

Revisión

Avances en el diagnóstico por imagen de la endocarditis infecciosa izquierda



Eduardo Pozo^{a,*}, Carmen Olmos^a, José Alberto de Agustín^a, Ana Jiménez-Ballvé^b, Leopoldo Pérez de Isla^a y Carlos Macaya^a

^a Servicio de Cardiología, Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España

^b Servicio de Medicina Nuclear, Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 19 de febrero de 2017

Aceptado el 25 de febrero de 2017

On-line el 2 de mayo de 2017

Palabras clave:

Endocarditis infecciosa
Ecocardiografía transesofágica
tridimensional
Tomografía computarizada cardiaca
Medicina nuclear
Cardiorresonancia magnética

R E S U M E N

La endocarditis infecciosa continúa siendo una entidad clínica de elevada mortalidad, que precisa de una detección precoz. El diagnóstico se fundamenta en los hallazgos clínicos, microbiológicos y ecocardiográficos. Sin embargo, en algunos escenarios, como la endocarditis protésica, la ecocardiografía ve reducido su rendimiento diagnóstico. Por este motivo las recientes guías de práctica clínica recomiendan la utilización de técnicas de imagen alternativas para asistir en la evaluación de casos dudosos. La ecocardiografía transesofágica tridimensional ha mostrado su utilidad al mejorar la precisión en la medida y localización de los signos de endocarditis. De forma similar, la ausencia de la limitación inherente a la ventana acústica convierte a la tomografía computarizada cardiaca en una técnica con valor en la evaluación de las complicaciones perianulares de la endocarditis. En medicina nuclear se han utilizado diferentes radiotrazadores para la detección de actividad inflamatoria/infecciosa en endocarditis. La tomografía por emisión de positrones con 18-fluorodesoxiglucosa ha demostrado una gran sensibilidad para evidenciar signos de infección en prótesis valvulares, aunque por el momento no se ha mostrado útil en válvulas nativas. En lo que respecta a la escintigrafía con leucocitos marcados, aunque es una técnica muy laboriosa, ha presentado una excelente especificidad en los estudios realizados. Por último, actualmente no existe evidencia para la utilización rutinaria de la cardiorresonancia magnética en endocarditis, pero la caracterización tisular constituye una interesante área de investigación.

© 2017 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Advances in the imaging diagnosis of left-side infective endocarditis

A B S T R A C T

Infective endocarditis remains a clinical condition that requires early detection due to its high mortality rate. Diagnosis is based on clinical, microbiological and echocardiographic findings. Nevertheless, in some scenarios, such as prosthetic endocarditis, the diagnostic performance of echocardiography is limited. For this reason, recent clinical practice guidelines recommend the use of alternative imaging techniques to assist in the evaluation of doubtful cases. Three-dimensional transesophageal echocardiography has shown to be useful in improving the accuracy to measure and locate the signs of endocarditis. Likewise, due to the absence of the acoustic window limitation, cardiac computed tomography has become a valuable technique to evaluate peri-annular complications of endocarditis. Several radiotracers have been used in nuclear medicine to detect the inflammatory/infectious activity in endocarditis. Even though positron emission tomography with 18-fluorodeoxyglucose has demonstrated an outstanding sensitivity to visualize signs of infection in prosthetic valves, it still has not been shown to be as useful in native valves. Although scintigraphy with labelled leucocytes is a laborious technique, it has shown an excellent specificity in previous studies. Finally, there is no current evidence to support the routine use of cardiac magnetic resonance in endocarditis; nevertheless, tissue characterisation is an interesting research area.

© 2017 Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keywords:

Infective endocarditis
Three-dimensional transoesophageal
echocardiography
Cardiac computed tomography
Nuclear medicine
Cardiac magnetic resonance

Introducción

A pesar de su baja incidencia^{1,2}, la endocarditis infecciosa (EI) sigue presentando una elevada mortalidad^{3,4} por lo que la detección precoz de esta entidad es crucial para instaurar el tratamiento

* Autor para correspondencia.
Correo electrónico: eduardopozoosinalde@yahoo.es (E. Pozo).

adecuado y reducir sus complicaciones. Los criterios modificados de Duke⁵, basados en datos clínicos, microbiológicos y ecocardiográficos, continúan siendo el *gold standard* en el diagnóstico de la EI. En este sentido, la ecocardiografía transesofágica (ETE) no solo sigue constituyendo uno de los pilares fundamentales en la detección de la EI, sino que sus hallazgos tienen importantes implicaciones pronósticas y son fundamentales en la toma de decisiones terapéuticas⁶. Sin embargo, tanto su sensibilidad como su especificidad pueden verse significativamente reducidas en ciertos escenarios clínicos, como la endocarditis protésica o la infección de dispositivos intracardiacos^{7,8}. Por este motivo, en las recientes guías de EI de la European Society of Cardiology se han incluido técnicas alternativas de diagnóstico por imagen, como la tomografía computarizada cardiaca (TCC) y las pruebas de medicina nuclear, entre los criterios diagnósticos mayores⁹. Estas herramientas se consideran útiles en los casos en los cuales persiste una elevada sospecha clínica a pesar de que haya sido clasificado como EI posible o rechazado por los criterios de Duke modificados.

En la presente revisión resumiremos la evidencia existente para las nuevas técnicas de imagen cardiaca, centrándonos en el estudio de la EI con afectación de válvulas izquierdas por su clara relevancia quirúrgica.

Ecocardiografía tridimensional

El ecocardiograma transesofágico bidimensional (ETE 2D) presenta un excelente rendimiento en el diagnóstico no invasivo de EI. La sensibilidad y especificidad para la detección de vegetaciones son del 85–90% y 90–100%⁶, respectivamente, mientras que para las complicaciones perianulares son del 87 y 95%, respectivamente¹⁰. No obstante, la precisión puede verse reducida en ciertas situaciones clínicas. En el caso de las endocarditis protésicas, la tasa de detección de vegetaciones y abscesos es significativamente menor que en la endocarditis nativa debido a la interposición del material protésico, el menor tamaño de vegetaciones y abscesos y la dificultad en el diagnóstico diferencial con otras estructuras (*strands*, trombos...)¹¹. Del mismo modo la presencia de una importante calcificación en el anillo mitral posterior puede dificultar el despistaje de abscesos a ese nivel, empeorando la correlación con los hallazgos intraoperatorios¹². En este contexto, la capacidad del ecocardiograma transesofágico tridimensional en tiempo real (ETE 3DTR) de adquirir un volumen completo del área de interés permite salvar las limitaciones espaciales de las proyecciones clásicas. Así pues, una creciente evidencia^{13–15} soporta la superioridad del ETE 3DTR en la definición del tamaño y la localización de las dehiscencias periprotésicas, en algunos casos manifestación de EI (fig. 1). Existen también reportes iniciales del papel de esta modalidad de ETE en la evaluación de abscesos paravalvulares^{16,17} y perforaciones¹⁸. De forma adicional, la posibilidad de presentar las válvulas con una «vista del cirujano» puede facilitar la planificación de la intervención quirúrgica de estas complicaciones.

En lo que respecta a la detección de vegetaciones, Hansalia et al.¹⁹ describieron en una serie de pacientes la mayor precisión del ETE 3DTR en la definición de la localización y tamaño de las vegetaciones en relación con los hallazgos intraoperatorios (fig. 2). Se ha postulado además que la mayor exactitud de la ETE 3DTR en la determinación del tamaño mayor de las vegetaciones puede mejorar la predicción de eventos embólicos en EI²⁰. Sin embargo, el bajo *frame rate* de esta modalidad podría afectar al rendimiento diagnóstico en caso de vegetaciones pequeñas²¹. En cualquier caso, a pesar de los prometedores datos iniciales^{22,23}, un estudio reciente²⁴ alerta de la peor sensibilidad y, por tanto, del peor valor predictivo negativo del ETE 3DTR con respecto al ETE 2D en el diagnóstico de EI. Por tanto, por ahora, esta técnica debe ser utilizada para obtener información adicional con potencial

utilidad clínica que complemente la imprescindible evaluación con ecocardiografía bidimensional.

Tomografía computarizada cardiaca

La extensión del uso de los equipos de tomografía computarizada (TC) multidetector de cuarta generación (≥ 64 cortes) ha facilitado enormemente la realización de estudios cardiacos en pocos latidos y con una apnea requerida corta. A pesar de su limitada resolución temporal, la sincronización electrocardiográfica permite realizar múltiples reconstrucciones en las diferentes fases del ciclo cardiaco. Además, el posprocesado mediante técnicas específicas como el *blood pool inversion volumen-rendering* puede mejorar la visualización de las válvulas cardiacas²⁵. Así pues, la TCC permite evaluar la morfología y función valvular de forma detallada²⁶. Por este motivo, se considera una técnica de imagen alternativa en la evaluación de valvulopatías cuando no se pueden obtener imágenes adecuadas con otras modalidades²⁷.

En lo que respecta a la EI, la TCC es capaz de reconocer los cambios morfológicos secundarios a la inflamación endocárdica²⁸. Las vegetaciones se identifican como lesiones móviles con atenuación de tejidos blandos y tamaño variable, ancladas típicamente al endocardio valvular en la cámara de baja presión. Aunque las perforaciones valvulares pueden ser detectadas²⁹, la incapacidad de la TCC para evaluar el flujo sanguíneo limita mucho su rendimiento diagnóstico para esta complicación. Sin embargo, presenta una excelente sensibilidad para la identificación de complicaciones perianulares, al no sufrir las limitaciones de ventana acústica inherentes a la ecocardiografía. Los abscesos se presentan como colecciones con hipoatenuación en las regiones paravalvulares, mientras que los pseudoaneurismas se pueden visualizar como cavitaciones paravalvulares de aspecto complejo rellenas de contraste y con expansión sistólica (fig. 3). Finalmente, la presencia de fístulas se puede identificar como una solución de continuidad en la separación entre cámaras cardiacas.

En consecuencia, varios estudios han tratado de evaluar cuál es el rendimiento global de la TCC para el diagnóstico de EI. Feutchner et al.³⁰ evaluaron por primera vez el rendimiento diagnóstico de la TCC en una serie de 37 pacientes con EI posible o definitiva, tanto sobre válvula nativa como protésica. En comparación con el ETE, esta técnica presentó una sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo de 97, 88, 97 y 88%, respectivamente en un análisis por paciente. La TCC presentó una excelente correlación con el ETE en la determinación del tamaño y la movilidad de las vegetaciones. Cuando se analizaron los hallazgos intraoperatorios de los pacientes intervenidos de cirugía cardiaca se obtuvieron unos valores de sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo de 96, 97, 96 y 97%, en un análisis por válvula. La TCC no fue capaz de detectar 5 de las 47 vegetaciones objetivadas en el campo quirúrgico, en su mayoría por pequeño tamaño (menor o igual a 4 mm), mientras que el ETE únicamente obvió 2 vegetaciones. Por otro lado, la TCC fue superior al ETE en la detección de abscesos o pseudoaneurismas. Sin embargo, ambas diferencias no resultaron estadísticamente significativas. Finalmente, ninguna de las perforaciones valvulares pudieron ser identificadas mediante TCC, aunque sí fueron detectadas con ETE. En una serie de endocarditis aórtica mayoritariamente nativa³¹, se demostró nuevamente un excelente rendimiento diagnóstico de la TCC para la detección de complicaciones perianulares y bueno para la detección de vegetaciones en comparación con los hallazgos quirúrgicos. Similares resultados fueron obtenidos cuando se analizaron de forma independiente pacientes con endocarditis protésica aórtica³². Se obtuvo un grado de acuerdo con el ETE muy bueno para el engrosamiento parietal aórtico ($\kappa = 0,83$), bueno para la detección de abscesos y

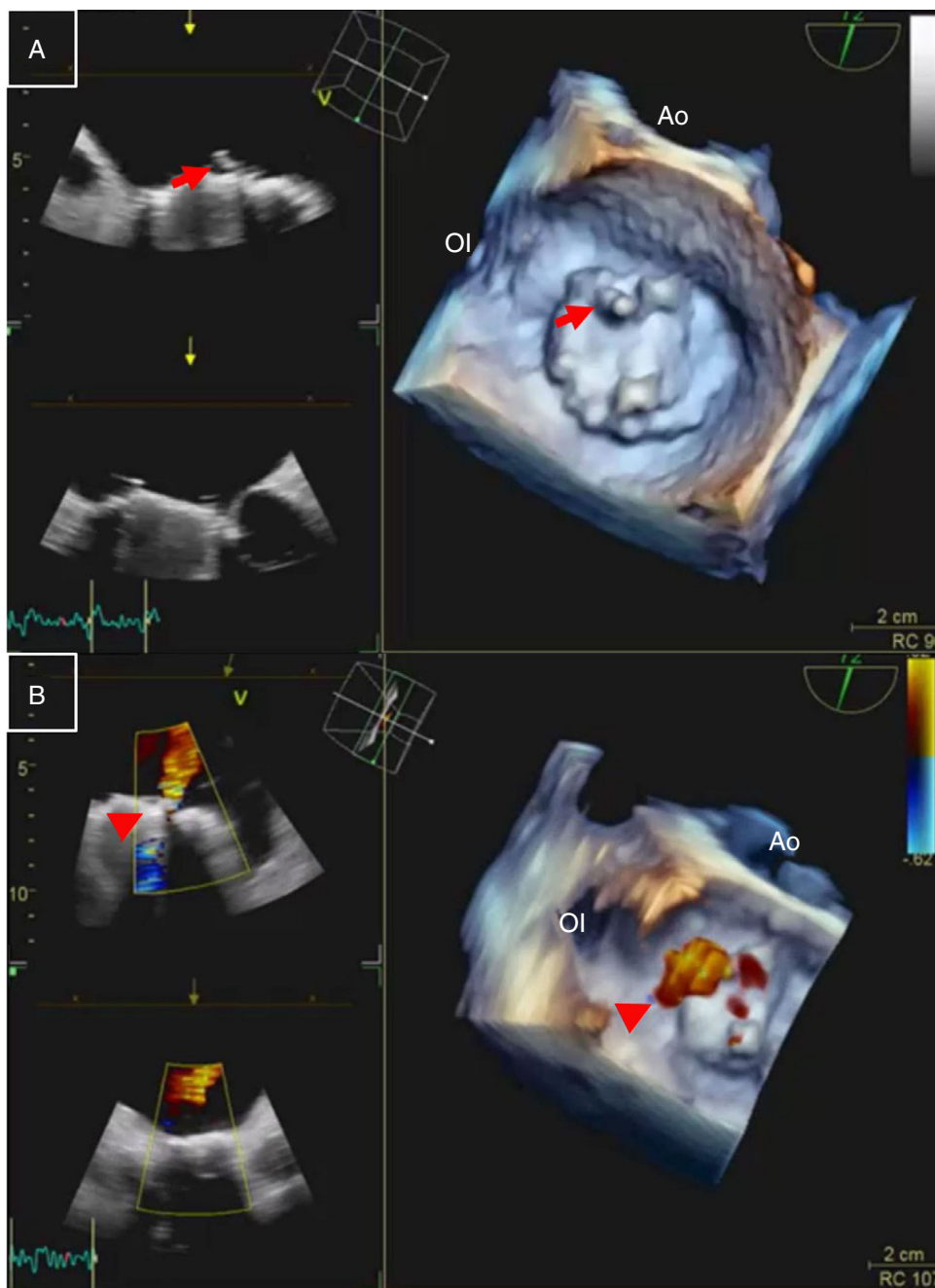


Figura 1. Ecocardiograma transesofágico 3 D en endocarditis protésica mitral. A) Se muestra una imagen de ETE 3 DTR con las imágenes biplanales ortogonales (izquierda) y la reconstrucción tridimensional en «vista del cirujano», que permiten localizar la presencia de una vegetación (flecha) anclada a la porción lateral del anillo protésico. B) En el mismo paciente, la utilización del Doppler color 3 D permite localizar con precisión una dehiscencia periprotésica (cabeza de flecha) que condiciona una insuficiencia mitral leve-moderada.

Ao: aorta; ETE 3 DTR: ecocardiograma transesofágico tridimensional en tiempo real; OI: orejuela izquierda.

dehiscencias ($\kappa = 0,68$ y $0,75$ respectivamente) y moderado para las vegetaciones ($\kappa = 0,55$). La concordancia global con los hallazgos quirúrgicos de la TCC fue buena ($\kappa = 0,66$) y muy buena si se combinaba con la información del ETE ($\kappa = 0,88$).

En este sentido, Habets et al.³³ evaluaron el valor complementario diagnóstico y terapéutico de la TCC sobre el ETE en una población de 28 pacientes con endocarditis protésica. Para ello un panel de expertos compuesto por cardiólogos, cirujanos cardiacos y radiólogos con interés en la endocarditis protésica preestableció criterios de cambio en el diagnóstico y tratamiento derivados de la TCC. Así, se consideró un cambio mayor en el diagnóstico, como la detección de la presencia complicaciones perianulares no evidenciada

en el ETE, y en el tratamiento, cuando la información derivada de la TCC modificó la estrategia de conservadora a quirúrgica. Los cambios menores diagnósticos se definieron como variaciones en el número, tamaño o localización de las complicaciones perianulares, y quirúrgicos como cambio en la estrategia quirúrgica. Así pues, en esta corta serie, la TCC conllevó un cambio diagnóstico mayor en el 21% de los pacientes, en su mayoría confirmado por los hallazgos intraoperatorios, cambios que fueron menores en el 46%. En lo que respecta a los cambios terapéuticos (25%), fueron principalmente menores, y supusieron únicamente una modificación de la estrategia en la intervención quirúrgica en un solo caso, en el cual el ETE no detectó la presencia de un pseudoaneurisma. De este

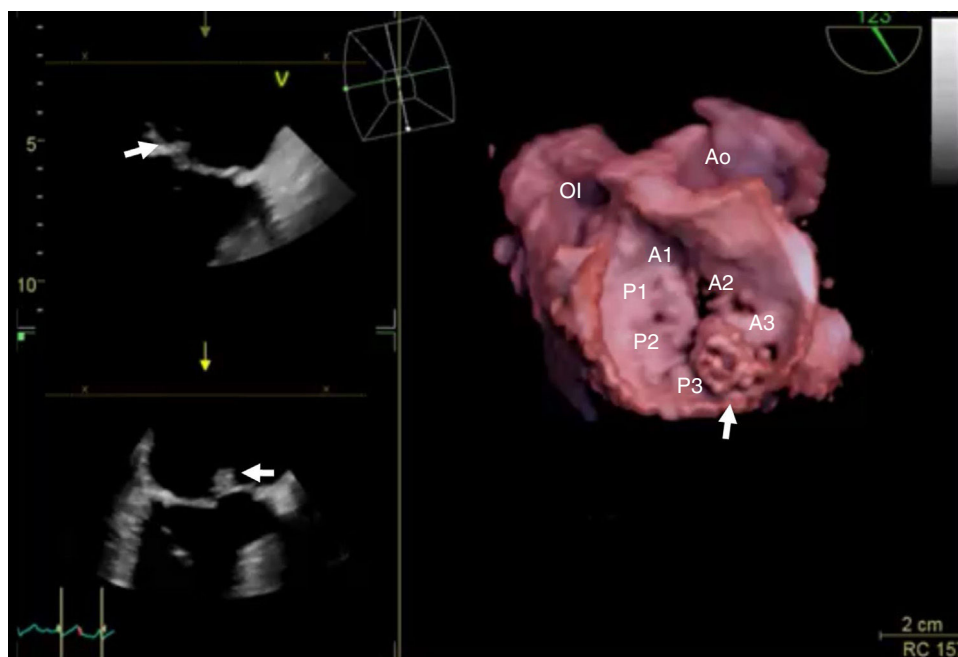


Figura 2. Ecocardiograma transesofágico 3 D en endocarditis nativa sobre válvula mitral. Se presentan a la izquierda proyecciones biplanales ortogonales, que permiten visualizar una vegetación en la válvula mitral (flecha). La imagen tridimensional en tiempo real (derecha) permite determinar con precisión tanto su localización, a nivel del festón P3 del velo posterior, como su tamaño (flecha). Ambos aspectos pueden ser de relevancia para la decisión terapéutica y la planificación quirúrgica. Ao: aorta; OI: orejuela izquierda.

modo, se muestra el potencial papel complementario de la TCC en determinadas situaciones clínicas.

Adicionalmente, la TCC permite realizar una angiografía coronaria no invasiva descartando con precisión la presencia de estenosis significativas en la evaluación preoperatoria de pacientes con valvulopatías^{27,34}. Esto resulta de especial interés en la EI, sobre todo con afectación aórtica³⁵, para evitar el potencial riesgo de

embolia iatrogénica de las vegetaciones durante el cateterismo cardíaco. Por último, aunque fuera del objetivo de esta revisión, es necesario recordar que la TC permite realizar un estudio de la afectación extracardiaca de la EI, y detectar embolias silentes en sistema nervioso central, tórax o abdomen³⁶.

A pesar de toda la información adicional que se puede obtener de la TCC en EI, esta técnica no está exenta de limitaciones. En contraposición con la ecocardiografía, precisa radiación ionizante y, aunque actualmente la dosis para los estudios cardíacos se ha reducido de forma significativa, el estudio valvular requiere protocolos de adquisición retrospectiva, que suponen una dosis de unos 10-15 mSv³⁷. La presencia de taquicardia o arritmias, como la fibrilación auricular, puede afectar a la calidad de imagen de los estudios. Como se ha comentado previamente, la limitación en la resolución temporal y espacial de la TCC puede dificultar la visualización de vegetaciones pequeñas y muy móviles. Por último, la administración de contraste yodado puede limitar su empleo en pacientes con insuficiencia renal severa o alergia.

Técnicas de medicina nuclear

Las técnicas de medicina nuclear, a diferencia del resto de las modalidades diagnósticas presentadas en esta revisión, se basan en el análisis de la actividad metabólico-funcional en lugar de en los cambios morfológicos. Así pues, la tomografía por emisión de positrones (PET) con ¹⁸F-fluorodesoxiglucosa (¹⁸F-FDG) con un uso extenso en el campo de la oncología, ha demostrado también su utilidad en la evaluación de enfermedades infecciosas e inflamatorias^{38,39}. En este escenario clínico esta técnica se combina con la TC para mejorar la localización anatómica de las lesiones.

En la EI la ¹⁸F-FDG PET/TC ha demostrado resultados interesantes, especialmente en caso de afectación protésica. Series de casos han mostrado la utilidad de esta técnica en situaciones clínicas de difícil diagnóstico^{40,41} (fig. 4). Saby et al.⁴² estudiaron de forma prospectiva el valor diagnóstico de la ¹⁸F-FDG PET/TC en una cohorte de 72 pacientes con sospecha de endocarditis protésica. Esta técnica presentó una sensibilidad, especificidad,

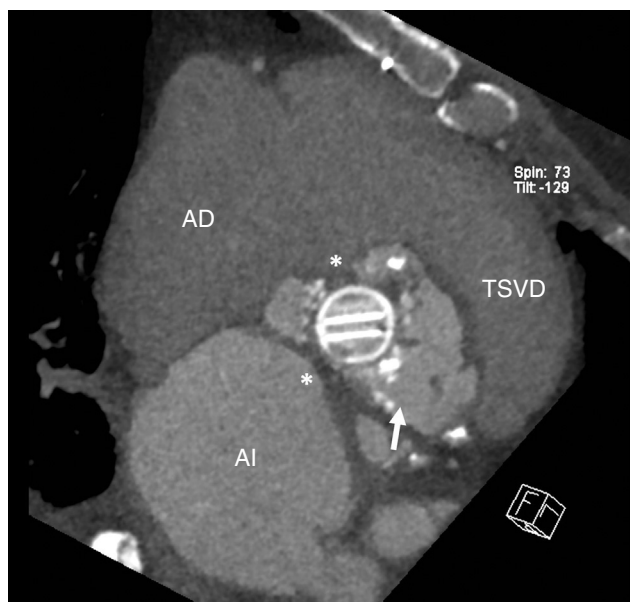


Figura 3. Tomografía computarizada cardíaca en endocarditis protésica aórtica con pseudoaneurisma paravalvular. Reconstrucción multiplanar con corte transversal a nivel de la prótesis mecánica aórtica, que pone de manifiesto una extensa cavitación periprotésica anfractuosa rellena de contraste (flecha) que corresponde con un gran pseudoaneurisma. Nótese la gran dehiscencia asociada, de modo que la prótesis queda fijada parcialmente (asteriscos) al anillo aórtico. AD: aurícula derecha; AI: aurícula izquierda; TSVD: tracto de salida de ventrículo derecho.

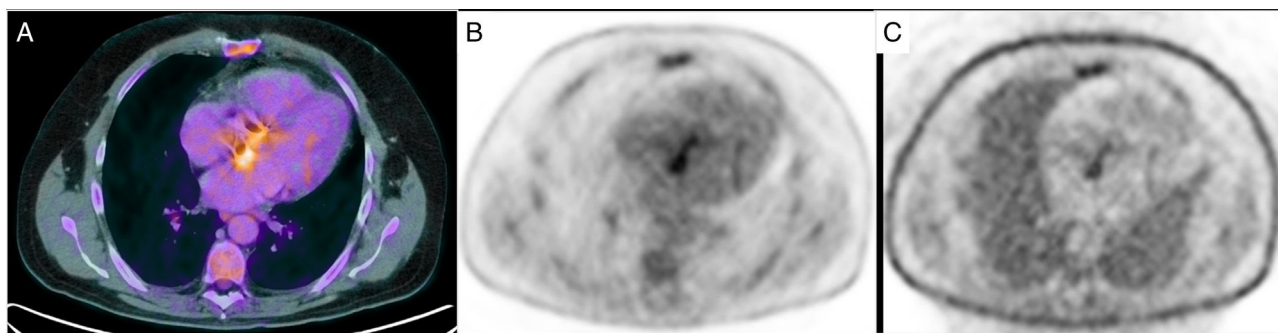


Figura 4. ^{18}F -FDG PET-TC. A) Imagen axial fusión PET-TC. B) PET con corrección de atenuación. C) PET sin corrección de atenuación.

Varón de 41 años con sospecha de endocarditis infecciosa en prótesis aórtica biológica. El ETE mostró un engrosamiento periaórtico que podría ser posquirúrgico y se aislaron hemocultivos positivos para *Streptococcus salivarius*. A) En la PET-TC con ^{18}F -FDG tras administración de contraste yodado intravenoso se visualiza una captación patológica del radiotrazador en la totalidad del anillo protésico, con un depósito más intenso en la región posterolateral derecha (SUVmax de 6,5). B) Imagen PET con corrección de atenuación en la que se evidencia la captación patológica. En ambas se puede diferenciar sin dificultad del tejido adyacente. Estos hallazgos son sugerentes de proceso inflamatorio-infeccioso en relación con endocarditis infecciosa en prótesis aórtica. Adicionalmente, el estudio PET-TC mostró un depósito patológico de ^{18}F -FDG en bazo (SUVmax de 7,0), compatible con embolia séptica esplénica (no representado). El diagnóstico definitivo confirmó endocarditis infecciosa.

^{18}F -FDG: ^{18}F -fluorodesoxiglucosa; ETE: ecocardiograma transesofágico; PET: tomografía por emisión de positrones; TC: tomografía computarizada.

valor predictivo positivo, valor predictivo negativo y precisión global de 73, 80, 85, 67 y 76%, respectivamente. Entre los pacientes con indicación quirúrgica, la sensibilidad de la ^{18}F -FDG PET/TC fue del 92%, mientras que con el ETE inicial fue del 54%, y la especificidad del 100%. Además, la adición de este test como criterio mayor diagnóstico incrementó significativamente la sensibilidad al ingreso (70 vs. 97%; $p = 0,008$), a expensas de la reducción de los casos de EI posible, sin afectar a la especificidad. Similares resultados han sido obtenidos en estudios con menor tamaño muestral^{43,44}. Del mismo modo, en una serie reciente de 92 pacientes con sospecha de endocarditis protésica o sobre dispositivo intracardiaco, la ^{18}F -FDG PET/TC demostró una gran precisión diagnóstica (sensibilidad 86%, especificidad 88%, valor predictivo positivo 90% y valor predictivo negativo 83%)⁴⁵. En este estudio se alcanzó el mejor rendimiento diagnóstico combinando el ^{18}F -FDG PET con la TCC, lo que permitió identificar un mayor número de lesiones anatómicas asociadas con EI activa que la ^{18}F -FDG PET/TC convencional o el ETE. De esta manera se logró reclasificar un 20% adicional de casos de endocarditis posible.

Sin embargo, la utilidad de la ^{18}F -FDG PET/TC parece más limitada en la EI sobre válvula nativa. Las cortas series que han evaluado este escenario clínico han mostrado un pobre rendimiento diagnóstico para la detección de endocarditis^{44,46}. En el mismo sentido, Kouijzer et al.⁴⁷ evidenciaron una sensibilidad del 39% en el cribado de EI en pacientes con bacteriemia por cocos grampositivos. En contraposición, una creciente evidencia apoya la utilidad de la ^{18}F -FDG PET/TC en el diagnóstico de infecciones de dispositivos intracardiacos (marcapasos y desfibriladores)^{48,49}, al permitir diferenciar infecciones de herida quirúrgica, de la bolsa del dispositivo y de los cables intracardiacos^{50,51}.

Aparte de su habilidad para demostrar actividad inflamatoria en el endocardio, la ^{18}F -FDG PET/TC es capaz de poner de manifiesto la presencia de focos de infección metastásica en la EI^{52–55} (fig. 5). Esta técnica es especialmente útil para demostrar embolias sépticas en órganos con baja actividad metabólica (tejido músculo-esquelético, tubo digestivo, hígado o bazo)^{56,57}. Se ha postulado que su precisión diagnóstica para detectar infección metastásica podría aumentar si el test se realiza transcurrida una semana del inicio de tratamiento antibiótico, debido a un menor tamaño inicial de las lesiones⁵⁷; sin embargo, esto precisa ser corroborado por otros estudios. En cualquier caso, los resultados de la ^{18}F -FDG PET/TC han mostrado impacto en el manejo terapéutico, condicionando una prolongación del tratamiento antibiótico e incluso una intervención quirúrgica sobre las embolias sépticas^{56,58}. Adicionalmente, pueden permitir

la detección de neoplasias, algunas de las cuales tienen relevancia en la etiopatogenia de la EI^{42,45,56}.

Es necesario realizar algunas consideraciones sobre las limitaciones de la ^{18}F -FDG PET/TC. En primer lugar, para su correcta evaluación es imprescindible la supresión de la actividad metabólica glucídica del miocardio mediante una dieta baja en hidratos de carbono y rica en grasas en las 72 h previas. Entre los potenciales falsos negativos se encontrarían la administración previa de antibióticos, las vegetaciones de pequeño tamaño muy móviles y la hiperglucemia^{39,59}. Constituyen falsos positivos la cirugía cardíaca reciente y la trombosis^{39,59}. Existen también áreas de incertidumbre sobre la utilidad de esta técnica en pacientes diabéticos descompensados o en presencia de infecciones por bacterias de crecimiento lento⁶⁰.

La escintigrafía o *single photon emission computed tomography* (SPECT) ha utilizado varios radiotrazadores en el diagnóstico de la EI, apoyándose también en la TC para la localización anatómica. Se han empleado tecnecio-99m ($^{99\text{m}}\text{Tc}$), indio-111 (^{111}In) y galio-67 (^{67}Ga) tanto para marcar leucocitos ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -hexametiltropililenoamino-oxima, HMPAO, e ^{111}In) como citrato (^{67}Ga). La experiencia inicial con ^{67}Ga -citrato es prometedora pero se limita a casos aislados con endocarditis protésica^{61–63}. Existen más datos de la utilidad diagnóstica del SPECT/TC con leucocitos marcados con HMPAO en EI. Erba et al.⁶⁴ evaluaron una cohorte de 131 pacientes consecutivos con sospecha de EI nativa o protésica que fueron evaluados mediante SPECT/TC con leucocitos marcados. Esta técnica presentó un excelente rendimiento diagnóstico (sensibilidad 90%, especificidad 100%, valor predictivo positivo 100% y valor predictivo negativo 94%). De forma significativa, no hubo falsos positivos, ni siquiera en presencia de cirugía cardíaca reciente. Este test se mostró especialmente útil en la reclasificación diagnóstica de pacientes con ETE de difícil interpretación. En este mismo sentido, Hyafil et al.⁶⁵ mostraron que en caso de sospecha de endocarditis protésica con ETE no concluyente la SPECT/TC con leucocitos marcados no solo permite alcanzar un diagnóstico en la mayoría de los casos sino que aporta información con impacto pronóstico. Como limitaciones fundamentales del SPECT/TC con leucocitos marcados están la compleja preparación de la prueba y su escasa resolución espacial, con dificultades para identificar las vegetaciones por su escaso tamaño y pobre contenido en granulocitos. Cuando se compara esta técnica con la ^{18}F -FDG PET/TC presenta peor sensibilidad, aunque una mayor especificidad para el diagnóstico de endocarditis protésica en caso de ETE no concluyente⁶⁶. Por este motivo, algunos grupos proponen reservar el uso de la

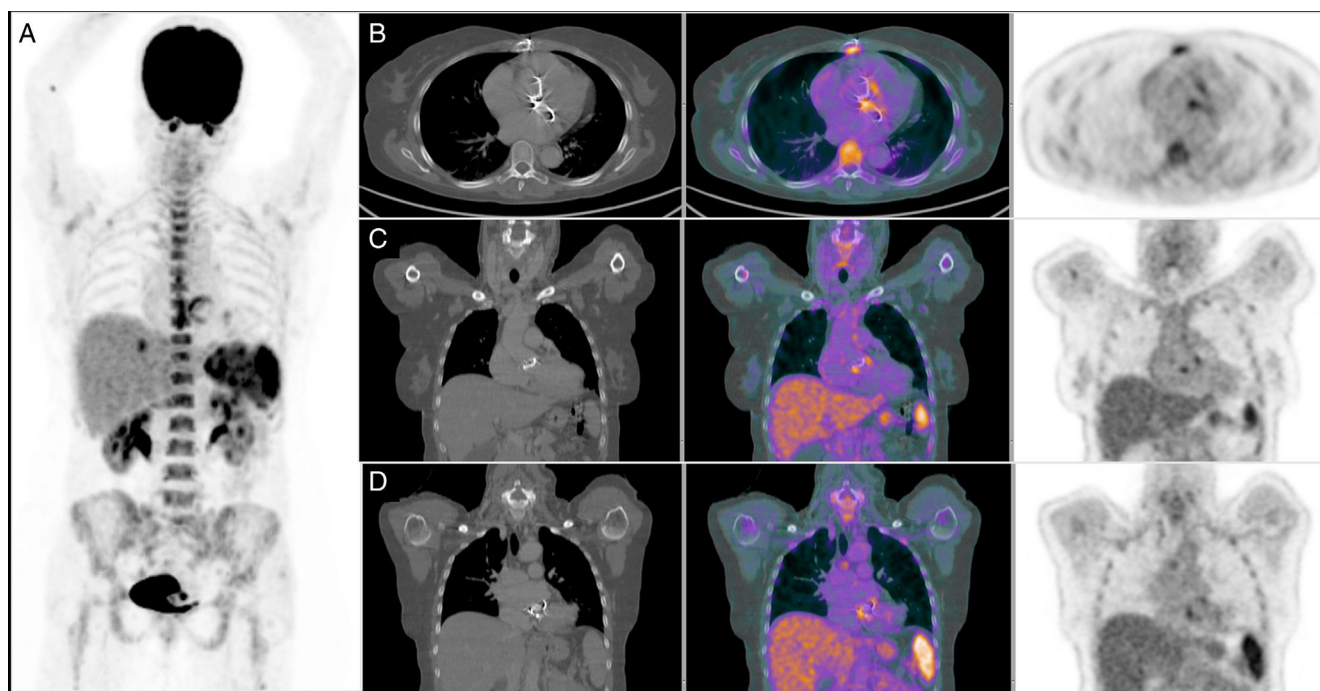


Figura 5. ^{18}F -FDG PET-TC. A) Proyección de máxima intensidad. B) Imagen axial TC, fusión PET-TC y PET. C-D) Imagen coronal TC, fusión PET-TC y PET.

Mujer de 57 años portadora de prótesis mecánicas aórtica y mitral, con sospecha de endocarditis infecciosa en prótesis mitral. El ETE muestra una vegetación en región posterior del anillo protésico mitral y se aislaron hemocultivos positivos para *Candida parapsilosis*. La PET-TC con ^{18}F -FDG tras administración de contraste yodado intravenoso evidencia captación patológica del radiotrazador en ambas prótesis, con SUVmax de 7,4 en foco mitral (B, D) y SUVmax de 4,4 en foco aórtico (B, C), sugerentes de proceso inflamatorio-infeccioso en relación con endocarditis infecciosa en prótesis mitral y aórtica. Adicionalmente, el estudio PET-TC mostró un depósito patológico extenso de ^{18}F -FDG en bazo y otro focal en hígado, compatibles con embolias sépticas a distancia. Hubo confirmación anatómica de endocarditis infecciosa en ambas prótesis.

^{18}F -FDG: ^{18}F -fluorodesoxiglucosa; ETE: ecocardiograma transesofágico; PET: tomografía por emisión de positrones; TC: tomografía computarizada.

SPECT/TC con leucocitos marcados para los casos de alta sospecha de EI, fundamentalmente protésica, en los cuales ETE y ^{18}F -FDG PET/TC son no concluyentes o negativos⁵⁹.

Cardiorresonancia magnética

La resonancia magnética es una técnica de imagen que, al no requerir radiación ionizante, se ha utilizado extensamente en el despistaje de embolias sistémicas en EI⁶⁷. Varios estudios han demostrado la presencia de lesiones cerebrales asintomáticas hasta en el 80% de los pacientes con EI izquierda^{68–70}. Sin embargo, a pesar de que su detección consiguió confirmar el diagnóstico de EI en un tercio de los pacientes y modificó la planificación terapéutica en alrededor del 20%⁶⁹, este hallazgo no fue capaz de predecir el deterioro neurológico posoperatorio^{68,70}.

Desde el inicio del uso de la cardiorresonancia magnética (CRM) en la práctica clínica se describió su capacidad para detectar y caracterizar complicaciones perianulares en endocarditis protésica aórtica, con una buena correlación con los hallazgos intraoperatorios^{71,72}. Posteriormente, diversos casos clínicos aislados han mostrado la utilidad de la CRM en el diagnóstico de la endocarditis mitral mediante la detección de vegetaciones⁷³, aneurismas del velo anterior⁷⁴ o abscesos paravalvulares⁷⁵. Más recientemente, Dursun et al.⁷⁶ han descrito los hallazgos de CRM en 16 pacientes con diagnóstico definitivo de EI. En 5 de los casos esta técnica no fue capaz de detectar vegetaciones previamente descritas en el ecocardiograma. No obstante, la secuencia de realce tardío identificó la presencia de hiperrealce en 13 de los pacientes, reflejando la presencia de inflamación endotelial. Aparte de la escasa evidencia para el uso clínico de la CRM en la evaluación de la EI, esta no está exenta de limitaciones. La resolución espacial es relativamente baja, alrededor de 1-1,5 mm, y el ratio señal-ruido puede verse afectado por los artefactos derivados de las prótesis

valvulares. Además, requiere estudios más prolongados que la TC, y su uso está limitado en pacientes portadores de implantes ferromagnéticos.

Conclusiones

La ETE 2 D continúa siendo la piedra angular en el diagnóstico de EI izquierda. No obstante, el rendimiento diagnóstico de los criterios ecocardiográficos clásicos con esta técnica puede ser limitado en ciertos escenarios clínicos. Por este motivo, las nuevas modalidades de imagen cardiovascular pueden aportar datos relevantes.

Así, el ETE 3 DTR constituye una herramienta que puede ofrecer información adicional y complementaria al estudio bidimensional para la evaluación y la planificación quirúrgica de los pacientes con EI. En referencia a la TCC, existen datos de su valor suplementario a la ETE para el manejo de la endocarditis, fundamentalmente en caso de afectación protésica. Presenta una excelente sensibilidad en la evaluación de la afectación paravalvular y podría ser de utilidad en la planificación quirúrgica de casos seleccionados de endocarditis protésica, dada su excelente definición de las relaciones anatómicas. Por ello, se considera indicada en casos de endocarditis tanto protésica como nativa con dudas diagnósticas. En lo que respecta a las técnicas de medicina nuclear, se basan en un abordaje diagnóstico diferente en el que se evalúa la actividad metabólica o inflamatoria de las lesiones activas de la EI. De este modo, la excelente sensibilidad de la ^{18}F -FDG PET/TC la ha convertido en una prueba indicada en los casos de endocarditis protésica con ETE no concluyente o inicialmente negativa. Además esta técnica permite detectar embolias sépticas, lo cual presenta implicaciones tanto diagnósticas como pronósticas. Por otro lado, la SPECT/TC con leucocitos marcados presenta una excelente especificidad, por lo que se ha postulado como prueba de elección en casos persistentemente dudosos en los que el resto de las pruebas no aporten datos definitivos. Finalmente,

la CRM está aún lejos de convertirse en una herramienta clínica habitual en la evaluación de pacientes con EI; sin embargo, la evaluación de la inflamación mediante las secuencias de realce tardío de gadolinio constituye una interesante área de investigación.

En resumen, las técnicas alternativas de diagnóstico por imagen constituyen un nuevo arsenal cuyo uso racional permite optimizar la evaluación de casos con sospecha clínica de EI.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Bibliografía

1. Duval X, Delahaye F, Alla F, Tattevin P, Obadia JF, Le Moing V, et al. Temporal trends in infective endocarditis in the context of prophylaxis guideline modifications: Three successive population-based surveys. *J Am Coll Cardiol*. 2012;59:1968–76.
2. Pant S, Patel NJ, Deshmukh A, Golwala H, Patel N, Badheka A, et al. Trends in infective endocarditis incidence, microbiology, and valve replacement in the United States from 2000 to 2011. *J Am Coll Cardiol*. 2015;65:2070–6.
3. Erbay AR, Erbay A, Canga A, Keskin G, Sen N, Atak R, et al. Risk factors for in-hospital mortality in infective endocarditis: Five years' experience at a tertiary care hospital in Turkey. *J Heart Valve Dis*. 2010;19:216–24.
4. Hill EE, Herijgers P, Claus P, Vanderschueren S, Herregods MC, Peetermans WE. Infective endocarditis: Changing epidemiology and predictors of 6-month mortality: A prospective cohort study. *Eur Heart J*. 2007;28:196–203.
5. Li JS, Sexton DJ, Mick N, Nettles R, Fowler VG Jr, Ryan TET-AL. Proposed modifications to the Duke criteria for the diagnosis of infective endocarditis. *Clin Infect Dis*. 2000;30:633–8.
6. Evangelista A, Gonzalez-Alujas MT. Echocardiography in infective endocarditis. *Heart*. 2004;90:614–7.
7. Habib G, Badano L, Tribouilloy C, Vilacosta I, Zamorano JL, Galderisi M, et al. The journal of the Working Group on Echocardiography of the European Society of Cardiology. Recommendations for the practice of echocardiography in infective endocarditis. *Eur J Echocardiogr*. 2010;11:202–19.
8. Habib G, Derumeaux G, Avierinos JF, Casalta JP, Jamal F, Volot F, et al. Value and limitations of the Duke criteria for the diagnosis of infective endocarditis. *J Am Coll Cardiol*. 1999;33:2023–9.
9. Habib G, Lancellotti P, Antunes MJ, Bongiorni MG, Casalta JP, Del Zotti F, et al. 2015 ESC Guidelines for the management of infective endocarditis: The Task Force for the Management of Infective Endocarditis of the European Society of Cardiology (ESC) Endorsed by: European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS), the European Association of Nuclear Medicine (EANM). *Eur Heart J*. 2015;36:3075–128.
10. Daniel WG, Mugge A, Martin RP, Lindert O, Hausmann D, Nonnast-Daniel B, et al. Improvement in the diagnosis of abscesses associated with endocarditis by transesophageal echocardiography. *N Engl J Med*. 1991;324:795–800.
11. Habib G, Thuny F, Avierinos JF. Prosthetic valve endocarditis: Current approach and therapeutic options. *Prog Cardiovasc Dis*. 2008;50:274–81.
12. Hill EE, Herijgers P, Claus P, Vanderschueren S, Peetermans WE, Herregods MC. Abscess in infective endocarditis: The value of transesophageal echocardiography and outcome: A 5-year study. *Am Heart J*. 2007;154:923–8.
13. Kronzon I, Sugeng L, Perk G, Hirsh D, Weinert L, Garcia Fernandez MA, et al. Real-time 3-dimensional transesophageal echocardiography in the evaluation of post-operative mitral annuloplasty ring and prosthetic valve dehiscence. *J Am Coll Cardiol*. 2009;53:1543–7.
14. Mukhtari O, Horton CJ Jr, Nanda NC, Aaluri SR, Pacifico A. Transesophageal color Doppler three-dimensional echocardiographic detection of prosthetic aortic valve dehiscence: Correlation with surgical findings. *Echocardiography*. 2001;18:393–7.
15. Singh P, Manda J, Hsiung MC, Mehta A, Kesanolla SK, Nanda NC, et al. Live/real time three-dimensional transesophageal echocardiographic evaluation of mitral and aortic valve prosthetic paravalvular regurgitation. *Echocardiography*. 2009;26:980–7.
16. Walker N, Bhan A, Desai J, Monaghan MJ. Myocardial abscess: A rare complication of valvular endocarditis demonstrated by 3 D contrast echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2010;11:E37.
17. Yong MS, Saxena P, Killu AM, Coffey S, Burkhart HM, Wan SH, et al. The preoperative evaluation of infective endocarditis via 3-dimensional transesophageal echocardiography. *Tex Heart Inst J*. 2015;42:372–6.
18. Thompson KA, Shiota T, Tolstrup K, Gurudevan SV, Siegel RJ. Utility of three-dimensional transesophageal echocardiography in the diagnosis of valvular perforations. *Am J Cardiol*. 2011;107:100–2.
19. Hansalia S, Biswas M, Dutta R, Hage FG, Hsiung MC, Nanda NC, et al. The value of live/real time three-dimensional transesophageal echocardiography in the assessment of valvular vegetations. *Echocardiography*. 2009;26:1264–73.
20. Berdejo J, Shibayama K, Harada K, Tanaka J, Mihara H, Gurudevan SV, et al. Evaluation of vegetation size and its relationship with embolism in infective endocarditis: A real-time 3-dimensional transesophageal echocardiography study. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2014;7:149–54.
21. Lang RM, Tsang W, Weinert L, Mor-Avi V, Chandra S. Valvular heart disease. The value of 3-dimensional echocardiography. *J Am Coll Cardiol*. 2011;58:1933–44.
22. Kort S. Real-time 3-dimensional echocardiography for prosthetic valve endocarditis: Initial experience. *J Am Soc Echocardiogr*. 2006;19:130–9.
23. Perez de Isla L, Zamorano J, Malangata G, Almeria C, Rodrigo JL, Cordeiro P, et al. Usefulness of real-time 3-dimensional echocardiography in the assessment of infective endocarditis: Initial experience. *J Ultrasound Med*. 2005;24:231–3.
24. Pfister R, Betton Y, Freyhaus HT, Jung N, Baldus S, Michels G. Three-dimensional compared to two-dimensional transesophageal echocardiography for diagnosis of infective endocarditis. *Infection*. 2016;44:725–31.
25. Entrikin DW, Carr JJ. Blood pool inversion volume-rendering technique for visualization of the aortic valve. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2008;2:366–71.
26. Chen JJ, Manning MA, Frazier AA, Jeudy J, White CS. CT angiography of the cardiac valves: Normal, diseased, and postoperative appearances. *Radiographics*. 2009;29:1393–412.
27. Taylor AJ, Cerqueira M, Hodgson JM, Mark D, Min J, O'Gara P, et al. ACCF/SCCT/ACR/AHA/ASE/ASNC/NASCI/SCAI/SCMR 2010 Appropriate use criteria for cardiac computed tomography. A report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, the Society of Cardiovascular Computed Tomography, the American College of Radiology, the American Heart Association, the American Society of Echocardiography, the American Society of Nuclear Cardiology, the North American Society for Cardiovascular Imaging, the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2010;4:e401–33, 407.
28. Entrikin DW, Gupta P, Kon ND, Carr JJ. Imaging of infective endocarditis with cardiac CT angiography. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2012;6:399–405.
29. Entrikin DW, Ntim WO, Kon ND, Carr JJ. Endocarditis with perforation of a bicuspid aortic valve as shown by cardiac-gated multidetector computed tomography. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2007;1:177–80.
30. Feuchtnner GM, Stolzmann P, Dichtl W, Schertler T, Bonatti J, Scheffel H, et al. Multislice computed tomography in infective endocarditis: Comparison with transesophageal echocardiography and intraoperative findings. *J Am Coll Cardiol*. 2009;53:436–44.
31. Gahide G, Bommart S, Demaria R, Sportouch C, Dambiah H, Albat B, et al. Preoperative evaluation in aortic endocarditis: Findings on cardiac CT. *AJR Am J Roentgenol*. 2010;194:574–8.
32. Fagman E, Perrotta S, Bech-Hanssen O, Flinck A, Lamm C, Olaison L, et al. ECG-gated computed tomography: A new role for patients with suspected aortic prosthetic valve endocarditis. *Eur Radiol*. 2012;22:2407–14.
33. Habets J, Tanis W, van Herwerden LA, van den Brink RB, Mali WP, de Mol BA, et al. Cardiac computed tomography angiography results in diagnostic and therapeutic change in prosthetic heart valve endocarditis. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2014;30:377–87.
34. Meijboom WB, Mollet NR, van Mieghem CA, Kluijn J, Weustink AC, Pugliese F, et al. Pre-operative computed tomography coronary angiography to detect significant coronary artery disease in patients referred for cardiac valve surgery. *J Am Coll Cardiol*. 2006;48:1658–65.
35. Hekimian G, Kim M, Passetfort S, Duval X, Wolff M, Lepout C, et al. Preoperative use and safety of coronary angiography for acute aortic valve infective endocarditis. *Heart*. 2010;96:696–700.
36. Colen TW, Gunn M, Cook E, Dubinsky T. Radiologic manifestations of extra-cardiac complications of infective endocarditis. *Eur Radiol*. 2008;18:2433–45.
37. Menke J, Unterberg-Buchwald C, Staab W, Sohns JM, Seif Amir Hosseini A, Schwarz A. Head-to-head comparison of prospectively triggered vs. retrospectively gated coronary computed tomography angiography: Meta-analysis of diagnostic accuracy, image quality, and radiation dose. *Am Heart J*. 2013;165:154–63, e153.
38. Kestler M, Munoz P, Rodriguez-Creixems M, Rotger A, Jimenez-Requena F, Mari A, et al. Role of (18)F-FDG PET in patients with infectious endocarditis. *J Nucl Med*. 2014;55:1093–8.
39. Millar BC, Prendergast BD, Alavi A, Moore JE. 18FDG-positron emission tomography (PET) has a role to play in the diagnosis and therapy of infective endocarditis and cardiac device infection. *Int J Cardiol*. 2013;167:1724–36.
40. Bartoletti M, Tumietto F, Fasulo G, Giannella M, Cristini F, Bonfiglioli R, et al. Combined computed tomography and fluorodeoxyglucose positron emission tomography in the diagnosis of prosthetic valve endocarditis: A case series. *BMC Res Notes*. 2014;7:32.

41. Saby L, Le Dolley Y, Laas O, Tessonnier L, Cammilleri S, Casalta JP, et al. Early diagnosis of abscess in aortic bioprosthetic valve by 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography-computed tomography. *Circulation*. 2012;126:e217–20.
42. Saby L, Laas O, Habib G, Cammilleri S, Mancini J, Tessonnier L, et al. Positron emission tomography/computed tomography for diagnosis of prosthetic valve endocarditis: Increased valvular 18F-fluorodeoxyglucose uptake as a novel major criterion. *J Am Coll Cardiol*. 2013;61:2374–82.
43. Fagman E, van Essen M, Freden Lindqvist J, Snygg-Martin U, Bech-Hanssen O, Svensson G. 18F-FDG PET/CT in the diagnosis of prosthetic valve endocarditis. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2016;32:679–86.
44. Ricciardi A, Sordillo P, Ceccarelli L, Maffongelli G, Calisti G, Di Pietro B, et al. 18-fluoro-2-deoxyglucose positron emission tomography-computed tomography: An additional tool in the diagnosis of prosthetic valve endocarditis *International journal of infectious diseases*. 2014;28:219–24.
45. Pizzi MN, Roque A, Fernandez-Hidalgo N, Cuellar-Calabria H, Ferreira-Gonzalez I, Gonzalez-Alujas MT, et al. Improving the diagnosis of infective endocarditis in prosthetic valves and intracardiac devices with 18F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography angiography: Initial results at an infective endocarditis referral center. *Circulation*. 2015;132:1113–26.
46. Salomaki SP, Saraste A, Kemppainen J, Bax JJ, Knuuti J, Nuutila P, et al. 18F-FDG positron emission tomography/computed tomography in infective endocarditis. *J Nucl Cardiol*. 2017;24:195–206.
47. Kouijzer JJ, Vos FJ, Janssen MJ, van Dijk AP, Oyen WJ, Bleeker-Rovers CP. The value of 18F-FDG PET/CT in diagnosing infectious endocarditis. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2013;40:1102–7.
48. Bensimhon L, Lavergne T, Hugonnet F, Mainardi JL, Latremouille C, Maunoury C, et al. Whole body [(18) F]fluorodeoxyglucose positron emission tomography imaging for the diagnosis of pacemaker or implantable cardioverter defibrillator infection: A preliminary prospective study. *Clin Microbiol Infect*. 2011;17:836–44.
49. Ploux S, Riviere A, Amraoui S, Whinnett Z, Barandon L, Lafitte S, et al. Positron emission tomography in patients with suspected pacing system infections may play a critical role in difficult cases. *Heart Rhythm*. 2011;8:1478–81.
50. Cautela J, Alessandrini S, Cammilleri S, Giorgi R, Richet H, Casalta JP, et al. Diagnostic yield of FDG positron-emission tomography/computed tomography in patients with CEID infection: A pilot study. *Europace: European pacing, arrhythmias, and cardiac electrophysiology*. 2013;15:252–7.
51. Sarrazin JF, Philippon F, Tessier M, Guimond J, Molin F, Champagne J, et al. Usefulness of fluorine-18 positron emission tomography/computed tomography for identification of cardiovascular implantable electronic device infections. *J Am Coll Cardiol*. 2012;59:1616–25.
52. Asmar A, Ozcan C, Diederichsen AC, Thomassen A, Gill S. Clinical impact of 18F-FDG-PET/CT in the extra cardiac work-up of patients with infective endocarditis. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2014;15:1013–9.
53. Gheysens O, Lips N, Adriaenssens T, Pans S, Maertens J, Herregods MC, et al. Septic pulmonary embolisms and metastatic infections from methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* endocarditis on FDG PET/CT. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2012;39:183.
54. Van Riet J, Hill EE, Gheysens O, Dymarkowski S, Herregods MC, Herijgers P, et al. (18)F-FDG PET/CT for early detection of embolism and metastatic infection in patients with infective endocarditis. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2010;37:1189–97.
55. Vos FJ, Kullberg BJ, Sturm PD, Krabbe PF, van Dijk AP, Wanten GJ, et al. Metastatic infectious disease and clinical outcome in *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus* species bacteremia. *Medicine*. 2012;91:86–94.
56. Orvin K, Goldberg E, Bernstine H, Groshar D, Sagie A, Kornowski R, et al. The role of FDG-PET/CT imaging in early detection of extra-cardiac complications of infective endocarditis. *Clin Microbiol Infect*. 2015;21:69–76.
57. Ozcan C, Asmar A, Gill S, Thomassen A, Diederichsen AC. The value of FDG-PET/CT in the diagnostic work-up of extra cardiac infectious manifestations in infectious endocarditis. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2013;29:1629–37.
58. Bonfiglioli R, Nanni C, Morigi JJ, Graziosi M, Trapani F, Bartoletti M, et al. (1)(8)F-FDG PET/CT diagnosis of unexpected extracardiac septic embolisms in patients with suspected cardiac endocarditis. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2013;40:1190–6.
59. Gomes A, Glaudemans AW, Touw DJ, van Melle JP, Willems TP, Maass AH, et al. Diagnostic value of imaging in infective endocarditis: A systematic review. *Lancet Infect Dis*. 2017;17:e1–14.
60. Bruun NE, Habib G, Thuny F, Sogaard P. Cardiac imaging in infectious endocarditis. *Eur Heart J*. 2014;35:624–32.
61. McWilliams ET, Yavari A, Raman V. Aortic root abscess: Multimodality imaging with computed tomography and gallium-67 citrate single-photon emission computed tomography/computed tomography hybrid imaging. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2011;5:122–4.
62. Thomson LE, Goodman MP, Naqvi TZ, Feldman R, Buchbinder NA, Waxman A, et al. Aortic root infection in a prosthetic valve demonstrated by gallium-67 citrate SPECT. *Clin Nucl Med*. 2005;30:265–8.
63. Yavari A, Ayoub T, Livieratos L, Raman V, McWilliams ET. Diagnosis of prosthetic aortic valve endocarditis with gallium-67 citrate single-photon emission computed tomography/computed tomography hybrid imaging using software registration. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2009;2:e41–3.
64. Erba PA, Conti U, Lazzeri E, Sollini M, Doria R, Tommasi SM, et al. Added value of 99mTc-HMPAO-labeled leukocyte SPECT/CT in the characterization and management of patients with infectious endocarditis. *J Nucl Med*. 2012;53:1235–43.
65. Hyafil F, Rouzet F, Lepage L, Benali K, Raffoul R, Duval X, et al. Role of radiolabelled leucocyte scintigraphy in patients with a suspicion of prosthetic valve endocarditis and inconclusive echocardiography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14:586–94.
66. Rouzet F, Chequer R, Benali K, Lepage L, Ghodbane W, Duval X, et al. Respective performance of 18F-FDG PET and radiolabeled leukocyte scintigraphy for the diagnosis of prosthetic valve endocarditis. *J Nucl Med*. 2014;55:1980–5.
67. lung B, Klein I, Mourvillier B, Olivot JM, Detaint D, Longuet P, et al. Respective effects of early cerebral and abdominal magnetic resonance imaging on clinical decisions in infective endocarditis. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2012;13:703–10.
68. Cooper HA, Thompson EC, Laureno R, Fuisz A, Mark AS, Lin M, et al. Subclinical brain embolization in left-sided infective endocarditis: Results from the evaluation by MRI of the brains of patients with left-sided intracardiac solid masses (EMBOLISM) pilot study. *Circulation*. 2009;120:585–91.
69. Duval X, lung B, Klein I, Brochet E, Thabut G, Arnoult F, et al. Effect of early cerebral magnetic resonance imaging on clinical decisions in infective endocarditis: A prospective study. *Ann Intern Med*. 2010;152:497–504. W175.
70. Snygg-Martin U, Gustafsson L, Rosengren L, Alsio A, Ackerholm P, Andersson R, et al. Cerebrovascular complications in patients with left-sided infective endocarditis are common: A prospective study using magnetic resonance imaging and neurochemical brain damage markers. *Clin Infect Dis*. 2008;47:23–30.
71. Akins EW, Slone RM, Wiechmann BN, Browning M, Martin TD, Mayfield WR. Perivalvular pseudoaneurysm complicating bacterial endocarditis: MR detection in five cases. *AJR Am J Roentgenol*. 1991;156:1155–8.
72. Vilacosta I, Gomez J. Complementary role of MRI in infectious endocarditis. *Echocardiography*. 1995;12:673–6.
73. Sievers B, Brandts B, Franken U, Trappe HJ. Cardiovascular magnetic resonance imaging demonstrates mitral valve endocarditis. *Am J Med*. 2003;115:681–2.
74. Saghir S, Ivey TD, Kereiakes DJ, Mazur W. Anterior mitral valve leaflet aneurysm due to infective endocarditis detected by cardiac magnetic resonance imaging. *Rev Cardiovasc Med*. 2006;7:157–9.
75. Pasowicz M, Klimeczek P, Wicher-Muniak E, Podolec P, Kapelak B, Sadowski J, et al. [Usefulness of magnetic resonance imaging in diagnosis of mitral valve anulus abscess—case report]. *Przegl Lek*. 2002;59:623–5.
76. Dursun M, Yilmaz S, Yilmaz E, Yilmaz R, Onur I, Oflaz H, et al. The utility of cardiac MRI in diagnosis of infective endocarditis: Preliminary results. *Diagn Interv Radiol*. 2015;21:28–33.