

Ecocardiografía tridimensional transesofágica en la evaluación del septo interauricular

Aritz Gil Ongay
Beatriz de Tapia
Juan S Ceña
Iván Olavarri Miguel
José A Vázquez de Prada

Servicio de Cardiología. Hospital Universitario Valdecilla. Santander. España

Correspondencia

José A Vázquez de Prada
email: javdpt@gmail.com

Palabras clave

- ▷ Ecocardiografía tridimensional
- ▷ Tabique interauricular
- ▷ Foramen oval permeable

Keywords

- ▷ 3D echocardiography
- ▷ Interatrial septum
- ▷ Patent foramen ovale

RESUMEN

La ecocardiografía tridimensional transesofágica ha revolucionado la forma en que se observa hoy día el tabique interauricular, permitiendo una visión anatómica (no accesible previamente) de los remanentes de la circulación fetal: fosa oval y foramen oval. Más de un 25% de la población presenta un foramen oval permeable, que ocasionalmente puede tener relevancia clínica. Además, gran parte de los procedimientos de intervencionismo estructural se llevan a cabo por vía transeptal tras la punción de la fosa oval. Por tanto, actualmente resulta necesario tener un adecuado conocimiento de la anatomía del septo interauricular, así como de sus variantes normales y patológicas.

ABSTRACT

Transesophageal 3D-echocardiography allows a detailed anatomical observation of the interatrial septum, including the remnants of the fetal circulation: the fossa ovalis and the foramen ovale. More than 25% of normal adults present a patent foramen ovale, which under some circumstances may have pathologic relevance. Moreover, most of the structural interventions in the left heart require transeptal crossing of the interatrial septum through the fossa ovalis. Therefore, an adequate knowledge of the anatomical features of the interatrial septum, as well as its normal and pathologic variants is definitely required.

Introducción

La ecocardiografía tridimensional, especialmente en su modalidad transesofágica (ETE-3D) permite la observación directa y en tiempo real del septo interauricular y de sus estructuras anatómicas adyacentes, de forma dinámica y con una excelente orientación espacial. Estas exclusivas características han convertido a la ETE-3D en la técnica de elección para la visualización de la anatomía, las variantes normales y las diversas alteraciones patológicas del tabique interauricular^(1,2).

Por tanto, el adecuado conocimiento de la anatomía interatrial normal, así como el reconocimiento de sus diferentes variantes normales y patológicas, tiene una especial relevancia en estos momentos, dado el continuo desarrollo de las técnicas diagnósticas de imagen, así como del intervencionismo estructural^(3,4).

Aspectos clínicos

Dentro de los componentes anatómicos del tabique interauricular, la *fosa oval* y el foramen oval tienen una particular relevancia desde el punto de vista clínico.

Con respecto al *foramen oval*, diversos estudios patológicos han demostrado que es permeable a la circulación en más de un 25% de la población

adulta normal, condición conocida como *foramen oval permeable* (FOP). En este caso existe una potencial comunicación circulatoria entre las aurículas. En la inmensa mayoría de los casos esto no tiene ningún significado patológico, sin embargo, hay una serie de situaciones concretas en las que un FOP se puede asociar con problemas importantes. Por un lado, existe la posibilidad de sufrir embolias cerebrales paradójicas, problema potencial que se suele plantear en el contexto de un ACV criptogénico. Este problema también se puede plantear en el caso de la enfermedad por descompresión que pueden sufrir buceadores, aviadores de altura o astronautas, dada la posibilidad de embolismo aéreo por paso de burbujas gaseosas desde la aurícula derecha a la aurícula izquierda. Finalmente, en las diversas patologías asociadas con el síndrome de platipnea-ortodeoxia, el paso de sangre venosa en cantidad significativa desde el lado derecho al izquierdo a través de un FOP puede provocar hipoxemia sistémica clínicamente relevante.

La *fosa oval* es otra de las estructuras anatómicas del tabique interauricular que está cobrando una especial importancia en el contexto del creciente desarrollo de las técnicas de intervencionismo cardíaco percutáneo. El intervencionismo estructural es actualmente el método preferido para la corrección de los defectos interauriculares anatómicamente apropiados, así como para el cierre de un FOP cuando se considera indicado. Por otra parte, diversos procedimientos de intervencionismo estructural y de electrofisiología requieren el paso de catéteres y dispositivos desde un acceso transvenoso derecho hasta el lado izquierdo a través de una punción transeptal, que debe realizarse precisamente a través de la *fosa oval*.

Dadas sus especiales características, la ETE-3D es actualmente la técnica de elección para la visualización de la anatomía del septo interauricular y, además, resulta una herramienta imprescindible en la planificación y el apoyo de diversos procedimientos de intervencionismo cardíaco, tanto aquellos dirigidos al propio septo interauricular como aquellas técnicas que precisan una punción transeptal previa. En este artículo se revisa el papel de la ETE-3D en la visualización de estas estructuras anatómicas.

Anatomía del septo interauricular normal

La ETE-3D permite una visualización directa de la anatomía auricular con excelente orientación espacial. Desde las proyecciones bicava y medioventricular transefágicas, la orientación del tabique interauricular es bastante perpendicular a la pirámide de ultrasonidos, por lo que todas las estructuras anatómicas del septo interauricular se pueden observar en *face*, obteniéndose imágenes de gran calidad con excelente resolución espacial.

Para una correcta interpretación de los hallazgos ecocardiográficos es muy importante tener un profundo conocimiento previo tanto los aspectos anatómicos fundamentales, como de las posibles variantes normales. En este sentido resulta esencial conocer el proceso de desarrollo embrionario del septo interauricular.

De forma simplificada (**Figura 1A**)⁽⁵⁾, inicialmente la aurícula es una cavidad única y el septo interauricular se comienza a formar cuando el *septum primum* comienza a desarrollarse formando una cresta desde el techo hacia el suelo de la aurícula, donde se localizan los "cojines endocárdicos". Esto crea la primera división (septación) entre aurícula derecha y aurícula izquierda. Cuando el *septum primum* no ha alcanzado todavía por completo los cojines endocárdicos, se puede observar en la parte inferior una zona de comunicación que se conoce como foramen primario (*ostium primum*), que se va reduciendo progresivamente hasta desaparecer por completo salvo en casos patológicos (comunicación interauricular tipo *ostium primum*). Al mismo tiempo (**Figura 1B**) en la zona superior de esta primera septación comienza un proceso de reabsorción, que inicialmente toma la forma de pequeñas fenestraciones y que finalmente confluyen dando lugar a un agujero de comunicación (**Figura 1C**), que se conoce como foramen secundario (*ostium secundum*). De forma simultánea se produce una invaginación del tejido del techo de las aurículas que se orienta de forma paralela al *septum primum*, cubriéndolo en todo su contorno con la excepción de la zona más inferior (en caso de que este proceso no se lleve a cabo adecuadamente, se estará ante una comunicación interauricular tipo *ostium secundum*). El tejido de esta invaginación auricular que participa en este proceso de septación entre las aurículas se denomina *septum secundum*.

Es importante recalcar que, a pesar de que el término de *septum secundum* se utiliza de forma generalizada en la literatura, resulta incorrecto desde el punto de vista anatómico-embriológico⁽⁶⁾, puesto que como se acaba de comentar, corresponde en realidad a una invaginación del tejido auricular, que se solapa y fusiona con el *septum primum* (este último sí que se corresponde realmente con un septo interatrial). De esta manera se explica la frecuente acumulación de grasa entre los pliegues de la invaginación auricular que se observa en personas de edad avanzada denominada hipertrofia lipomatosa del septo, denominación que de nuevo resulta un nombre equivocado, al corresponder en realidad con grasa extraauricular acumulada entre estos pliegues de la pared auricular⁽⁷⁾. En cualquier caso, dado que la denominación de *septum secundum* se mantiene en prácticamente todos los textos científicos, se utiliza también en esta revisión para evitar confusiones.

Como culminación de este proceso embriológico, ambos septos se acaban fusionando (**Figura 1D**) excepto en esta zona inferior en la que sólo existe el *septum primum*, dando lugar a la fosa oval.

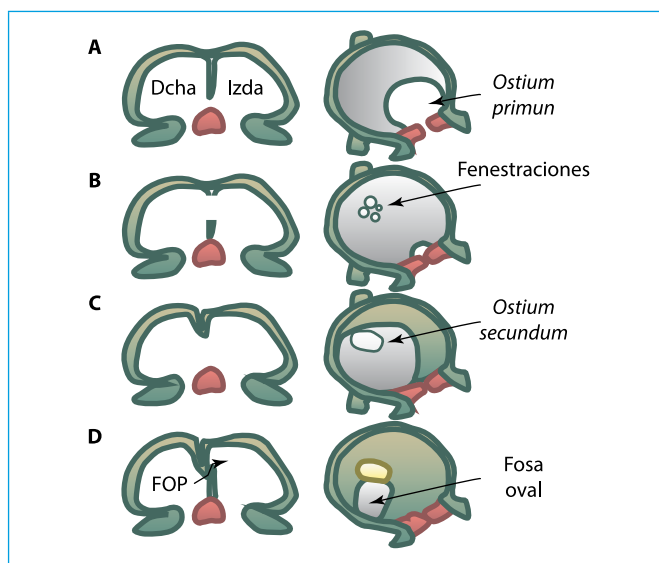


Figura 1. Desarrollo embriológico del tabique interauricular. **A,B,C,D:** las fases embriológicas evolutivas en el desarrollo del tabique interatrial (véase la explicación detallada en el texto) (código de colores: *septum primum*: color gris; *septum secundum*: color verde; cojines endocárdicos: color rosa (modificado con permiso de Rana BS, et al.⁽⁴⁾)

Fosa oval

La fosa oval (**Figura 2**) se encuentra relativamente centrada en el tabique interauricular, aunque ligeramente desplazada hacia abajo (cerca de la vena cava inferior) y hacia adelante (cerca del seno de Valsalva no coronario). Su tamaño es bastante variable, así como su morfología, aunque en general guarda relación con su denominación como fosa "oval".

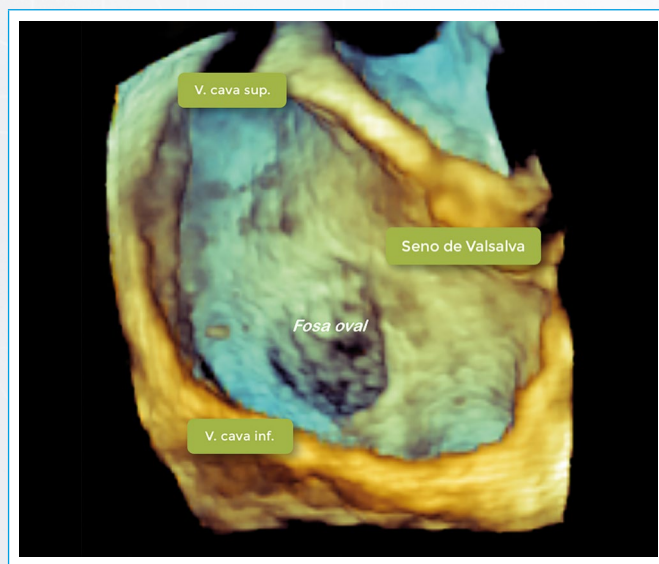


Figura 2. Fosa oval desde la aurícula derecha con ETE-3D. Tras recortar la pared auricular derecha, se observa la morfología oval de la fosa y sus relaciones anatómicas de cercanía con la vena cava inferior y el seno de Valsalva no coronario

Las características peculiares del desarrollo embriológico que se han comentado hacen que la morfología de esta estructura anatómica sea completamente diferente dependiendo del punto de vista desde el que se la observe (**Figura 3**) Si se observa la fosa oval desde la aurícula derecha (**Figura 4, Vídeo 1**), ésta aparece como una auténtica "depresión" o "fosa" de morfología oval (de ahí su

nombre), que ocupa el fondo del tabique interauricular. En esta depresión el fondo corresponde únicamente al delgado tejido del *septum primum*, que está rodeado por un "resalte" de tejido más grueso (la suma del *septum primum* y de la invaginación auricular o *septum secundum*). La fosa oval no puede observarse en principio desde la aurícula izquierda, pues el tabique corresponde a la cara izquierda del *septum primum*, que es liso y no presenta ningún resalte. Sin embargo, dado que el *septum primum* es una estructura muy delgada, la posición de la fosa oval puede detectarse anatómicamente por transluminación (Figura 5) y ecocardiográficamente por semitransparencia (Figura 6, Vídeo 2). De hecho, si la ganancia ultrasónica es demasiado baja, ésta puede aparecer como una zona anecoica (*drop-out*), que no debe confundirse con un defecto septal (Figura 7).

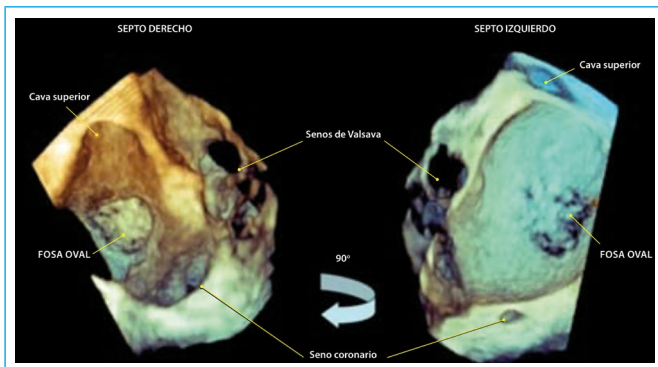


Figura 3. Fosa oval con ETE-3D. **A:** observación de la fosa oval desde la aurícula derecha; **B:** observación de la fosa oval desde la aurícula izquierda

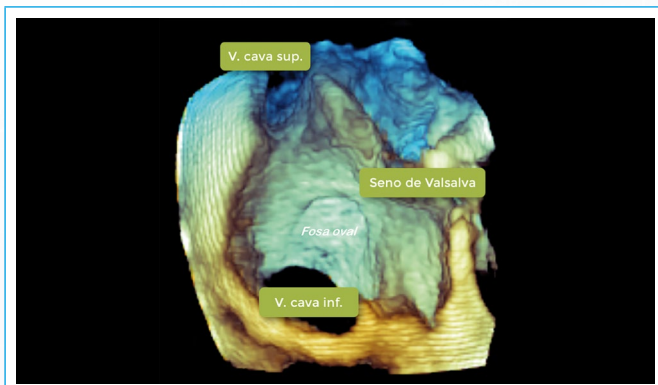
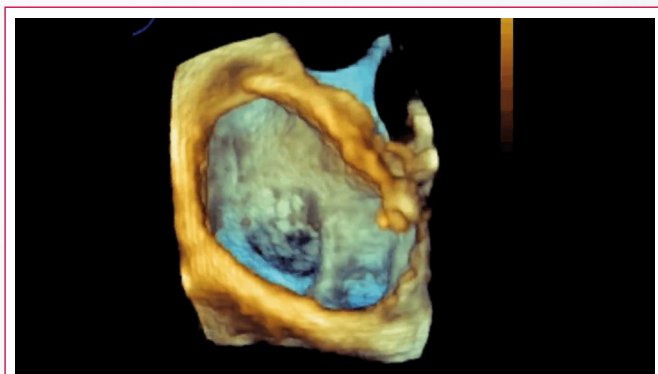


Figura 4. Fosa oval con ETE-3D. En visión desde la aurícula derecha se aprecia la depresión que forma la fosa en el tabique y su morfología oval



Vídeo 1. Fosa oval desde la aurícula derecha. Imágenes de ETE-3D en orientación anatómica. Se observa el tabique interauricular desde el lado derecho, en el que se aprecia la depresión correspondiente a la fosa oval. Con respecto al tabique, la fosa oval ocupa una posición ligeramente inferior (hacia la vena cava inferior) y adelantada (hacia la aorta)

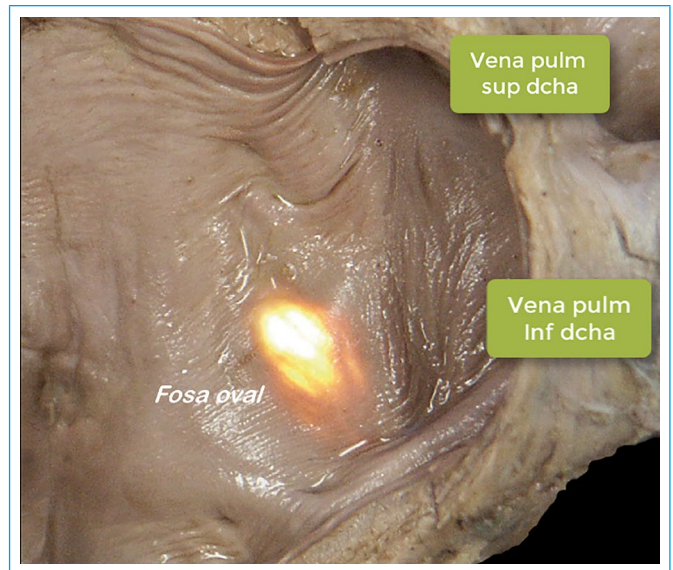


Figura 5. Transluminación de la fosa oval en una pieza anatómica. Un foco de luz en el lado derecho del septo permite observar la situación y morfología de la fosa oval desde el lado izquierdo del tabique por transluminación

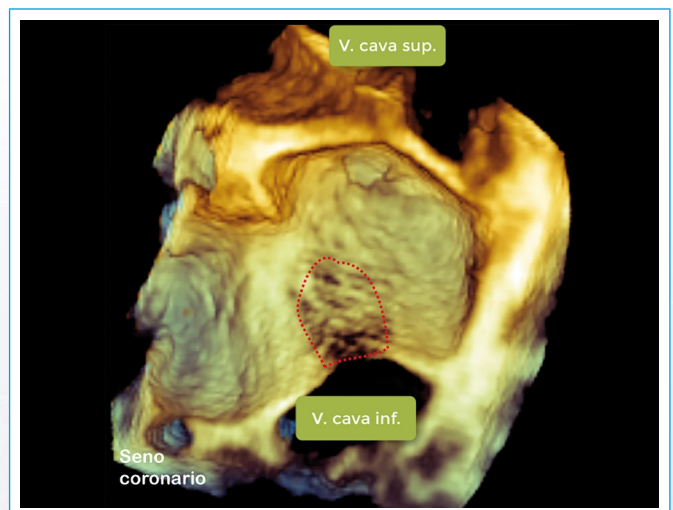
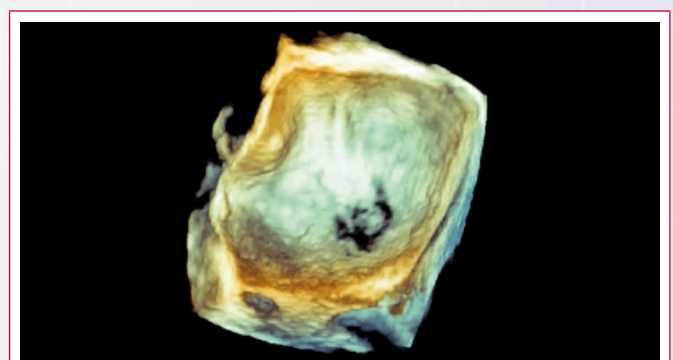


Figura 6. Fosa oval izquierda con ETE-3D. En visión desde la aurícula izquierda se puede adivinar la localización y morfología de la fosa oval (puntos rojos) sobre el liso y delgado *septum primum*



Vídeo 2. Fosa oval desde la aurícula izquierda. Imágenes de ETE-3D en orientación anatómica. Se observa el tabique interauricular desde el lado izquierdo, que es completamente liso, aunque dada la delgadez del *septum primum* es posible determinar la posición de la fosa oval por semitransparencia

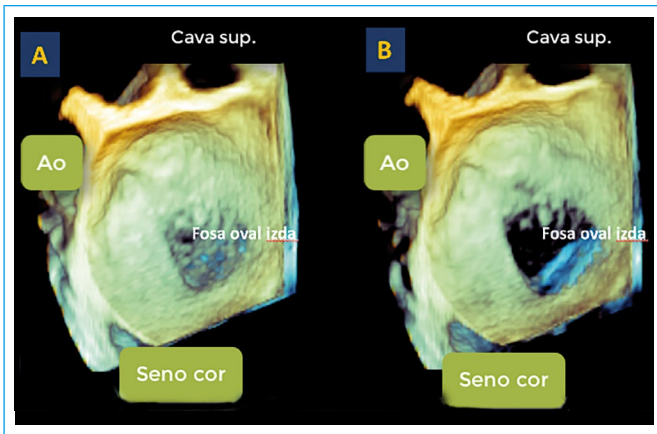


Figura 7. Fosa oval izquierda con ETE-3D. **A:** con una ganancia de ultrasonidos apropiada se adivina la localización de la fosa oval; **B:** disminuyendo excesivamente la ganancia, al ser muy delgado el *septum primum* se produce un "drop-out" de ecos ultrasónicos en la zona de la fosa oval, permitiendo la observación de la aurícula derecha a su través

Foramen oval

La fosa oval se continúa y relaciona intrínsecamente con otra estructura anatómica adyacente: el foramen oval. En el borde anterosuperior de la fosa oval, el *septum primum* y el *septum secundum* no están fusionados inicialmente, por lo que se solapan hacia arriba formando un túnel, que se dirige con orientación anterosuperior hacia su desembocadura en la parte alta de la aurícula izquierda (Figura 8). El túnel del foramen oval consiste, por tanto, en una comunicación de morfología tuneliforme, que se sitúa en el aspecto izquierdo del septo interatrial, y está formado por el solapamiento de dos capas de tejido: el *septum secundum* y el *septum primum*. El túnel tiene un orificio de entrada en el lado derecho (situado a la altura del techo de la fosa oval) y un orificio de salida (situado en el lado izquierdo del tabique, cerca del techo de la aurícula izquierda) (Figura 9). El orificio de entrada no es visible salvo que se incline el tabique derecho y se realice un recorte de las imágenes tridimensionales. Sin embargo, el orificio de salida suele observarse con facilidad desde el lado auricular izquierdo, cerca del techo auricular, y tiene una característica morfología cóncava en forma de "media luna". Es importante tener en cuenta que, en personas adultas, la observación de la boca de salida del foramen oval no implica necesariamente su permeabilidad, puesto que en muchas ocasiones se ha producido una fusión completa en el interior del túnel que impide el paso de flujo, aunque su extremo distal aparezca abierto (Figura 10, Vídeo 3).

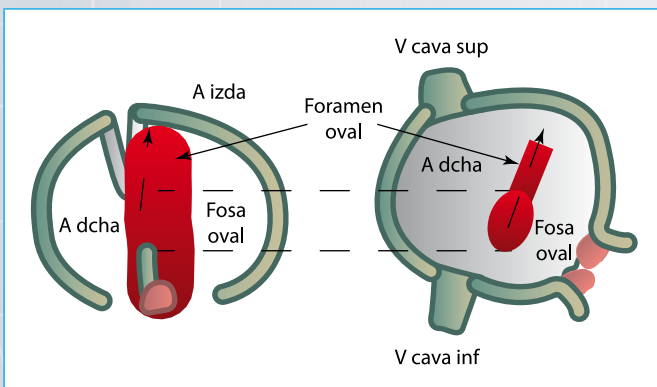


Figura 8. Esquema del foramen oval. **A:** visión paralela del tabique; **B:** visión perpendicular del tabique desde el lado derecho (código de colores: *septum secundum*: color azul; *septum primum*: color rojo; cojines endocárdicos: color rosa)

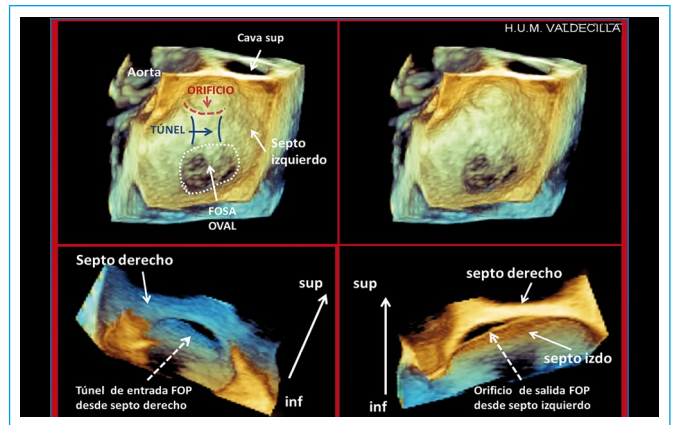


Figura 9. Foramen oval permeable con ETE-3D. **Fila superior:** observando desde el lado izquierdo del tabique se adivina la posición de la fosa oval sobre el delgado *septum primum* por semitransparencia y se observa la desembocadura del túnel con su clásica morfología semilunar cerca del techo de la aurícula izquierda; **fila inferior:** recortes del septo orientados a la observación del trayecto intraseptal del túnel; **izquierda:** acceso al túnel desde el lado derecho en la parte superior de la fosa oval; **derecha:** desembocadura del túnel en la parte superior de la aurícula izquierda

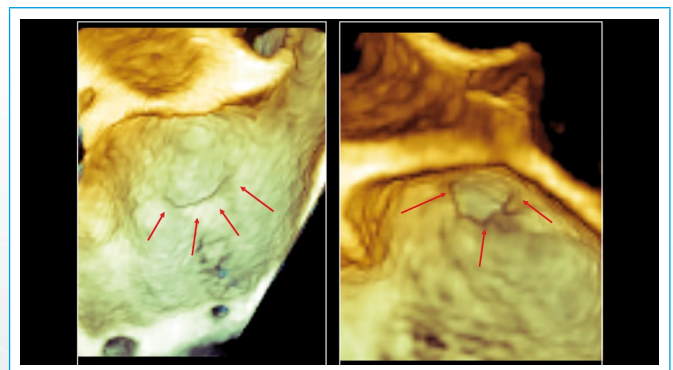
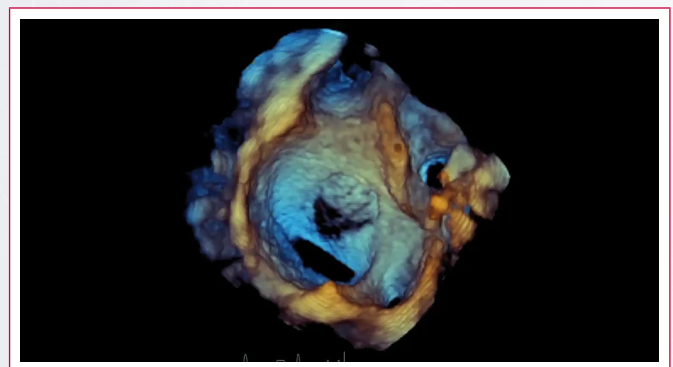


Figura 10. Orificio de desembocadura del foramen oval con ETE-3D. Observando desde el lado izquierdo del tabique, las flechas rojas indican el orificio de desembocadura del túnel, con su clásica morfología en semiluna, bastante reproducible en dos pacientes diferentes



Vídeo 3. Foramen oval. Imágenes de ETE-3D en orientación anatómica. Se observa primero el tabique desde la aurícula derecha, donde se aprecia bien la "depresión" de la fosa oval. Después se rota la imagen para observar la fosa desde el lado izquierdo por semitransparencia. A continuación, se señala el orificio de salida del foramen oval, es decir, la boca de salida del túnel, que se sitúa en línea recta hacia arriba, unos milímetros por encima de la fosa oval, ya cerca del techo de la aurícula izquierda. Se visualiza este orificio de salida desde varias posiciones para observar su clásica morfología en semiluna. Observar la presencia de una boca de salida no implica necesariamente que el túnel sea permeable, puesto que puede haber fusión completa del túnel antes del orificio de salida

Durante la circulación fetal este túnel o foramen oval permite que la mayor parte de la sangre oxigenada que llega desde la vena cava inferior (dirigida preferencialmente hacia la zona de la fosa oval por la válvula de Eustaquio) pase desde la aurícula derecha a la aurícula izquierda. Tras el nacimiento, y en condiciones normales, la mayor presión de la aurícula izquierda con respecto a la aurícula derecha empuja el *septum primum* (izquierdo) hacia el *septum secundum* (derecho), colapsando funcionalmente el túnel y facilitando que ambos septos se fusionen, formando un tabique interauricular común. Este proceso de fusión se suele completar habitualmente en los primeros meses de vida.

Foramen oval permeable

Hasta en un 25-30%⁽⁸⁾ de los casos, después del nacimiento, no llega a haber una fusión completa, permaneciendo permeable la comunicación a través del foramen oval (foramen oval permeable, FOP) (Video 4). Habitualmente, dado que existe un gradiente de presión entre aurícula izquierda y aurícula derecha, la comunicación se mantiene funcionalmente cerrada. Sin embargo, se trata de un cierre funcional de mecanismo valvular (el *septum primum* actúa como válvula) y, por tanto, es potencialmente permeable en sentido bidireccional. Siempre que haya una inversión de este gradiente la "válvula" se abre, permitiendo el paso de flujo entre las aurículas.



Video 4. Foramen oval permeable y sus orificios de entrada y salida. Se observa el tabique desde el lado izquierdo y se ve la boca de salida de un foramen oval cerca del techo auricular. Se recorta el tabique desde el techo de la aurícula izquierda hacia abajo y se inclina la imagen para observar el tabique desde arriba. Es posible observar con claridad el túnel del foramen oval, que está formado por la superposición de las dos hojas (izquierda y derecha) del tabique. La pared más fina corresponde al *septum primum* (tabique izquierdo) y la pared más gruesa corresponde al *septum secundum* (tabique derecho). Se ve también que las paredes del túnel se aproximan y se separan a lo largo del ciclo cardíaco y respiratorio, siguiendo los gradientes de presión entre las aurículas. Después se rota de nuevo la imagen hasta el lado derecho y se inclina para observar el tabique desde abajo. Se recorta para eliminar las estructuras inferiores y visualizar sin obstáculos el tabique desde abajo, observando con nitidez la boca de entrada al túnel en el lado derecho. Dando la vuelta al recorte se aprecia perfectamente la relación entre la fosa oval, el túnel y los orificios de entrada (en el lado derecho) y salida (en el lado izquierdo) del foramen oval permeable

El túnel de un foramen oval permeable es muy variable tanto en anchura (entre 5 y 13 mm) como en longitud (entre 1 y 6 mm)⁽⁹⁾. En la mayor parte de los casos, el tamaño es muy pequeño y el grado de comunicación es mínimo. De hecho, la mayor parte del tiempo el mecanismo valvular descrito previamente lo mantiene funcionalmente cerrado y únicamente puede existir un mínimo paso de flujo derecha-izquierda de forma muy esporádica (cualquier situación como, por ejemplo, la tos, que provoque una maniobra de Valsalva). En este caso, al aumentar la presión en aurícula derecha, se abre temporalmente la "válvula" permitiendo un ligero paso de flujo. Por tanto, en general la presencia de un FOP, aunque potencialmente puede dar lugar a comunicación de flujo entre las cavidades auriculares, no tiene ninguna relevancia desde el punto de vista clínico.

Patologías relacionadas con un foramen oval permeable

En algunos casos, el túnel de un FOP puede ser de mayor tamaño y, entonces, sí que es posible encontrar situaciones patológicas que alcancen relevancia clínica. Como se sabe, el túnel permanecerá habitualmente cerrado por el mecanismo valvular debido al gradiente de presión entre aurículas izquierda y derecha, pero si una maniobra de Valsalva (tos, cambios posturales, etc.) provoca la inversión temporal del gradiente, el tamaño aumentado del túnel puede permitir un paso importante de flujo derecha-izquierda. En este caso, el diámetro del túnel puede ser suficiente para que trombos venosos de cierto tamaño puedan cruzar el tabique y provocar embolias arteriales (embolias paradójicas). Esto mismo puede suceder en el contexto de enfermedades por descompresión, principalmente en buceadores, en los que un FOP puede provocar embolias gaseosas significativas en casos de descompresión brusca. Finalmente, en pacientes con migrañas con aura, se ha considerado la hipótesis de que ciertas sustancias vasoactivas que habitualmente son filtradas por los pulmones puedan pasar a través de un FOP y llegar a la circulación cerebral en cantidades suficientes para provocar una crisis de migraña⁽¹⁰⁾.

En casos más extremos, si por cualquier condición patológica la presión en aurícula derecha es superior a la de la aurícula izquierda de forma continuada, y existe un FOP de cierto tamaño, puede existir un flujo continuo e importante de sangre venosa hacia el lado izquierdo, que puede provocar niveles de desaturación arterial clínicamente relevantes. En este contexto, existe una situación, poco frecuente pero que puede dar serios problemas clínicos, conocida como síndrome de platipnea-ortodeoxia, en el que hay una desaturación de oxígeno arterial en posición ortostática que mejora con el decúbito⁽¹¹⁾. En este caso, la inversión del flujo a través de un FOP de gran tamaño ocurre de forma intermitente y relacionada con cambios posicionales. Mientras el paciente permanece en decúbito supino, la presión izquierda supera a la derecha, y el FOP está funcionalmente cerrado o sólo hay cierto flujo de izquierda a derecha. Sin embargo, al levantarse se provoca una situación de compresión mecánica y distorsión de la aurícula derecha, generalmente por elongación y dilatación de los senos de Valsalva y aorta ascendente. Esta compresión y distorsión aumenta marcadamente la presión auricular derecha, se abre la "válvula" del FOP, el *shunt* se invierte y la desaturación arterial consiguiente da lugar a la disnea ortostática.

En el extremo opuesto es posible encontrarse con casos en los que el problema se plantea por un paso importante de flujo de izquierda a derecha a través de un FOP. Esto puede ocurrir cuando hay una dilatación de la aurícula izquierda, especialmente si va asociada a un aneurisma de la fosa oval, en el que el tejido es débil y redundante. La distensión del tabique puede provocar que un FOP de gran tamaño permanezca abierto de forma continua, y si la presión izquierda está muy aumentada, el grado de *shunt* izquierda a derecha puede ser importante, creándose una auténtica comunicación interauricular, aunque paradójicamente en estos casos no falta en realidad tejido septal, sino que más bien hay un exceso o redundancia de tejido.

En todos estos casos, la ETE-3D resulta una herramienta imprescindible para la documentación diagnóstica por imagen que justifique los hallazgos clínicos, dando lugar a la indicación de cierre percutáneo del FOP con los dispositivos apropiados⁽¹²⁾.

Finalmente, es importante conocer que incluso en aquellas personas en las que no existe un FOP (la mayoría), es bastante frecuente observar imágenes ecocardiográficas residuales correspondientes a los remanentes cicatriciales de la desembocadura primitiva del foramen oval en la época fetal. Suelen ser imágenes tipo "tracto fibroso" con la clásica morfología en semiluna (Figura 11). También se puede observar una boca de salida aparentemente abierta, pero que en realidad no es permeable, puesto que el túnel se ha fusionado proximalmente en algún punto de su recorrido. Esto se puede

exagerar en aquellos casos en los que existe un aneurisma de la fosa oval, dado que el exceso de tejido favorece la redundancia de las estructuras, y se pueden observar restos de gran tamaño del túnel, aunque de hecho éste no sea permeable. Para confirmar la falta de permeabilidad en estos casos es preciso utilizar otras técnicas, principalmente la inyección de suero salino agitado (**Vídeo 5**).

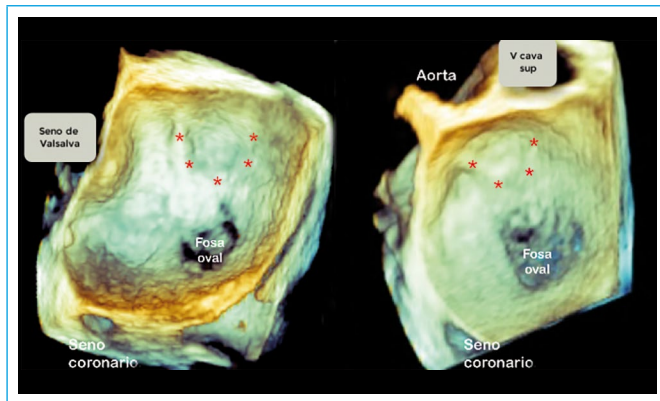
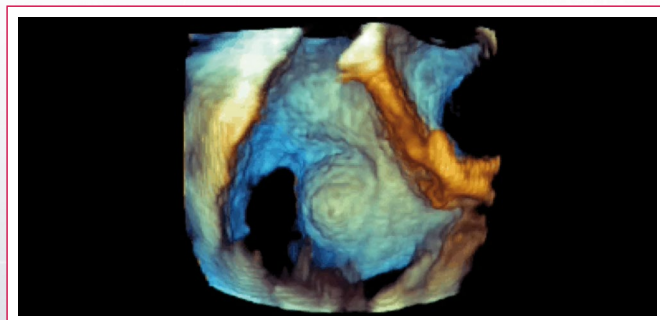


Figura 11. Remanentes de un orificio de desembocadura del foramen oval con ETE-3D. Desde el lado izquierdo del tabique se observa tractos fibrosos cicatriciales (asteriscos rojos) con la clásica morfología semilunar, en la zona primitiva de desembocadura del foramen oval



Vídeo 5. Aneurisma de la fosa oval y restos de foramen oval. Se observa desde el lado derecho, donde se aprecia un gran aneurisma de la fosa oval que protruye hacia el lado derecho. Se gira para observar la concavidad del aneurisma desde el lado izquierdo y se aprecia los restos de un túnel con su boca de salida. A pesar del gran tamaño de los restos del foramen oval, éste no era permeable al estar fusionado en su origen, lo que se confirmó por ausencia de paso de suero salino agitado con maniobra de Valsalva

Ideas para recordar

- El tabique interauricular normal tiene gran importancia desde el punto de vista anatómico, clínico y en el intervencionismo estructural, y puede observarse con ETE-3D con un excelente detalle anatómico.
- Está formado por la superposición entre el septo izquierdo (*primum*) y el septo derecho (*secundum*), salvo en una zona de morfología oval en la que sólo existe la parte izquierda del tabique.

- El término de *septum secundum* (aunque se utiliza de forma generalizada), es anatómicamente un misnúmero, puesto que realmente corresponde a una invaginación de la pared auricular derecha.
- El foramen oval es un canal de comunicación entre las aurículas a nivel de la fosa oval, que resulta normal y necesario para la circulación fetal, y que puede persistir tras el nacimiento en el 25-30% de las personas, denominándose entonces foramen oval permeable (FOP).
- En la inmensa mayoría de los casos un FOP no tiene ningún significado clínico, pero excepcionalmente se puede plantear su cierre percutáneo en el contexto de ictus criptogénico con sospecha de embolia paradójica, enfermedad por descompresión, migrañas con aura o síndrome de platipnea-ortodeoxia.

Bibliografía

1. Pushparajah K, Miller OI, Simpson JM. 3D Echocardiography of the Atrial Septum: Anatomical Features and Landmarks for the Echocardiographer. *J Am Coll Cardiol Img* 2010; 3: 981-984.
2. Faletra FF, Ho SY, Auricchio A. Anatomy of right atrial structures by real-time 3D-transesophageal echocardiography. *J Am Coll Cardiol Img* 2010; 3 (9): 966-975.
3. Faletra FF, Nucifora G, Ho SY. Imaging the Atrial Septum Using Real-Time Three-Dimensional Transesophageal Echocardiography: Technical Tips, Normal Anatomy, and Its Role in Transseptal Puncture. *J Am Soc Echocardiogr* 2011; 24: 593-599.
4. Silvestry FE, Cohen MS, Armsby LB, et al. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of Atrial Septal Defect and Patent Foramen Ovale: From the American Society of Echocardiography and Society for Cardiac Angiography and Interventions. *J Am Soc Echocardiogr* 2015; 28: 910-958.
5. Rana BS, Thomas MR, Calvert PA, et al. Echocardiographic Evaluation of Patent Foramen Ovale Prior to Device Closure. *J Am Coll Cardiol Img* 2010; 3: 749-760.
6. Jensen B, Spicer DE, Sheppard, Anderson RH. Development of the atrial septum in relation to postnatal anatomy and interatrial communications. *Heart* 2017; 103: 456-462.
7. Laura DM, Donnino R, Kim E, et al. Lipomatous Atrial Septal Hypertrophy: A Review of Its Anatomy, Pathophysiology, Multimodality Imaging, and Relevance to Percutaneous Interventions. *J Am Soc Echocardiogr* 2016; 8: 717-723.
8. Hagen PT, Scholz DG, Edwards WD. Incidence and size of patent foramen ovale during the first 10 decades of life: an autopsy study of 965 normal hearts. *Mayo Clin Proc* 1984; 59: 17-20.
9. Ho SY, McCarthy KP, Rigby ML. Morphological features pertinent to interventional closure of patent foramen ovale. *J Intervent Cardiol* 2003; 16: 33-38.
10. Calvert PA, Rana BS, Kydd AC, Shapiro LM. Patent foramen ovale: anatomy, outcomes, and closure. *Nat Rev Cardiol* 2011; 8: 148-160.
11. Blanche C, Noble S, Roffi M, et al. Platypnea-orthodeoxia syndrome in the elderly treated by percutaneous patent foramen ovale closure: A case series and literature review. *Eur J Intern Med* 2013; 24: 813-817.
12. Bechis MZ, Rubenson DS, Price MJ. Imaging Assessment of the Interatrial Septum for Transcatheter Atrial Septal Defect and Patent Foramen Ovale Closure. *Intervent Cardiol Clin* 2017; 6: 505-524.