

Colangiografía por RM: estudio funcional con EG-T1 tras Mn-DPDP y comparación con el estudio convencional SS-TSE-T2

Francisco de Asís Bravo* • Luis Martí-Bonmatí • Alfonso Ruiz • Jorge Juan Jiménez** • Santiago Isarría

Servicios de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario «Dr. Peset». Valencia. *Hospital Universitario. «Reina Sofía» de Córdoba.

**Hospital Universitario «San Juan». Alicante.

Objetivo: Analizar la metodología y la eficacia diagnóstica de la RM-colangiografía funcional tras la administración de Mn-DPDP (RMCF-Mn) frente a la RM-colangiografía convencional T2 (RMCC-T2) en el análisis de la vía biliar.

Material y métodos: Se estudiaron mediante RMCF-Mn 16 pacientes (cuatro mujeres y 12 hombres, media de edad de 61,6 años) con una secuencia 3D-EG-T1 tras la administración de Teslascan® (ocho estudiados antes de los cinco minutos, cuatro entre los 6 y los 20 minutos, y cuatro después de 20 minutos) realizando posteriormente reconstrucciones MIP. Se estudiaron además a ocho de estos pacientes mediante RMCC-T2, seis de ellos antes de la administración del Mn-DPDP y dos tras la inyección.

Resultados: La RMCF-Mn demostró los radicales intrahepáticos en menor proporción y extensión que las secuencias RMCC-T2: sólo en el 12,5% visualizó las ramificaciones secundarias, visibles en el 66,6% de las RMCC-T2. La RMCF-Mn no objetivó el nivel ni la causa de la obstrucción en el caso de obstrucción completa, presentando mayor concordancia en las estenosis sin obstrucción. El relleno duodenal por el Mn-DPDP estaba ausente en caso de obstrucción biliar y en las imágenes obtenidas antes de los 20 minutos tras la infusión, estando presente si la vía biliar era permeable y la secuencia se adquirió más tardíamente. La RMCC-T2 obtuvo imágenes de alta calidad en todos los casos. Ningún paciente presentó efectos adversos asociados a la administración del Mn-DPDP.

Conclusiones: La RM-colangiografía tras la administración de Mn-DPDP permite un análisis funcional de la vía biliar, aunque presenta una escasa rentabilidad global respecto a la RM-colangiografía convencional por T2 en casos de obstrucción.

Palabras clave: Mangafodipir trisodio. RM colangiografía. RM medios de contraste. RM vía biliar.

MR Cholangiography: functional evaluation with GE-T1 after Mn-DPDP enhancement and comparison with conventional single-shot TSE-T2

Objective: To analyze the methodology and diagnostic efficiency of functional MR cholangiography after Mn-DPDP administration as opposed to conventional T2-weighted MR cholangiography in biliary tract exploration.

Materials and methods: 16 patients were studied by means of functional MR cholangiography (4 women and 12 men, mean age 61.6 years) using a T1-3D-gradient echo-sequence after Teslascan® administration (8 patients studied before 5 min examination time, four between 6-20 min, and 4 after 20 min) with MIP reconstructions being performed afterwards. Eight of these patients were also studied with conventional T2 weighted MR cholangiography, six of them before Mn-DPDP administration and two afterwards.

Results: Functional MR cholangiography after Mn-DPDP administration revealed intrahepatic radicals in lesser proportion and extension than did the conventional T2-weighted MR cholangiography sequences: secondary branches were visible in only 12.5%, whereas 66.6% were visible with conventional T2-weighted MR cholangiography. Functional MR cholangiography after Mn-DPDP administration could not shed any light on either degree or cause of a total obstruction. It was more effective in the case of stenosis without obstruction. Duodenal content was enhanced by Mn-DPDP neither in the case of biliary obstruction nor in images obtained before 20 min into the infusion. It was enhanced, however, if the biliary tract was permeable and the sequence was acquired later. Conventional T2-weighted MR cholangiography produced high-quality images in all cases. No patients presented adverse reactions associated with Mn-DPDP administration.

Conclusions: MR cholangiography after Mn-DPDP administration permits a functional analysis of the biliary tract, although it is of rather poor overall utility when compared to conventional T2-weighted MR cholangiography in cases of obstruction.

Bravo F, Martí-Bonmatí L, Ruiz A, et al. Colangiografía por RM: estudio funcional con EG-T1 tras Mn-DPDP y comparación con el estudio convencional SS-TSE-T2. Radiología 2003;45(1):000-0.

Correspondencia:

LUIS MARTÍ-BONMATÍ. Sección de Resonancia Magnética. Servicio de Radiología. Hospital Universitario «Dr. Peset». Av. Gaspar Aguilar, 90. 46017 Valencia. E-mail: marti_lui@gva.es.

Recibido: 3-X-2002.

Aceptado: 7-XI-2002.

En los últimos años se ha introducido la colangiografía mediante resonancia magnética (RM) dentro de los protocolos diagnósticos de la vía biliar. Numerosos autores han mostrado una excelente correlación con la ERCP en cuanto a sensibilidad y especificidad¹⁻⁵. Paralelamente, también se ha investigado sobre medios de contraste que, al eliminarse por la vía biliar, sirven para comprobar el funcionamiento de la excreción biliar^{6,7}. La eficacia relativa de estas dos aproximaciones al estudio de la vía biliar con RM no se ha analizado detenidamente.

En este trabajo se pretende evaluar la metodología y eficacia de la RM colangiografía tras la administración de Mn-DPDP. Nuestro objetivo ha sido conocer las ventajas e inconvenientes técnicos y operativos, así como las limitaciones diagnósticas, del uso de este medio de contraste en el diagnóstico de la patología de la vía biliar.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó colangiografía mediante RM a 16 pacientes consecutivos (cuatro mujeres y 12 hombres) con un equipo superconductor de 1,5 Teslas (Philips Gyroscan Intera T15, Holanda).

Tras adquirir imágenes RM transversales y coronales potenciadas en T1 y T2 que permitieran localizar con precisión la vía biliar, se administró una solución de Mn-DPDP (Teslascan®, Amersham-Health, Noruega) a una dosis de 5 μ mol/kg en una perfusión rápida de 1 ml/s. Los pacientes estaban en ayunas de cuatro horas, sin ninguna otra preparación especial.

Para obtener las imágenes colangiográficas, se utilizó una secuencia eco de gradiente 3D potenciada en T1 (RMCF-Mn; TR: 4,4 ms, TE: 1,2 ms, ángulo: 20°, matriz: 336 \times 512, 95 particiones de 2 mm de espesor, tiempo de adquisición de 18 s).

Los estudios se dividieron en tres grupos en función del intervalo de tiempo transcurrido entre la inyección del contraste y la obtención de las imágenes: a) inferior a cinco minutos, b) entre 5 y 20 minutos, y c) después de los 20 minutos tras la administración del contraste.

Tras adquirir las imágenes se procedió a obtener 16 proyecciones coronales de máxima intensidad (MIP), en una estación de trabajo (Philips Easy Vision, Holanda).

A ocho de estos pacientes se les realizó adicionalmente un estudio de la vía biliar mediante secuencias *Single Shot* TSE potenciadas en T2 (RMCC-T2) con los siguientes parámetros: TR de 2.690 ms, TE de 1.000 ms, grosor de corte de 45 mm, FOV de 250 mm y una matriz de adquisición de 200 \times 512. Seis de las exploraciones se efectuaron antes de la administración de Mn-DPDP y dos de ellas con posterioridad.

Se recogieron como variables la visualización de la vía biliar (categorizada como: *no se visualiza*; *sólo extrahepática*; *extrahepática y principales*; *o secundaria, principal y extrahepática*) y la presencia de estenosis (*no*, *parcial*, *obstrucción*) y su localización (*extrahepática distal*, *extrahepática proximal*, *hiliar*, *e intrahepática*). En los casos de estenosis u obstrucción se analizó también la causa de la misma (*coledocolitiasis*, *estenosis benigna*, *estenosis maligna* y *colangitis*) y la relación entre la visualización de las estructuras biliares y el tiempo transcurrido entre la administración del Mn-DPDP y la obtención de las imágenes. Asimismo, se valoró la relación entre la presencia de contraste en el duodeno y el tiempo transcurrido desde la administración del Mn-DPDP y la realización del estudio.

RESULTADOS

La media de edad fue de 61,6 años (\pm 15,8). Dos pacientes presentaban estenosis de la vía biliar (uno de ellos con obstrucción completa) secundaria a coledocolitiasis.

De los 16 pacientes, se logró visualizar la vía principal y extrahepática en 11 casos (68,8%) (fig. 1). La vía extrahepática,

principal y secundaria se observaron en dos casos (12,5%) (fig. 2), y solamente se evidenció la vía extrahepática o la intrahepática en un paciente en cada caso (6,3%). En un caso, con obstrucción completa, no se opacificó el árbol biliar (fig. 3). En los estudios con secuencias RMCC-T2 se apreciaban los secundarios en el 66,6% y la extrahepática y principales en el 33,3%.

En el caso con estenosis de la vía biliar sin obstrucción completa, la RMCF-Mn fue capaz de localizar el nivel de la estenosis (colédoco distal). La ausencia de realce del árbol biliar en el paciente con obstrucción completa impidió la localización y etiología de la estenosis en las secuencias con Mn-DPDP (fig. 3). Las secuencias RMCC-T2 lograron visualizar la localización de la estenosis y caracterizar la etiología de la misma (coledocolitiasis) en estos dos casos.

En cuanto a la opacificación del duodeno, expresión de la funcionalidad hepática y biliar, se objetivó relleno duodenal completo en dos de los tres casos (66,6%) (fig. 2) en los que el estudio se inició después de 20 minutos de la administración del contraste y presentaban una vía biliar permeable. En los 12 pacientes a los que se les realizó la exploración antes de los 20 minutos no se contrastó completamente el duodeno en ningún caso. Se apreció relleno parcial en el 12,5% de los estudiados antes de los cinco minutos, y en el 25% de los casos obtenidos entre los 5 y 20 minutos respectivamente.

En dos casos en los que las secuencias RMCC-T2 se realizaron tras la administración del Mn-DPDP no se observó la vía biliar en estas imágenes (fig. 4). En las imágenes potenciadas en T2 convencionales se observó como el Mn-DPDP en el interior de la vía era muy hipointenso en estas secuencias.

Ningún paciente presentó reacción adversa alguna tras la administración del medio de contraste.

DISCUSIÓN

En el estudio de la vía biliar se utilizan diversas técnicas de diagnóstico por imagen. La ecografía y la tomografía computarizada se usan con frecuencia en la valoración de la patología biliar, presentando una sensibilidad y especificidad muy aceptables. Sin embargo, ambas pruebas tienen sus limitacio-

Fig. 1.—Paciente con cuadro constitucional y dilatación de la vía biliar en la ecografía. En el estudio de RM-colangiografía funcional a los 10 minutos tras la administración de Mn-DPDP se aprecia el relleno de la vía biliar principal y extrahepática y de la vesícula biliar sin relleno duodenal. Nótese la dilatación no obstructiva de la vía biliar principal izquierda.

Fig. 2.—Paciente colecistectomizado con cuadro de pancreatitis aguda leve. En el estudio de RM-colangiografía funcional a los 30 minutos tras la administración de Mn-DPDP se aprecia el relleno de la vía biliar intrahepática, principal y extrahepática con discreta distensión no obstructiva y sin alteraciones, así como relleno duodenal.

nes y presentan dificultades para el diagnóstico de una de las patologías más frecuentes, la coledocolitiasis, sobre todo a la altura del colédoco distal^{11,8,9}. La prueba radiológica más precisa para valorar la vía biliar es la colangiografía directa en cualquiera de sus tres formas: la colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE), la colangiografía transhepática percutánea (CTH) y la colangiografía intraoperatoria, alcanzando una eficacia diagnóstica superior al 96%. Sin embargo, estos procedimientos se asocian a una morbilidad y mortalidad nada desdeñables (1-7% y 0,2-1% respectivamente)⁵, por lo que se hace recomendable el uso de técnicas diagnósticas incruentas^{4,10}.

La alta intensidad de señal mostrada por los líquidos acuosos estáticos, como la bilis, en aquellas secuencias con una alta proporción de potenciación en T2, se ha utilizado para obtener una visualización precisa de la vía biliar oscureciendo el resto de los tejidos sólidos circundantes. La introducción de equipos de alto campo magnético externo y la incorporación de secuencias rápidas ha reducido considerablemente el tiempo de adquisición de las imágenes, permitiendo además una reducción de los artefactos

de movimiento. Así, se han propuesto diversos métodos para acortar la duración de las exploraciones^{11,12}, incluyendo el uso de técnicas con tren de ecos altos (TSE, RARE)^{13,14}, eco de gradiente (EG, balanced-EG) y mixtas eco de gradiente y turbo eco del espín (GRASE)¹⁵, y utilizando la simetría del espacio k (HASTE)¹⁶. Cuando se consiguen imágenes de calidad en tiempos de adquisición inferiores a los 20 segundos, el paciente tolerará la realización del estudio en apnea, lo que disminuirá aún más la presencia de artefactos por movimiento respiratorio. Cuando estas técnicas están fuertemente potenciadas en T2 se consigue la visualización de la vía biliar de una forma comparable a la ERCP, habiéndose mostrado de utilidad en la valoración de variantes anatómicas de la vía biliar previo a la cirugía^{4,17}, diagnóstico de patología congénita¹⁸, detección de coledocolitiasis^{1,3,8} y de colangiocarcinomas⁸, entre otras. Sin embargo, estas secuencias no discriminan entre los diferentes líquidos (como entre bilis, contenido gástrico y ascitis), no pudiendo además evaluar la funcionalidad biliar.

Varias sustancias, como el Mn-DPDP, el Gd-BOPTA y el Gd-EOB-DTPA, se han desarrollado como medios de contraste con cierta afinidad hepática y con una excreción biliar variable. Los primeros estudios con estas sustancias mostraron su efectividad para detectar lesiones focales hepáticas e, incluso, caracterizarlas. Puesto que estos agentes se excretan por la vía biliar, se pensó que podían ser de utilidad para una mejor visualización del sistema excretor biliar así como para el estudio funcional del mismo.

El manganeso dipiridoxil difosfato (Mn-DPDP, Teslascan®, Amersham-Health, Noruega) es un medio de contraste paramagnético desarrollado en 1988 que contiene un ión manganeso unido a un quelante análogo de la vitamina B6. Después de su administración aumenta en las secuencias potenciadas en T1, la intensidad de la señal en el parénquima hepático, el bazo, el páncreas y los riñones sin que esto ocurra en la grasa abdominal y el tejido muscular¹⁹. El manganeso se une a las proteínas circulantes, es captado por el hepatocito y excretado por la vía biliar. La dosis aconsejada se sitúa entre los 5 µmol/kg y 10 µmol/kg. La dosis letal media (DL50), estudiado en ratones, oscila entre los

A

Fig. 3.—Paciente con ictericia obstructiva. En la RM-colangiografía convencional potenciada en T2 se observa la dilatación de la vía biliar por una coledocolitiasis distal. En la imagen poscontraste 3D-EG potenciada en T1 no se observa Mn-DPDP en el interior de la vía biliar.

B

A

B

Fig. 4.—Paciente con discreta dilatación no obstructiva de la vía biliar. En la imagen poscontraste 3D-EG potenciada en T1 se observa el contraste en el interior de la vía biliar no obstruida. En las imágenes coronal y RM-colangiografía convencional potenciadas en T2 no se observa el colédoco, marcadamente hipointenso por la presencia de Mn-DPDP, aunque sí el conducto pancreático principal.

C

1,9 mmol/kg hasta los 5 mmol/kg tras la inyección intravenosa en bolo⁶. La rubefacción y la sensación de calor en la cara es el efecto secundario más frecuente a estas dosis habituales y que raramente precisa intervención alguna²⁰. Debido a que el manganeso es un ión metálico paramagnético, produce un acortamiento del tiempo de relajación longitudinal y un incremento de la señal. Tras la administración de 10 μ mol/kg el parénquima hepático alcanza su máximo realce en las secuencias potenciadas en T1 a los 10 minutos, permaneciendo brillante durante varias horas.

En nuestro estudio se ha evidenciado una peor visualización general de la vía biliar en las secuencias RMCF-Mn frente a las RMCC-T2. Probablemente influya en este hecho el escaso intervalo entre la administración de Mn-DPDP y la obtención de las imágenes, la mayor duración de la secuencia RMCF-Mn, y la inclusión de casos con obstrucción completa. Papanikolaou et al²¹ no encontraron diferencias significativas en la rentabilidad diagnóstica de ambas técnicas en un estudio con 15 pacientes en el que compararon la visualización de la vía biliar antes y después de la administración de Mn-DPDP. En este estudio ningún caso presentaba obstrucción biliar completa y todos los estudios se realizaron una hora tras la infusión del manganeso. Esta utilidad en ausencia de obstrucción también ha sido resaltada por Lee et al¹⁷, donde se señala la utilidad de la evaluación del árbol biliar tras la administración de Mn-DPDP para detectar posibles variantes anatómicas en 10 donantes de hígado sanos para trasplante. Utilizan una dosis estandarizada y los estudios se realizaron entre los 10 y 15 minutos tras la infusión del contraste.

La ausencia o disminución marcada del contraste en el interior de la vía biliar puede deberse tanto a la obstrucción biliar como a una incapacidad del hígado en captar y excretar el Mn-DPDP. Así, los pacientes con cirrosis hepática presentan una menor captación de Mn-DPDP por parte del parénquima hepático y, probablemente, una menor excreción biliar²². En este sentido, está por definir si una insuficiencia hepática suficiente puede condicionar significativamente la excreción biliar y limitar, todavía más, el uso generalizado de la RMCF-Mn.

Mitchell et al²³ publicaron la utilidad de la RMCF-Mn el caso de un paciente colecistectomizado con un conducto cístico remanente largo. Resaltan que las secuencias potenciadas en T2 no debían obtenerse tras la administración del contraste ya que éste producía, en la vía biliar, una reducción de la intensidad de señal. En nuestro trabajo, la administración de Mn-DPDP impidió visualizar la vía biliar con las secuencias RMCC-T2 en pacientes no colecistectomizados (fig. 4). Este hecho se debe a que el Mn-DPDP alcanza en la vía biliar una alta concentración, disminuyendo considerablemente la intensidad de señal de la bilis en las imágenes potenciadas casi exclusivamente en T2.

Vitellas et al²⁴ fueron los primeros en demostrar la utilidad de la RMCF-Mn en un paciente tratado con colecistectomía laparoscópica con dehiscencia de la sutura biliar. Tras la administración de Mn-DPDP se realizaron secuencias EG potenciadas en T1 a los 90, 180 y 270 minutos, detectando la presencia de bilis

extravasada hiperintensa y discriminándola de las demás colecciones líquidas asociadas a la fuga biliar.

En nuestra serie, sólo dos pacientes presentaban estenosis de la vía biliar lo que hace aventurado sacar conclusiones acerca de la utilidad de la RMCF-Mn en el diagnóstico de la misma. Sin embargo, la presencia de obstrucción completa dificulta sobremanera la detección de patología intraluminal, como en el caso de la coledocolitiasis (patología más frecuente) debido a la ausencia de realce biliar tras la administración de Mn-DPDP (fig. 3).

En conclusión, la rentabilidad de la RMCC-T2 es superior a la obtenida con RMCF-Mn. La RMCF-Mn puede ser una buena alternativa para la valoración del árbol biliar en aquellos casos en los que la RMCC-T2 no sea concluyente, interese evaluar la función excretora biliar o se sospeche fuga biliar. En nuestra experiencia, para una correcta definición de la vía biliar es preciso que el intervalo de tiempo entre la administración del contraste y la realización del estudio no sea inferior a 20 minutos. Además, las secuencias potenciadas en T2 deben realizarse antes de la administración del Mn-DPDP para evitar el efecto de anulación de la señal de la bilis con estas secuencias.

BIBLIOGRAFÍA

1. Becker CD, Grossholz M, Becker M, Mentha G, De Peyer R, Terrier F. Choledocholithiasis and bile duct stenosis: diagnostic accuracy of MR cholangiopancreatography. *Radiology* 1997;205:523-30.
2. Liu TH, Consorti ET, Kawashima A, Tamm EP, Kwong KL, Gill BS, et al. Patient evaluation and management with selective use of magnetic resonance cholangiography and endoscopic retrograde cholangiopancreatography before laparoscopic cholecistectomy. *Ann Surg* 2001;234:33-40.
3. Chan Y, Chan ACW, Lam WWM, Lee DWH, Chung SSC, Sung JY, et al. Choledocholithiasis: comparison of MR cholangiography and endoscopic retrograde cholangiography. *Radiology* 1996;200:85-9.
4. Materne R, Van Beers E, Gigot JF, Jamart J, Geubel A, Pringot J, et al. Extrahepatic biliary obstruction: magnetic resonance imaging compared with endoscopic ultrasonography. *Endoscopy* 2000;32:3-9.
5. Varghese JC, Liddell RP, Farrell MA, Murray FE, Osborne H, Lee MJ. The diagnostic accuracy of magnetic resonance cholangiopancreatography and ultrasound compared with direct cholangiography in the detection of choledocholithiasis. *Clin Radiol* 1999;54:604-14.
6. De Haen C, Gozzini L. Soluble-type hepatobiliary contrast agents for MR imaging. *J Magn Reson Imaging* 1993;3:179-86.
7. Schuhmann-Giamperi G. Liver contrast media for magnetic resonance imaging. *Invest Radiol* 1993;28:751-61.
8. Vitellas K, Keogan MT, Spritzer CE, Nelson RC. MR cholangiopancreatography of bile and pancreatic duct abnormalities with emphasis on the single-shot fast spin-echo technique. *Radiographics* 2000;20:939-57.
9. Bret PM, Reinhold C. Magnetic resonance cholangiopancreatography. *Endoscopy* 1997;29:472-86.
10. Demartines N, Eisner L, Schnabel K, Fried R, Zuber M, Harder F. Evaluation of magnetic resonance cholangiography in the management of bile duct stones. *Arch Surg* 2000;135:148-52.
11. Irie H, Honda H, Tajima T, Kuroiwa T, Yoshimitsu K, Makisumi K, et al. Optimal cholangiopancreatographic sequence and its clinical application. *Radiology* 1998;206:379-87.
12. Mahfouz AE, Hamm B, Taupitz M. Hepatic magnetic resonance imaging: new techniques and contrast agents. *Endoscopy* 1997;29:504-14.
13. Soto JA, Barish MA, Alvarez O, Medina S. Detection of choledocholithiasis with MR cholangiography: comparison of three-dimensional fast spin-echo and single and multisection half-Fourier rapid acquisition with relaxation enhancement sequences. *Radiology* 2000;215:737-45.
14. Lee M, Jeong YK, Kim MH, Lee SG, Kang EM, Chien D, et al. MR cholangio-pancreatography of pancreatobiliary diseases: comparing single-shot RARE and multislice HASTE sequences. *AJR* 1998;171:1539-45.
15. Feinberg DA, Oshio K. GRASE (gradient and spin echo) MR imaging: a new fast clinical imaging technique. *Radiology* 1991;181:597-602.
16. Van Epps K, Regan F. MR cholangiopancreatography using Haste sequences. *Clin Radiol* 1999;54:588-94.
17. Lee VS, Rofsky NM, Morgan GR, Teperman LW, Krinsky GA, Berman P, et al. Volumetric mangafodipir trisodium-enhanced cholangiography to define intrahepatic biliary anatomy. *AJR* 2001;176:906-8.
18. Kim SH, Lim JH, Yoon HK, Han BK, Lee SK, Kim YI. Choledochal Cyst: comparison of MR and conventional cholangiography. *Clinical Radiology* 2000;55:378-83.
19. Jung J, Heindel W, Krahe T, Walter C, Fischbach R, Klaus H, et al. Influence of hepatobiliary contrast agent mangafodipir trisodium (Mn-DPDP) on the imaging properties of abdominal organs. *Magn Reson Imaging* 1998;16:925-31.
20. Federle MP, Chezmar JL, Rubin DL, Weinreb JC, Freeny PC, Semelka RC, et al. Safety and efficacy of mangafodipir trisodium (MnDPDP) injection for hepatic MRI in adults: results of the U.S. multicenter phase III clinical trials (safety). *J Magn Reson Imaging* 2000;12:186-97.
21. Papanikolaou N, Prassopoulos P, Eracleous E, Maris T, Cogas C, Gourtsoyiannis N. Contrast-enhanced magnetic resonance cholangiography versus heavily T2-weighted magnetic resonance cholangiography. *Invest Radiol* 2001;36:682-6.
22. Martí-Bonmatí L, Lonjedo E, Poyatos C, Casillas C. MnDPDP enhancement characteristics and differentiation between cirrhotic and noncirrhotic livers. *Invest Radiol* 1998;33:717-22.
23. Mitchell DG, Alam F. Mangafodipir trisodium: effects on T2 and T1 weighted MR cholangiography. *J Magn Reson Imaging* 1999;9(2):366-8.
24. Vitellas K, El-Dieb A, Vaswani K, Bennett W, Fromkes J, Steinberg S, et al. Detection of bile duct leaks MR cholangiography with mangafodipir trisodium (Teslascan). *J Comput Assist Tomogr* 2001;25: