

Ventajas de la tomografía computarizada espectral en la estadificación y evaluación prequirúrgica del adenocarcinoma pancreático

Mateo Soler, Teresa. Herráiz Romero, Isolina. Lopetegui Bonachea, Olatz.

Sansano Muñoz, Elena. Tumbarello, Emilia Sol. Montiel Miralles, Enrique.

Hospital General Universitario Dr Balmis de Alicante.

ÍNDICE

- ❖ Objetivo docente
 - ❖ Revisión del tema
 - ❖ Conclusiones
 - ❖ Referencias
-

OBJETIVO DOCENTE



Analizar los principales datos epidemiológicos del adenocarcinoma de páncreas, incluyendo su prevalencia e impacto en la población.



Analizar el valor diagnóstico de la TC espectral en la detección y caracterización del adenocarcinoma pancreático.

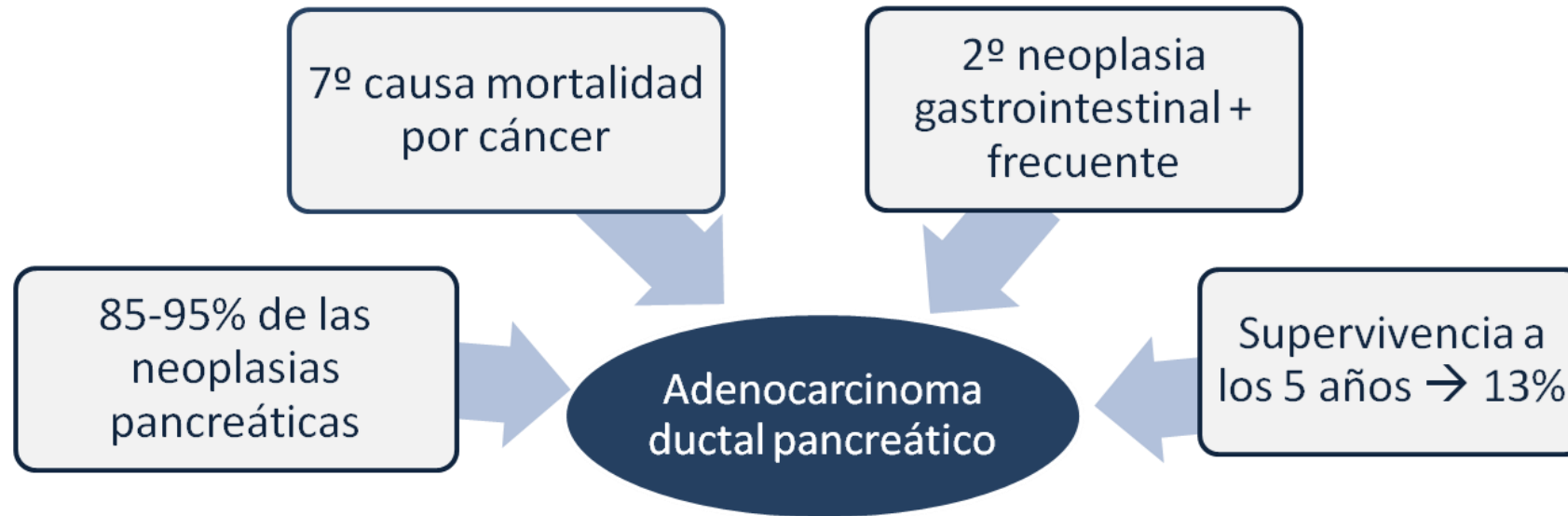


Evaluar su utilidad en la estadificación tumoral y en la valoración de la invasión vascular y metastásica.



Determinar su papel en la planificación prequirúrgica y en la optimización de la toma de decisiones clínicas.

REVISIÓN DEL TEMA



Resección quirúrgica → única opción curativa

TC y RM

Papel fundamental en la valoración de la extensión de la enfermedad y en la selección de pacientes candidatos a cirugía

PET-TC

Posee gran sensibilidad para la detección de PDAC; no obstante, su especificidad es relativamente baja

Algoritmo diagnóstico actual → TC multifásica

- **Fase parenquimatosa (40'')** → mejor diferenciación tumor/parénquima + identificación compromiso arterial.
- **Fase portal (70'')** → permite caracterizar la invasión venosa y la presencia de metástasis.

Tomografía computarizada espectral (TCE)

Fundamento

Detector que **discrimina fotones de baja y alta energía**

Obtiene **información espectral**

Sin tubos adicionales ni protocolos específicos

Reconstrucciones virtuales

VMI → Imágenes monoenergéticas virtuales

IDM → Mapas de densidad de yodo

VnC → Imágenes virtuales sin contraste

VnCA → Imágenes virtuales sin calcio

Aplicación clínica

Especial utilidad en **radiología oncológica**

Análisis cuantitativo más preciso de:

- Perfusión
- Composición tisular

- Mejor delimitación del tumor en lesiones hipo o hipervascularizado.
- Mejor detección de metástasis pequeñas.
- Diferenciación de lesiones hepáticas.

**Imágenes
monoenergéticas
virtuales (VMI)**

**Beneficios
reconstrucciones
virtuales**

**Mapas de
densidad
yodo (IDM)**

- Mejor delimitación del tumor en lesiones hipo o hipervascularizado.
- Predicción de la respuesta al tratamiento.
- Monitorización de la terapia.

- Diferenciación de neoplasias suprarrenales.
- Monitorización de la terapia.

**Imágenes
virtuales sin
contraste (VnC)**

**Imágenes
virtuales sin
calcio (VnCA)**

- Detección temprana de infiltración ósea maligna.

Ventajas TC espectral

Mejor delimitación del tumor

Evaluación más precisa del compromiso vascular

Detección de metástasis hepáticas y peritoneales

Caracterización diferencial de lesiones pancreáticas

Optimización sin incremento de dosis

Mejor delimitación del tumor

Las imágenes VMI de baja energía (40-70 KeV) incrementan el coeficiente de atenuación del yodo, aumentando de forma significativa el contraste entre el adenocarcinoma pancreático y el parénquima circundante.



Favorece la identificación de márgenes tumorales poco evidentes en TC convencional y mejora la sensibilidad para detectar tumores pequeños (<2cm) o isoatenuantes en fases tardías.



Figura 1.

- a) TC abdominal corte axial en fase portal. Lesión hipodensa mal definida en cuerpo/cola pancreática, mínima ectasia del conducto pancreático distal y atrofia de la cola del páncreas.
- b) TC espectral abdominal corte axial en fase portal. Se aprecia la lesión pancreática mencionada con bordes mejor definidos.
- c) Mapa de densidad yodo. Se aprecia la lesión pancreática marcadamente hipodensa en el cuerpo/cola pancreática, bien definida, siendo compatible con neoplasia pancreática.

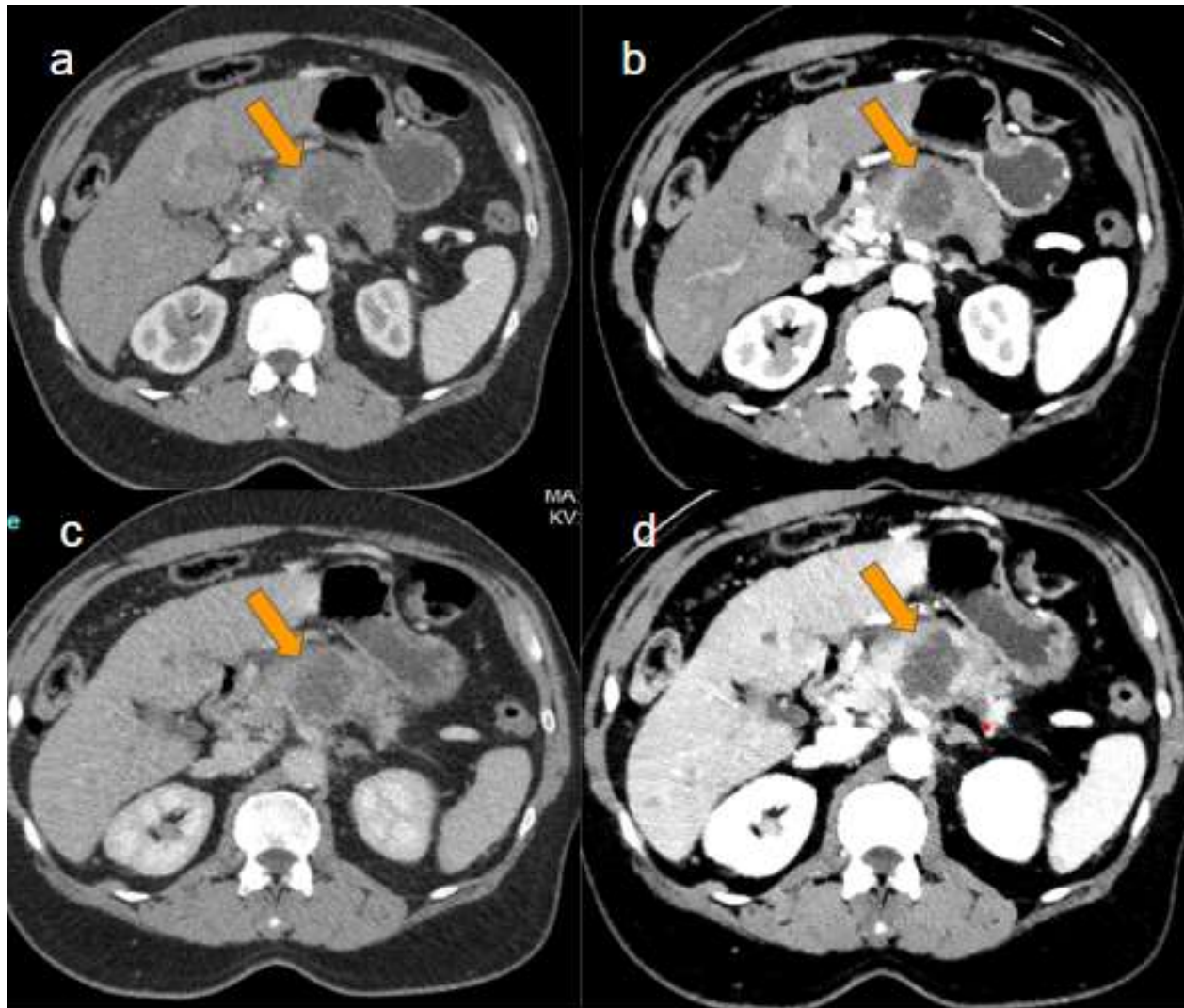


Figura 2.

a y c) TC abdominal corte axial en fase arterial y portal. Lesión hipodensa, mal definida, localizada en el cuerpo del páncreas.

b y d) TC espectral abdominal corte axial en fase arterial y portal. Lesión pancreática mejor definida, la cual contacta con la cara posterior del antro gástrico, siendo ésta compatible con una neoplasia pancreática.

Evaluación más precisa del compromiso vascular

Determinación de la **relación del tumor con estructuras vasculares** (arteria mesentérica superior, tronco celíaco, arteria hepática común, vena porta y vena mesentérica superior)



Factor pronóstico más relevante para definir resecabilidad quirúrgica

Importante valorar:

Contacto del tumor con el vaso

Irregularidad de la pared (arrosariado o en lágrima)

Presencia de estenosis y de trombosis venosa tumoral

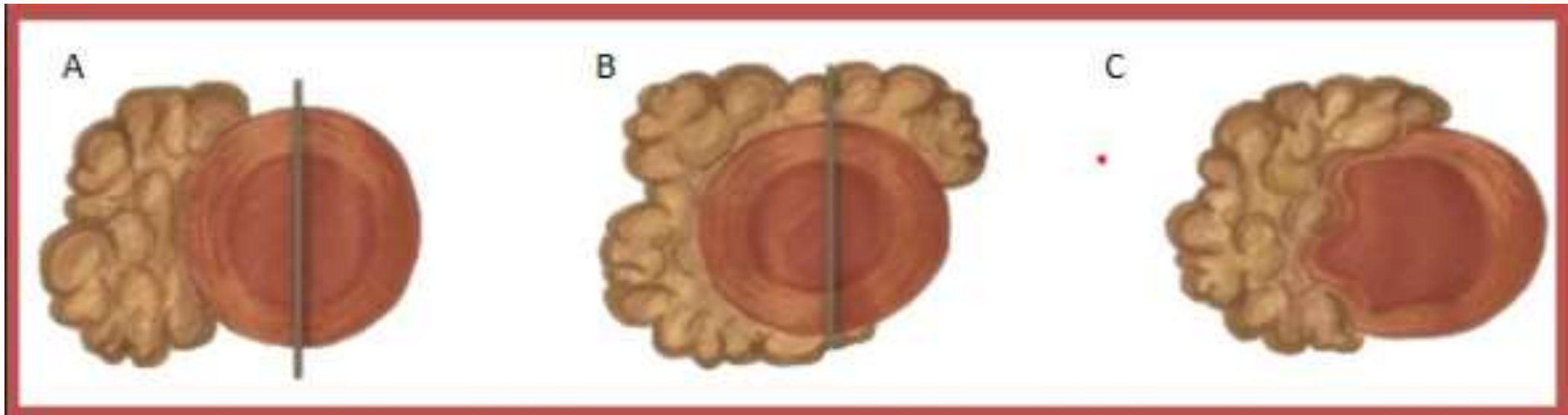


Figura 3.

- A) Contacto menor o igual a 180° sin deformidad de la pared del vaso.
- B) Contacto mayor de 180° sin deformidad de la pared del vaso.
- C) Contacto mayor a 180° con deformidad de la pared del vaso

Evaluación más precisa del compromiso vascular

Desafío TC convencional

- Difícil diferenciar **contacto tumoral vs invasión vascular**
- Especialmente en **pacientes pretratados**
- Clasificación según contacto vascular:

Contacto: $<180^\circ$

Encapsulamiento: $>180^\circ$

Mapas de yodo

Imágenes
monoenergéticas
virtuales (VMI)

Mejoran la **diferenciación entre contacto tumoral y artefactos de realce**

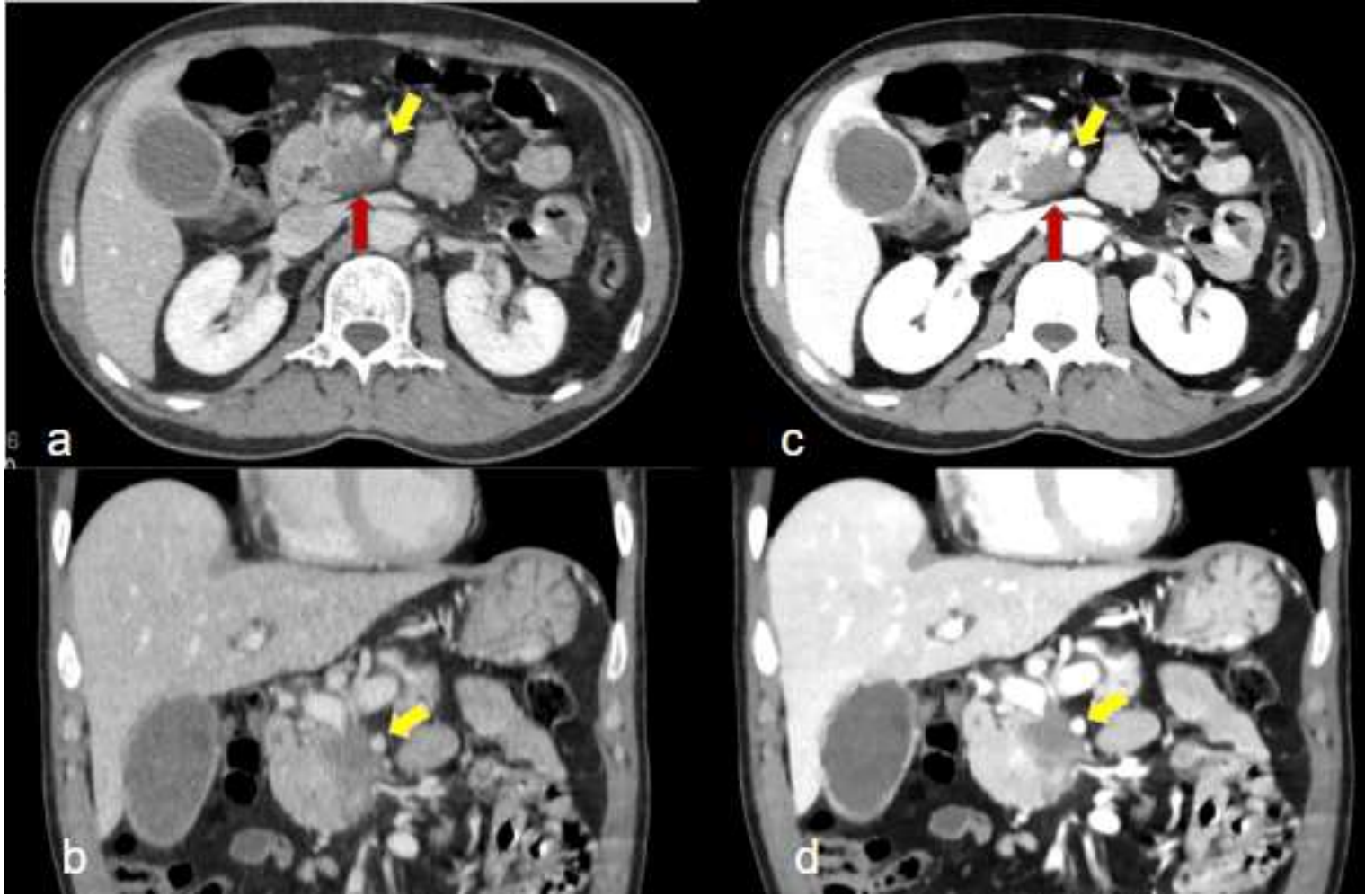


Figura 4.

a y b) TC abdominal en plano axial y coronal en fase portal. Lesión focal de aspecto infiltrativo en la vertiente medial de la cabeza-proceso uncinado pancreático (flecha roja), la cual contacta ampliamente con el tronco de la arteria mesentérica superior (flecha amarilla) de predominio lateral derecho.

c y d) TC espectral de abdomen en plano axial y coronal en fase portal. Se visualizan con mayor claridad los límites de la lesión mencionada, compatible con neoplasia pancreática, así como su contacto con el tronco de la arteria mesentérica superior, la cual se encuentra rodeada menos de 180°.

Detección de metástasis hepáticas y peritoneales

Para optar al tratamiento curativo es obligatoria la ausencia de metástasis a distancia

Adenocarcinoma pancreático presenta alta propensión a la diseminación hepática

Desafío TC convencional → detección de pequeñas metástasis hepáticas hipovascularizadas.

Ventajas TCE:

- Incrementa la sensibilidad para detectar lesiones hepáticas subcentrimétricas.
- Mapas de yodo ayudan a diferenciar focos hipovasculares del parénquima circundante.
- Permite caracterizar mejor las lesiones indeterminadas, evitando procedimientos invasivos innecesarios.

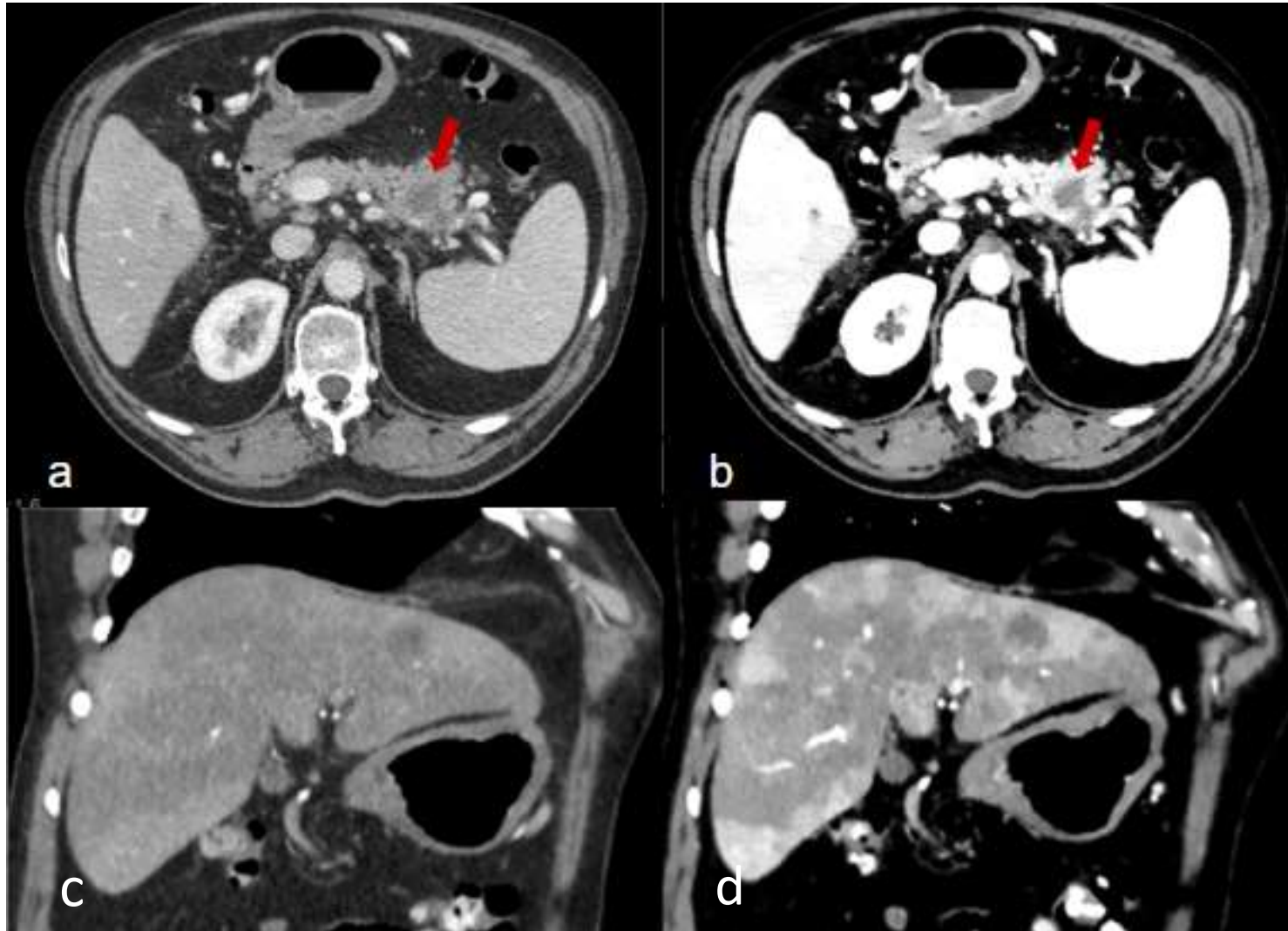


Figura 5.

a) TC abdominal en plano axial en fase portal. Lesión focal hipodensa con límites mal definidos en cuerpo/cola pancreática.

b) TC espectral de abdomen en plano axial en fase portal. Lesión de límites mejor definidos, compatible con neoplasia pancreática.

c) TC abdominal en plano coronal en fase portal. Lesión hipodensa aislada mal definida en el parénquima hepático (segmento 2).

d) TC espectral de abdomen en plano coronal en fase portal. Múltiples lesiones hipodensas bilobares compatibles con metástasis hepáticas.

Caracterización diferencial de lesiones pancreáticas

Las curvas espectrales y mapas de concentración de yodo contribuye a distinguir distintas patologías.

Esa diferenciación se fundamenta en patrones distintos de perfusión y contenido tisular, lo que aumenta la especificidad diagnóstica de la TCE frente a la TC convencional.

Optimización sin incremento de dosis

A pesar de las reconstrucciones avanzadas, la TCE mantiene una dosis de radiación comparable a la de la TC convencional, con la ventaja de obtener múltiples datos de imagen derivados de una única adquisición.

CONCLUSIONES

- La **TC espectral (TCE)** aporta información espectral completa sin necesidad de protocolos específicos ni selección previa de pacientes.
 - Las **imágenes monoenergéticas virtuales (VMI)** en fase portal mejoran la diferenciación tumoral, la valoración del compromiso vascular y la detección de metástasis hepáticas, incluso en ausencia de fase parenquimatosa.
 - Los **mapas de densidad de yodo** optimizan la visualización de lesiones hipo/hipervascularizadas y pueden ser útiles en la evaluación de respuesta terapéutica.
 - La TCE ofrece **ventajas diagnósticas significativas frente a la TC convencional** → Mejor delimitación tumoral, mejor evaluación vascular, mayor sensibilidad para metástasis, mayor precisión en la caracterización lesional, sin incremento de dosis de radiación.
-

BIBLIOGRAFÍA

- Rawla P., Sunkara T., Gaduputi V. Epidemiology of Pancreatic Cancer: Global Trends, Etiology and Risk Factors. World J. Oncol. 2019;10:10–27. doi: 10.14740/wjon1166..
 - Prokesch R.W., Chow L.C., Beaulieu C.F., Bammer R., Jeffrey R.B. Isoattenuating Pancreatic Adenocarcinoma at Multi-Detector Row CT: Secondary Signs. Radiology. 2002;224:764–768. doi: 10.1148/radiol.2243011284.
 - Wang X.-Y. Utility of PET/CT in Diagnosis, Staging, Assessment of Resectability and Metabolic Response of Pancreatic Cancer. World J. Gastroenterol. WJG. 2014;20:15580. doi: 10.3748/wjg.v20.i42.15580
 - Han Y.E., Park B.J., Sung D.J., Kim M.J., Han N.Y., Sim K.C., Cho Y., Kim H. Dual-Layer Spectral CT of Pancreas Ductal Adenocarcinoma: Can Virtual Monoenergetic Images of the Portal Venous Phase Be an Alternative to the Pancreatic-Phase Scan? J. Belg. Soc. Radiol. 2022;106:83. doi: 10.5334/jbsr.2798.
 - Patel B.N., Thomas J.V., Lockhart M.E., Berland L.L., Morgan D.E. Single-Source Dual-Energy Spectral Multidetector CT of Pancreatic Adenocarcinoma: Optimization of Energy Level Viewing Significantly Increases Lesion Contrast. Clin. Radiol. 2013;68:148–154. doi: 10.1016/j.crad.2012.06.108.
 - Nagayama Y., Iyama A., Oda S., Taguchi N., Nakaura T., Utsunomiya D., Kikuchi Y., Yamashita Y. Dual-Layer Dual-Energy Computed Tomography for the Assessment of Hypovascular Hepatic Metastases: Impact of Closing k-Edge on Image Quality and Lesion Detectability. Eur. Radiol. 2019;29:2837–2847. doi: 10.1007/s00330-018-5789-0.
 - Noda Y., Goshima S., Kaga T., Ando T., Miyoshi T., Kawai N., Kawada H., Tanahashi Y., Matsuo M. Virtual Monochromatic Image at Lower Energy Level for Assessing Pancreatic Ductal Adenocarcinoma in Fast kV-Switching Dual-Energy CT. Clin. Radiol. 2020;75:320.e17–320.e23. doi: 10.1016/j.crad.2019.11.012.
 - Sauerbeck J., Adam G., Meyer M. Spectral CT in Oncology. Rofo. 2023;195:21–29. doi: 10.1055/a-1902-9949.
-

BIBLIOGRAFÍA

- Kawamoto S., Fuld M.K., Laheru D., Huang P., Fishman E.K. Assessment of Iodine Uptake by Pancreatic Cancer Following Chemotherapy Using Dual-Energy CT. *Abdom. Radiol.* 2018;43:445–456. doi: 10.1007/s00261-017-1338-6.
 - Nagayama Y., Inoue T., Oda S., Tanoue S., Nakaura T., Ikeda O., Yamashita Y. Adrenal Adenomas versus Metastases: Diagnostic Performance of Dual-Energy Spectral CT Virtual Noncontrast Imaging and Iodine Maps. *Radiology.* 2020;296:324–332. doi: 10.1148/radiol.2020192227.
 - Fusari M., Maurea S., Imbriaco M., Mollica C., Avitabile G., Soscia F., Camera L., Salvatore M. Comparison between multislice CT and MR imaging in the diagnostic evaluation of patients with pancreatic masses. *Radiol. Med.* 2010;115:453–466. doi: 10.1007/s11547-010-0490-7.
 - Irie H., Honda H., Kaneko K., Kuroiwa T., Yoshimitsu K., Masuda K. Comparison of Helical CT and MR Imaging in Detecting and Staging Small Pancreatic Adenocarcinoma. *Abdom. Imaging.* 1997;22:429–433. doi: 10.1007/s002619900226.
 - Tempero M.A., Malafa M.P., Al-Hawary M., Behrman S.W., Benson A.B., Cardin D.B., Chiorean E.G., Chung V., Czito B., Del Chiaro M., et al. Pancreatic Adenocarcinoma, Version 2.2021, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. *J. Natl. Compr. Cancer Netw.* 2021;19:439–457. doi: 10.6004/jnccn.2021.0017.
 - Alabousi M., McInnes M.D., Salameh J., Satkunasingham J., Kagoma Y.K., Ruo L., Meyers B.M., Aziz T., Pol C.B. MRI vs. CT for the Detection of Liver Metastases in Patients with Pancreatic Carcinoma: A Comparative Diagnostic Test Accuracy Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2021;53:38–48. doi: 10.1002/jmri.27056.
-