuito derecha-izquierda. Por otra parte, la monitorización continua durante el procedimiento demostró una disminución significativa de la presión arterial sistólica sistémica y un aumento de la frecuencia cardíaca. Esta respuesta hemodinámica es explicable, ya que está comprobado que el midazolam disminuye moderadamente la presión arterial sistólica y también la presión arterial

pulmonar media^{35,36}. Por otra parte, las bajas dosis de atropina y las mismas molestias generadas por la prueba pueden explicar la taquicardización durante la ETE. Es posible que estos cambios hemodinámicos o la intubación dificulten la inversión del gradiente de presiones interauriculares derecha-izquierda³⁴ y, por lo tanto, el paso de microburbujas entre las aurículas.

Severidad del cortocircuito derecha-izquierda y valoración del aneurisma del septo interauricular

En este estudio se evidencia que la ETE puede subestimar la severidad del *shunt*, probablemente por la dificultad de practicar una adecuada maniobra de Valsalva en pacientes sedados. El tamaño máximo de la separación del FOP durante la maniobra de Valsalva fue significativamente mayor en cada grado de severidad del cortocircuito, y se observó que todos los pacientes que tenían un diámetro del FOP > 4 mm presentaban un cortocircuito moderado o severo.

El ASI se asocia frecuentemente con FOP y condiciona un mayor riesgo de recurrencias de accidente cerebrovascular^{4,37}. Mientras el DTC no permite hacer el diagnóstico de ASI, tanto la ETT como la ETE son útiles en su detección. La utilización de la imagen armónica facilita el diagnóstico por ETT, que muestra similar exactitud que la ETE. En el presente estudio, 57 de los pacientes con FOP presentaban ASI (61%), mientras que entre los pacientes sin FOP sólo se encontró en 5/41 casos (12%).

Limitaciones

Los resultados del presente estudio son aplicables sólo al grupo poblacional seleccionado. Los pacientes recibieron una sedación moderada superior a la dada en otras series. La ETE es una prueba semiinvasiva con baja tolerancia sin sedación, especialmente en la población joven. En este sentido, seguimos el mismo protocolo de sedación que para otras indicaciones de la técnica, ya que nos pareció cuestionable asumir un mayor grado de intolerancia para esta indicación. Aunque los pacientes fueron instruidos para la práctica adecuada de la maniobra de Valsalva y se monitorizó su efectividad mediante la disminución del 25% de la velocidad máxima del flujo de la arteria cerebral media por DTC; esto no significa que la intensidad de la maniobra de Valsalva fuera idéntica a la realizada sin sedación y sin intubación esofágica. El estudio no ha analizado la variabilidad del observador o entre observadores, dado que la mayor variabilidad se genera con la administración del contraste y la efectividad de la maniobra de Valsalva, no con la revisión de las imágenes adquiridas, y no se consideró ética la repetición de las pruebas según el diseño aplicado en el estudio.

CONCLUSIONES

La ETT con imagen armónica y administración de suero fisiológico agitado permite una adecuada valoración y la cuantificación del cortocircuito derecha-izquierda secundario a la presencia de FOP. La ETE con sedación moderada tiende a dar falsos negativos y subestimar la severidad del cortocircuito. Esta técnica estaría indicada particularmente en casos de mala calidad de imagen o cuando se plantee el cierre del FOP para hacer una adecuada valoración morfológica del tabique interauricular.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

AGRADECIMIENTOS

A las enfermeras Rosa M. García y Carmen Abad por su ayuda e importante colaboración en la realización de los estudios.

BIBLIOGRAFÍA

- Schuchlenz HW, Weihs W, Horner S, Quehenberger F. The association between the diameter of a patent foramen ovale and the risk of embolic cerebrovascular events. *Am J Med.* 2000;109:456-62.
- Knauth M, Ries S, Pohimann S, Kerby T, Forsting M, Daffertshofer M, et al. Cohort study of multiple brain lesions in sport divers: role of a patent foramen ovale. *BMJ.* 1997;314:701-5.
- Godart F, Rey C, Prat A, Vincentelli A, Chmait A, Francart C, et al. Atrial right-to-left shunting causing severe hypoxaemia despite normal right-sided pressures: report of 11 consecutive cases corrected by percutaneous closure. *Eur Heart J.* 2000;21:483-9.
- Agmon Y, Khandheria BK, Meissner I, Gentile F, Whisnant JP, Sicks JD, et al. Frequency of atrial septal aneurysms in patients with cerebral ischemic events. *Circulation.* 1999;99:1942-4.
- Kerut EK, Norfleet WT, Plotnick GD, Giles TD. Patent foramen ovale: a review of associated conditions and the impact of physiological size. *J Am Coll Cardiol.* 2001;38:613-23.
- Serena J, Martí-Fàbregas J, Santamarina E, Rodríguez JJ, Pérez-Ayuso MJ, Masjuán J, et al. Recurrent stroke and massive right-to-left shunt. Results from the prospective Spanish multicenter (CODICIA) Study. *Stroke.* 2008;39:3131-6.
- Mesa D, Franco M, Suárez de Lezo J, Muñoz J, Rus C, Delgado M, et al. Prevalencia de foramen oval permeable en pacientes jóvenes con accidente isquémico cerebral de causa desconocida. *Rev Esp Cardiol.* 2003;56:662-8.
- Meier B. Catheter-based closure of the patent foramen ovale. *Circulation.* 2009;120:1837-41.
- Natanzon A, Goldman ME. Patent foramen ovale: anatomy versus pathophysiology. Which determines stroke risk? *J Am Soc Echocardiogr.* 2003;16:71-6.
- Hara H, Virmani R, Ladich E, Mackey-Bojack S, Titus J, Reisman M, et al. Patent foramen ovale: current pathology, pathophysiology, and clinical status. *J Am Coll Cardiol.* 2005;46:1768-76.
- Woods T, Patel A. A critical review of patent foramen ovale. Detection using saline contrast echocardiography: when bubbles lie. *J Am Soc Echocardiogr.* 2006;19:215-22.
- Attaran RR, Ata I, Kudithipudi V, Foster L, Sorrell VL. Procol for optimal detection and exclusion of a patent foramen ovale using transthoracic echocardiography with agitated saline microbubbles. *Echocardiography.* 2006;23:616-22.
- Droste DW, Lakemeier S, Wichter T, Stypmann J, Dittrich R, Ritter M, et al. Optimizing the technique of contrast transcranial Doppler ultrasound in the detection of right-to-left shunts. *Stroke.* 2002;33:2211-6.
- Kühl HP, Hoffmann R, Merx MW, Franke A, Klötzsch C, Lepper W, et al. Transthoracic echocardiography using second harmonic imaging diagnostic alternative to transesophageal echocardiography for atrial right to left shunt in patients with cerebral embolic events. *J Am Coll Cardiol.* 1999;34:1823-30.
- Souteyrand G, Motreff P, Lusson JR, Rodríguez R, Geoffroy E, Dauphin C, et al. Comparison of transthoracic echocardiography using second harmonic imaging, transcranial Doppler and transesophageal echocardiography for the detection of patent foramen ovale in stroke patients. *Eur J Echocardiogr.* 2006;7:147-54.
- Van Camp G, Franken P, Melis P, Cosyns B, Schoors D, Vanoverschelde JL. Comparison of transthoracic echocardiography with second harmonic imaging with transesophageal echocardiography in the detection of right to left shunts. *Am J Cardiol.* 2000;86:1284-7.
- Daniels C, Weytjens C, Cosyns B, Schoors D, De Sutter J, Paelinck B, et al. Second harmonic transthoracic echocardiography: the new reference screening method for the detection of patent foramen ovale. *Eur J Echocardiogr.* 2004;5:449-52.
- Mattioli AV, Bonetti L, Aquilina M, Olidani A, Longhini C, Mattioli G. Association between atrial septal aneurysm and patent foramen ovale in young patients with recent stroke and normal carotid arteries. *Cerebrovasc Dis.* 2003;15:4-10.
- Homma S, Di Tullio MR, Sacco RL, Mihalatos D, Li Mandri G, Mohr JP. Characteristics of patent foramen ovale associated with cryptogenic stroke: a biplane transesophageal echocardiographic study. *Stroke.* 1994;25:582-6.
- Trevelyan J, Steeds RP. Comparison of transthoracic echocardiography with harmonic imaging with transesophageal echocardiography for the diagnosis of patent foramen ovale. *Postgrad Med J.* 2006;82:613-4.
- Zanette EM, Mancini G, De Castro S, Solaro M, Cartoni D, Chiarotti F. Patent foramen ovale and transcranial Doppler. Comparison of different procedures. *Stroke.* 1996;27:2251-5.
- Nemec JJ, Marwich TH, Lorig RJ, Davison MB, Chimowitz MI, Litowitz H, et al. Comparison of transcranial doppler ultrasound and transesophageal contrast echocardiography in the detection of interatrial right-to-left shunts. *Am J Cardiol.* 1991;68:1498-502.
- Job FP, Ringelstein EB, Grafen Y, Frachskampf FA, Doherty C, Stockmanns A, et al. Comparison of transcranial contrast doppler sonography and transesophageal contrast echocardiography for the detection of patent foramen ovale in young stroke patients. *Am J Cardiol.* 1994;74:381-4.
- Hausmann D, Mügge A, Becht I, Daniel WG. Diagnosis of patent foramen ovale by transesophageal echocardiography and association with cerebral and peripheral embolic events. *Am J Cardiol.* 1992;70:668-72.
- Pearson AC, Labovitz AJ, Tatineni S, Gomez CR. Superiority of transesophageal echocardiography in detecting cardiac source of embolism in patients with cerebral ischemia of uncertain etiology. *J Am Coll Cardiol.* 1991;17:66-72.
- Droste DW, Kriete JU, Stypmann J, Castrucci M, Wichter T, Tietje R, et al. Contrast transcranial doppler ultrasound in the detection of right-to-left shunts. *Stroke.* 1999;30:1827-32.
- Zito C, Dattilo G, Oretto G, Di Bella G, Lamari A, Iudicello R, et al. Patent foramen ovale: comparison among diagnostic strategies in cryptogenic stroke and migraine. *Echocardiography.* 2009;26:495-502.
- Di Tullio M, Sacco RL, Venketasubramanian N, Sherman D, Mohr JP, Homma S. Comparison of diagnostic techniques for the detection of a patent foramen ovale in stroke patients. *Stroke.* 1993;24:1020-4.
- Belkin RN, Pollack BD, Ruggiero ML, Alas LL, Tatini U. Comparison of transesophageal and transthoracic echocardiography with contrast and color flow Doppler in the detection of patent foramen ovale. *Am Heart J.* 1994;128:520-5.
- Clarke NR, Timperley J, Kelion AD, Banning AP. Transthoracic echocardiography using second harmonic imaging with Valsalva manoeuvre for the detection of right to left shunts. *Eur J Echocardiogr.* 2004;5:176-81.
- Pepi M, Evangelista A, Nihoyannopoulos P, Flachskampf FA, Athanassopoulos G, Colonna P, et al. Recommendations for echocardiography use in the diagnosis and management of cardiac sources of embolism. *Eur J Echocardiogr.* 2010;11:461-76.
- Monte I, Grasso S, Licciardi S, Badano LP. Head-to-head of real-time three-dimensional transthoracic echocardiography with transthoracic and transesophageal two-dimensional contrast echocardiography for the detection of patent foramen ovale. *Eur J Echocardiogr.* 2010;11:245-9.
- Maffè S, Dellavesa P, Zenone F, Paino AM, Paffoni P, Perucca A, et al. Transthoracic second harmonic two- and three-dimensional echocardiography for detection of patent foramen ovale. *Eur J Echocardiogr.* 2010;11:57-63.
- Pfleger S, Haase K, Stark S, Latsch A, Simonis B, Scherhag A, et al. Haemodynamic quantification of different provocation manoeuvres by simultaneous measurement of right and left atrial pressure: implications for the echocardiographic detection of persistent foramen ovale. *Eur J Echocardiogr.* 2001;2:88-93.
- Carrasco G, Cabré L, Sobrepera G, Costa J, Molina R, Cruspinera A, et al. Synergistic sedation with propofol and midazolam in intensive care patients after coronary artery bypass grafting. *Crit Care Med.* 1998;26:844-51.
- Pomane C, Paullin M, Fernández C, Vignon E, Francois G. Hemodynamic effects of 2 different doses of midazolam in combination with fentanyl for induction of anesthesia in surgery of the abdominal aorta. *Ann Fr Anesth Reanim.* 1984;3:168-70.
- Mügge A, Daniel WG, Angermann C, Spes C, Khandheria BK, Kronzon I, et al. Atrial septal aneurysm in adult patients. A multicenter study using transthoracic and transesophageal echocardiography. *Circulation.* 1995;91:2785-92.