

La TC espectral en la detección y clasificación de la cirrosis hepática

Rocío Cutillas Armenteros, Olatz Lopetegui Bonachea, Sarai Moliner Castellano, Elena Sansano Muñoz,
Emilia Sol Tumbarello, Teresa Mateo Soler, Enrique Montiel Miralles, Isolina Herráiz Romero

Hospital General Universitario Dr. Balmis de Alicante

Introducción

La **cirrosis hepática** representa el estadio final de diversas enfermedades hepáticas crónicas y constituye una causa importante de **morbilidad y mortalidad** a nivel mundial. La identificación precoz de la cirrosis y su adecuada clasificación son fundamentales para orientar el tratamiento, establecer el pronóstico y seleccionar a los pacientes candidatos a terapias específicas o trasplante hepático.

Aunque la biopsia hepática continúa siendo el estándar de referencia para la evaluación del grado de fibrosis, su uso se ve limitado por su carácter invasivo, el riesgo de complicaciones y la posibilidad de errores de muestreo debido a la heterogeneidad del parénquima hepático. Esto ha impulsado el **desarrollo y validación de métodos de imagen no invasivos** capaces de aportar información estructural y funcional sobre el hígado, como el Eco-Doppler hepático, la Elastografía o la Resonancia Magnética.

Introducción

En este contexto, la **tomografía computarizada (TC) espectral** ha emergido como una herramienta diagnóstica con un gran potencial. A diferencia de la TC convencional, que utiliza un solo espectro de rayos X, la TC espectral adquiere imágenes a dos niveles de energía distintos (normalmente 80 y 140 kVp). Esto permite **analizar cómo se comportan diferentes materiales según el nivel de energía**, ya que permite obtener información funcional y de composición material del tejido; en cambio, con la TC convencional todos los tejidos se visualizan con la misma energía, proporcionando imágenes anatómicas estándar en las que la diferenciación entre tejidos se basa únicamente en su densidad en unidades Hounsfield (UH), lo que limita la diferenciación de materiales con similar atenuación.

Todas estas capacidades de la TC espectral permiten una caracterización más precisa del parénquima hepático y sus alteraciones hemodinámicas, y podrían ser clave en la detección de **cambios sutiles** asociados a fibrosis hepática incluso en estadios precoces.

Introducción

Distintos estudios han demostrado que la concentración hepática de yodo medida mediante TC espectral se correlaciona significativamente con el grado de cirrosis determinado histológicamente, lo que refuerza su valor como herramienta no invasiva. Otros trabajos han evidenciado diferencias en los parámetros espectrales entre hígados normales, con fibrosis moderada y con cirrosis, así como entre pacientes con y sin signos de hipertensión portal. Además, la TC espectral ha mostrado utilidad en la detección de complicaciones asociadas, como el hepatocarcinoma o las varices esofágicas.

Sin embargo, pese a los hallazgos prometedores, la mayoría de los estudios existentes presentan limitaciones metodológicas, como muestras pequeñas, falta de estandarización en los parámetros utilizados, escasa comparación directa con sistemas de clasificación clínica (como Child-Pugh o MELD), y una aplicación clínica aún poco extendida. Por tanto, existe una necesidad clara de validar y sistematizar el uso del TC espectral en la evaluación y clasificación de la cirrosis hepática.

Objetivos

La hipótesis de nuestro estudio consistió en que la TC espectral permite realizar un adecuado diagnóstico de la cirrosis hepática, así como una correcta clasificación de la severidad de la misma.

El objetivo principal consistió en evaluar si la cuantificación de la concentración de yodo en el parénquima hepático medida mediante reconstrucciones espectrales es útil para el diagnóstico y clasificación de gravedad de pacientes con cirrosis hepática.

Material y métodos

Se diseñó un estudio **retrospectivo, observacional y unicéntrico**.

Se revisaron los estudios de TC espectral realizados en pacientes ingresados en el **Hospital General Universitario Doctor Balmis de Alicante** entre los años 2024 y 2025 con diagnóstico confirmado de cirrosis hepática. Como grupo control se incluyeron pacientes ingresados por pancreatitis aguda, dado que en ambos grupos se utiliza el mismo protocolo de adquisición (TC en fases arterial tardía, portal y de equilibrio).

Material y métodos

La muestra final estuvo constituida por **46 pacientes**. Para cada caso se obtuvieron las reconstrucciones espectrales “densidad de yodo” correspondientes a las fases arterial tardía y portal. En cada estudio se colocaron manualmente **cuatro regiones de interés (ROI) circulares** en el parénquima hepático (dos en el lóbulo derecho y dos en el lóbulo izquierdo), evitando grandes vasos, lesiones focales y artefactos, así como **otro ROI en la aorta**.

Las mediciones se realizaron en diferentes niveles de imagen y se calcularon los valores medios y medianos. El tamaño, la forma y la localización de las ROI se mantuvieron constantes entre las dos fases.

Material y métodos

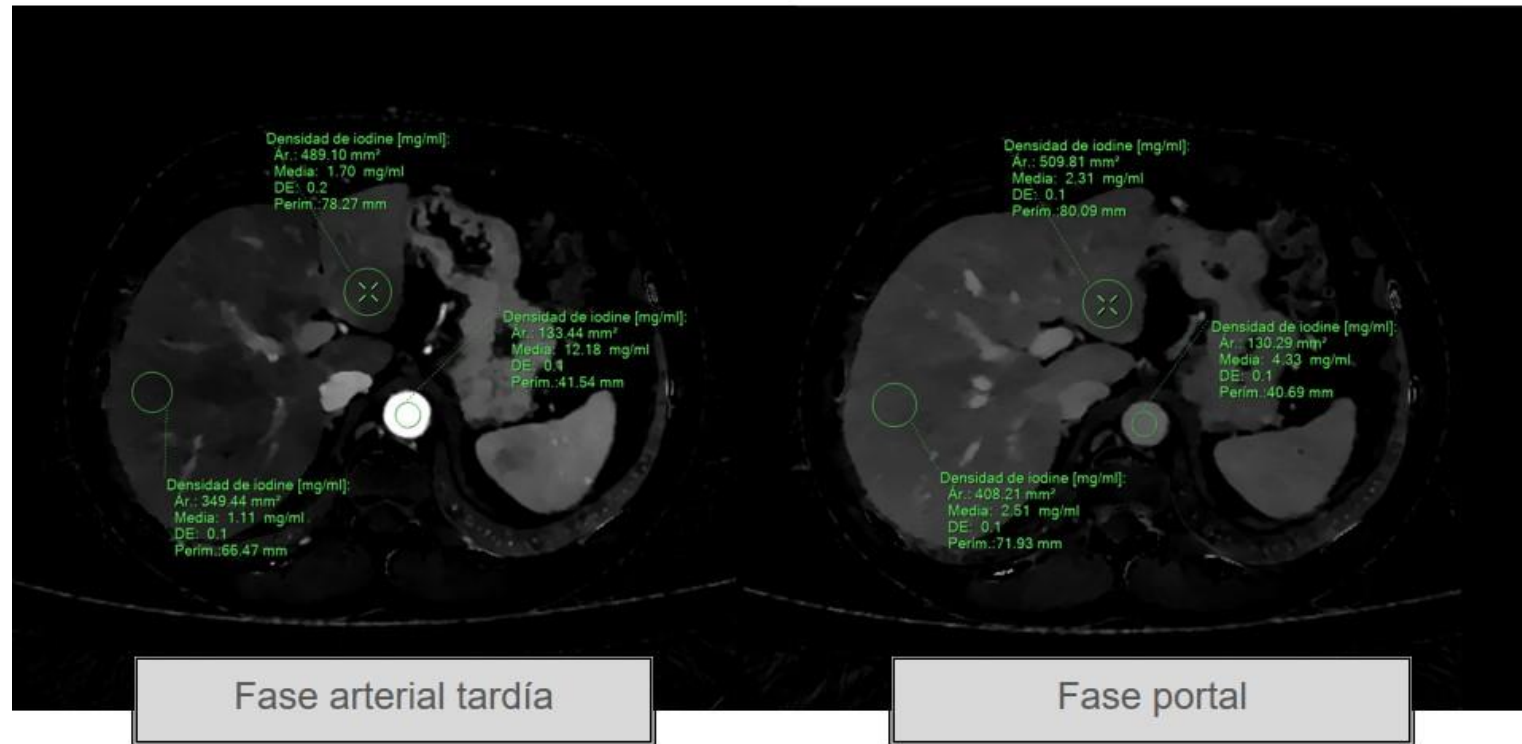


Figura 1. Ejemplo de obtención de parámetros espectrales en la reconstrucción “densidad de yodo”.

Material y métodos

A partir de las concentraciones de yodo obtenidas se calcularon dos parámetros:

ICratio, definida como la relación entre la concentración hepática de yodo en fase arterial (IC_AP) y en fase portal (IC_PVP): $\text{ICratio} = \text{IC_AP} / \text{IC_PVP}$.

Concentración de yodo normalizada (NIC), obtenida dividiendo la concentración de yodo hepática por la concentración de yodo aórtica en cada fase: $\text{NIC} = \text{ICratio} / \text{ICaorta}$.

La introducción de la NIC permitió **minimizar las variaciones interindividuales** en la captación de contraste.

Resultados

De los 46 sujetos incluidos en el estudio, 25 presentaban cirrosis hepática y 21 correspondieron al grupo control sin hepatopatía crónica (Tabla 1). La edad media fue de 64,7 años en el grupo con cirrosis y de 63,1 años en el grupo control, sin diferencias significativas. En cambio, sí existió diferencia significativa en la distribución por sexo ($p = 0,047$), con un **predominio masculino en el grupo cirrótico** (76% vs. 47,6%). En la **fase arterial**, los pacientes con cirrosis mostraron **menores valores de concentración de yodo** en comparación con los controles (mediana 1,13 vs. 1,30), con una p próxima a la significación ($p = 0,094$). En fase portal, las diferencias fueron menos marcadas y sin significación estadística (media 2,64 vs. 2,79; $p = 0,430$). Respecto a los parámetros derivados, la razón de concentración arterial/portal (**ICratio**) fue **discretamente menor en el grupo cirrótico** ($0,46 \pm 0,21$ vs. $0,54 \pm 0,21$), aunque sin alcanzar significación estadística ($p = 0,176$). Por su parte, la razón arterial/portal normalizada respecto a la aorta (NIC) no mostró diferencias ($0,05$ vs. $0,05$; $p = 0,988$).

Resultados

Tabla 1. Características según la presencia de Cirrosis (n=46).

	Cirrosis (n=25)	No Cirrosis (n=21)	P
Edad, años; Media±DE	64,7±9,9	63,1±14,8	0,659
Sexo (Hombre); % (n)	76,0 (19)	47,6 (10)	0,047
AP1; Mediana (p25-p75)	1,01 (0,66-1,70)	1,11 (0,96-1,68)	0,290
AP2; Mediana (p25-p75)	1,11 (0,70-1,65)	1,28 (1,06-2,22)	0,074
Media AP; Mediana (p25-p75)	1,13 (0,69-1,74)	1,30 (1,02-1,77)	0,094
PVP1; Media±DE	2,68±0,63	2,80±0,62	0,545
PVP2; Media±DE	2,60±0,63	2,78±0,65	0,346
Media PVP; Media±DE	2,64±0,62	2,79±0,63	0,430
Aorta AP; Media±DE	14,03±3,91	15,87±4,43	0,141
Aorta PVP; Media±DE	5,13±1,05	5,10±1,01	0,924
Media Aorta; Media±DE	9,58±2,18	10,49±2,53	0,198
Razón Art/Portal; Media±DE	0,46±0,21	0,54±0,21	0,176
Razón (Art/Portal)/Aorta; Media±DE	0,05±0,03	0,05±0,02	0,988

P: nivel de significación estadística; DE: Desviación estándar; p25: percentil 25; p75: percentil 75.

Tabla 1. Características según la presencia o ausencia de cirrosis (n=46)

Resultados

En cuanto a la comparación entre los pacientes con cirrosis leve (Child-Pugh A–B, $n = 12$) y aquellos con cirrosis grave (Child-Pugh C, $n = 13$) (Tabla 2), no se encontraron diferencias significativas en edad ni en la distribución por sexo. En **fase arterial**, los pacientes con **cirrosis grave** presentaron **mayores valores de concentración de yodo** en comparación con los leves (mediana 1,24 vs. 0,84; $p = 0,011$), diferencia que se aproximó a la significación estadística. En fase portal, los valores fueron ligeramente más elevados en los Child-Pugh C, pero sin alcanzar diferencias significativas (media 2,78 vs. 2,49; $p = 0,256$). Respecto a los parámetros derivados, **la ICratio fue mayor en los pacientes con cirrosis grave** ($0,53 \pm 0,18$ vs. $0,38 \pm 0,21$), con una p cercana a la significación estadística ($p = 0,069$). La **razón arterial/portal normalizada respecto a la aorta** mostró una **tendencia similar** (0,06 vs. 0,04), aunque sin alcanzar significación ($p = 0,151$).

Resultados

Tabla 2. Características de los casos de Cirrosis según el Child-Pugh.

	Child-Pugh 1-2 (n=12)	Child-Pugh 3 (n=13)	P
Edad, años; Media±DE	64,2±8,0	65,2±11,7	0,794
Sexo (Hombre); % (n)	75,0 (9)	76,9 (10)	0,910
AP1; Mediana (p25-p75)	0,77 (0,61-1,20)	1,35 (0,92-2,26)	0,011
AP2; Mediana (p25-p75)	0,89 (0,62-1,15)	1,22 (0,88-2,04)	0,016
Media AP; Mediana (p25-p75)	0,84 (0,60-1,16)	1,24 (0,88-2,10)	0,011
PVP1; Media±DE	2,55±0,51	2,81±0,732	0,330
PVP2; Media±DE	2,43±0,55	2,76±0,68	0,205
Media PVP; Media±DE	2,49±0,52	2,78±0,69	0,256
Aorta AP; Media±DE	15,21±4,12	12,94±3,52	0,151
Aorta PVP; Media±DE	5,05±0,78	5,20±1,28	0,721
Media Aorta; Media±DE	10,13±2,24	9,07±2,07	0,232
Razón Art/Portal; Media±DE	0,38±0,21	0,53±0,18	0,069
Razón (Art/Portal)/Aorta; Media±DE	0,04±0,03	0,06±0,03	0,151

P: nivel de significación estadística; DE: Desviación estándar; p25: percentil 25; p75: percentil 75.

Tabla 2.
Características de los
casos de cirrosis
según el Child-Pugh

Conclusiones

La cuantificación de yodo mediante TC espectral mostró **diferencias en la captación hepática entre pacientes con cirrosis y controles**, así como tendencias en relación con la gravedad de la enfermedad según Child-Pugh, especialmente en fase arterial y en la ICratio.

Aunque la mayoría de los hallazgos no alcanzaron significación estadística, probablemente debido al reducido tamaño muestral, los resultados son **prometedores** y sugieren que la TC espectral podría convertirse en una herramienta útil para la evaluación funcional y la estratificación de la cirrosis hepática.

Será necesario **ampliar la muestra en futuros estudios** y explorar nuevos marcadores radiológicos espectrales que refuercen su utilidad clínica.
