

Acta Médica

Grupo Ángeles

Volumen 4
Volume

Número 1
Number

Enero-Marzo 2006
January-March

Artículo:

Colangiopancreatografía por resonancia magnética

Derechos reservados, Copyright © 2006:
Grupo Ángeles Servicios de Salud

Otras secciones de
este sitio:

- Índice de este número
- Más revistas
- Búsqueda

*Others sections in
this web site:*

- Contents of this number
- More journals
- Search



Edigraphic.com



Colangiopancreatografía por resonancia magnética

Miguel Rodríguez-Asiaín,* María de Guadalupe Gómez-Pérez,
Julián Sánchez-Cortazar,*** Marco Antonio Téliz-Meneses,****
Maritza Angulo-Suárez,**** Yennys Vicente-Andrews***

Resumen

La colangiopancreatografía por resonancia magnética (CPRM) descrita por primera vez en 1991 por BK Wallner en Alemania, es una técnica de imagen que utiliza la resonancia magnética (RM) para visualizar los líquidos estáticos o de movimiento muy lento que producen imágenes del árbol pancreatobiliar similares a las obtenidas por métodos radiográficos invasivos como la colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE). Ha sido aceptada ampliamente para evaluar las enfermedades de las vías biliares o del conducto pancreático de una manera no invasiva. Estudios recientes demuestran que la CPRM es comparable o más útil que otras técnicas como ultrasonido, TC y CPRE para el estudio de coledocolitis, obstrucción maligna de los conductos biliares o pancreáticos, anomalías congénitas y pancreatitis crónica, este método ofrece un excelente contraste tisular y alto detalle anatómico.

Palabras clave: Resonancia magnética (RM), imagen rápida, colangiopancreatografía, colangiopancreatografía retrógrada endoscópica, enfermedades pancreáticas, hepáticas, biliares, pancreatitis.

Summary

Magnetic Resonance Cholangiopancreatography (MRCP) described for the first time in 1991 by BK Wallner in Germany, is an imaging technique that uses Magnetic Resonance Imaging (MRI) to visualize static or very slow moving fluids that produce images of the pancreatic biliary tree similar to those obtained by invasive radiological methods such as retrograde cholangiopancreatography (ERCP). It has been widely accepted to evaluate biliary tree or pancreatic duct diseases in a noninvasive way. Recent studies show that MRCP is comparable with or more useful than other techniques, such as ultrasound, CT and ERCP to study choledocholithiasis, malignant obstruction of the biliary or pancreatic ducts, congenital anomalies, and chronic pancreatitis, this method offers an excellent tissue contrast and high anatomic detail.

Key words: Magnetic resonance (MR), fast imaging, cholangiopancreatography, endoscopic retrograde cholangio-pancreatography, biliar, pancreatic, hepatic diseases, pancreatitis.

INTRODUCCIÓN

Con la introducción de la colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE) al inicio de los años 70 los gastroenterólogos tuvieron a su disposición un método que les permitió evaluar una amplia gama de patologías localizadas al árbol pancreatobiliar. En 1991 se describió por primera vez la colangiopancreatografía por resonancia magnética (CPRM)¹ la cual es en la actualidad una técnica de imagen comparable con ésta en muchos de los casos, esto es porque la bilis y las secreciones pancreáticas tienen una alta intensidad de señal en imágenes de RM potenciadas en T2 (con aspecto blanco o brillante), mientras que los tejidos adyacentes generan baja intensidad de señal (aparecen negros u oscuros).² La CPRM no requiere de la

* Curso de Postgrado de Resonancia Magnética para Médicos Especialistas. Hospital Ángeles Pedregal.
** Director Médico de Resonancia Magnética. Hospital Ángeles Pedregal.
*** Director Médico de Aceleración Nuclear y Resonancia Magnética. Hospital Ángeles Pedregal.
**** Médico adscrito al Servicio de Resonancia Magnética. Hospital Ángeles Metropolitano.

Correspondencia:

Dr. Miguel Rodríguez Asiaín
Plan de Guadalupe 291 Col. Constitución, 42080.
Pachuca, Hidalgo.
Correo electrónico: mr_asiaín@yahoo.com

Aceptado: 29-11-2005

administración de ningún medio de contraste, es un método diagnóstico, no terapéutico que evita la morbilidad y mortalidad potencial asociada de la CPRE diagnóstica cuando existe la sospecha de patología pancreatobiliar.

La RM ha sido el descubrimiento más importante en diagnóstico por imagen médica desde el descubrimiento de los rayos-X, esta técnica se ha convertido en la herramienta más importante en la radiología diagnóstica en el sistema nervioso y actualmente se aplica en todo el cuerpo. Con el desarrollo de secuencias de imágenes rápidas y antenas específicas se ha mejorado considerablemente la calidad de la imagen abdominal, dando una excelente calidad de imagen y certeza diagnóstica.

TÉCNICA

El principio básico de CPRM es que los líquidos corporales como las secreciones pancreáticas y biliares tienen alta intensidad de señal en imágenes altamente potenciadas en tiempo de relajación transversal (T2) aparecen hiperintensas mientras que el resto de los tejidos tienen señal baja y son hipointensas (*Figura 1*).

La cantidad total de tiempo requerida para el examen varía de 15 a 30 minutos agregando secuencias para explorar el abdomen en cortes axiales y coronales con eco de gradiente. Para este propósito se utilizan secuencias de disparo único con tren de eco, en éste se utilizan pulsos de 90 grados seguidos por pulsos de 180, con un tren de eco extremadamente largo de 100 a 150 además de un tiempo de eco largo utilizado para producir imágenes altamente potenciadas en T2.³

Todas las técnicas de CPRM están basadas en secuencias de eco rápido (fast spin echo FSE) o turbo spin eco (TSE) altamente ponderadas en T2 (con TE largo).^{4,5} Como en todas las técnicas aplicadas en abdomen superior, los movimientos respiratorios degradan la calidad de la imagen. Se realizan técnicas de adquisición rápida durante una sola respiración o con compensador respiratorio de la imagen en la cual el tiempo de adquisición de la misma coincide con la respiración del paciente. La técnica de CPRM debe ser utilizada en conjunto con las técnicas convencionales de RM para valorar los órganos adyacentes.

El método utilizado para desplegar las imágenes obtenidas con CPRM depende del tipo de datos adquiridos.⁶ Si se utilizan grupos de imágenes multicorte éstas pueden ser procesadas por una computadora. Se procesan mediante un algoritmo llamado de máxima intensidad de proyección (maximal- intensity- projection MIP) en el cual se obtienen sólo los pixeles de más alta señal. La aplicación de este algoritmo da como resultado una imagen en dos dimensiones de apariencia radiológica parecida a las obtenidas por CPRE. Otro método es mediante un corte grueso

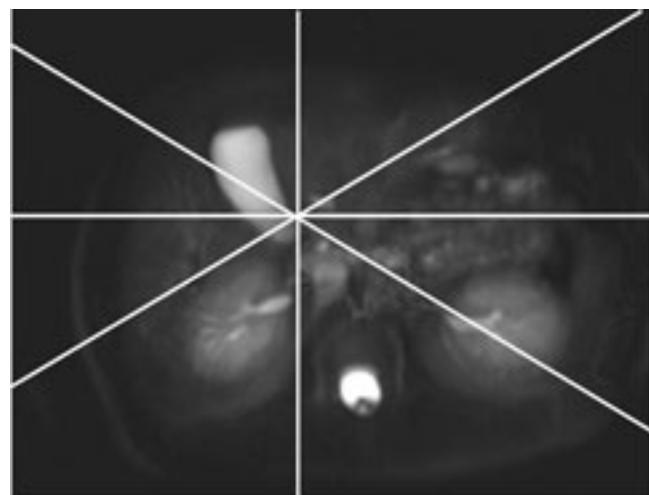


Figura 1. CPRM axial y planeación de cortes radiales.

de datos en el cual todas las estructuras que tienen líquido en el corte aparecen brillantes. El método multicorte y el método de corte único se puede realizar en el tiempo de una sola apnea. Los datos obtenidos por ambos métodos son complementarios. En la secuencia de corte único se utiliza una colimación de 30 a 70 mm, ésta se obtiene en plano coronal durante 2 a 3 segundos. Se pueden adquirir múltiples cortes con técnica radial, ésta es útil para dar una perspectiva del sistema biliar pero no es efectiva para demostrar defectos de llenado pequeños.⁷

Es importante adquirir una secuencia de cortes múltiples en plano axial con colimación delgada para evaluar el detalle de las estructuras intraductales.⁸ El efecto parcial de volumen puede obstruir la visualización de pequeños litos e irregularidad mural, así es que siempre se deben evaluar las imágenes de origen con cortes finos. Habitualmente para obtener imágenes de CPRM parecidas a CPRE se utiliza la técnica de disparo-único y tren de eco, extremadamente largo de 100 a 50 con pulsos de reenfoque de 180 grados con un tiempo de eco (TE) efectivo de 1,000 milisegundos sin supresión de la grasa o un TE 250 a 400 milisegundos con supresión de la grasa. Con estas imágenes no es posible evaluar las estructuras periductales. Los líquidos con un TE relativamente corto como bilis concentrada o líquidos mucinosos pueden dar como resultado señal baja o casi nula.⁹

APLICACIONES CLÍNICAS

Examen como estudio de rastreo en pacientes de baja a intermedia probabilidad de *coledocolitiasis*: CPRM es útil para determinar la presencia o ausencia de litos en conductos biliares comunes, así como también el número,

tamaño y localización cuando el ultrasonido (US) es fallido. Con el uso de CPRM se tiene una especificidad del 95-100%.⁹ Ésta es particularmente útil en la evaluación de pacientes con sospecha de litos, pancreatitis y en pacientes con dolor abdominal no específico, si este estudio no muestra evidencia del conducto biliar común se puede evitar una CPRE innecesaria.¹⁰

CPRE fallida o incompleta: CPRM provee los medios para demostrar los conductos biliares y pancreáticos después de una CPRE fallida o incompleta. Las alteraciones anatómicas como Billroth II, divertículos periampulares, estenosis duodenal y masas periampulares, pueden contribuir a intentos fallidos de CPRE.¹¹ La CPRM permite la evaluación de las vías biliares en pacientes quienes no son candidatos a CPRE por fracturas cervicales espinas, tumores de la cabeza y cuello u otras entidades que contraindiquen la endoscopia.¹²

Variantes en la anatomía ductal: La CPRM es útil para demostrar las anomalías anatómicas y congénitas de la vía biliar y conductos pancreáticos como páncreas divisum, quistes de colédoco, páncreas anular, uniones pancreatobiliares anormales y conductos biliares aberrantes.¹³ Se puede utilizar previo a colecistectomía laparoscópica para identificar éstas.¹⁴

Anatomía postquirúrgica: Ha sido útil para demostrar las vías biliares modificadas por éstas como anastomosis bilioentericas y trasplantes hepáticos.¹⁵⁻¹⁷

Colangitis esclerosante primaria: Provee un método no invasivo con una sensibilidad del 88% y especificidad del 97%.⁹

Complicaciones de pancreatitis crónica: Demuestra dilatación ductal, estenosis, cálculos intraductales, fistulas y pseudoquistes presentes en esta entidad. Una de las principales indicaciones es definir la anatomía ductal y extensión de la enfermedad previo al drenaje quirúrgico.¹⁸

Obstrucción del conducto biliar común: La CPRM tiene una enorme ventaja en esta entidad, gracias a que permite visualizar los conductos biliares proximales.¹⁹

ENTIDADES PATOLÓGICAS

Entidades benignas²⁰

Enfermedades quísticas de los conductos biliares

Las enfermedades congénitas de tipo quístico se pueden clasificar de acuerdo a la clasificación de Todani: tipo I, quiste de colédoco; tipo II, divertículo de los conductos extrahepáticos; tipo III coledococele; tipo IV, quistes segmentarios múltiples; y tipo V, enfermedad de Caroli.²¹ La CPRM es efectiva y comparable para la evaluación de estas lesiones. También la combinación de CPRM y la aplicación de gadoli-

nio en imágenes potenciadas en T1 son útiles para diagnosticar hallazgos asociados como litiasis o cáncer. La CPRM ha demostrado ser efectiva para evaluar los quistes de coléodo-co, el coledococele y la enfermedad de Caroli.^{22,23}

Variantes congénitas de la vía biliar

Las variantes anatómicas del conducto cístico son de gran importancia debido a las complicaciones durante la colecistectomía. En estudios que evalúan las variantes anatómicas del árbol biliar, la CPRM ha demostrado adecuadamente variantes como inserción baja del cístico, cístico paralelo a los conductos hepáticos y un conducto hepático derecho aberrante.^{24,25}

Páncreas divisum

Es la variante anatómica más común que resulta de una alteración de la fusión del conducto dorsal y ventral del páncreas.²⁶ Como resultado el páncreas tiene dos sistemas ductales separados. La incidencia de esta anomalía se ha reportado entre 1.3 y 6.7% de la población general. En pacientes con páncreas divisum la papila menor puede propiciar alteración en el drenaje y en consecuencia pancreatitis crónica. Es importante mencionar que en la CPRE sólo el conducto ventral es el que se puede canular a través de la papila mayor. En CPRM se puede diagnosticar adecuadamente ambos e identificar el sitio de drenaje.²⁷

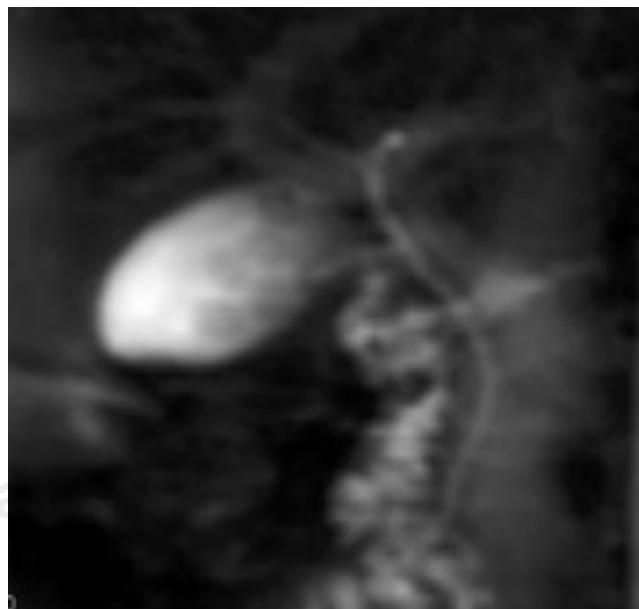


Figura 2. CPRM paciente con litiasis vesicular múltiple.

Colecistolitiasis

La principal modalidad de imagen para ésta es el US. La CPRM es altamente sensible para el diagnóstico de litiasis (*Figura 2*) mejor que la tomografía computada (TC) y el US.

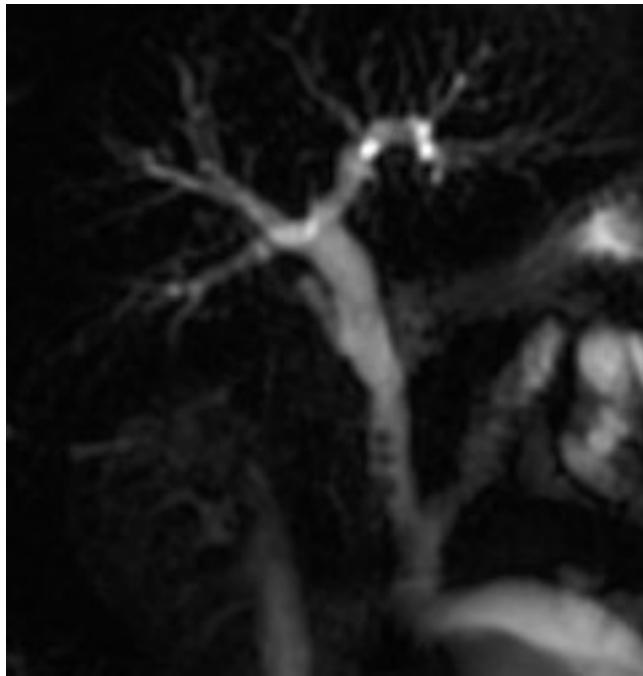


Figura 3. CPRM en un paciente postoperatorio, colecistectomía, donde se demuestran múltiples defectos de llenado en el colédoco, dilatación de la vía biliar y del conducto pancreático.

Coledocolitiasis

El diagnóstico certero es crucial porque la detección de litos en este sitio durante la colecistectomía es difícil. El US y la TC muestran relativamente baja sensibilidad para el diagnóstico de litos en las vías biliares. CPRE es considerado el procedimiento de elección como estándar de oro. La CPRM ha demostrado ser un excelente método para detectar litos (*Figuras 3 y 4*). En cortes finos aparecen como imágenes de defecto de ausencia de señal, éstos pueden ser detectados desde 2 mm. En conductos dilatados o no dilatados. En imágenes gruesas sólo se detectan litos mayores a 4 mm porque los menores se rodean de líquido biliar y no es posible evaluarlos por el efecto parcial de volumen.

Existen múltiples imágenes que pueden semejar litos en CPRM como son burbujas de aire intraductales. Los coágulos sanguíneos pueden ser indistinguibles de los litos. Otras fallas en el diagnóstico incluyen tortuosidad del conducto biliar, clips metálicos o compresión extraductal de la arteria hepática o gastroduodenal.^{28,29}

Para un diagnóstico más certero se deben analizar las imágenes crudas axiales en conjunto con las imágenes obtenidas con la técnica de colangiopancreatografía de disparo único reconstruidas con MIP.³⁰

Colangitis primaria esclerosante

Se caracteriza por fibrosis crónica e inflamación de las vías biliares de etiología desconocida. El diagnóstico se hace mediante los hallazgos CPRE e histología. Su apariencia se caracteriza por dilataciones múltiples irregulares y saculares de las vías biliares. La modalidad de imagen conven-

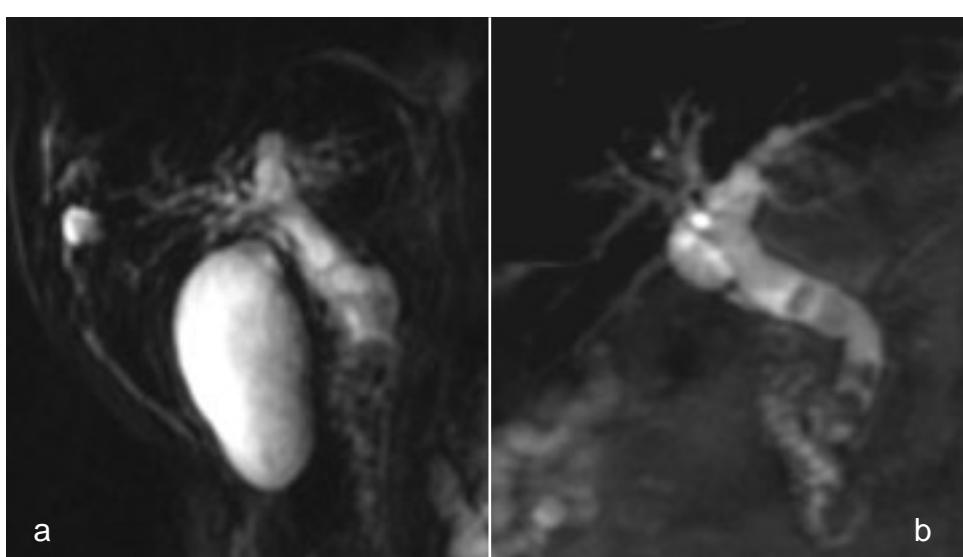


Figura 4. CPRM coledocolitiasis. Se demuestra dilatación de la vía biliar con múltiples defectos de llenado hacia la porción distal. a) Paciente con presencia de vesícula biliar. b) Paciente postoperatorio, colecistectomía.

cional es la CPRE aunque ésta puede dar colestasis. Se ha demostrado que la especificidad y sensibilidad y especificidad es de 85 al 88% y 92 al 97% respectivamente.^{31,32} La dificultad en el diagnóstico diferencial directamente reside cuando los cambios son sutiles y con presencia de cirrosis puede distorsionar la señal de los conductos biliares intrahepáticos.³³

Complicaciones postquirúrgicas

La complicación biliar más común es la estenosis benigna. CPRM puede demostrar los conductos biliares proximales a la estenosis. También se puede detectar fuga biliar, fistula biliar y litos retenidos con una efectividad muy alta.

En pacientes con anastomosis bilio-entéricas puede ser difícil realizar CPRE. Ésta es efectiva para la evaluación de las estructuras anatómicas, estenosis de los conductos biliares y anastomosis en cerca del 100% de los pacientes. Se deben evaluar las imágenes con cortes finos que pueden no ser observadas con las imágenes gruesas. Se debe tener en consideración que la presencia de neumobilia o hematobilia pueden aparentar falsas estenosis.³⁴

Pancreatitis aguda

La TC es considerada en la actualidad el estándar de oro para el diagnóstico de esta entidad, ésta permite detectar y valorar el grado de necrosis, así como de colecciones abdominales. En reportes recientes se ha cuestionado el uso de medio de contraste en las etapas agudas de pancreatitis. Se ha reportado que la colangiopancreatografía ha tenido resultados similares en el diagnóstico de colecciones abdominales y necrosis pancreática.^{35,36}

Existe una adecuada correlación entre la TC con medio de contraste y la CPRM, hay que tener en cuenta que con el medio de contraste utilizado en TC se debe considerar a pacientes con insuficiencia renal.^{37,38}

Pancreatitis crónica

En CPRM los hallazgos típicos son: dilatación, estenosis o estrechez del conducto e irregularidad del conducto pancreático y dilatación prominente de las ramas laterales (*Figura 5*).^{39,40} Se ha reportado especificidad del 91% y sensibilidad del 92% respectivamente. Se reportó una excelente correlación entre CPRM y CPRE.⁴¹⁻⁴³

Enfermedades neoplásicas *Cáncer de vesícula biliar y adenomiomatosis*

La adenomiomatosis de la vesícula biliar es una enfermedad que se encuentra del 2 al 5% de las piezas patológicas

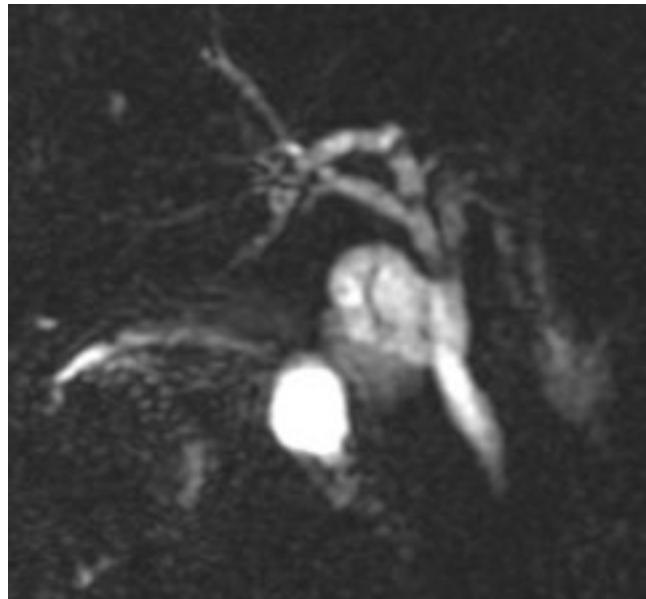


Figura 5. CPRM en un paciente con pancreatitis crónica, colelitiasis. Se demuestran los múltiples defectos de llenado en la vía biliar y dilatación del conducto pancreático.

obtenidas en colecistectomía. Patológicamente se define como proliferación epitelial e hipertrofia de la muscularis de la vesícula biliar, éste se puede clasificar en difuso, segmentario y fúndico. Estas imágenes pueden semejar carcinoma de vesícula biliar. El US es el método diagnóstico más utilizado para evaluar esta entidad aunque éste se limita a un campo de visión pequeño y la penetración de las ondas sonoras por gas y obesidad. Por CPRM se refiere el signo de collar de perlas que son múltiples imágenes hiperintensas, redondeadas en la pared de la vesícula biliar, diferentes a los defectos causados por litiasis, las cuales son bien identificadas por este método.⁴⁴

Colangiocarcinoma (Figuras 6 y 7)

Este se puede clasificar en tres tipos, de acuerdo a la localización anatómica: 1 proximal orientado de los conductos biliares proximales; 2 tipo hiliar o tumor de Klatskin, se origina de la confluencia de los conductos hepáticos derecho e izquierdo; 3 extrahepático, localizado en los conductos hepáticos comunes, hepático común, conducto biliar común. Se observa obstrucción ductal en todos los casos de tumor de Klatskin y colangiocarcinoma extrapancreático. La evaluación del nivel de la obstrucción es importante para la planeación del tratamiento.⁴⁵ Se ha reportado que la CPRM y la CPRE tienen especificidad y sensibilidad iguales. La desventaja de la CPRE es que puede haber sepsis posterior a ésta causada por

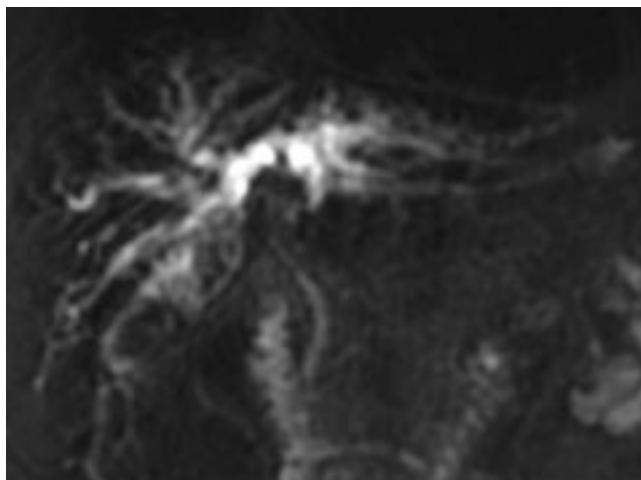


Figura 6. CPRM en un paciente con tumor de Klatskin. Se demuestra el defecto de llenado a nivel del hilio, así como la dilatación de las vías biliares proximales a la lesión.

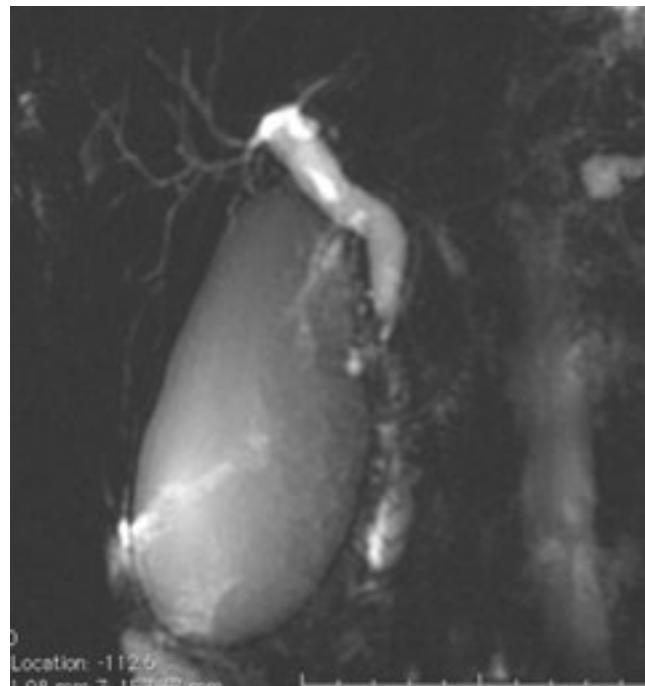


Figura 7. CPRM colangiocarcinoma e hidrocoleco. Se demuestra dilatación del colédoco con una disminución gradual del calibre hacia la porción distal.

sobredistensión del conducto biliar. A estas imágenes se les debe adicionar imágenes en T1 con contraste porque este tejido tumoral realza moderadamente.⁴⁶

Cáncer pancreático

Dentro de las características de esta entidad se observa estrechez u obstrucción del conducto pancreático común y dilatación proximal a la lesión (*Figura 8a*).⁴⁷ Los tumores de la cabeza del páncreas pueden ocasionar también obstrucción del conducto biliar común (*Figura 8b*). La CPRM evalúa el conducto proximal a la lesión que puede no ser demostrable por CPRE. En estudios para la evaluación del cáncer de páncreas tuvo una sensibilidad de 84% y una especificidad del 97%. En esta entidad se deben agregar imágenes en T1 eco de gradiente y T1 con administración de contraste.⁴⁸⁻⁵⁰

Comparación de la CPRM con CPRE

Desde su introducción la CPRE ha sido el estándar de oro para el diagnóstico de obstrucción de las vías biliares. Aunque 1.3 a 9% de los pacientes que se les ha realizado CPRE tendrán pancreatitis clínicamente significativa y una mortalidad del 0.2 al 0.5%.^{51,52} CPRE es un procedimiento muy seguro aunque en éste se reporta hasta el 10% de fallas técnicas debidas a canulación del conducto biliar común o pancreático.^{53,54}

La CPRM es no invasiva, por lo que es segura y no requiere de anestesia o inyección de medio de contraste intraductal o intravenoso. En equipos actuales se pueden

obtener imágenes de gran calidad consistentemente. En pacientes a los que se les ha realizado cirugía con anastomosis bilioenterica o Billroth II, puede no ser posible realizar CPRE, así que la CPRM es la modalidad de elección para evaluar estos pacientes. La CPRM es el estudio de elección para evaluar los conductos en su estado natural porque no distiende los conductos con el medio de contraste. La CPRE no puede evaluar tejidos adyacentes mientras que la CPRM combinada con RM da información sobre estas estructuras y patología de la misma como tumores.⁵⁵

La CPRE tiene ventajas sobre la RM, las cuales incluyen a la intervención terapéutica conjunta con la imagen diagnóstica, esto es un punto en contra de la CPRM porque algunos pacientes también necesitarán CPRE para estudios diagnósticos invasivos⁵⁶ (toma de muestras, muestras biliares o exámenes citológicos) o terapéuticos (esfinterotomía, remoción de litos o colocación de Stents).

Limitaciones

Las principales limitaciones son la poca disponibilidad del equipo de resonancia magnética, así como también que el procedimiento puede causar claustrofobia. Las dificulta-

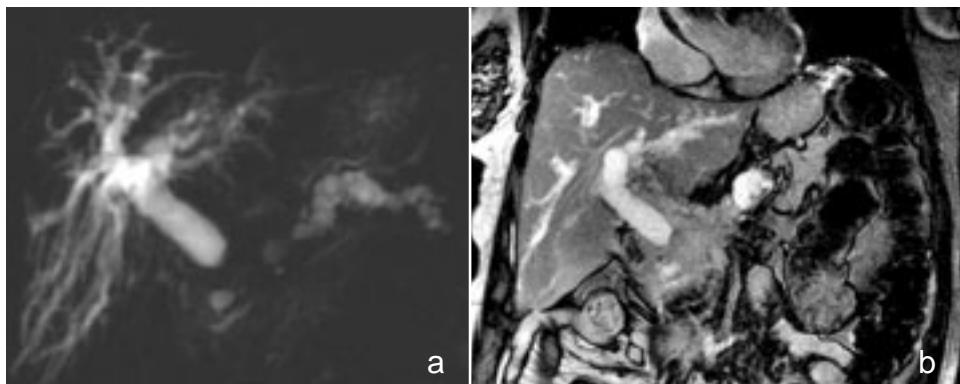


Figura 8. Carcinoma pancreático. a) CPRM que demuestra la obstrucción del conducto hepático común con dilatación del conducto hepático común proximal a la obstrucción, así como de las vías biliares. b) Coronal T2 que demuestra la situación de la obstrucción y la masa en la cabeza del páncreas que obstruye al conducto pancreático y a las vías biliares.

des relacionadas a artefactos metálicos, movimientos respiratorios, el tiempo del procedimiento y la falta de información fisiológica son las limitaciones que se pudieran presentar durante el procedimiento.

Fallas diagnósticas en la interpretación

Las proyecciones en MIP pueden obscurecer defectos de llenado pequeños. Las imágenes en T2 pueden variar con diferentes equipos y secuencias e influenciar la imagen. Las imágenes incompletas pueden crear confusión con respecto a la anatomía ductal. En casos de resolución espacial limitada es difícil diferenciar entre estructuras benignas de malignas. Las estructuras metálicas pueden causar artefactos de susceptibilidad, así como también gas duodenal o gástrico. Se puede malinterpretar neumobilia como litos en las vías biliares. Las compresiones vasculares pueden causar pseudoobstrucción de los conductos biliares.⁵⁷ Para evitar fallas diagnósticas se deben utilizar las imágenes crudas y las imágenes reconstruidas con MIP. El hecho de repetir el estudio ayuda a evitar muchas fallas diagnósticas.⁵⁸

CONCLUSIONES

La CPRM es una moderna herramienta diagnóstica para el estudio de la vía biliar y el conducto pancreático que está evolucionando rápidamente y ganando terreno debido a lo inocuo del estudio y a la gran información intrínseca y extrínseca del árbol biliar que nos proporciona. Cada método diagnóstico tiene sus ventajas y desventajas bien demostradas, por lo que cada estudio, en particular para el diagnóstico en vías biliares, debe ser indicado apropiadamente para tener un plan de abordaje diagnóstico para tomar la conducta a seguir en cada caso.

La CPRM por sus avances técnicos y diferentes secuencias ha mejorado la calidad de imagen, por lo que se ha

convertido en una opción y en gran parte de los casos en un reemplazo para las técnicas diagnósticas invasivas. La ausencia de radiación ionizante, y la seguridad del procedimiento hacen de esta técnica un método atractivo, útil y con una alta calidad diagnóstica, esto permite reservar la CPRE para los pacientes en los que es necesario el tratamiento terapéutico o biopsia en los casos de patología de la vía biliar.⁵⁹

REFERENCIAS

1. Wallner BK, Schumacher KA, Weidenmaier W, Friedrich JM. Dilated biliary tract: evaluation with MR cholangiography with a T2-weighted contrast-enhanced fast sequence. *Radiology* 1991; 181: 805-808.
2. Barish MA, Soto JA. MR cholangiopancreatography: techniques and clinical applications. *AJR Am J Roentgenol* 1997; 169: 1295-1303. [31].
3. Mark AB, Semelka RC. MR Imaging abbreviations, definitions, and descriptions: A review. *Radiology* 1999; 213: 647-662.
4. Barish MA, Yucel EK, Soto JA, Chuttani R, Ferrucci JT. MR cholangiopancreatography: efficacy of three-dimensional turbo spin-echo technique. *AJR Am J Roentgenol* 1995; 165: 295-300.
5. Soto JA, Barish MA, Yucel EK et al. Pancreatic duct: MR cholangiopancreatography with a three-dimensional fast spin-echo technique. *Radiology* 1995; 196: 459-464.
6. Holzknecht N, Gauger J, Sackmann M, Thoeni RF, Schurig J, Holl J et al. Breath-hold MR cholangiography with snapshot techniques: prospective comparison with endoscopic retrograde cholangiography. *Radiology* 1998; 206: 657-664.
7. Keogan MT, Edelman RR. Technologic advances in abdominal MR imaging. State of the art. *Radiology* 2001; 220: 310-320.
8. Wielopolski PA, Jochen G, Damian R, Matthias O. Breath-hold MR cholangiopancreatography with three-dimensional, segmented, echo-planar imaging and volume rendering. *Radiology* 1999; 210: 247-252.
9. Fulcher AS, Turner MA, Capps GW, Zfass AM, Baker KM. Half-Fourier RARE MR cholangiopancreatography: experience in 300 subjects. *Radiology* 1998; 207: 21-32.
10. Liu TH, Consorti ET, Kawashima A. The efficacy of magnetic resonance cholangiography for the evaluation of patients with suspected choledocholithiasis before laparoscopic cholecystectomy. *Am J Surg* 1999; 178: 480-484.

11. Varghese JC, Farrell MA, Courtney G, Osborne H, Murray FE, Lee MJ. Role of MR cholangiopancreatography in patients with failed or inadequate ERCP. *Am J Roentgenol* 1999; 173: 1527-1533.
12. Soto JA, Yucel EK, Barish MA, Chuttani R, Ferrucci JT. MR cholangiopancreatography after unsuccessful or incomplete ERCP. *Radiology* 1996; 199: 91-98.
13. Soto JA, Barish MA, Yucel EK et al. Pancreatic duct: MR cholangiopancreatography with a three-dimensional fast spin-echo technique. *Radiology* 1995; 196: 459-464.
14. Yoshihiko F, Fumito F, Michiro S, Masayuki N. Pancreatic duct: Morphologic evaluation with MR cholangiopancreatography after secretin stimulation. *Radiology* 2002; 222: 674-680.
15. Ti T, Yasutuki Y, Akihiko A. Pancreaticobiliary ductal system: Value of half-Fourier rapid acquisition with relaxation enhancement MR cholangiopancreatography for postoperative evaluation. *Radiology* 2000; 215: 81-88.
16. Laghi A, Pavone P, Catalano C, Rossi M, Panebianco V, Alfani D et al. MR cholangiography of late biliary complications after liver transplantation. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 172: 1541-1546.
17. Pavone P, Laghi A, Catalano C, Broglia L, Panebianco V, Messina A et al. MR cholangiography in the examination of patients with biliary-enteric anastomoses. *AJR Am J Roentgenol* 1997; 169: 807-811.
18. Cappeliez O, Delhaye M, Deviere J et al. Chronic pancreatitis: evaluation of pancreatic exocrine function with MR pancreatography after secretin stimulation. *Radiology* 2000; 215: 358-364.
19. Guibaud L, Bret PM, Reinhold C, Atri M, Barkun AN. Diagnosis of choledocholithiasis: value of MR cholangiography. *AJR Am J Roentgenol* 1994; 163: 847-850.
20. Kim MJ, Mitchell DG, Ito K, Outwater EK. Biliary dilatation: differentiation of benign from malignant causes-value of adding conventional MR imaging to MR cholangiopancreatography. *Radiology* 2000; 214: 173-181.
21. Todani T, Watanabe Y, Narusue M, Tabuchi K, Okajima K. Congenital bile duct cysts: classification, operative procedures, and review of thirty-seven cases including cancer arising from choledochal cyst. *Am J Surg* 1977; 134: 263-269.
22. De Backer AI, Vad den Abbeele K, De Schepper AM, Van Baale A. Choledochocoele: diagnosis by magnetic resonance imaging. *Abdom Imaging* 2000; 25: 508-510.
23. Matos C, Nicaise N, Deviere J, Cassart M, Metens T, Struyven J et al. Choledochal cysts: comparison of findings at MR cholangiopancreatography and endoscopic retrograde cholangiopancreatography in eight patients. *Radiology* 1998; 209: 443-448.
24. Alvin C Silva, Jeremy L, Amy K. MR Cholangiopancreatography: Improved ductal distention with intravenous morphine administration. *Radiographics* 2004; 24: 677-687.
25. Taourel P, Bret PM, Reinhold C, Barkun AN, Atri M. Anatomic variants of the biliary tree: diagnosis with MR cholangiopancreatography. *Radiology* 1996; 199: 521-527.
26. Nicaise N, Pellet O, Metens T et al. Magnetic resonance cholangiopancreatography: interest of IV secretin administration in the evaluation of pancreatic ducts. *Eur Radiol* 1998; 8: 16.
27. Bret PM, Reinhold C, Taourel P, Guibaud L, Atri M, Barkun AN. Pancreas divisum: evaluation with MR cholangiopancreatography. *Radiology* 1996; 199: 99-103.
28. Guibaud L, Bret PM, Reinhold C, Atri M, Barkun AN. Bile duct obstruction and choledocholithiasis: diagnosis with MR cholangiography. *Radiology* 1995; 197: 109-115.
29. Reinhold C, Taourel P, Bret PM, Cortas GA, Mehta SN, Barkun AN et al. Choledocholithiasis: evaluation of MR cholangiography for diagnosis. *Radiology* 1998; 209: 435-442.
30. Regan F, Fradin J, Khazan R, Bohlmann M, Magnuson T. Choledocholithiasis: evaluation with MR cholangiography. *AJR Am J Roentgenol* 1996; 167: 1441-1445.
31. Ernst O, Asselah T, Sergent G et al. MR cholangiography in primary sclerosing cholangitis. *AJR Am J Roentgenol* 1998; 171: 1027-1030.
32. Kenneth M, Mary T, Kelly S, Robert A. Radiologic manifestations of sclerosing cholangitis with emphasis on MR cholangiopancreatography. *Radiographics* 2000; 20: 959-975.
33. Ann S, Mary A, Kevin J. Primary sclerosing cholangitis: Evaluation with MR cholangiography-A case-control study. *Radiology* 2000; 215: 71-80.
34. Holzknecht N, Gauger J, Stehling MK, Weinzierl M, Reiser M. Choledocholithiasis after Billroth II surgery: MR cholangiographic diagnosis. *Eur Radiol* 1997; 7: 520-523.
35. Lencose R, Patrice T, Patrice M. Acute pancreatitis: Interobserver agreement and correlation of CT and MR cholangiopancreatography with outcome. *Radiology* 1999; 211: 727-735.
36. Sica GT, Braver J, Cooney MJ, Miller FH, Chai JL, Adams DE. Comparison of endoscopic retrograde cholangiopancreatography with MR cholangiopancreatography in patients with pancreatitis. *Radiology* 1999; 210: 605-610.
37. Ichikawa T, Sou H, Araki T, Arbab AS, Yoshikawa T, Ishigame K et al. Duct-penetrating sign at MRCP: usefulness for differentiating inflammatory pancreatic mass from pancreatic carcinomas. *Radiology* 2001; 221: 107-116.
38. Hirohashi S, Hirohashi R, Uchida H et al. Pancreatitis: evaluation with MR cholangiopancreatography in children. *Radiology* 1997; 203: 411-415.
39. Van Hoe L, Grispeerd S, Ectors N et al. Nonalcoholic duct-destructive chronic pancreatitis: imaging findings. *Am J Roentgenol* 1998; 170: 643-647.
40. Johnson PT, Outwater EK. Pancreatic carcinoma versus chronic pancreatitis: dynamic MR imaging. *Radiology* 1999; 212: 213-218.
41. Manfredi R, Guido C, Maria G. Severe chronic pancreatitis versus suspected pancreatic disease: Dynamic MR cholangiopancreatography after secretin stimulation. *Radiology* 2000; 214: 849-855.
42. Manfredi R, MD idiopathic chronic pancreatitis in children: MR cholangiopancreatography after secretin administration. *Radiology* 2002; 224: 675-682.
43. Hirohashi S, Hirohashi R, Uchida H et al. Pancreatitis: evaluation with MR cholangiopancreatography in children. *Radiology* 1997; 203: 411-415.
44. Hardome H, Tomoaki I, Hironobu S. The Pearl Necklace sign: An imaging sign of adenomyomatosis of the gallbladder at MR cholangiopancreatography. *Radiology* 2003; 227: 80-88.
45. Mi-Suk Park. Differentiation of extrahepatic bile duct cholangiocarcinoma from benign stricture: Findings at MRCP versus ERCP. *Radiology* 2004; 233: 234-240.
46. Soyer P, Bluemke DA, Reichele R, Calhoun PS, Bliss DF, Scherrer A et al. Imaging of intrahepatic cholangiocarcinoma: 1. Peripheral cholangiocarcinoma. *AJR Am J Roentgenol* 1995; 165: 1427-1431.
47. Sheridan MB, Ward J, Guthrie JA, Spencer JA, Craven CM, Wilson D et al. Dynamic contrast-enhanced MR imaging and dual-phase helical CT in the preoperative assessment of suspected pancreatic cancer: a comparative study with receiver operating characteristic analysis. *Am J Roentgenol* 1999; 173: 483-490.
48. Pracci C. Intraductal papillary mucinous tumor of the pancreas: A pictorial Essay. *Radiographics* 1999; 19: 1447-1463.
49. Irie H, Honda H, Aiba H et al. MR cholangiopancreatographic differentiation of benign and malignant intraductal mucin-producing tumors of the pancreas. *Am J Roentgenol* 2000; 174: 1403-1408.

50. Ichikawa T, Sou H, Araki T, Arbab AS, Yoshikawa T, Ishigame K et al. Duct-penetrating sign at MRCP: usefulness for differentiating inflammatory pancreatic mass from pancreatic carcinomas. *Radiology* 2001; 221: 107-116.
51. Adamek HE, Albert J, Breer H, Weitz M, Schilling D, Riemann JF. Pancreatic cancer detection with magnetic resonance cholangiopancreatography and endoscopic retrograde cholangiopancreatography: a prospective controlled study. *Lancet* 2000; 356: 190-193.
52. Manfredi R, Costamagna G, Brizi MG, Maresca G, Vecchioli A, Colagrande C et al. Severe chronic pancreatitis versus suspected pancreatic disease: dynamic MR cholangiopancreatography after secretin stimulation. *Radiology* 2000; 214: 849-855.
53. Sica GT, Braver J, Michael J, Frank H, Jessie L. Comparison of endoscopic retrograde cholangiopancreatography with MR cholangiopancreatography in patients with pancreatitis. *Radiology* 1999; 210: 605-610.
54. Karawasa E, Goldberg HI, Moss AA, Federle MP, London SS. CT pancreatogram in carcinoma of the pancreas and chronic pancreatitis. *Radiology* 1983; 148: 489-493.
55. Chan Y-L, Chan ACW, Lam WWM et al. Choledocholithiasis: comparison of MR cholangiography and endoscopic retrograde cholangiopancreatography. *Radiology* 1996; 200: 85-89.
56. Freeman ML, Nelson DB, DiSario JA et al. Risk factors for post-ERCP pancreatitis: a prospective, multicenter study. *Gastroenterology* 1999; 116: A825.
57. Yuji Watanabe, Masako D, Takayoshi I. Pseudo-obstruction of the extrapancreatic bile duct due to artifact from arterial pulsatile compression: A diagnostic pitfall of MR cholangiopancreatography. *Radiology* 2000; 214: 856-860.
58. Irie H, Honda H, Kuroiwa T, Yoshimitsu K, Aibe H, Shinozaki K et al. Pitfalls in MR cholangiopancreatographic interpretation. *Radiographics* 2001; 21: 23-37.
59. Cohen SA, Siegel JH, Kasmin FE. Complications of diagnostic and therapeutic ERCP. *Abdom Imaging* 1996; 21: 385-394.

