Hallazgos cardíacos incidentales en angiotomografía computarizada con energía dual (TCED) de arterias pulmonares: la importancia de ver siempre el corazón

Incidental cardiac findings in dual-energy computed tomography pulmonary angiography: the importance of always looking at the heart

Sergio A. Criales-Vera* y Eunice A. Lara-García

Departamento de Tomografía, Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Ciudad de México, México

RESUMEN

Aun cuando las enfermedades cardíacas y pulmonares pueden tener manifestaciones clínicas similares, los radiólogos soslayan a menudo la valoración del corazón durante la interpretación regular de una tomografía computarizada (TC) de tórax. Con anterioridad, esta conducta se atribuía a la escasa calidad de la imagen secundaria al movimiento cardíaco en estudios no gatillados. En la actualidad, las nuevas tecnologías han logrado reducir en grado significativo la presencia de este artefacto y por tanto el corazón debe recibir el tiempo necesario, ya que algunos hallazgos cardíacos pueden modificar el curso clínico y el pronóstico de los pacientes. **Objetivo:** Enfatizar la necesidad de una revisión regular y sistemática del corazón en los estudios de angio-TC de arterias pulmonares, a través de una descripción concreta de los hallazgos cardíacos incidentales más frecuentes e importantes que deben registrarse, así como insistir en que dicha revisión debe ser inherente a la práctica diaria en todos los estudios de tórax, al margen de la indicación o sospecha clínica. **Conclusión:** Conocer la relevancia de estos hallazgos incidentales y realizar una revisión sistemática pueden evitar pasar por alto un diagnóstico que modifique el tratamiento del paciente.

Palabras clave: Hallazgos cardíacos. Tromboembolismo pulmonar. Energía dual.

Correspondencia:

*Sergio A. Criales-Vera

E-mail: scriales@gmail.com

Recibido: 09-08-2020

Aceptado: 20-11-2020

DOI: 10.24875/ARM.20000136

1665-2118/© 2020 Sociedad Mexicana de Radiología e Imagen, AC. Publicado por Permalyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

ABSTRACT

Although cardiac and pulmonary diseases may overlap their clinical manifestations, radiologists tend to overlook the heart during routine chest CT interpretation. In the past, this situation was due to poor image quality of the moving heart on non ECG-gated CT. Nevertheless, the new technologies have reduced considerably motion artefacts, thus we have to give the heart the time it deserves because some cardiac findings may alter the clinical course and the outcome of the patients. **Objectives:** To emphasize the need of a routine and systematic evaluation of the cardiac structures on pulmonary CT angiography through a review of the most important and common incidental cardiac findings that should always been reported and to underline the importance of look at beyond clinical request in every chest CT. **Conclusion:** To be aware of the importance of these incidental findings and of making a systematic evaluation, may avoid overlooking a relevant diagnostic that could impact the management of the patient.

Key words: Cardiac findings. Pulmonary embolism. Dual-energy.

INTRODUCCIÓN

Son frecuentes la identificación, descripción o caracterización de los hallazgos incidentales encontrados en un estudio de angiotomografía computarizada (angio-TC) de arterias coronarias o tomografía computarizada cardíaca (p. ej., los nódulos pulmonares), pero entre los radiólogos son menos comunes el reconocimiento o la caracterización de un hallazgo cardíaco incidental en estudios de tomografía computarizada (TC) de tórax sin sincronización cardíaca¹. Esto se debe sobre todo a que la valoración del corazón en este tipo de estudios se encuentra limitada por artefactos de movimiento.

Sin embargo, el continuo desarrollo tecnológico de la tomografía computarizada multi-detector (TCMD) ha permitido incrementar la resolución espacial y temporal, disminuir de forma progresiva los tiempos de adquisición

y artefactos de movimiento que, a la par del desarrollo de algoritmos de reconstrucción y programas de posprocesamiento, reducen el ruido de la imagen y el resultado es la obtención de estudios de mucha mejor calidad. Esas ventajas hacen posible realizar una óptima valoración de las estructuras cardíacas en tomografías sin sincronización, lo que facilita la identificación e informe de hallazgos cardíacos relevantes que en algunos casos podrían modificar el curso clínico del paciente^{1,2}.

No debe olvidarse que las enfermedades cardiovasculares y pulmonares con frecuencia pueden manifestarse con signos y síntomas similares o superpuestos (p. ej., disnea, dolor torácico o hemoptisis), lo que hace más difícil el diagnóstico clínico y da lugar a solicitar y realizar otro estudio, tal vez no el óptimo para el padecimiento^{3,4}. Ello no significa enfocar la atención exclusivamente en resolver

la duda clínica sino en valorar por igual todas las estructuras visualizadas.

El propósito de este trabajo es ilustrar los hallazgos cardíacos incidentales más frecuentes y relevantes en angio-TC de arterias pulmonares que deben informarse, además de subrayar que los tomógrafos actuales hacen posible identificarlos con mayor facilidad y de ahí la importancia de efectuar siempre una valoración sistemática del corazón aun cuando se trate de un estudio inespecífico de él.

TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA CON ENERGÍA DUAL TCED

Se refiere a la adquisición simultánea de imágenes de tomografía con dos niveles de energía de rayos X. Existen distintas tecnologías en el mercado que trabajan con energía dual; en el Instituto se cuenta con un tomógrafo con energía dual de doble fuente (DS, *dual source*) en el cual dos tubos de rayos X se encuentran montados en el *gantry*, colocados de manera ortogonal. Cada tubo tiene su propio generador de alto voltaje y un control independiente del potencial y la corriente. Los datos de la imagen, obtenidos de ambos niveles de energía, se combinan para formar una imagen híbrida que puede utilizarse para la valoración diagnóstica^{5,6} (Fig. 1).

El protocolo de adquisición para angio-TC de arterias pulmonares de los autores es bifásico: una fase arterial pulmonar y una sistémica (20 segundos después de la primera). Esto se realiza para el posprocesamiento de las imágenes en estaciones de trabajo especializadas donde puede obtenerse información adicional (mapas de yodo, perfusión), pero de forma

secundaria permite obtener información de ambas circulaciones, sin incremento significativo de la dosis de radiación (hasta de 8.2 mSv), al tiempo que puede caracterizar mejor otras estructuras, como el corazón.

ORGANIZACIÓN DE LA VALORACIÓN CARDÍACA Y LOS PRINCIPALES HALLAZGOS INCIDENTALES

En todo estudio de arterias pulmonares, lo primero que debe revisarse es que sea técnicamente adecuado para su evaluación y posprocesamiento y luego dar prioridad a la confirmación o descarte de la sospecha diagnóstica de tromboembolia pulmonar (TEP). Sea el estudio positivo o no, la revisión no debe limitarse a eso; además del parénquima pulmonar, el corazón debe ser el segundo lugar de la atención. Para ello es necesario elegir un orden a fin de reducir la posibilidad de pasar por alto alguna de las estructuras⁴. De adentro afuera: válvulas-miocardio/cavidades-tabique-arterias coronarias-pericardio. De afuera adentro: pericardio-arterias coronarias-miocardio/cavidades-tabique-válvulas.

Para la ilustración en este trabajo se ha escogido la primera y se ha considerado al pericardio como la parte más externa y las válvulas/valvas la más interna.

PERICARDIO: LÍQUIDO, ESPESOR Y REFORZAMIENTO

El derrame pericárdico es por mucho el hallazgo más visualizado en tomografías de tórax no cardíacas. Las causas más frecuentes incluyen

insuficiencia cardíaca, infección, insuficiencia renal, traumatismo, enfermedad de tejido conectivo, antecedente de radioterapia e infarto de miocardio. Más allá de identificarlo, es importante caracterizar dos aspectos: espesor y densidad. La segunda en particular permite distinguir entre un líquido simple o un trasudado (<20 UH) y un exudado o un derrame purulento (20-35 UH) que suele acompañarse de reforzamiento y engrosamiento irregular. Valores de atenuación de 40-50 a 80 UH suelen representar contenido hemático (hemopericardio)^{4,7,8} (Fig. 2).

El taponamiento cardíaco se refiere a la presencia de derrame pericárdico a tensión (simple, exudado o hemático), lo cual comprime las cavidades cardíacas al extremo de comprometer el retorno venoso a las cavidades derechas. Los hallazgos por tomografía son la deformidad del corazón, desplazamiento septal, dilatación de la cava inferior y reflujo de contraste de la aurícula derecha a la cava inferior^{4,7}.

Los signos más comunes por tomografía del proceso inflamatorio pericárdico son engrosamiento (>2 mm) y reforzamiento de sus hojas. Los hallazgos adicionales como calcificaciones sugieren un proceso crónico y otros como gas o nódulos pueden indicar las potenciales causas (infecciosas, neoplásicas)^{7,8}.

ARTERIAS CORONARIAS: CALCIFICACIONES/ANOMALÍAS DE ORIGEN O TRAYECTO/ANEURISMA

La presencia de calcificaciones debe informarse con regularidad, sobre todo en pacientes jóvenes (< 55 años en hombres y < 65 años en mujeres) en quienes puede ser un indicador de enfermedad coronaria prematura. Es difícil

calcular el grado de estenosis relacionada en un estudio sin sincronización cardíaca, aun cuando sea contrastado, por lo cual es recomendable abstenerse de proporcionar una cifra aproximada, a menos que sea muy evidente^{1,9,10}.

Es importante también visualizar el trayecto de las arterias coronarias, ya que las anomalías en su curso u origen pueden identificarse con relativa facilidad en estos estudios. Especial atención hay que poner en el trayecto de la coronaria derecha porque su curso anómalo (interarterial) se vincula con muerte súbita (incidencia calculada de 25%-40% con actividad física)^{4,8}.

Un aneurisma coronario se define como un segmento de la arteria cuyo diámetro es 1.5 veces el diámetro del segmento arterial normal adyacente y afecta a menos del 50% de la longitud total del vaso. Su causa más frecuente es la aterosclerosis en adultos y la enfermedad de Kawasaki en niños. Otras causas incluyen traumatismo, infección, arteritis, disección, enfermedades del tejido conectivo y abuso de cocaína^{4,8}.

Otros hallazgos son los cambios quirúrgicos por cirugía de revascularización coronaria.

MIOCARDIO: ALTERACIONES EN SU DENSIDAD Y ESPESOR

La hipodensidad en una determinada área coronaria es un hallazgo frecuente en pacientes con antecedente de infarto de miocardio (IM) o en aquéllas con un infarto agudo al momento de la adquisición. En el primer escenario, esta hipodensidad representa cambios por metaplasia lipomatosa, por lo cual

FIGURA 1. A: esquema de TCED (DS). B: cada tubo a distinta potencia actúa de forma simultánea. Los datos de la imagen de cada nivel de energía se combinan para formar una imagen híbrida (M). C: protocolo bifásico (arterial pulmonar y arterial sistémico) para TEP con el uso de esta tecnología.

FIGURA 2. Valoración del derrame pericárdico. A: incluye su densidad y espesor. B: Reforzamiento o engrosamiento de sus hojas. C: de forma adicional, en este paciente se encuentra defecto del tabique interauricular (flecha en D)).

esta zona muestra atenuación en el espectro de la grasa (menos de -10 UH) o calcificaciones. En el segundo caso representa un área de perfusión anormal cuya distribución es subendocárdica. Diferenciar entre estas dos situaciones puede ser difícil con base tan sólo en la imagen, sobre todo cuando dicha hipodensidad se encuentra adyacente a un ventrículo opacificado con medio de contraste y produce artefacto. Por lo tanto, conocer los antecedentes del paciente y el contexto clínico (sospecha diagnóstica, ECG, elevación de enzimas cardíacas) es de gran relevancia^{4,8,11}.

Hay que tener en cuenta que la valoración del espesor miocárdico en estos estudios es cualitativa y visual. Un aspecto adelgazado de éste es un hallazgo común en pacientes con

FIGURA 3. A: estudio negativo para TEP en un paciente de 37 años con dolor torácico atípico y disnea. En la segunda fase de adquisición se identifican aspecto hipodenso e incremento del calibre del tronco coronario izquierdo, arteria coronaria descendente anterior y emergencia de la arteria circunfleja (*flechas rojas*) en relación con oclusión, así como un área de infarto no transmural en el vértice y pared lateral del VI (*flechas blancas*). **B:** adelgazamiento de la pared apical y anteroseptal con calcificaciones adjuntas (*) son manifestaciones de un IM antiguo/crónico. Después de una oclusión coronaria se produce necrosis miocárdica, inflamación y remoción del tejido infartado.

antecedente de infarto y algunas veces puede relacionarse con la formación de aneurismas, ya que éstos se originan en infartos transmurales localizados casi siempre en la pared anterior distal o el vértice. Cuando un infarto transmural afecta toda la pared del miocardio y produce su ruptura entonces se forma un pseudoaneurisma que sólo es contenido por tejido blando^{8,11}.

El miocardio de aspecto engrosado puede estar relacionado, entre otras entidades, con hipertensión arterial, enfermedad valvular,

amiloidosis, sarcoidosis e hipertrofia idiopática y exige valoración adicional con ecocardiografía, angio-TC con sincronización o IRM^{4,8} (Fig. 3).

CAVIDADES CARDÍACAS: DILATACIÓN, DEFECTOS DE LLENADO (TROMBO/TUMOR)

La dilatación de cavidades cardíacas es efecto por lo general de la presencia de insuficiencia cardíaca o ciertas valvulopatías, aunque

FIGURA 4. A-B: dos pacientes con trombos en VI (flechas blancas). Áreas hipodensas, subendocárdicas (flechas amarillas) mejor definidas en la segunda adquisición del protocolo, en relación con antecedente de IM no reperfundido. Los trombos son secundarios a la alteración de la movilidad del VI. A: TEP segmentaria (*). C: distinto paciente con trombo en ventrículo derecho (VD) (círculo negro), confirmado en la segunda fase de adquisición, en relación con calcificación. D: las imágenes ilustran otro caso de TEP lobar y segmentaria (flecha blanca) con trombo en VD y AD (*).

también puede ser secundaria a miocardiopatía isquémica por un infarto antiguo^{4,8}. Es un hallazgo relativamente fácil de identificar en estudios no gatillados e importante de señalar cuando se identifique, ya que siempre requiere un estudio adicional, con sincronización cardíaca (TC o RM) o bien ecocardiografía, para su mejor caracterización.

Al visualizar un defecto de llenado intracavitario es necesario preguntarse por sus causas más frecuentes, casi siempre un trombo o una neoplasia benigna (mixoma), el primero localizado por lo regular en el ventrículo izquierdo (VI) y el mixoma con afectación más frecuente en la aurícula izquierda (AI)^{4,11} (Fig. 4).

TABLA 1. Orden propuesto para la valoración sistemática del corazón en un estudio no cardíaco

Estructura	Hallazgos
Pericardio ↓↑	Líquido, espesor, reforzamiento
Arterias coronarias ↓↑	Calcificaciones, anomalías de origen o trayecto. Aneurismas
Miocardio ↓↑	Alteraciones en su densidad y espesor
Cavidades ↓↑	Defectos de llenado, dilatación
Tabique ↓↑ Válvulas	Defectos, abombamiento/dilatación

El antecedente clínico es muy importante debido a que la formación de trombos es una de las complicaciones más relevantes del IM, presente en casi el 10% de los casos, si bien la verdadera prevalencia puede ser aún mayor. Se presupone que son resultado de la respuesta inflamatoria subsecuente al IM, la cual alcanza su punto máximo en las primeras dos semanas posteriores a éste. Lo más frecuente es que un trombo en el VI se deba a un infarto anterior más que a uno inferior. Por lo regular se localizan en el vértice, pero pueden visualizarse también a lo largo de la pared anterior y del tabique interventricular¹¹. Algunas veces pueden localizarse en la pared auricular izquierda o derecha o en regiones de bajo flujo como las orejuelas (sobre todo en pacientes con fibrilación auricular)^{8,11}. La TC revela lesiones hipodensas rodeadas por medio de contraste, a excepción de aquellas que se localizan adyacentes a la superficie subendocárdica. No muestran reforzamiento con el medio de contraste, lo cual permite diferenciarlos de otras lesiones (p. ej., neoplasias), aunque rara vez (los más organizados o

FIGURA 5. Hombre de 27 años con sospecha de TEP. **A:** sin evidencia de TEP; se visualiza el defecto del tabique interventricular tipo subpulmonar (*), hipoplasia del VD (flecha roja), crecimiento del VI y persistencia del conducto arterioso (círculo). Ejemplos de aneurisma del tabique interauricular. **B:** defecto septal tipo *ostium secundum* (flecha blanca) (*). **C:** relación con TEP aguda (flechas rojas) y crónica, respectivamente.

crónicos) pueden tener reforzamiento periférico secundario a la formación de una pseudocápsula fibrosa o vincularse con calcificaciones^{4,8}. Aparte del IM, otras causas de trombos dentro del VI incluyen miocardiopatía dilatada no isquémica, miocardiopatía de *takotsubo* eosinofílica, traumatismo cardíaco, amiloidosis y, más raros, estados de hipercoagulabilidad grave¹¹.

La mayor parte de los tumores cardíacos y pericárdicos es de origen metastásico, dado

que ocurren con una frecuencia 100 a 1,000 veces mayor que los primarios cardíacos. La diseminación al corazón puede ocurrir por vía hematógena, por extensión venosa o por invasión directa. El sitio más frecuente de metástasis es el pericardio seguido por la grasa epicárdica, el miocardio y al final la cavidad cardíaca. Los tumores primarios malignos son raros: el angiosarcoma es el más común en adultos y el rhabdomioma en niños. Otros incluyen linfoma, osteosarcoma, fibrosarcoma, leiomioma, tumor

FIGURA 6. A: prótesis mitral de tipo jaula/bola (Starr-Edwards) y reconstrucción volumétrica (derecha). B: válvula mecánica bivalva mitral. C: válvula prótesis mecánica tricúspide. D: reemplazo valvular pulmonar.

miofibroblástico, mesotelioma y sarcoma sinovial, estos dos últimos del pericardio^{2,4,8}.

El mixoma es un tumor benigno y la neoplasia primaria más frecuente del corazón. Puede afectar a cualquier cavidad, pero por lo general se localiza en AI (75% vs. 25% en la derecha) y tiene aspecto pedunculado con el pedículo adherido al tabique interauricular. Aun en estudios sin sincronización cardíaca puede identificarse el prolapso del tumor a través de la válvula mitral, lo cual puede resultar en una obstrucción del flujo. En un estudio simple se observan como lesiones

hipodensas, en ocasiones acompañadas de calcificaciones y con medio de contraste tienen reforzamiento heterogéneo^{2,4,8}.

Los seudodefectos de llenado secundarios a mezcla de contraste son áreas de hipodensidad heterogénea a menudo visualizadas en la aurícula derecha (AD) o la orejuela y casi siempre secundarios a la fase de adquisición. Pueden simular trombos verdaderos, en este escenario la segunda fase de adquisición (sistémica) es útil en este tipo de protocolos de TEP con energía dual porque en ésta la opacificación dentro de las cavidades es homogénea y puede confirmarse que sólo se trata de un artefacto.

TABIQUE: DEFECTO Y ABOMBAMIENTO

Los defectos septales auriculares e intervenriculares forman parte de las cardiopatías congénitas. Pueden ser silentes y no descubrirse sino hasta la adolescencia o la edad adulta. De todas las cardiopatías congénitas, el defecto septal interauricular (DSIA) se presenta en un tercio de los casos en los adultos. Existen tres tipos principales: *ostium primum* (15%-20%), *ostium secundum* (75%) y seno venoso (5%-10%). Su identificación es posible incluso en estudios no cardíacos, contrastados, como es el protocolo de TEP, pero es preciso ser cauteloso en su correcta identificación, sobre todo en el caso del *ostium secundum*, el cual se localiza en la fosa oval, un área donde el tabique puede ser muy delgado para poder delimitarlo con suficiente confianza^{4,8}.

El aneurisma septal cardíaco es una anomalía poco común pero bien reconocida en los

adultos, definida como una desviación del tabique de más de 10 a 15 mm hacia cualquier lado en la cavidad cardíaca. El tamaño de su base es importante y debe ser mayor de 15 mm pero sin afectar todo el tabique. Su prevalencia es de 0.2% al 3% en la población general¹². El significado clínico de este hallazgo radica en su relación con el prolapso de la válvula mitral y el cortocircuito intracardiaco, las más de las veces a través de un agujero oval o, menos a menudo, un defecto septal. Estas dos entidades cardíacas se consideran factores de riesgo potencial para un episodio isquémico cerebral^{12,13} (Fig. 5).

VÁLVULAS: CALCIFICACIÓN, LESIONES FOCALES Y PRÓTESIS

El hallazgo incidental de calcificación valvular mitral y aórtica en TC ha demostrado poseer valor pronóstico como predictor independiente de episodios cardiovasculares. Por lo tanto, notificarlo en un estudio puede proporcionar información clínica importante sobre una enfermedad valvular cardíaca subyacente²⁻⁴ (Fig. 6).

Aunque la calcificación en la válvula aórtica no es patognomónica de estenosis, casi todos los pacientes con estenosis muestran varios grados de calcificación, lo cual se correlaciona positivamente con el grado de estenosis. Otros hallazgos relacionados con estenosis aórtica son dilatación de la aorta ascendente e hipertrofia del VI^{3,4}.

La calcificación valvular mitral puede ser de las valvas, característica de la estenosis mitral reumática, o del anillo mitral, que se debe a procesos degenerativos y por lo regular se vincula con una función valvular normal⁴.

Además de las calcificaciones, las prótesis valvulares se identifican con facilidad en estos estudios, incluido su tipo².

CONCLUSIÓN

La revisión sistemática del corazón en los estudios de angio-TC pulmonar ayuda a no soslayar hallazgos relevantes que pueden ser la causa del cuadro clínico del paciente o bien coexistir con ella y modificar su pronóstico o tratamiento. El conocimiento de los hallazgos cardíacos incidentales más frecuentes facilita su identificación y hace posible otorgarles su importancia debida en el informe y al momento de notificar al médico tratante.

En este trabajo, el protocolo de energía dual es útil para ilustrar la importancia, en algunos escenarios, de realizar una segunda fase de adquisición más tardía que auxilie en la confirmación de un hallazgo específico.

FINANCIAMIENTO

Los autores declaran que no existió financiamiento.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

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 han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Foley PW, Hamaad A, El-Gendi H, Leyva F. Incidental cardiac findings on computed tomography imaging of the thorax. *BMC Res Notes*. 2010;3:326.
2. Kok HK, Loo B, Torreggiani WC, Buckley O. Incidental cardiac findings on thoracic imaging. *Can Assoc Radiol J*. 2013;64(4):325-32.
3. Secchi F, Di Leo G, Zanardo M, Ali M, Cannà PM, Sardaneli F. Detection of incidental cardiac findings in noncardiac chest computed tomography. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(29):e7531.
4. Kanza RE, Allard C, Berube. Cardiac findings on non-gated chest computed tomography: a clinical and pictorial review. *Eur J Radiol*. 2016 Feb;85(2):435-51.
5. McCollough CH, Leng S, Yu L, Fletcher JG. Dual- and multi-energy CT: principles, technical approaches, and clinical applications. *Radiology*. 2015;276(3):637-653.
6. Lu GM, Wu SY, Yeh BM, Zhang LJ. Dual-energy computed tomography in pulmonary embolism. *Br J Radiol*. 2010;83(992):707-718.
7. Choy G, Kröpil P, Scherer A. Pertinent reportable incidental cardiac findings on chest CT without electrocardiography gating: review of 268 consecutive cases. *Acta Radiol*. 2013;54(4):396-400.
8. Krueger M, Cronin P, Sayyoush M, Kelly AM. Significant incidental cardiac disease on thoracic CT: what the general radiologist needs to know. *Insights Imaging*. 2019;10(1):10.
9. Jairam PM, Gondrie MJ, Grobbee DE. Incidental imaging findings from routine chest CT used to identify subjects at high risk of future cardiovascular events. *Radiology*. 2014;272(3):700-708.
10. Balakrishnan R, Nguyen B, Raad R. Coronary artery calcification is common on nongated chest computed tomography imaging. *Clin Cardiol*. 2017;40(7):498-502.
11. Shriki JE, Shinbane J, Lee C, Khan AR, Burns N, Hindoyan A, et al. Incidental myocardial infarct on conventional nongated CT: a review of the spectrum of findings with gated CT and cardiac MRI correlation. *AJR Am J Roentgenol*. 2012;198(3):496-504.
12. Dodd JD, Aquino SL, Holmvang G. Cardiac septal aneurysm mimicking pseudomass: appearance on ECG-gated cardiac MRI and MDCT. *AJR Am J Roentgenol*. 2007;188(6):W550-W553.
13. Cabanes L, Mas JL, Cohen A. Atrial septal aneurysm and patent foramen ovale as risk factors for cryptogenic stroke in patients less than 55 years of age. A study using transesophageal echocardiography. *Stroke*. 1994;24(12):1865-73.