

Tumores Neuroendocrinos Pancreáticos: ¿Es superior la tecnología espectral a la Resonancia Magnética?

Isolina Herráiz Romero, Antonio Fernández-Moscoso López-Durán, Enrique Montiel Miralles, Claudia de Molina Gómez, Luis Alfonso Concepción Aramendía, Julia Oliva Lozano.

Hospital General Universitario de Alicante Dr Balmis

OBJETIVOS

- Las neoplasias neuroendocrinas también conocidas como tumores de células de los islotes, representan aproximadamente el 5% de los tumores pancreáticos primarios. Su incidencia ha aumentado considerablemente en las últimas dos décadas, posiblemente como resultado de la creciente detección en imágenes transversales y endoscopias. La clasificación revisada de la OMS de 2010 considera principalmente todas las neoplasias neuroendocrinas pancreáticas (TNEP) como tumores potencialmente malignos y ya no diferencia los tumores endocrinos bien diferenciados de los carcinomas endocrinos bien diferenciados.
-

OBJETIVOS

- Las técnicas de imagen son cruciales para el diagnóstico, la estadificación y su tratamiento exitoso siendo deseable lograr la máxima sensibilidad en su detección a pesar de su pequeño tamaño y en la medida posible identificar aquellas de más riesgo por lo que hemos comparado la sensibilidad diagnóstica de una técnica de imagen de incorporación reciente (Tomografía Computarizada Espectral Monoenergética; TCEM) frente a la Resonancia Magnética (RM), actual patrón oro, de los TNEP estudiados en nuestro centro.
-

MATERIAL Y MÉTODOS

- Se revisaron retrospectivamente las imágenes del TCE y RM de 17 lesiones pancreáticas en 12 pacientes (entre 39 y 83 años, 5 mujeres y 7 varones)
 - De las lesiones 15 eran sólidas (una con calcificaciones), otra era de naturaleza quística y otra sólido-quística . Todas ellas fueran estudiadas histológicamente, una se clasificó dentro del grado 2 y el resto como grado 1.
-

MATERIAL Y MÉTODOS

- Todos los pacientes se sometieron a una tomografía computarizada con contraste de abdomen y pelvis con un escáner espectral con tecnología de doble capa (I Philips 7500). La exploración se realizó utilizando los siguientes parámetros: voltaje del tubo, 120 kV; corriente del tubo, modulación automática; paso helicoidal, 0,798; colimación del detector, $64 \times 0,625$; y tiempo de rotación, 0,5 s. Las imágenes de fase arterial y venosa se adquirieron a los 40 s y 70 s después de que el medio de contraste (Iomeron 350, Rovi) se administrara a una dosis de yodo de 0,45 gr I/kg. Se generaron imágenes de base espectral (SBI) de las fases arterial y venosa y posteriormente se transfirieron a una estación de trabajo dedicada al posprocesamiento (IntelliSpace Portal 10.0, Philips Healthcare).
-

MATERIAL Y MÉTODOS

- Se reconstruyeron imágenes polienergéticas convencionales de 120 kVp mediante un algoritmo de reconstrucción interactiva. A partir de las SBI se reconstruyeron un set de imágenes a 45 KeV y otro a 72 KeV, éste último equivalente a la reconstrucción convencional de un TC no espectral. Las imágenes reconstruidas a partir de keV bajo pueden mejorar el contraste de los vasos, mejorar la calidad general de la imagen y detectar lesiones hipervascularizadas.
-

MATERIAL Y MÉTODOS

- Elegimos la de 45 Kev porque en nuestra práctica clínica es la que nos ofrece mayor sensibilidad a la detección de realces de contraste, hallazgo característico de los TNE.
 -
 - A todos los pacientes se les sometió a una Resonancia Magnética de abdomen con RM 1,5 T (Philips MR Systems Ingenia Ambition X), se realizó protocolo habitual con secuencias SPIR T2 (sincronización respiratoria, cortes de 3 mm de espesor y GAP 0), Difusión b 800 (sincronización respiratoria, espesor de corte de 5 mm y GAP 0,5) y Dinámico (6) con contraste en apnea (volumétrico grosor de 3 mm y GAP 0,3). Entre ambas pruebas no hubo una diferencia temporal superior a 4 semanas
-

MATERIAL Y MÉTODOS

- Ambas pruebas fueron interpretadas por dos radiólogos. Para la sensibilidad se midió la visibilidad *en fases pancreatográfica y portal en reconstrucción convencional monoenergéticos (ME) a baja energía (45KeV). En los estudios de RM se valoraron las secuencias SPIR T2, difusión y las dos primeras adquisiciones del estudio dinámico con contraste intravenoso.*
 -
 - Se aplicó escala Likert (tabla 1):
 -
 - 1:Lesión no visible
 - 2:Anomalía visible mal definida, diagnóstico de lesión con confianza no es posible
 - 3:Lesión visible, borrosa aunque claramente presente
 - 4:Lesión definitivamente presente y visible moderadamente delimitable
 - 5:Lesión definitivamente presente y visible con márgenes muy bien delimitables
-

N ID	RM T2 SPIR	RM DIFU	DIN 1Y2	Media RM	TCE ART CO	TCE POR CO	Media TC CO	TCE ART ME	TCE POR ME	Media TC ME
1	5	3	2	3,33	5	3	4	5	5	5
2	1	3	3	2,33	2	2	2	5	4	4,5
3	2	2	4	2,66	4	4	4	5	5	5
4	1	2	1	1,33	2	1	1,5	5	4	4,5
5	3	2	2	2,33	5	3	4	5	5	5
6	1	2	2	1,66	3	1	2	5	4	4,5
7	3	2	1	2	3	2	2,5	5	4	4,5
8	3	2	1	2	3	1	2	5	4	4,5
9	2	3	1	2	4	1	2,5	5	2	3,5
10	4	1	2	2,33	3	1	2	5	2	3,5
11	1	1	3	1,66	1	3	2	2	4	3
12	1	1	1	1	4	1	2,5	5	2	3,5
13	2	2	2	2	4	3	3,5	5	5	5
14	1	1	1	1	4	3	3,5	5	4	4,5
15	1	3	1	1,66	4	3	3,5	5	4	4,5
16	2	3	3	2,66	3	5	4	5	4	4,5
17	1	1	1	1	1	1	1	5	4	4,5

Tabla 1: Aplicación de la escala Likert a cada una de las lesiones en las secuencias de las dos pruebas (RM Y TCE).

RESULTADOS

- De todas las imágenes valoradas, como indica la tabla adjunta, la secuencia que mayor número de lesiones detectó y mejor las delimitó fue el estudio de TC espectral en fase pancreatográfica ME reconstruido a baja energía, seguido del en fase portal también ME a baja energía, estos dos seguidos por la RM secuencia de difusión, T2 Spir, TC convencional en fase pancreatográfica y portal; y por último el estudio dinámico RM.
 -
 - Para estudiar si las diferencias son estadísticamente significativas entre las Sensibilidades de los diferentes parámetros con la Sensibilidad del TCEARTME se ha utilizado la prueba de McNemar.
 -
 - Tablas 2 (Sensibilidad para la detección de TNE (lesiones)) y 3 (Sensibilidad para la detección de TNE por pacientes).
-

TABLA 2

Sensibilidad para la detección de TNE (lesiones)

Sensibilidad para la detección de tumores neuroendocrinos (lesiones, n=17).

	% (n)	p
RMT2SPIR: Sí, % (n)	29,4 (5)	0,001
RMDIF: Sí, % (n)	29,4 (5)	0,001
DIN1Y2: Sí, % (n)	23,5 (4)	0,002
TCEARTCO: Sí, % (n)	76,5 (13)	0,250
TCEPORCO: Sí, % (n)	47,1 (8)	0,021
TCEARTME: Sí, % (n)	94,1 (16)	
TCEPORME: Sí, % (n)	82,4 (14)	0,625

p: nivel de significación estadística de la comparación de la Sensibilidad de cada uno de los parámetros con la Sensibilidad de TCEARTME.

Sí: cuando el valor de la escala en cada uno de los parámetros es igual o mayor a 3.

TABLA 3

Sensibilidad para la detección de TNE por pacientes

Sensibilidad para la detección de tumores neuroendocrinos (pacientes, n=12).

	Total	p
RMT2SPIR: Sí, % (n)	25,0 (3)	0,008
RMDIF: Sí, % (n)	41,7 (5)	0,031
DIN1Y2: Sí, % (n)	33,3 (4)	0,039
TCEARTCO: Sí, % (n)	75,0 (9)	0,500
TCEPORCO: Sí, % (n)	58,3 (7)	0,219
TCEARTME: Sí, % (n)	91,7 (11)	
TCEPORME: Sí, % (n)	72,7 (8)	0,625

p: nivel de significación estadística de la comparación de la Sensibilidad de cada uno de los parámetros con la Sensibilidad de TCEARTME.

Sí: cuando el valor de la escala en cada uno de los parámetros es igual o mayor a 3.

RESULTADOS

- En el estudio estadístico hemos contado con la colaboración de Servicio de Medicina Preventiva. Unidad de Epidemiología – Unidad de Programas – Unidad de Evaluación.
 - Instituto de Investigación Sanitaria y Biomédica de Alicante (ISABIAL). Plataforma de Epidemiología y Bioinformática
 - Generalitat Valenciana - Conselleria Sanidad. Departamento de Salud de Alicante – Hospital General. Hospital G. U. Dr. Balmis
-

DISCUSIÓN

- El comportamiento biológico de los TNEP a menudo es difícil de predecir sólo por las características histológicas. Se han desarrollado varios sistemas de clasificación histopatológica para los TNEP. La clasificación de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se actualizó en 2010 para considerar tanto la diferenciación como el grado del tumor. Clasifica estos tumores como NET grado 1 o 2 o carcinoma neuroendocrino grado 3 sobre la base del índice de proliferación Ki-67 o índice mitótico, cada uno de los cuales se asocia con un pronóstico progresivamente peor. G1 (grado 1) se caracteriza por una baja tasa proliferativa y es típico de tumores bien diferenciados; G3 (grado 3) se caracteriza por una alta tasa proliferativa y es típico de carcinomas pobremente diferenciados.
-

DISCUSIÓN

- G2 tiene una doble relevancia clínica y pronóstica: (i) en tumores sin evidencia de malignidad, G2 puede indicar un mayor riesgo de recurrencia y, por lo tanto, requieren un seguimiento más estrecho; (ii) en tumores malignos, G2 puede predecir un comportamiento más agresivo y, por lo tanto, se requiere un enfoque terapéutico más agresivo. La cirugía es la única terapia curativa para las PNEN, por lo que el diagnóstico exacto y la evaluación pronóstica son desafíos para radiólogos, cirujanos y gastroenterólogos.
-

DISCUSIÓN

- En cuanto a la sensibilidad de las técnicas de imagen reportado en la bibliografía:
 - . La técnica más empleada (TC convencional) muestra una sensibilidad aproximada del 73%, aunque varía según las series y en función de la fase de contraste empleada (arterial de 83-88% y venosa de 11-76%).
 - La RM presenta una sensibilidad levemente superior a la TC (del 93%), y suele emplearse más como herramienta para aclarar dudas en caso de hallazgos negativos o contradictorios en otras técnicas de imagen, o bien en pacientes alérgicos a contrastes yodados.
-

DISCUSIÓN

- La TC convencional utiliza un único haz de rayos X policromáticos (que oscila entre 70 y 140 kVp con un estándar de 120 kVp) emitido desde una única fuente y recibido por un único detector. Una TC de detector espectral de doble capa (DLCT) puede registrar simultáneamente dos fotones de energía diferentes de dos capas diferentes del detector. Esta característica permite a la DLCT adquirir simultáneamente conjuntos de datos de baja y alta energía que representan información fotoeléctrica y ponderada por Compton. Con base en esto, se pueden reconstruir imágenes monoenergéticas virtuales (VMI) de 40 a 200 keV
 - Aunque puede realizar reconstrucciones adicionales además de mapas de concentración de yodo (mapas IC) y mapas de número atómico Z-efectivo (mapas Zeff) para mostrar las características adicionales de los tumores, éstas no se han empleado en este estudio.
 - Las imágenes reconstruidas a partir de keV bajo pueden mejorar el contraste de los vasos, mejorar la calidad general de la imagen y detectar lesiones hipervascularizadas.
-

CONCLUSIONES

- Según nuestra experiencia la técnica más sensible para detectar los TNEp es el TC espectral, empleando la reconstrucción ME a baja energía (40KeV) de la fase arterial tardía (o pancreatográfica). Figuras 1 y 2.
-

FIGURA 1

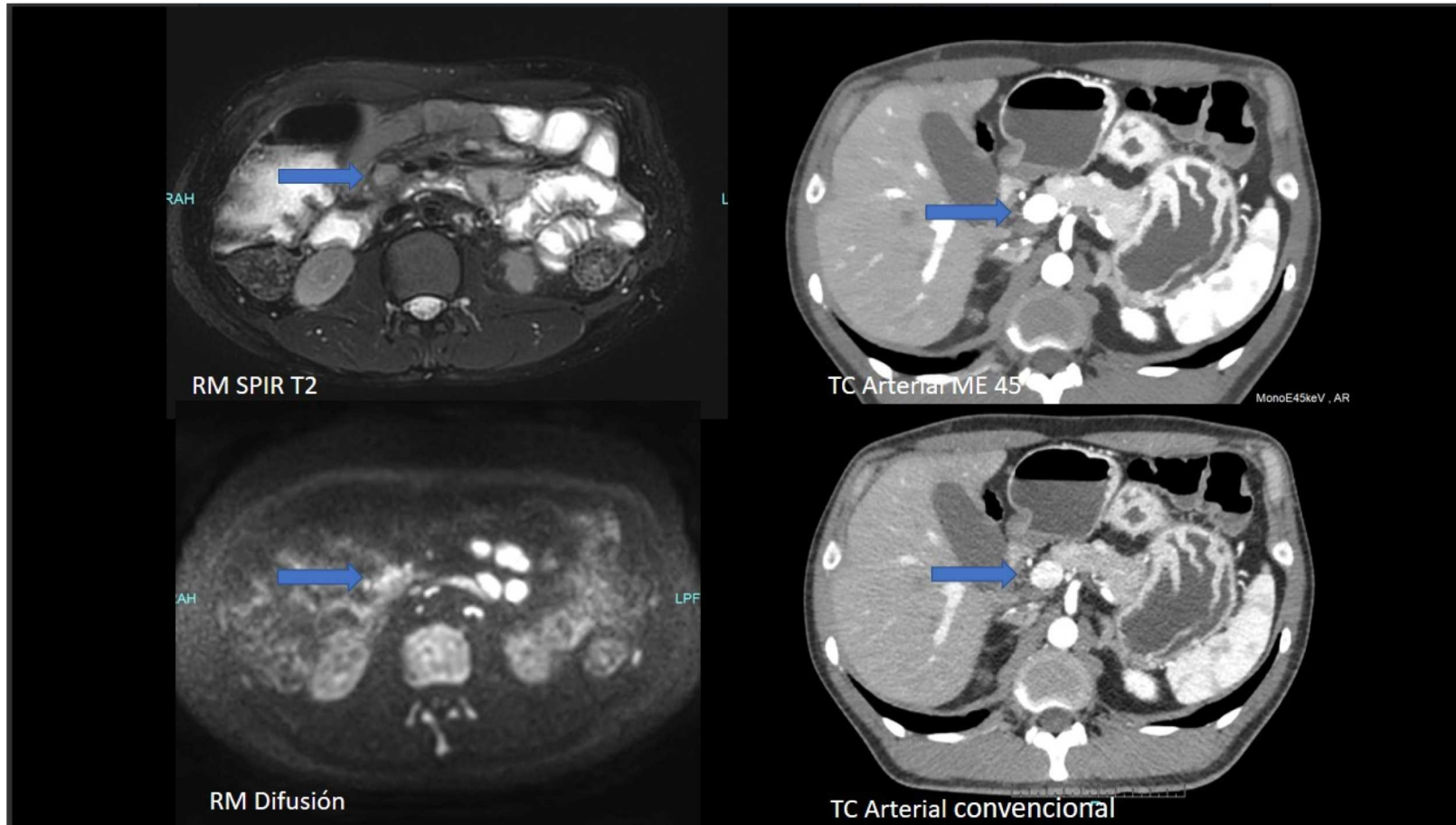
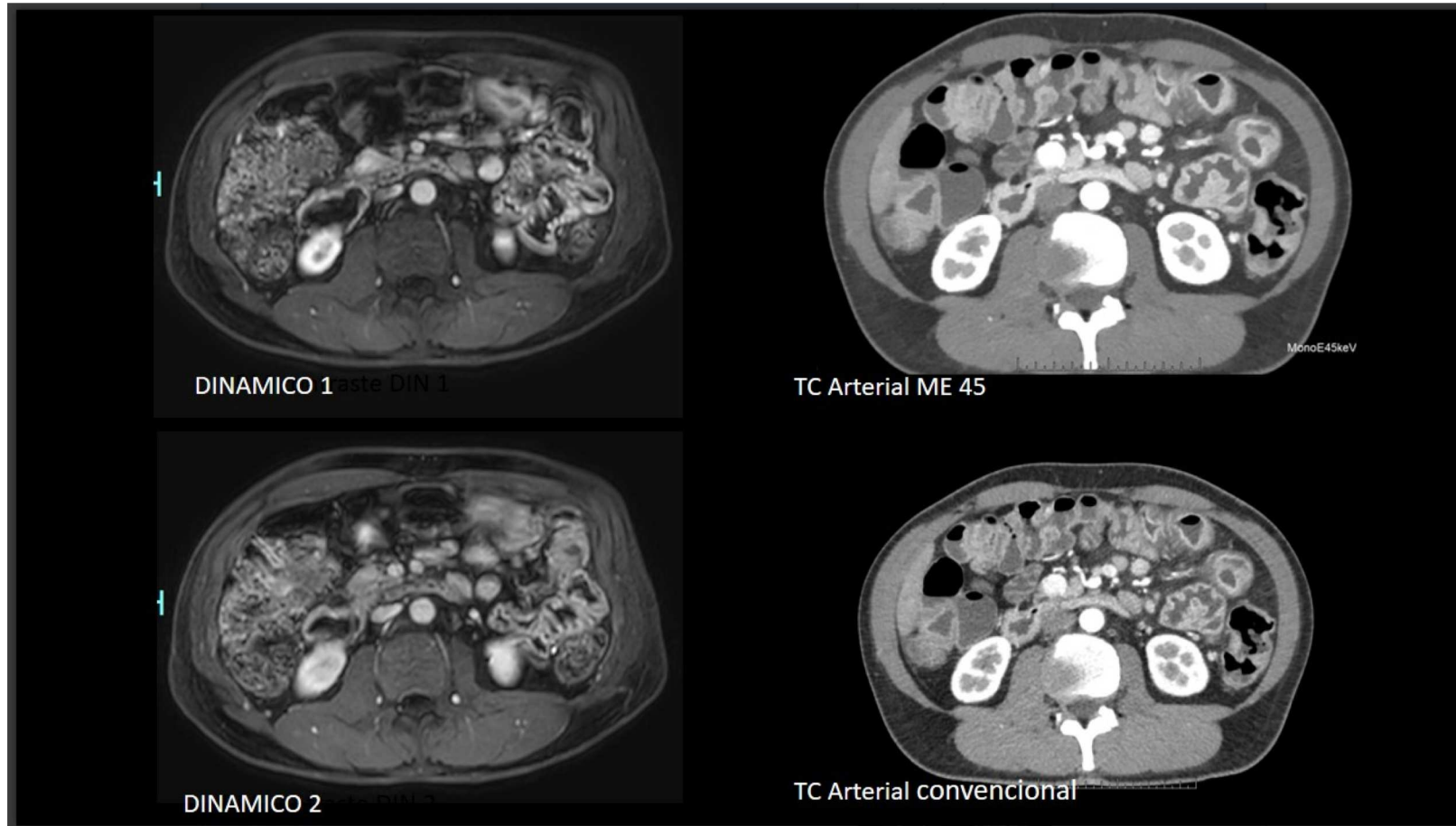


FIGURA 2



REFERENCIAS

- **Nagayama Y**, Nakaura T, Oda S, et al.
Dual-energy CT in pancreatic diseases: clinical applications and future perspectives. *Radiographics*. 2020;40(3):708-726.
 - **Foti G**, Faccioli N, Guariglia S, et al.
Dual-energy CT of the pancreas: improved lesion detection and characterization. *Eur J Radiol*. 2020;126:108923.
 - **Gao Y**, Liu D, Zhang Z, et al.
Value of low-keV monoenergetic images from dual-energy CT for detection of hypervascular pancreatic neuroendocrine tumors. *Eur Radiol*. 2021;31(5):3148-3157.
 - **Kim JH**, Eun HW, Hong SS, et al.
Diagnostic performance of diffusion-weighted MRI for pancreatic neuroendocrine tumors: comparison with contrast-enhanced CT. *Abdom Radiol (NY)*. 2021;46(2):623-632.
 - **Zhang LJ**, Wu SY, Nance JW Jr, et al.
State-of-the-art dual-energy CT in abdominal imaging. *Radiology*. 2021;299(1):28-45.
 - **Marin D**, Nelson RC, Samei E, et al.
Low-keV virtual monoenergetic imaging for improved conspicuity of hypervascular abdominal tumors. *Radiology*. 2022;302(1):78-89.
 - **Sundin A**, Arnold R, Baudin E, et al.
ENETS Consensus Guidelines update for imaging of pancreatic neuroendocrine neoplasms. *Neuroendocrinology*. 2022;112(3):215-237.
 - **Partelli S**, Cirotchi R, Crippa S, et al.
Imaging assessment of pancreatic neuroendocrine neoplasms: current evidence and future directions. *Cancers (Basel)*. 2022;14(4):1023.
 - **Albrecht MH**, Vogl TJ, Martin SS, et al.
Clinical applications of photon-counting and spectral CT in abdominal oncology. *Eur Radiol*. 2023;33(5):3201-3215.
 - **National Comprehensive Cancer Network (NCCN)**.
NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology: Neuroendocrine and Adrenal Tumors. Version 2024.
 - **European Neuroendocrine Tumor Society (ENETS)**.
ENETS 2023 guidance paper for diagnostic imaging in pancreatic neuroendocrine neoplasms. *Neuroendocrinology*. 2023.
-