

Cálculo del volumen hepático mediante TC espiral: utilidad en la planificación de la resección hepática mayor en pacientes no cirróticos

María Dolores Morales^a, Ricardo Robles^b, Caridad Marín^b, Antonio Capel^a, Victoria Vázquez^a, Manuel Reus^a, Pablo Ramirez^b, Francisco Sánchez-Bueno^b, Juan Ángel Fernández^b y Pascual Parrilla^b

^aServicio de Radiodiagnóstico. Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca. Murcia.

^bServicio de Cirugía General y Aparato Digestivo I. Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca. Murcia. España.

Resumen

Introducción. Mediante tomografía computarizada (TC) espiral es posible estimar la extensión de la resección hepática preoperatoriamente y seleccionar a los pacientes que presentan mayor riesgo de insuficiencia hepática posquirúrgica.

El objetivo de este estudio es determinar de forma prospectiva la utilidad de la estimación del volumen hepático residual (VHR) mediante TC espiral en la planificación de la resección hepática mayor (RHM) en pacientes no cirróticos.

Pacientes y método. Entre septiembre de 2000 y marzo de 2003 se calculó el volumen hepático total (VHT) y el VHR en 31 pacientes como parte de la planificación preoperatoria de una RHM. En los pacientes con un porcentaje de VHR/VHT menor del 25% se realizó una oclusión portal derecha preoperatoria.

Resultados. En 7 pacientes, el porcentaje de VHR/VHT fue menor del 25%. En 2 posibles donantes vivos la resección estaba contraindicada. En los 5 restantes, tras la oclusión portal se consiguió suficiente hipertrofia del hígado izquierdo para indicar la RHM.

Conclusión. La medida del VHR afectó a la decisión quirúrgica, al seleccionar los pacientes en los que es posible realizar una resección segura. En caso de quedar escaso hígado residual, las técnicas de embolización preoperatoria o ligadura intraoperatoria de vena porta han resultado ser un buen procedimiento para incrementarlo.

Palabras clave: TC espiral. Embolización portal. Resección hepática mayor. Regeneración hepática.

UTILITY OF SPIRAL COMPUTED TOMOGRAPHY CALCULATION OF HEPATIC VOLUME IN THE PLANNING OF MAJOR LIVER RESECTION IN NONCIRRHOTIC PATIENTS

Introduction. Spiral computed tomography (CT) can be used to estimate the extension of liver resection preoperatively and to select patients with the highest risk of postsurgical hepatic insufficiency.

The aim of this prospective study was to determine the utility of estimating residual hepatic volume (RHV) using spiral CT in the planning of major liver resection (MLR) in noncirrhotic patients.

Patients and method. Between September 2000 and March 2003, total hepatic volume (THV) and the volume of hepatic segments destined for resection (RHV) were calculated in 31 patients as part of the preoperative planning of MLR. Patients in whom RHV/THV% was less than 25% underwent preoperative right portal occlusion.

Results. RHV/THV% was less than 25% in seven patients. Resection was contraindicated in two possible living donors. Portal occlusion in the remaining five achieved sufficient hypertrophy of the left liver to indicate MLR.

Conclusion. The size of MLR affects surgical decision-making, with selection of patients in whom resection can be safely performed. If a small amount of residual liver is left, preoperative embolization or intraoperative ligation of the portal vein have proved to be effective procedures for increasing its size.

Key words: Spiral CT. Portal vein embolization. Liver resection. Liver regeneration.

Correspondencia: Dra. M.D. Morales Cano.

Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca.

Crtra. Madrid-Cartagena, s/n. 30120 El Palmar (Murcia). España.

Correo electrónico: mmoralescana@hotmail.com

Introducción

En los últimos 20 años hemos asistido a un descenso significativo de la morbimortalidad de las resecciones hepáticas, lo que ha conseguido que éstas sean cada vez más frecuentes y extensas. Sin embargo, aún persiste el riesgo de insuficiencia hepática postoperatoria debido a un insuficiente volumen hepático residual (VHR). En los pacientes no cirróticos, aunque son importantes los parámetros de función hepática, la extensión de la resección se establece fundamentalmente por la cantidad de parénquima a resecar (éste, a su vez, depende de la localización y extensión del tumor). En las resecciones hepáticas muy extensas es posible aumentar la seguridad de la resección, así como el número de pacientes candidatos a ella, mediante la embolización preoperatoria o ligadura intraoperatoria de las ramas portales, que pretenden conseguir la atrofia ipsolateral (lóbulo hepático embolizado) y la hipertrofia del parénquima contralateral en pacientes con escaso VHR¹⁻⁴.

No se ha establecido con claridad el VHR mínimo a partir del cual se considera indicado realizar estas técnicas en pacientes no cirróticos, y según los autores^{3,5} oscila entre el 25 y el 40% del volumen hepático total (VHT). Para la selección del procedimiento más apropiado en cada paciente, incluida la oclusión portal preoperatoria, es posible estimar de forma precisa la extensión de la resección hepática y el VHR mediante tomografía computarizada (TC)⁶⁻⁸.

El objetivo de este estudio es determinar de forma prospectiva la utilidad de la estimación del VHT y VHR mediante TC espiral en la planificación de la resección hepática mayor (RHM) en pacientes no cirróticos.

Pacientes y método

Entre septiembre de 2000 y marzo de 2003 se realizó el cálculo del VHT y VHR en 31 pacientes con las siguientes indicaciones: 21 pacientes presentaban metástasis de carcinoma colorrectal, 3 hepatocarcinomas en hígado sano, 3 donantes vivos, 2 colangiocarcinomas periféricos, 1 hemangioma gigante y 1 paciente con metástasis de carcinoma gástrico (tabla 1). De estos 31 pacientes, en 17 se realizó una RHM derecha (resección de 3 o más segmentos hepáticos); en 9 pacientes, basándonos en los hallazgos obtenidos en la exploración y la ecografía intraoperatoria, se realizó una resección hepática diferente de la que se había previsto (en 2 casos se efectuó una hepatectomía izquierda -1 metástasis de carcinoma colorrectal y 1 metástasis de carcinoma gástrico-; en 4 casos se realizaron resecciones segmentarias derechas -3 metástasis colorrectales y 1 hepatocarcinoma sobre hígado no cirrótico-, y en los 3 restantes se realizó una hepatectomía central -1 hepatocarcinoma y 2 metástasis colorrectales-); y en los 5 restantes, en un paciente con metástasis colorrectal no fue posible resecarlo, 1 paciente con hepatocarcinoma fue inoperable por progresión de la enfermedad y los 3 casos de donante vivo fueron rechazados, 2 por que su hígado era de tamaño insuficiente y 1 por mal estado del receptor.

Método del cálculo volumétrico mediante TC

La medición de volumen se realizó con las imágenes axiales contiguas obtenidas mediante una TC espiral (Marconi PQ 2000) tras la inyección mediante bomba de 120 ml de contraste intravenoso no iónico a un flujo de 2,5 ml/s. La técnica empleada fue: grosor de corte 10 mm, índice de reconstrucción 10 mm, *pitch* de 1,5 y retardo de la adquisición de 60 s.

Sobre cada una de las imágenes axiales de 10 mm, entre 10 y 20 cortes por estudio, obtenidas en la fase venosa (para una buena visualización de las venas suprahepáticas), se trazó manualmente, por separado, el contorno de todo el hígado (excluyendo de la medición las lesiones tumorales) y del VHR para obtener las áreas correspondientes. Al realizar las medidas no se incluyeron la vena cava inferior, las estructuras del hilio hepático ni las fisuras prominentes, para no sobrestimar el volumen.

Los volúmenes se calcularon usando la técnica de la suma de las áreas:

$\text{área (cm}^2\text{)} \times \text{índice de reconstrucción (cm)} = \text{volumen (cm}^3\text{)} \text{ por sección axial}$

Utilizamos como parámetro principal el VHR y el porcentaje VHR/VHT. El motivo de utilizar el VHR es que suele estar libre de enfermedad y la medición es más exacta que en el parénquima a resecar, donde la delimitación del tejido hepático puede estar influida por la presencia de tumor, colostasis o las alteraciones vasculares secundarias a la oclusión portal. Al calcular el VHT excluimos las lesiones tumorales con la intención de obtener sólo el volumen de tejido hepático funcional. Tomamos como umbral para considerar segura la resección un porcentaje de VHR mayor del 25% del VHT.

La realización del estudio volumétrico representó un tiempo adicional de 30-45 min.

Según el porcentaje de VHR preoperatorio medido mediante TC espiral se establecieron 2 grupos:

- Grupo I: VHR \leq 25% (tabla 2), constituido por 7 pacientes, 2 de ellos donantes vivos que fueron rechazados por VHR insuficiente; en los 5 restantes se indicaron técnicas de oclusión vascular portal. En 2 pacientes con metástasis bilobares múltiples se realizó una cirugía secuencial: en una primera intervención se llevó a cabo la resección de las metástasis del lóbulo izquierdo y se procedió a la ligadura de la rama portal derecha (lóbulo donde quedaban las metástasis restantes), y al mes, una vez regenerado el lóbulo izquierdo, se procedió a la realización de una hepatectomía derecha. En un paciente con metástasis en el lóbulo derecho y una metástasis de 7 cm, próxima a las suprahepáticas, se realizó una ligadura portal intraoperatoria de la rama derecha y, al mes, una vez regenerado el hígado, se realizó laparotomía, en la que no fue posible realizar la resección quirúrgica de las metástasis por progresión tumoral. En otro paciente con una metástasis central entre las venas suprahepáticas se realizó una embolización portal derecha, y tras la regeneración se efectuó una trisegmentectomía derecha. En el paciente restante, con un hepatocarcinoma que ocupaba todo el lóbulo derecho anatómico, se realizó una embolización portal preoperatoria, pero se observó una progresión de la enfermedad y no fue posible intervenir quirúrgicamente.

- Grupo II: VHR $>$ 25% (tabla 3), constituido por 24 pacientes en los que se indicó la RHM sin la realización de técnicas de oclusión vascular portal: 10 pacientes presentaban un porcentaje de VHR del 26-35%, 8 del 36-45% y los 6 restantes $>$ 45%. Ya hemos comentado con anterioridad que en 14 pacientes de este grupo se pudo realizar la RHM, en 1 hubo contraindicación para la cirugía (donante vivo) y en los 9 restantes se indicó otra técnica quirúrgica.

Técnica de la oclusión portal

En 2 pacientes de los 3 con ligadura portal intraoperatoria se realizó la ligadura de la vena porta derecha tras la resección de la metástasis

TABLA 1. Datos demográficos y diagnósticos de los pacientes

Características	Datos
Edad media (años)	55 (rango, 23-76)
Mujer/varón	9/22
Diagnóstico	
Metástasis	
Colorrectal	21
Gástrico	1
Tumor primario	
Carcinoma hepatocelular	3
Colangiocarcinoma periférico	2
Hemangioma gigante	1
Posibles donantes hepáticos	3

TABLA 2. Pacientes con VHR ≤ 25% (n = 7)

Caso	Diagnóstico	VHT ₁ (VHR ₁)	% VHR ₁ /VHT ₁	Técnica intermedia	VHT ₂ (VHR ₂) postoclusión portal	% VHR ₂ /VHT ₁ postoclusión portal	Técnica postoclusión portal
1	Metástasis bilobares	1.412 (251)	17%	Ligadura portal derecha	1.622 (425)	30% (+13%)	Hepatectomía derecha + resección parcial S IV
4	Metástasis central	1.789 (421)	23%	Embolización portal derecha	1.831 (580)	32% (+9%)	Trisegmentectomía derecha
7	Metástasis bilobares	986 (153)	15%	Ligadura portal derecha	1.280 (271)	27% (+12%)	Hepatectomía derecha + resección parcial S IV
12	Metástasis central	2.248 (540)	24%	Ligadura portal derecha	1.815 (733)	33% (+8%)	Irreseccable
13	Hepatocarcinoma	1.768 (305)	17%	Embolización portal derecha	2.134 (479)	27% (+10%)	Inoperable
29	Donante vivo	1.585 (335)	21%	No			No resección
30	Donante vivo	1.593 (404)	25%	No			No resección

S IV: segmento IV; VHR₁: volumen hepático residual previo a la oclusión portal; VHR₂: volumen hepático residual tras la oclusión portal; VHT₁: volumen hepático total previo a la oclusión portal; VHT₂: volumen hepático total tras la oclusión portal. Volúmenes en cm³.

en el lóbulo izquierdo, y en el tercer caso sólo se procedió a la ligadura de la vena porta derecha. En los 2 casos de embolización portal se abordó el sistema portal en condiciones de esterilidad por vía percutánea, utilizando un sistema Accustic® (Boston Scientific), con control ecográfico y fluoroscópico. Se realizó el abordaje homolateral (a través del lóbulo hepático que será resecado) para evitar iatrogenia en el futuro remanente. A través de la vaina del introductor Accustic, con técnica de Seldinger, se realizó una portografía con catéter angiográfico *pigtail* de 4 Fr. Mediante el empleo de catéteres angiográficos de 4 Fr de diferentes curvas, se cateterizaron selectivamente las ramas portales segmentarias (segmentos V a VIII) para ser embolizadas mediante micropartículas (Contour® 350-500 microns, Boston Scientific) y *coils* metálicos de 8-10 mm (Mryer® 35, Cook). Con una nueva portografía se comprobó el resultado de la embolización, que se considera finalizada cuando el flujo portal en las ramas embolizadas está detenido o es muy lento. Por último, se retiró el introductor embolizando el trayecto con Cutanplast® o *coil* de 3 mm (fig. 1).

A las 4 semanas de la técnica intermedia se realizó de nuevo una TC y se calcularon los volúmenes para valorar el resultado y replantear la posibilidad de cirugía. El aumento del VHR se midió como valor absoluto

to y como porcentaje del VHT. Se consideró que el crecimiento del VHR era adecuado si alcanzaba los mismos niveles de seguridad que los obtenidos antes de la oclusión portal (% VHR/VHT > 25%) para permitir una resección segura con intención curativa (fig. 2).

Técnica quirúrgica

La resección hepática fue realizada en todos los casos por los mismos cirujanos de la Unidad de Cirugía Hepática y Trasplante Hepático de nuestro hospital. Durante la laparotomía se realizó una palpación bimanual del hígado y una ecografía intraoperatoria, para descartar la presencia de lesiones hepáticas en el futuro hígado residual o invasión de vena cava o venas suprahepáticas que contraindicaran la resección. Para la transección del parénquima hepático se empleó en todos los casos el bisturí ultrasónico (CUSA Excel) y el bisturí de argón. Con el fin de minimizar las pérdidas hemáticas durante la sección del parénquima, mantuvimos la presión venosa central (PVC) inferior a 4 mmHg, realizando una perfusión de líquidos suficiente para mantener una diu-

TABLA 3. Pacientes con VHR > del 25% (n = 24)

Caso	Diagnóstico	VHT (VHR)	% VHR/VHT	Técnica final
2	Metástasis	1.195 (381)	32	Hepatectomía derecha
3	Metástasis	1.094 (615)	56	Hepatectomía derecha
5	Hemangioma	1.315 (1.015)	77*	Trisegmentectomía derecha
6	Metástasis	1.350 (688)	51	Trisegmentectomía derecha
8	Metástasis	1.422 (476)	33	Hepatectomía derecha
9	Colangiocarcinoma intrahepático	1.219 (547)	45	Hepatectomía derecha
10	Metástasis	1.021 (391)	38	Hepatectomía derecha
11	Metástasis	1.446 (508)	35	Hepatectomía derecha
14	Metástasis	1.086 (428)	40	Hepatectomía derecha
15	Metástasis	1.043 (302)	29	Hepatectomía derecha
16	Metástasis	1.035 (601)	58	Hepatectomía derecha
17	Metástasis	1.161 (402)	35	Hepatectomía derecha
18	Metástasis	1.351 (416)	31	Hepatectomía derecha
19	Metástasis	1.293 (469)	36	Hepatectomía derecha
20	Metástasis	1.135 (406)	36	RA (VIII)
21	Metástasis	1.327 (498)	37	RA (IV-VII)
22	Metástasis	1.807 (671)	37	RA (V-VII)
23	Hepatocarcinoma	1.697 (814)	48	RA (IV)
24	Metástasis	2.306 (719)	31	RA (IV-VIII)
25	Metástasis	967 (288)	30	HI
26	Metástasis	1.327 (452)	34	RA(V-IV)
27	Metástasis	1.320 (366)	28	HI
28	Hepatocarcinoma	1.602 (862)	54	RA(V-VI)
31	Donante vivo	2.015 (716)	35	No resección

HI: hepatectomía izquierda; RA: resección hepática atípica; VHR: volumen hepático residual; VHT: volumen hepático total.

*Caso 5 (hemangioma gigante). El porcentaje de VHR/VHT, sin excluir el tumor, fue del 29%. Al excluirlo, debido al gran tamaño del tumor, el VHR fue del 77%.

resis adecuada (entre 0,5-1 ml/kg/hora) y asociando una perfusión de nitroglicerina a 1 µg/kg/min, que produce vasodilatación esplácnica.

Evaluación pre y postoperatoria de los pacientes

En todos los pacientes, la función hepática preoperatoria fue normal. De los 17 en los que se realizó RHM, 8 habían recibido quimioterapia por metástasis de carcinoma colorrectal.

Antes de las técnicas de oclusión portal y de la resección hepática se realizó un control de la función hepática (bilirrubina, enzimas hepáticas y coagulación). Después de estas técnicas se realizó un seguimiento diario durante los primeros 3 días y cada 48 h hasta el séptimo día. A partir de aquí, se continuaron los controles cuando había complicaciones asociadas.

Después de la embolización o ligadura portal se valoró la presencia de síndrome postembolización (dolor abdominal y febrícula que desaparecen en menos de 3 días). Asimismo, tras la embolización y la cirugía se valoró la presencia de complicaciones (insuficiencia hepática, hemorragia, biliares, etc.).

Resultados

Se realizó la RHM en 17 de los 31 pacientes evaluados: trisegmentectomía derecha en 3 casos, hepatectomía derecha más resección parcial del segmento IV en 2 casos y hepatectomía derecha en 12. No hubo mortalidad postoperatoria. Ningún paciente presentó insuficiencia hepática severa en el postoperatorio inmediato. Una paciente presentó hemorragia postoperatoria que precisó reintervención.

En el grupo 1, con VHR ≤ 25% (n = 7), en 2 donantes vivos se contraindicó la resección. En los 5 restantes, tras la oclusión portal preoperatoria se consiguió un porcentaje VHR/VHT mayor del 25% (rango, 27-33%). El VHR medio pasó de 334 ml (rango, 153-540 ml; 20% del VHT) a 498 ml (rango, 271-733 ml; 30% del VHT) tras la oclusión vascular. El VHT medio sufrió un ligero incremento, de 1.640 ml (rango, 986-2.248 ml) pasó a 1.683 ml (rango, 1280-1867 ml) tras la oclusión vascular. El parénquima embolizado disminuyó su volumen en 2 casos y aumentó en 3 (tabla 4). En todos los casos se consiguió suficiente hipertrofia del hígado izquierdo para indicar la resección hepática mayor: hepatectomía derecha más resección parcial del segmento IV en 2 casos y trisegmentectomía derecha en 1 caso. En un paciente con hepatocarcinoma no se realizó cirugía por progresión tumoral, y 1 caso de metástasis de carcinoma colorrectal fue irreseccable por invasión de las venas suprahepáticas.

No hubo morbilidad tras la embolización portal. El intervalo medio entre la técnica intermedia y la resección fue

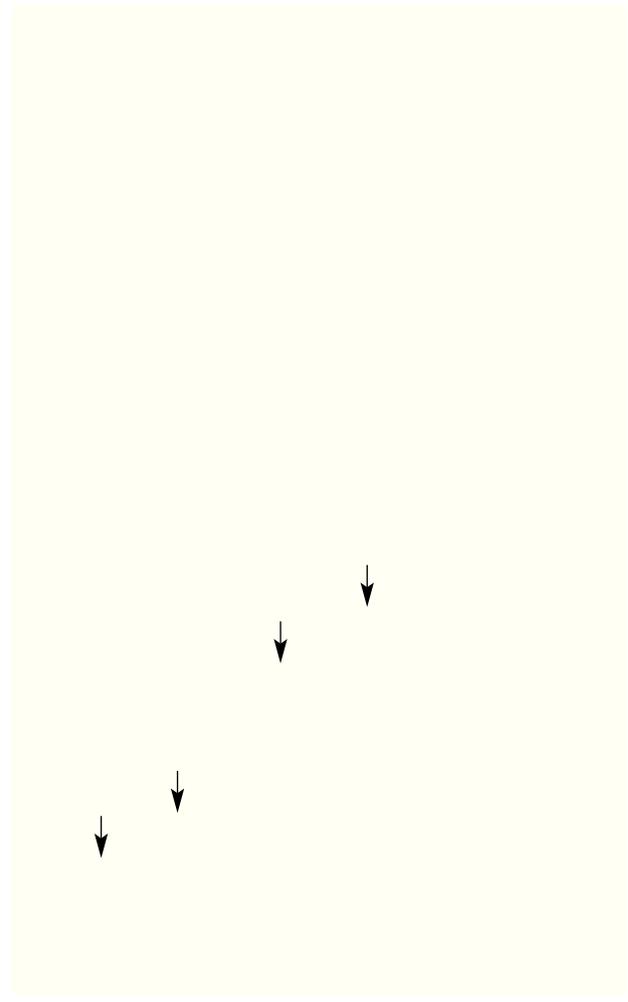


Fig. 1. Caso 13. Futuro hígado residual del 17% del volumen hepático total (VHT) en un paciente con hepatocarcinoma en el lóbulo hepático derecho. Se realizó embolización portal derecha preoperatoria, tras la cual el volumen hepático residual aumentó al 27% del VHT. A: portografía derecha transparietohepática por abordaje izquierdo. B: tras la embolización mediante coils (flechas negras) se observa la oclusión completa de las ramas anterior y posterior de la vena porta derecha. El defecto de repleción junto al catéter (flecha blanca) corresponde a un artefacto de flujo.

de 35 días (rango, 30-44 días). Una paciente con resección de metástasis en 2 tiempos presentó una disfunción hepática con descenso de la actividad de protrombina al 40% y aumento de bilirrubina a 3 mg/dl, precisando rein-

TABLA 4. Cambio de volumen hepático tras la oclusión vascular (cm³)

Caso	1	4	7	12	13
Técnica intermedia de oclusión derecha	Ligadura portal	Embolización portal	Ligadura portal	Ligadura portal	Embolización portal
Variación de volumen (ml) del lóbulo no embolizado (VHR)	↑ 174	↑ 159	↑ 118	↑ 193	↑ 174
Variación del volumen (ml) en el lóbulo embolizado	↑ 36	↓ 117	↑ 194	↓ 626	↑ 192

VHR: volumen hepático residual.
 ↑: aumento de volumen; ↓: disminución de volumen.



Fig. 2. Caso 1. En la tomografía computarizada inicial el volumen del futuro hígado residual fue de 251 ml (17% del volumen hepático total [VHT]), pasando a 425 ml (30% del VHT) 4 semanas después de la ligadura intraoperatoria de la vena porta derecha. El contorno del lóbulo hepático izquierdo tras la oclusión portal sobrepasa la línea media y es evidente un abombamiento de su borde (flechas cortas). Ausencia de flujo en la rama posterior de la vena porta derecha en la tomografía computarizada posligadura (flecha larga).

tervención por hemorragia del lecho hepático; en este caso, las alteraciones analíticas se normalizaron al quinto día (se había resecado un 70% del VHT y había recibido quimioterapia preoperatoria).

En el grupo 2, con VHR > 25% (n = 24), el VHR medio fue de 543 ml (rango, 288-1.015 ml; 40% del VHT) y se realizó la resección hepática sin técnicas previas de oclusión portal. El VHT medio preoperatorio fue 1.355 ml (rango, 967-2306 ml). En el postoperatorio, 3 pacientes presentaron una disfunción transitoria de la función hepática con elevación de transaminasas y descenso de la actividad de la protrombina al 40%, sin colostasis. En un paciente la actividad de protrombina descendió al 30% y precisó la administración de plasma fresco (una unidad cada 8 h durante 3 días). Ningún paciente presentó sangrado.

Discusión

En pacientes con hígado no cirrótico que van a ser sometidos a una RHM (incluidos los donantes vivos de hígado) se ha introducido recientemente el concepto de VHR, parénquima hepático remanente o tejido sano que queda después de la intervención^{2-4,9}. En general, se considera que un paciente con hígado sano tolera una resección hepática del 60-75%^{3,10,11}, aunque algunas series indican la resección con un 25% de VHR^{1,2,12}.

Como bien es sabido, la tolerancia del hígado cirrótico a la resección y su capacidad de regeneración son menores, por lo que es necesario evaluar otros parámetros además del VHR^{3,10}.

Si el VHR se considera insuficiente para mantener la función hepática, por ser el lóbulo izquierdo muy pequeño o por resecciones extensas, el riesgo de muerte secundaria a insuficiencia hepática es elevado. Este riesgo se incrementa en los pacientes con metástasis hepáticas que hayan sido sometidos a tratamientos quimioterápicos que ocasionan un hígado graso. Para obtener un mayor VHR es posible realizar técnicas de oclusión vascular, que consiguen redistribuir el flujo venoso portal logrando la atrofia del lóbulo embolizado y una hipertrofia de los segmentos no embolizados, lo que convierte en operables casos antes irresecables^{4,11-13}. Algunos autores consideran que la regeneración preoperatoria disminuye la morbilidad tras la cirugía debido a la reducción de la congestión vascular hepática del parénquima residual¹⁻³. En pacientes con un hígado sano, la hipertrofia se consigue a las 2-6 semanas, mientras que en los pacientes con cirrosis, hígado graso o colestasis intrahepática es más tardía^{3,14}. El VHR mínimo a partir del cual se considera indicado realizar estas técnicas no está bien establecido. Algunos autores^{3,5} sugieren que un VHR mayor del 25% es un límite aceptable por debajo del cual se indicaría la ligadura o embolización portal, aunque otros autores la

indican si el VHR es menor del 40% del VHT y sugieren que muchos de estos pacientes han recibido quimioterapia y pueden presentar un hígado graso^{10,11}. En cualquier caso, es necesario contar con un método lo más exacto posible para medir el VHR y no abusar de la embolización portal preoperatoria, ya que este procedimiento no está exento de riesgos^{12,15} y se han descrito complicaciones en el 14% de los casos (neumotórax, hematoma subcapsular, pseudoaneurisma, hemobilia y trombosis de la vena porta).

El VHT tiene una relación relativamente constante con el peso y la superficie corporal, pero debido a la gran variabilidad en los volúmenes del lóbulo derecho e izquierdo, no se puede predecir por estos métodos el VHR¹⁰. Para el cálculo preoperatorio radiológico de este volumen se ha utilizado la ecografía, la medicina nuclear, la TC o la resonancia magnética (RM)^{8,16}. Desde su descripción en 1979 por Heymsfield et al⁶, la medida del volumen hepático mediante TC se considera el estándar de referencia^{9,10} y se utiliza para medir la regeneración hepática tras la realización de hepatectomías, para evaluar la progresión tumoral y, más recientemente, en la selección de pacientes candidatos a resección hepática y en el trasplante de donante vivo^{17,18}. Se considera un método seguro y reproducible^{9,9,16,17}, con un porcentaje de error inferior al 5%. La TC espiral presenta la ventaja de que la adquisición de los datos se realiza mediante una sola pausa de apnea, lo que reduce el error de medida que deriva del efecto de "volumen parcial" o de los movimientos respiratorios. La RM también es un buen método de medida, aunque menos disponible y con contraindicaciones en pacientes con marcapasos o prótesis metálicas^{5,17}. La medición del volumen mediante otras técnicas (ecografía, medicina nuclear) tiene peores resultados⁹.

El cálculo del volumen con TC se realiza mediante la delimitación manual de los márgenes del parénquima en cada imagen con el cursor electrónico. Así, se consigue el área de la región de interés, y la suma de las áreas individuales nos proporciona el volumen deseado (hepático, lobar o tumoral). Es un método sencillo, pero que requiere un tiempo adicional de 30-45 min. En las modernas estaciones de trabajo de la TC es posible determinar automáticamente el volumen hepático, aunque sigue siendo necesario delimitar las áreas a mano con anterioridad¹⁶⁻¹⁸.

La estimación del VHT mediante TC presentó en nuestro estudio algunas dificultades. Por una parte, no fue posible excluir las lesiones hepáticas por no ser visibles tras la quimioterapia (1 caso) o ser múltiples y de pequeño tamaño (2 pacientes), y se incluyeron en el VHT, lo que supone una pequeña sobrestimación de éste. En segundo lugar, la medida del VHT tras la oclusión portal está limitada por las alteraciones vasculares y los cambios histológicos^{3,5} que se producen. En nuestros pacientes hemos utilizado siempre el VHT medido antes de la oclusión para calcular el porcentaje de hipertrofia del VHR. Hay la posibilidad, propuesta por Vauthey et al⁵, de utilizar como VHT estándar el calculado según la fórmula de Urata:

$$\text{volumen hepático (cm}^3\text{)} = 706.2 \times \text{área de superficie corporal (m}^2\text{)} + 2,4$$

lo que permitiría realizar una comparación uniforme del remanente hepático entre distintos pacientes o en el mismo paciente tras la oclusión portal preoperatoria.

La medida del volumen hepático mediante TC nos permitió seleccionar 2 donantes vivos con contraindicación para la resección por VHR insuficiente. También permitió seleccionar a 5 pacientes, inicialmente irresecables por motivos volumétricos, que requerían una técnica intermedia para asegurar una buena función hepática tras la cirugía. Se decidió realizar, en 2 casos, una embolización preoperatoria de la vena porta derecha y en 3 casos una ligadura intraoperatoria de la vena porta derecha. Se realizó una nueva medida de los volúmenes al mes y se encontró un aumento del parénquima hepático residual suficiente para indicar la cirugía en los 5 casos, aunque en 2 hubo progresión de la enfermedad: un paciente fue irresecable y otro fue inoperable. Recientemente se está considerando, como efecto negativo de estas técnicas, la posibilidad de que promuevan la oncogénesis, tras observarse un crecimiento mayor de las lesiones tumorales que del parénquima sano en algunos pacientes con metástasis hepáticas de origen colorrectal^{19,20}; esto ocurrió en dos de nuestros pacientes: uno fue irresecable (metástasis de carcinoma colorrectal) y el otro fue inoperable (hepatocarcinoma). Este efecto negativo se relaciona con las mismas sustancias que producen la regeneración hepática. Así, se considera que la causa de la hipertrofia es la presencia de sustancias hepatotróficas en el flujo venoso portal. En el lóbulo sin ligadura portal aumenta el factor de crecimiento de los hepatocitos (HGF) a las 6-24 h del procedimiento. Se conoce también que la inyección intraportal de HGF exógena estimula la regeneración hepática tras la ligadura portal en perros. Además, la HGF estimula el crecimiento y la motilidad de las células de carcinoma colorrectal *in vitro*, por lo que los valores altos de HCG en el plasma podrían estimular el crecimiento de las células tumorales, tanto en el lóbulo embolizado como en el no embolizado, lo que podría justificar los casos de progresión tumoral postoclusión portal. Otro factor que potencialmente podría estimular el crecimiento tumoral tras la embolización portal es el aumento del flujo arterial compensatorio tras la reducción del flujo venoso portal. Sustancias como las citocinas, que ya se conoce que desempeñan una función importante en la regeneración hepática, son también efectivas tras dicha técnica.

En resumen, la medida del VHR mediante TC afectó a la decisión quirúrgica, al seleccionar a los pacientes en los que es posible realizar una resección segura. En caso de quedar escaso hígado residual, las técnicas de embolización preoperatoria o ligadura intraoperatoria de vena porta han resultado ser un buen procedimiento para incrementar este volumen.

Bibliografía

1. Elias D, De Baere T, Roche A, et al. Preoperative selective portal vein embolizations are an affective means of extending the indications of major hepatectomy in the normal and injured liver. *Hepato-gastroenterology* 1998;45:170-7.

2. De Baere T, Roche A, Vasseur D, et al. Portal vein embolization: utility for inducing left hepatic lobe hypertrophy before surgery. *Radiology* 1993;188:73-7.
3. Abdalla EK, Hicks ME, Vauthey JN. Portal vein embolization: rationale, technique and future prospects. *Br J Surg* 2001;88:165-75.
4. Makuuchi M, Thai BL, Takayasu K, Takayama T, Kosugue T, Gunvent P, et al. Preoperative portal embolization to increase safety of major hepatectomy for hilar bile duct carcinoma: a preliminary report. *Surgery* 1990;107:521-7.
5. Vauthey JN, Chaoui A, Do KA, Bilimoria MM, Fentersmacher MJ, Charnsangavej C, et al. Standardized measurement of the future liver remnant prior to extended liver resection: methodology and clinical associations. *Surgery* 2000;127:512-9.
6. Heymsfield SB, Fulenwider T, Nordlinger B, Barlow R, Sones P, Kutner M. Accurate measurement of liver, kidney and spleen volume and mass by computerized axial tomography. *Ann Intern Med* 1979;90:185-7.
7. Henderson JM, Heymsfield SB, Horowitz J, Kutner MH. Measurement of liver and spleen volume by computed tomography. *Radiology* 1981;141:525-7.
8. Nawaratne S, Fabiny R, Brien JE, Cosolo W, Whan A, Morgan DJ. Accuracy of volume measurement using helical CT. *J Comput Assist Tomogr* 1997;21:481-6.
9. Soyer P, Roche A, Elias D, Levesque M. Hepatic metastases from colorectal cancer: influence of hepatic volumetric analysis on surgical decision making. *Radiology* 1992;184:695-7.
10. Kubota K, Makuuchi M, Kusaka K, et al. Measurement of liver volume and hepatic functional reserve a guide to decision-making in resectional surgery for hepatic tumors. *Hepatology* 1997;26:1176-81.
11. Azoulay D, Castaing D, Smail A, et al. Resection of nonresectable liver metastases from colorectal cancer after percutaneous portal vein embolization. *Ann Surg* 2000;231:480-6.
12. Madoff D, Hicks M, Abdalla E, Morris J, Vauthey J. Portal vein embolization with polyvinyl alcohol particles and coils in preparation for major liver resection for hepatobiliary malignancy: safety and effectiveness study in 26 patients. *Radiology* 2003;277:251-60.
13. Kawasaki S, Makuuchi M, Kazaku T, et al. Resection for multiple metastatic liver tumors after portal embolization. *Surgery* 1993;115:674-8.
14. Elias D, Ouellet J, De Baere T, Roche A, Lasser P, Roche A. Preoperative selective portal vein embolization before hepatectomy for liver metastases: long-term results and impact on survival. *Surgery* 2002;131:294-9.
15. Kodama Y, Shimizu T, Endo H, Miyamoto N, Miyasaka K. Complications of percutaneous transhepatic portal vein embolization. *J Vasc Interv Radiol* 2002;13:1233-7.
16. Disler DG, Marr DS, Rosenthal DI. Accuracy of volume measurements of computed tomography and magnetic resonance imaging phantoms by three-dimensional reconstruction and preliminary clinical application. *Invest Radiol* 1994;29:739-45.
17. Kamel I, Kruskal J, Warmbrand G, Nahum S, Pomfret E, Raptopoulos V. Accuracy of volumetric measurements after virtual right hepatectomy in potential donors undergoing living adult liver transplantation. *AJR* 2001;176:483-7.
18. Kamel I, Raptopoulos V, Pomfret EA, Kruskal J, Kane R, Yam C, et al. Living adult right lobe liver transplantation. Imaging before surgery with multidetector multiphase CT. *AJR* 2000;175:1141-3.
19. Kokudo N, Tada K, Seki M, et al. Proliferative activity of intrahepatic colorectal metastases after preoperative hemihepatic portal vein embolization. *Hepatology* 2001;43:267-72.
20. Elias D, De Baere T, Roche A, Ducreux M, Leclere J, Lasser P. During liver regeneration following right portal embolization the growth rate of liver metastases is more rapid than that of the liver parenchyma. *Br J Surg* 1999;86:784-8.