

ORIGINAL

Cuantificación de la concentración del yodo con TC de doble energía en pacientes con pancreatitis aguda



E. Utrera Pérez*, G. Tárdaquila de la Fuente, C. Martínez Rodríguez, A. Villanueva Campos, C. Jurado Basildo y N. García Pouton

Departamento de Radiología, Hospital Povisa, Vigo, Pontevedra, España

Recibido el 8 de abril de 2019; aceptado el 30 de diciembre de 2019
Disponible en Internet el 10 de febrero de 2020

PALABRAS CLAVE

Pancreatitis aguda;
Energía dual;
Tomografía
computarizada;
Concentración de
yodo

Resumen

Objetivo: Determinar si existen diferencias en la concentración de yodo cuantificada con TC de doble energía en el páncreas de pacientes con pancreatitis aguda y pacientes sin signos analíticos ni en imagen de patología pancreática.

Material y métodos: Se estudian 27 casos de pancreatitis aguda a los que se realizó una TC con energía dual a las 48-72 horas del inicio de los síntomas, realizada con contraste intravenoso y una sola fase con un retraso de 55 segundos. Se compara con un grupo control de 11 pacientes con una TC realizada con el mismo protocolo, pero sin datos radiológicos de pancreatitis y amilasa y lipasa normales. Mediante posprocesado se obtienen reconstrucciones con mapa de yodo y se realizan tres regiones de interés en cabeza, cuerpo y cola pancreática para obtener los valores de concentración de yodo (mg/ml) y se comparan entre ambos grupos. Se hace un segundo cálculo normalizando la densidad de yodo con la aorta.

Resultados: En las pancreatitis, el valor medio de densidad de yodo es 2,5 mg/ml. En el grupo de los controles es de 3,65 mg/ml ($p = 0,02$). Hay tres casos con necrosis glandular en los que la densidad de yodo es 1,53 mg/ml.

Conclusiones: Existen diferencias significativas en la concentración de yodo del páncreas medida en TC con energía dual entre pacientes con pancreatitis aguda en fases iniciales y pacientes sin signos analíticos ni en imagen de patología pancreática.

© 2020 SERAM. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

KEYWORDS

Acute pancreatitis;
Dual energy;
Computed
tomography;
Iodine concentration

Quantification of iodine concentration by dual-energy CT in patients with acute pancreatitis

Abstract

Objective: To determine whether pancreatic iodine concentrations quantified by dual-energy CT differ between patients with acute pancreatitis and those without imaging or laboratory findings indicative of pancreatic disease.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: elenautreraperez@gmail.com (E. Utrera Pérez).

Material and methods: We compared findings on single-phase dual-energy CT images acquired 55 seconds after the intravenous administration of contrast material in 27 patients with acute pancreatitis who underwent the examination 48 to 72 hours after the onset of symptoms versus in 11 patients (controls) with no imaging findings suggestive of pancreatic disease and normal amylase and lipase who underwent the examination with the same protocol for other purposes. Imaging postprocessing included the generation of iodine maps. Three regions of interest were selected (pancreatic head, body, and tail) to obtain iodine concentrations (mg/ml) to compare between groups. Iodine concentrations were also calculated a second time by normalizing the density of iodine with the aorta.

Results: The mean density of iodine was 2.5 mg/ml in patients with pancreatitis vs. 3.65 mg/ml in controls ($p = 0.02$). In three patients with glandular necrosis, the density of iodine was 1.53 mg/ml.

Conclusions: The concentration of iodine in the pancreas measured with dual-energy CT differs significantly between patients with initial-stage acute pancreatitis and those without imaging or laboratory findings indicative of pancreatic disease.

© 2020 SERAM. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La pancreatitis aguda es un proceso inflamatorio reversible del páncreas, relacionado con una activación inapropiada del tripsinógeno en tripsina que condiciona una deficiencia de eliminación de la tripsina de la glándula¹.

Este proceso produce una lesión en el tejido pancreático y una alteración de la vascularización de la glándula caracterizadas por una disminución en la microcirculación del páncreas que cursa con vasoespasmo. En caso de no resolverse, es el mecanismo que, junto con la autodigestión de las enzimas liberadas, va a conducir a la necrosis en los casos más graves²⁻⁴.

La técnica de elección para el diagnóstico de pancreatitis aguda es la TC con contraste intravenoso, ya que va a permitir evaluar tanto la vascularización de la glándula como la densidad del parénquima para diferenciar las posibles áreas de necrosis, hallazgos importantes que van a influir en el pronóstico del paciente⁵.

El desarrollo de los escáneres de doble fuente y doble energía permite la utilización de dos tubos que van a funcionar a diferente energía (diferente kilovoltaje), pero de forma simultánea: el tubo A a 140 kV y el tubo B a 80 kV. De esta manera, se van a generar dos grupos de datos que van a permitir la descomposición tisular y el análisis de los tejidos, ya que presentan valores de atenuación diferentes según el espectro de energía a la que se adquiere el estudio⁶⁻⁸. Una de las aplicaciones de este tipo de estudio es la cuantificación del yodo presente en los tejidos vascularizados mediante el cálculo de la concentración de yodo (CI) (fig. 1), que puede ser utilizada como marcador de la vascularización de los tejidos⁶⁻⁸.

Por todo ello, se considera que determinar la concentración de yodo con TC de doble energía puede ser útil en pacientes con pancreatitis aguda, ya que puede constituir un dato radiológico más que, aunque no sea definitorio por sí mismo, puede apoyar el diagnóstico de pancreatitis aguda.

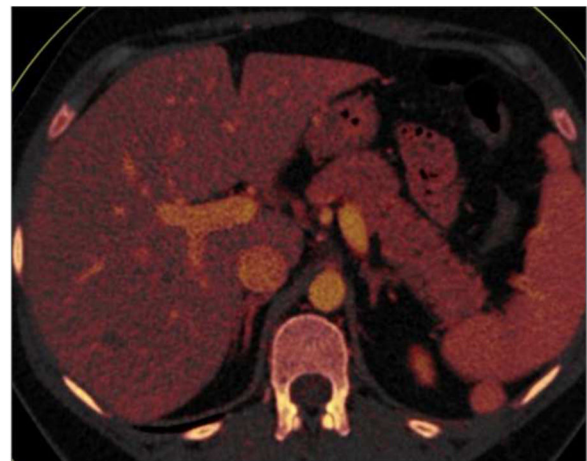


Figura 1 Reconstrucción del mapa de yodo en un corte axial a la altura del cuerpo del páncreas: los tejidos vascularizados van a contener yodo y por lo tanto se verán rojos. Otros elementos como la luz de las asas intestinales se verán negros.

El objetivo de este estudio es cuantificar la concentración de yodo con TC de doble energía en pacientes con pancreatitis aguda en fase precoz y compararla con pacientes sin signos analíticos ni por imagen de patología pancreática.

Material Y Métodos

Pacientes

Se realiza un estudio retrospectivo de casos y controles a partir de una base de datos facilitada por el servicio de medicina interna que incluye 189 pacientes ingresados con diagnóstico o sospecha clínica de pancreatitis aguda, desde enero 2013 a diciembre 2014.

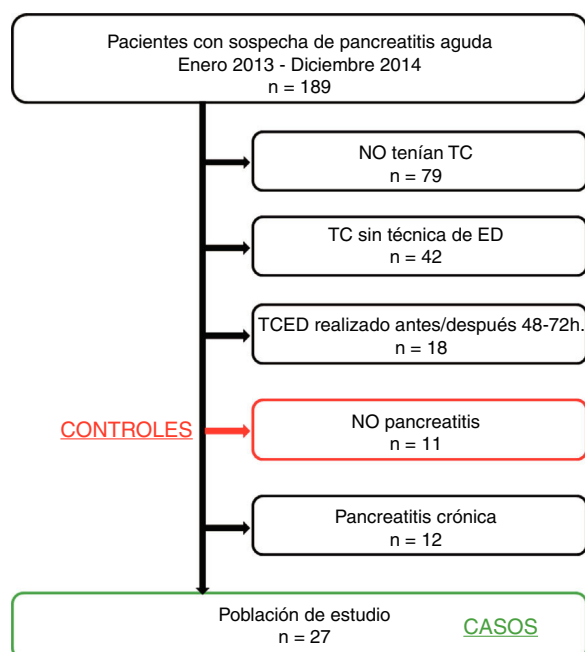


Figura 2 Diagrama con criterios de inclusión para la selección de casos y controles incluidos en el estudio.

Se determinan los siguientes criterios de inclusión: pacientes con diagnóstico clínico de pancreatitis aguda (dolor abdominal epigástrico irradiado en cinturón y/o elevación $\times 3$ de los valores normales de amilasa o lipasa) y con prueba de imagen de TC con doble energía realizada a las 48-72 horas del comienzo de los síntomas. Se constituye el grupo de casos con 27 pacientes.

Para seleccionar los controles, utilizamos la misma base de datos, determinando los siguientes criterios de inclusión: pacientes ingresados con sospecha clínica de pancreatitis aguda (dolor abdominal epigástrico irradiado en cinturón) en los que finalmente se descartó este diagnóstico mediante TC de doble energía realizado en el mismo intervalo de tiempo y con valores analíticos normales. Se seleccionan estos pacientes para garantizar que el tiempo de retraso del estudio con contraste es el mismo en los dos grupos. En este grupo se incluyen 11 pacientes (fig. 2).

Protocolo

Todos los estudios se realizaron en una TC de doble fuente Somaton Definition Flash® (Siemens®, Erlangen, Alemania), utilizando una técnica de doble energía con el siguiente protocolo: tubo A, 80 kV y un miliamperaje de referencia de 507 mAs; y tubo B: 140 kV con filtro de estaño y un miliamperaje de referencia de 196 mAs. Se utilizó el sistema de modulación de dosis Care Dose (Siemens®, Erlangen, Alemania). El *pitch* fue de 0,6 y la adquisición $32 \times 0,6$ mm.

Las imágenes se reconstruyeron en una serie con fines diagnósticos, con un grosor de corte de 3 mm, un incremento de reconstrucción de 1,5 mm, filtro B20 y ventana de partes blandas, y una segunda serie para el posprocesado de doble energía con un grosor de 2 mm, un incremento de 1 mm y filtro específico D20.

A los pacientes se les administró contraste intravenoso, con dosis media de 120 ml de Iopromida 300 (Bayer) a un flujo de 3 ml/s (vena cubital).

La adquisición del estudio se realizó con energía dual en fase pancreatográfica con un retraso fijo de 55 segundos en todos los pacientes.

Análisis de imágenes

El posprocesado de imágenes se realizó en la estación de trabajo SYNGO.VIA (Siemens®, Erlangen, Alemania) con el programa específico de TC dual. Para obtener los valores de la concentración de yodo (mg/ml), se realiza la media de los valores obtenidos con tres regiones de interés (ROI) de $0,5 \text{ cm}^2$: uno en la cabeza, otro en el cuerpo y el último en la cola del páncreas (fig. 3).

Tanto el posprocesado de imágenes como el cálculo de densidades se realizaron con los mismos criterios tanto en los pacientes con pancreatitis aguda como en los pacientes control.

Se realiza una normalización de los valores de concentración de yodo para tratar de minimizar las posibles variaciones por diferencias en la fase del contraste. Para ello se realiza un ROI, también de $0,5 \text{ cm}^2$, en la aorta abdominal, a la altura del páncreas, y se normaliza con la siguiente fórmula $\text{CIN} = \text{CI páncreas} / \text{CI aorta}$, siendo CIN la concentración de yodo normalizada y CI, la concentración de yodo⁹.

Análisis estadístico

Se comparó la CI normalizada y sin normalizar entre casos y controles empleando la U de Mann Whitney para muestras independientes utilizando el programa SPSS® (IBM® SPSS® Statistics 20.0.0), con resultados estadísticamente significativos para $p < 0,05$.

Resultados

El grupo de los pacientes con pancreatitis aguda estaba formado por 15 mujeres y 12 hombres con una media de edad de 50 años. La CI obtenida en los casos fue de 2,5 mg/ml. La CIN que se obtuvo fue de 0,402 mg/ml.

En los pacientes sanos, el grupo estaba integrado por 7 mujeres y 4 hombres con una media de edad de 66 años. En los controles, la CI obtenida fue de 3,65 mg/ml. La CIN que se obtuvo fue de 0,642 mg/ml (fig. 4).

Estos resultados fueron estadísticamente significativos tanto para los datos brutos de cuantificación del yodo como para los normalizados ($p = 0,02$ y $p = 0,01$, respectivamente).

Incidentalmente cabe destacar que de todos los pacientes del grupo de casos analizados había 3 pacientes con presencia de necrosis glandular. En los segmentos necróticos, la media de la CI obtenida fue de 1,53 mg/ml. La CIN media fue de 0,207 mg/ml.

Discusión

Desde que se creó la clasificación de Atlanta en 1992 y su posterior revisión en 2012 existen numerosos artículos en la literatura científica que nos proponen diferentes modelos

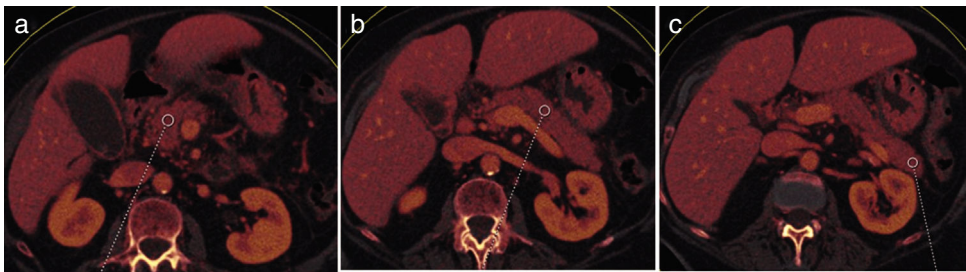


Figura 3 Realización de tres regiones de interés de 0,5 cm² en cabeza (A), cuerpo (B) y cola (C) del páncreas.

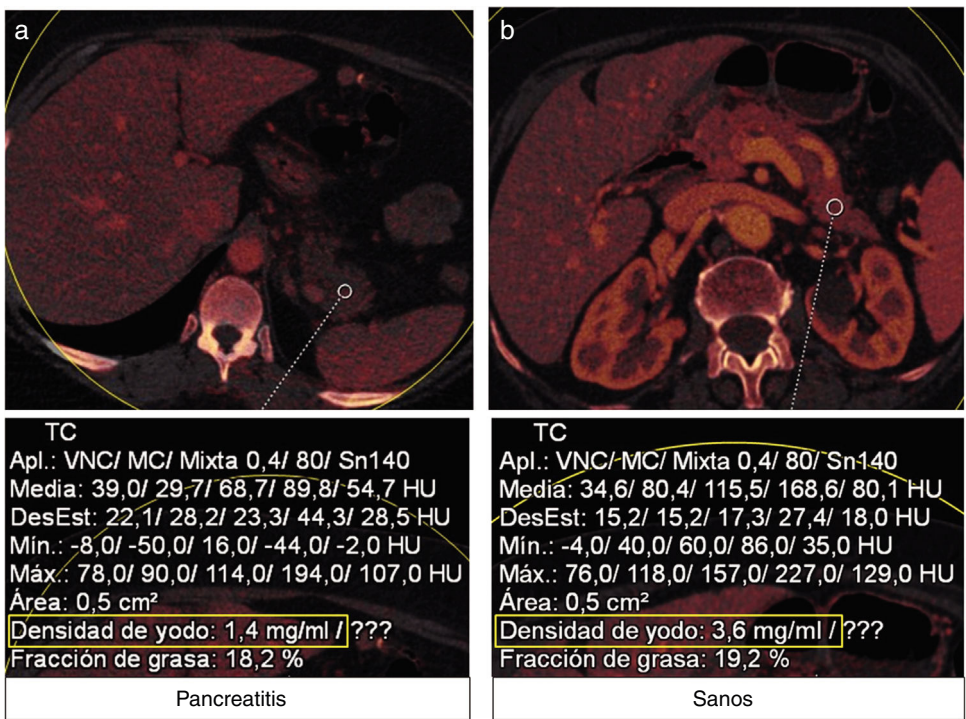


Figura 4 Imágenes con mapa de yodo con TC de doble energía, donde se compara la cuantificación de yodo en un paciente con pancreatitis aguda (A) y un paciente con páncreas sano (B).

de clasificación para conseguir evaluar el índice de gravedad de la pancreatitis aguda según los hallazgos radiológicos de la TC^{5,10-13}, ya que el pronóstico de esta enfermedad varía según la afectación peripancreática que presente y la presencia de necrosis.

En cuanto a la técnica de imagen, tradicionalmente se proponía la realización de una TC basal y tras la administración de contraste intravenoso en fase venosa, para el diagnóstico y correcta clasificación de la pancreatitis, que siendo una enfermedad frecuente en la población y con una incidencia en aumento, supondría una elevación en la dosis de radiación^{14,15}. Por ello, existen algunos artículos en los que se demuestra que no hay diferencias significativas al realizar una TC en única fase (fase venosa) para los controles de los pacientes con pancreatitis agudas, únicamente limitando el diagnóstico de las posibles complicaciones vasculares asociadas a esta, como, por ejemplo, seudoaneurismas arteriales o la presencia de pseudoquistes hemorrágicos^{16,17}. En nuestro estudio utilizamos la TC con energía dual, ya que con una sola adquisición podemos

obtener una fase con contraste intravenoso, en nuestro caso fase pancreatográfica, y una imagen sin contraste virtual generando así una menor radiación para el paciente. Dentro de la aplicabilidad de la energía dual, cuando comenzamos nuestro trabajo no encontramos en la bibliografía estudios que declararan su utilidad para el diagnóstico de la pancreatitis aguda; por ello y basándonos en la alteración vascular que acontece en las pancreatitis agudas, hemos utilizado la medición de las concentraciones de yodo en la glándula para demostrar que era menor en el caso de los pacientes con pancreatitis aguda incluso sin presencia de necrosis establecida. Esto se explica porque el contraste administrado por vía intravenosa a los pacientes contiene moléculas de yodo que circulan por las arterias y venas y se va a depositar en todos aquellos tejidos que estén irrigados por vasos. En los casos con pancreatitis aguda, se sabe que la vascularización de la glándula pancreática está disminuida, ya que el fenómeno inflamatorio conduce a una reducción de la microcirculación y consecuentemente vasoespasmo de los vasos de dicho territorio, por lo que,

fisiológicamente, cabe esperar una menor concentración de iodo en el páncreas. Sin embargo, recientemente se ha publicado un estudio de Martín et al.¹⁸ en el que plantean la misma hipótesis y demuestran unos valores de concentración de iodo medida con TC de energía dual para pacientes con pancreatitis aguda de $1,8 \pm 0,3$ mg/ml (2,5 mg/ml en nuestro estudio), mientras que en el parénquima pancreático normal la concentración de iodo es de $2,7 \pm 0,7$ mg/ml (3,65 mg/ml en nuestro estudio). En el trabajo de Martín et al. refieren un límite para el diagnóstico de pancreatitis aguda de 2,1 mg/ml, con una sensibilidad del 96% y una especificidad del 77%. El valor medio que obtenemos en nuestro trabajo es discretamente superior en los páncreas inflamados, pero consideramos que los resultados finales obtenidos son similares, teniendo en cuenta que en su estudio la muestra es mayor, que el intervalo temporal para la realización de la TC es de 6 días, mientras que en nuestro estudio se excluyeron todos aquellos realizados antes o después de 48-72 h del inicio de los síntomas, y que los contrastes iodados empleados para la adquisición de las TC han sido diferentes, como posibles causas de las diferencias obtenidas en cuando a los valores de concentración de iodo, ya que la conclusión de ambos estudios es la misma.

Por otro lado, y como hallazgo incidental en nuestro trabajo, en aquellos pacientes que presentaban necrosis en el parénquima pancreático, las cifras de iodo en el páncreas eran significativamente inferiores. Teniendo en cuenta que la presencia de necrosis es una de las complicaciones con mayor morbimortalidad y que más interesa saber de cara al tratamiento y pronóstico de estos pacientes¹², proponemos para un futuro el estudio de estos hallazgos planteando la hipótesis de que, a partir de determinadas cifras en la concentración de iodo de la glándula, puedan predecir el desarrollo de necrosis.

La principal limitación del estudio es que se trata de un número pequeño de pacientes y de un único centro.

En conclusión, el estudio demuestra que la concentración de iodo en los pacientes con pancreatitis aguda es menor que en los pacientes sin signos analíticos ni por imagen de patología pancreática.

Autoría

1. Responsables de la integridad del estudio: EUP, GTF, CMR, AVC, CJB y NGP.
2. Concepción del estudio: EUP y GTF.
3. Diseño del estudio: EUP y GTF.
4. Obtención de los datos: EUP, GTF y NGP.
5. Análisis e interpretación de los datos: EUP y GTF.
6. Tratamiento estadístico: EUP y GTF.
7. Búsqueda bibliográfica: EUP, GTF, CMR, AVC y CJB.
8. Redacción del trabajo: EUP y GTF.
9. Revisión crítica del manuscrito con aportaciones intelectualmente relevantes: EUP, GTF, CMR, AVC, CJB y NGP.
10. Aprobación de la versión final: EUP, GTF, CMR, AVC, CJB y NGP.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Ayuso Colella JR, De Juan García C, Radiología esencial, En: Del Cura JL, Pedraza S, Gayete A. directores. Radiología de las enfermedades del páncreas. Madrid: Editorial Panamericana; 2009. p. 545-61.
2. Avanesov M, Weinrich JM, Kraus T, Derlin T, Adam G, Yamamura J, et al. MDCT of acute pancreatitis: Intraindividual comparison of single-phase versus dual-phase MDCT for initial assessment of acute pancreatitis using different CT scoring systems. *Eur J Radiol.* 2016;85:2014-22.
3. Connor O, McWilliams S, Maher M. Imaging of acute pancreatitis. *AJR Am J Roentgenol.* 2011;197:W221-5.
4. Banks P, Bollen T, Dervenis C, Gooszen HG, Johnson CD, Sarr MG, et al. Classification of acute pancreatitis-2012: revision of the Atlanta classification and definitions by international consensus. *Gut.* 2013;62:102-11.
5. Mortelet K, Weisner W, Intriére L, Shankar S, Zou KH, Kalantari B, et al. A modified CT severity index for evaluating acute pancreatitis: Improved correlation with patient outcome. *AJR.* 2004;183:1261-5.
6. Johnson T. Dual-Energy CT: General principles. *AJR Am J Roentgenol.* 2012;199:S3-8.
7. McCollough C, Leng S, Yu L, Fletcher J. Dual- and Multi-Energy CT: Principles, technical approaches and clinical applications. *Radiology.* 2015;276:637-53.
8. Delgado C, Martínez C, Trinidad C. La tomografía computarizada de doble energía: ¿para qué la quiero? *Radiología.* 2013;55:346-52.
9. Liang P, Ren X, Gao J, Chen K, Xu X. Iodine concentration in spectral CT: Assessment of prognostic determinants in patients with gastric adenocarcinoma. *AJR Am J Roentgenol.* 2017;2019:1033-8.
10. Balthazar E. Acute pancreatitis: Assessment of severity with clinical and CT evaluation. *Radiology.* 2002;223:603-13.
11. Bollen T. Imaging of acute pancreatitis: Update of the revised Atlanta classification. *Radiol Clin N Am.* 2012;50:429-45.
12. Bollen T, Singh V, Maurer R, Repas K, Van Es HW, Banks PA, et al. A comparative evaluation of radiologic and clinical scoring systems in the early prediction of severity in acute pancreatitis. *Am J Gastroenterol.* 2012;107:612-9.
13. De Waele JJ, Delrue L, Hoste EA, De Vos M, Duyck P, Colardyn FA. Extrapaneatic inflammation on abdominal computed tomography as an early predictor of disease severity in acute pancreatitis. *Evaluation of a new scoring system. Pancreas.* 2007;34:185-90.
14. Yadav D, Lowenfels AB. Trends in the epidemiology of the first attack of acute pancreatitis. *Pancreas.* 2006;33:323-30.
15. Baleato-González S, García-Figueiras R, Luna A, Domínguez-Robla M, Vilanova JC. Functional imaging in pancreatic disease. *Radiología.* 2018;60:451-64.
16. Wichmann JL, Majenka P, Beeres M, Kromen W, Schulz B, Wesarg S, et al. Single portal phase low tube voltage dual energy CT for short term follow up of acute pancreatitis: evaluation of CT severity index, interobserver agreement and radiation dose. *Eur Radiol.* 2014;24:2927-35.
17. Kwon Y, Park HS, Kim YJ, Jung SI, Jeon HJ. Multidetector row computed tomography of acute pancreatitis: utility of single portal phase CT scan in short-term follow up. *Eur J Radiol.* 2012;81:1728-34.
18. Martín SS, Trapp F, Wichmann JL, Albrecht MH, Lenga L, Durden J, et al. Dual-energy CT in early acute pancreatitis: improved detection using quantification. *Eur Radiol.* 2019;29:2226-32.