

O papel da colangiografia por ressonância magnética na avaliação da anatomia biliar em doadores de transplante hepático intervivos*

The role of magnetic resonance cholangiography in the evaluation of biliary anatomy in living liver donors

Elaine Cristina de Moraes Arruda¹, Julio Cezar Uili Coelho², Jorge Massayuki Yokochi³, Jorge Eduardo Fouto Matias⁴

Resumo **OBJETIVO:** Avaliar a acurácia da colangiografia por ressonância magnética no estudo da anatomia biliar de doadores de fígado em correlação com achados operatórios. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Estudo retrospectivo de 50 doadores submetidos a transplante hepático intervivos no Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. As colangiografias foram analisadas e os resultados dos exames foram comparados com os achados intra-operatórios. Apenas alterações anatômicas que promoveram mudança de estratégia cirúrgica, não-evidenciadas previamente pela colangiografia por ressonância magnética, foram consideradas como discordantes. **RESULTADOS:** Foram encontradas variações pela colangiografia por ressonância magnética em 7 doadores e em 14 durante a cirurgia. Do total de pacientes, 41 resultados foram concordes e 9 foram discordantes. A sensibilidade, a especificidade, o valor preditivo positivo, o valor preditivo negativo e a acurácia da colangiografia por ressonância magnética foram, respectivamente, de 43%, 97%, 86%, 81% e 81,6%. **CONCLUSÃO:** Conclui-se que a ressonância magnética é um método de imagem seguro e não-invasivo para avaliação pré-operatória das vias biliares de doadores e que algumas anomalias não são detectadas pela colangiografia por ressonância magnética.

Unitermos: Transplante de fígado; Doadores vivos; Imagem por ressonância magnética; Vias biliares.

Abstract **OBJECTIVE:** The present study was aimed at evaluating the accuracy of magnetic resonance cholangiography in the assessment of the biliary anatomy in living liver donors in correlation with surgical findings. **MATERIALS AND METHODS:** Fifty living liver donors were retrospectively evaluated at Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brazil. Cholangiographic images were analyzed and results were compared with intraoperative findings. Only anatomical alterations that affected the surgical strategy and had not been previously observed at magnetic resonance cholangiography were considered as being in disagreement. **RESULTS:** Anatomical variations were found in 7 donors at magnetic resonance cholangiography, and in 14 during surgery. Agreement between imaging and surgical findings was observed in 41 of the 50 patients, and disagreement in 9. Magnetic resonance cholangiography sensitivity, specificity, positive and negative predictive values, and accuracy were respectively 43%, 97%, 86%, 81% and 81.6%. **CONCLUSION:** Magnetic resonance imaging is a safe and noninvasive method for preoperative evaluation of the biliary tract in living liver donors. However some anatomical abnormalities are not detected by magnetic resonance cholangiography.

Keywords: Liver transplant; Living donors; Magnetic resonance imaging; Biliary tract.

Arruda ECM, Coelho JCU, Yokochi JM, Matias JEF. O papel da colangiografia por ressonância magnética na avaliação da anatomia biliar em doadores de transplante hepático intervivos. *Radiol Bras.* 2008;41(6):361-365.

* Trabalho realizado no Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brasil.

1. Mestre, Médica Radiologista Pediátrica do Instituto de Radiodiagnóstico – Ultra-X, São José do Rio Preto, SP, Brasil.

2. Pós-Doutorado, Professor Titular do Departamento de Cirurgia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brasil.

3. Médico Radiologista do Hospital Vita, Curitiba, PR, Brasil.

4. Doutor, Professor Adjunto do Departamento de Cirurgia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brasil.

Endereço para correspondência: Dra. Elaine Cristina de Moraes Arruda. Rua Boa Vista, 1026, ap. 103, Bairro Boa Vista. São José do Rio Preto, SP, Brasil, 15025-010. E-mail: e.arruda@hotmail.com

Recebido para publicação em 16/12/2007. Aceito, após revisão, em 27/5/2008.

INTRODUÇÃO

O transplante hepático é, para muitos, a única expectativa de tratamento de doenças hepáticas irreversíveis, porém, a oferta de órgãos é um dos fatores limitantes na sobrevivência de portadores de insuficiência hepática em lista de espera⁽¹⁾. O transplante hepático intervivos é um método de tratamento definitivo que surgiu para se amenizar esse problema⁽²⁾. O planejamento do

manejo dos ductos biliares durante a ressecção e implantação do segmento hepático deve ter a importância exaltada, uma vez que variações na anatomia biliar ocorrem em alta porcentagem da população e o padrão dos ramos biliares de segunda ordem pode alterar a técnica cirúrgica ou mesmo contra-indicar a doação⁽³⁾. Variações da anatomia foram descritas de 19,7%⁽⁴⁾ até 43%⁽⁵⁾. Estudos evidenciam a utilização da ressonância magnética como método de

exame pré-operatório com a intenção de analisar a anatomia biliar^(2,6-8) e, também, como exame único, pois possibilita avaliar anormalidades do parênquima hepático, volume hepático e lobar e, ainda, define a anatomia arterial, portal, venosa e do sistema biliar⁽⁹⁻¹¹⁾, porém, até hoje, pouco avaliado no nosso meio.

O objetivo deste estudo foi avaliar, retrospectivamente, a acurácia da colangiografia por ressonância magnética (colângio-RM) em detectar a anatomia das vias biliares de doadores ao transplante hepático intervivos em correlação com achados cirúrgicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram revisados os exames de colângio-RM e os prontuários de todos os doadores de transplante hepático intervivos no período de novembro de 1998 a maio de 2006. A casuística foi constituída de 50 doadores. Foram incluídos todos os doadores para transplante hepático intervivos. Os doadores que tiveram a doação contraindicada em razão de anomalias vasculares ou biliares significativas que poderiam predispor a complicações foram excluídos do estudo. Um doador foi excluído pelo fato de o prontuário não ter sido localizado. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em seres humanos da Instituição onde o trabalho foi realizado (protocolo CEP/HC 759.178/2003-11).

Os exames foram realizados em aparelho modelo ACS-NT15 Gyroscan (Philips Medical Systems; Best: The Netherlands), com campo magnético de 1,5 tesla, utilizando-se bobina de corpo.

O protocolo do exame incluiu as seguintes seqüências:

- Localizador nos planos axial, coronal e sagital com seqüência turbo *field echo* ponderada em T1, com parâmetros de tempo de repetição (TR)/tempo de eco (TE) de 11/4 ms e *flip angle* de 25°.

- Axial turbo spin eco (TSE) ponderada em T2 para avaliação do fígado (TR/TE: 1.800/160 ms; espessura: 8 mm; *gap*: 0,8; matriz: 258 × 205 reconstruída para 512 × 410; campo de visão (FOV) variando de 300 a 380 mm, de acordo com o paciente; *number of signal averaged* (NSA): 4; número de cortes: 24).

- Coronal com sobreposição de 1,5 mm (*overcontiguous*) com a técnica *inversion recovery* para supressão do sinal da gordura ponderada em T2 STIR (TSE) para avaliação das vias biliares (TR/TE: 1.800/500 ms; FOV: 230 mm; tempo de inversão: 160 ms; matriz: 256 × 179; NSA: 2; espessura: 3 mm; número de cortes: 65 a 80).

As seqüências foram adquiridas com encadeamento respiratório e o tempo total de exame foi de 30 a 50 minutos, dependendo da regularidade da respiração do paciente. Após a aquisição, as imagens foram reconstruídas e transmitidas para o console para o processamento das imagens. A anatomia das vias biliares foi analisada conforme as imagens obtidas no estudo e a partir de reconstruções com projeções de intensidade máxima. As imagens foram analisadas em estação de trabalho e disponibilizadas em filmes. Todos os exames foram analisados pelo mesmo médico radiologista, especializado em abdome e com cerca de dez anos de experiência.

A análise incluiu a avaliação de quaisquer variações, principalmente quanto à presença de ductos setoriais dos lobos direito e esquerdo, ou mesmo a presença de trifurcação do ducto hepático comum e a avaliação do ducto colédoco e seus ramos principais.

Considerou-se como anatomia normal da via biliar extra-hepática a existência de somente um ducto hepático direito e um ducto esquerdo que se uniam para formar o ducto hepático comum, e o ducto cístico unindo-se ao lado direito do ducto hepático comum (Figura 1). Os achados intra-operatórios descritos pelo cirurgião foram considerados o padrão de referência. Apenas alterações que cursaram com mudança do plano cirúrgico, não-evidenciadas previamente pelos exames, foram consideradas como discordantes.

RESULTADOS

Dos 50 doadores, seis foram para transplantes pediátricos (receptores com idade inferior a 18 anos) e 44 para transplantes adultos. A idade dos doadores variou entre 18 e 60 anos. A média de idade foi de 32,4 anos. Trinta e um pacientes eram do sexo masculino (62%). A idade média entre os homens foi de 30,8 anos. Pacientes do sexo feminino somaram 19 casos (38%), com idade média de 35,2 anos. Foram utilizados três tipos de enxertos: segmentos II e III de Couinaud (segmentectomia lateral esquerda) em dois casos; segmentos II, III e IV de Couinaud (lobectomia esquerda) em um caso; e segmentos V, VI, VII e VIII de Coui-

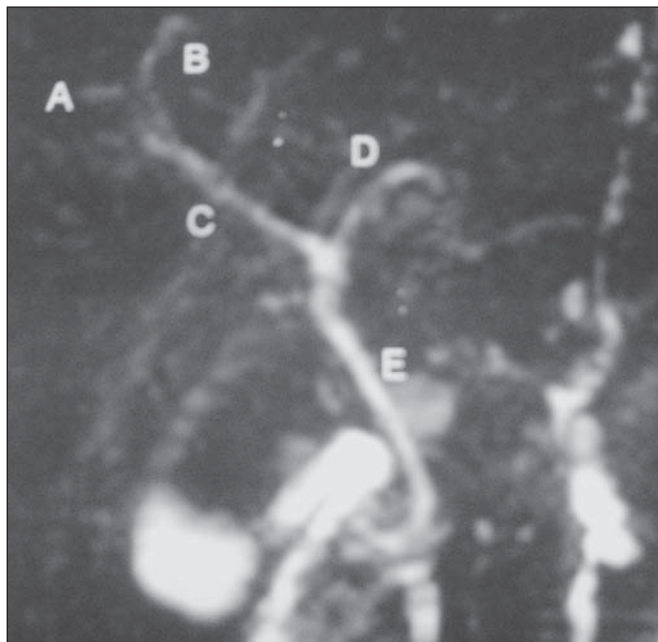


Figura 1. Colângio-RM mostrando a anatomia hepática normal. A, ducto hepático anterior direito; B, ducto hepático posterior direito; C, ducto hepático direito; D, ducto hepático esquerdo; E, ducto hepático comum.

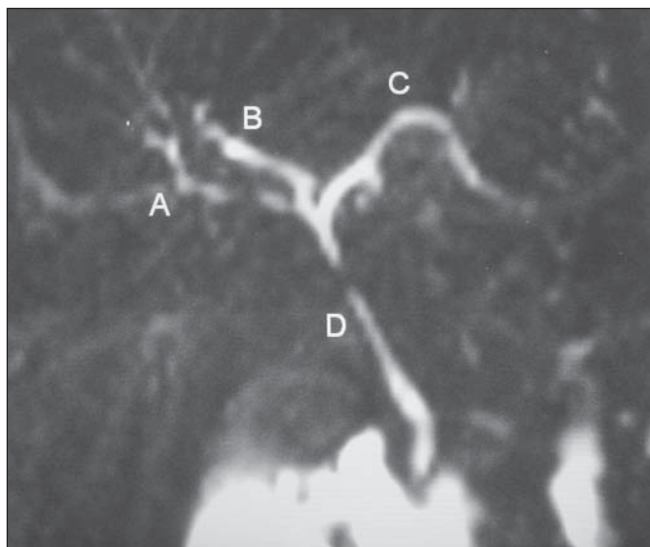


Figura 2. Colângio-RM evidenciando trifurcação do ducto hepático comum. A, ducto hepático anterior direito; B, ducto hepático posterior direito; C, ducto hepático esquerdo; D, ducto hepático comum.

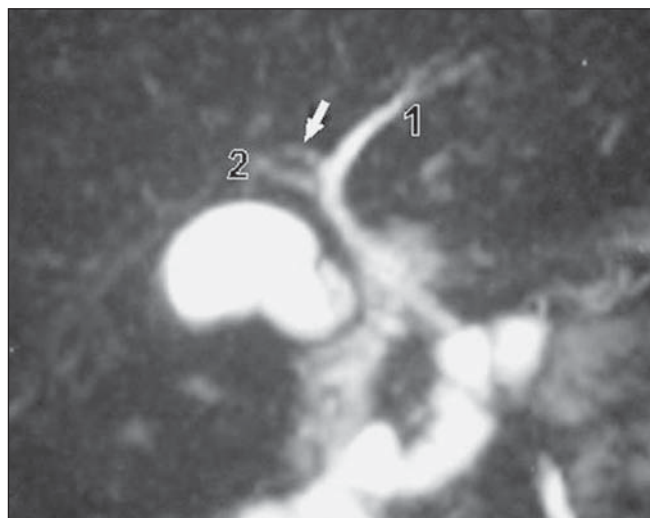


Figura 3. Colângio-RM evidenciando ducto posterior direito tributário do ducto hepático esquerdo. 1, ducto hepático esquerdo; 2, ducto hepático anterior direito; seta, ducto hepático posterior direito.

naud (lobectomia direita) em 47 casos. As alterações anatômicas que promoveram mudança de estratégia cirúrgica ocorreram apenas em doadores do lobo direito.

Através dos exames de colângio-RM foi possível identificar anatomia hepática normal em 43 pacientes e alterações anatômicas em sete pacientes (14%). Em três doadores (6%) houve junção do ducto hepático direito anterior e posterior com o esquerdo (trifurcação do ducto hepático comum) (Figura 2). Em um caso (2%) o ducto posterior direito era tributário do ducto hepático esquerdo (Figura 3). Em um caso (2%) os ductos posterior e anterior direitos drenaram separadamente no ducto hepático esquerdo. Em um caso (2%) houve estreitamento fisiológico no sítio da junção dos ductos hepáticos. Por fim, em um caso (2%) o ducto biliar do segmento IV drenou no ducto hepático esquerdo, próximo à junção deste com o ducto hepático direito.

Nas cirurgias foram descritas alterações das vias biliares em 14 doadores (28%). Em três pacientes (6%) houve trifurcação do ducto hepático comum, em três pacientes (6%) havia dois ductos hepáticos direitos e em dois pacientes (4%) havia três ductos hepáticos direitos, sendo que um doador apresentou ainda um ducto acessório. Em um doador (2%) foi visualizado um ducto biliar acessório fino proveniente do ducto posterior direito. Cinco doadores (10%) cursaram com ducto hepático direito aces-

sório, sendo que, destes, um doador apresentou ducto acessório tributário do ducto hepático esquerdo, em outro o ducto acessório drenou para o colédoco, e em outro, além do ducto hepático acessório, havia dois ductos císticos.

Analisando os 50 doadores, 34 apresentaram anatomia normal na cirurgia, concordante com a colângio-RM. Houve variações em sete doadores (14%) na colângio-RM e em 14 doadores (28%) nas cirurgias. Em nove pacientes (18%) com colângio-RM normais foram encontradas variações durante a cirurgia, ou seja, dois casos de dois ductos hepáticos direitos, dois casos de três ductos hepáticos direitos, um caso de trifurcação do ducto hepático comum e quatro casos de ducto hepático acessório. Desses, em um doador o ducto acessório era tributário do colédoco, em outro, do ducto hepático esquerdo, e outro cursava com a presença de dois ductos císticos. Em um doador, no qual o ducto acessório era muito pequeno e como consequência foi ligado durante a cirurgia, o achado não foi considerado como discordante. Em dois pacientes (4%) foram encontradas variações na colângio-RM, porém foi evidenciada anatomia normal durante a cirurgia. Em um doador foi identificado que os ductos posterior e anterior direitos drenavam separadamente no ducto hepático esquerdo, e em outro caso, sem interesse do ponto de vista cirúrgico, foi descrito estreitamento

fisiológico na região da junção dos ductos hepáticos (este também não foi considerado como discordante).

Nos sete exames que cursaram com alterações das vias biliares, cinco revelaram resultados concordantes com os achados cirúrgicos, sendo dois casos de trifurcação do ducto hepático comum e um caso de drenagem do ducto hepático direito posterior para o ducto hepático esquerdo (este último foi evidenciado como ducto acessório drenando para o ducto hepático esquerdo na cirurgia e foi interpretado como concordante por não ter importância do ponto de vista cirúrgico). Em dois doadores a colângio-RM evidenciou alterações que não corresponderam propriamente ao achado intraoperatório, porém não acarretaram mudanças no plano da cirurgia e nem nas anastomoses previstas. Destes, em um doador a colângio-RM evidenciou trifurcação, mas havia dois ductos biliares direitos, e em outro que possuía ducto hepático acessório foi interpretado como ducto biliar do segmento IV. A comparação dos achados evidenciados na colângio-RM e nas cirurgias pode ser vista no Quadro 1.

Portanto, 41/50 doadores (82%) apresentaram achados concordantes e 9/50 (18%), discordantes. A sensibilidade da colângio-RM foi de 43%, a especificidade foi de 97%, o valor preditivo positivo foi de 86%, o valor preditivo negativo foi de 81% e a acurácia foi de 81,6%.

Quadro 1 Comparação das alterações descritas na colângio-RM com as encontradas nas cirurgias.

Nº de pacientes	Colângio-RM	Cirurgia
2 (9 e 44)	Normal	Dois ductos hepáticos direitos
2 (15 e 48)	Normal	Três ductos hepáticos direitos
2 (21 e 34)	Normal	Ducto hepático direito acessório
1 (23)	Ductos hepáticos anterior e posterior direitos drenam separadamente no ducto hepático esquerdo	Normal
1 (29)	Estreitamento fisiológico ao nível da junção dos ductos hepáticos	Normal
2 (36 e 47)	Trifurcação do ducto hepático comum	Trifurcação do ducto hepático comum
1 (38)	Ducto hepático posterior direito drena no ducto hepático esquerdo	Ducto hepático direito acessório drenando para o ducto hepático esquerdo
2 (40 e 42)	Normal	Ducto hepático direito acessório drenando para o ducto colédoco e outro cursando com dois ductos císticos
1 (43)	Trifurcação do ducto hepático comum	Dois ductos hepáticos direitos
1 (45)	Normal	Trifurcação do ducto hepático comum
1 (46)	Ducto biliar do segmento IV drena no ducto hepático esquerdo	Ducto hepático (segmento IV) acessório

DISCUSSÃO

A realização do transplante hepático com doadores vivos é um método de tratamento definitivo, especialmente em países onde o número de doadores cadáveres é pequeno ou mesmo inexistente⁽¹²⁾. No Brasil houve um aumento de 10% de doadores vivos no ano 2005, e em 2006 permaneceu estável⁽¹³⁾. A segurança dos doadores é de extrema importância, pois são indivíduos saudáveis, submetidos a procedimento cirúrgico de grande porte. Assim, a detecção da anatomia da via biliar é crucial porque permite o planejamento cirúrgico e evita cirurgia desnecessária em doadores com variações anatômicas, além de prevenir possíveis complicações pós-cirúrgicas em doadores e receptores⁽⁷⁾. Liu et al.⁽¹⁴⁾ relataram que as complicações biliares permanecem o calcanhar de Aquiles do transplante hepático intervivos, contribuindo significativamente para as morbidades pós-operatórias e são, ocasionalmente, causas da perda do enxerto. Segundo Marcos et al.⁽¹⁵⁾, a reconstrução biliar mostrou ser a parte mais desafiadora na cirurgia do receptor, pois anastomoses duplas ou triplas são seguramente fatores de risco para complicações biliares⁽¹⁶⁾.

Variações anatômicas biliares, que na população geral não têm significado patológico, são de alta importância nas doações do lobo direito. Tais variações incluem a trifurcação do ducto hepático comum, ducto hepático direito acessório e a drenagem do ducto setorial direito (anterior ou posterior)

diretamente para o ducto hepático esquerdo. Ainda que não contra-indiquem a doação, a identificação pré-operatória previne que esses ductos sejam ligados inadvertidamente, o que poderia ocasionar atrofia nas porções hepáticas envolvidas⁽⁶⁾.

Os exames considerados “padrão-ouro” para avaliar as vias biliares são a colangiografia endoscópica retrógrada ou a colangiografia trans-hepática percutânea, mas não são realizados rotineiramente por serem exames invasivos e associados a riscos e complicações^(8,14,17). A colangiografia endoscópica retrógrada tem taxa de complicação que varia de 0,5% a 5% e a colangiografia trans-hepática percutânea, taxa de complicação de 3,4%⁽¹⁷⁾.

Recentemente, pôde-se observar em alguns trabalhos que a RM foi avaliada para constituir exame único na avaliação dos doadores e que demonstrou bons resultados na avaliação das vias biliares^(9,11,18). O conceito básico é de que a colângio-RM convencional ponderada em T2 demonstra estruturas fluidas estáticas com sinal de alta intensidade, enquanto o sinal das demais estruturas é suprimido⁽¹⁹⁾. Por outro lado, foi descrita a dificuldade que existe na avaliação das vias biliares que não cursam com dilatação^(3,19). Inovação como o uso de meio de contraste biliar (mangafodipir trissódico) propiciou aquisição de imagens com maior resolução e bons resultados foram alcançados, pois possibilitou melhor realce das vias biliares e maior diferenciação em relação ao parênquima hepático e do sistema venoso e arterial^(7,8,20,21). Ayuso

et al. obtiveram sensibilidade de 93,7% e especificidade de 100%⁽²²⁾. Entretanto, apresenta limitações como o alto custo, a limitada viabilidade do meio de contraste, a possibilidade de reações alérgicas e o aumento do tempo de exame⁽²¹⁾.

Outros autores compararam a colângio-RM ponderada em T1 após o uso de meio de contraste paramagnético (gadobenato de dimeglumina – Gd-DTPA) com os achados de colângio-RM convencional ponderada em T2 e houve nítida preferência dos autores na avaliação das vias biliares pela colângio-RM com o uso do meio de contraste^(23,24). O meio de contraste combina as propriedades de um agente extracelular baseado no gadolínio com a propriedade de ser um agente “hepatócito direto” excretado em cerca de 2–4% pelas vias biliares. An et al.⁽²⁵⁾ descreveram acurácia de 75% com colângio-RM ponderada em T2, 79% quando ponderada em T1 após o uso de meio de contraste paramagnético e um aumento da acurácia para 92% na avaliação dos métodos combinados.

Nossos resultados, assim como previamente constatado por Lee et al.⁽⁹⁾, expressam cuidado no que diz respeito à consistência da colângio-RM em permitir adequada visualização da anatomia biliar em doadores. Com os resultados deste estudo pôde-se demonstrar que a colângio-RM apresenta boa reprodutibilidade em relação à anatomia vista na cirurgia. Porém, a baixa sensibilidade do método e a não-detecção de nove casos (18%) de variação da anatomia, entre elas, trifurcação do ducto hepá-

tico comum, ductos hepáticos direitos duplicados ou triplicados e ductos hepáticos acessórios, inspira cautela e evidencia que a definição de ductos segmentares não é clara. Como já previamente estudado, a implementação da colângio-RM com a utilização de meios de contraste específicos para as vias biliares ou mesmo maior investigação do uso de meio de contraste paramagnético como o gadobenato de dimeglumina contribuiriam para a melhoria do método. Recentemente, seqüências *single-shot fast spin echo* tornaram-se método padrão para colângio-RM⁽²⁶⁾, e novas seqüências como *half-Fourier RARE* têm mostrado avanços técnicos, pois permitem a aquisição de todo o trato biliar com apenas 18 segundos de apnéia⁽²⁷⁾. Talvez a utilização das seqüências descritas, quando disponíveis, resultariam em melhores resultados, como já obtidos por alguns autores^(9,11). Trabalhos subseqüentes, no nosso meio, são necessários para avaliação dos avanços tecnológicos, como novas seqüências e o uso de meio de contraste paramagnético e biliar.

O presente trabalho, por ser retrospectivo, apresenta limitações como a impossibilidade de se determinar quantos pacientes foram excluídos e quais foram as variações anatômicas identificadas.

Como conclusões tem-se que a colângio-RM ponderada em T2 apresentou alta acurácia, alta especificidade e baixa sensibilidade. Acreditamos que a RM é um método de imagem seguro e não-invasivo. Apresenta capacidade potencial e aplicabilidade na avaliação pré-operatória das vias biliares de doadores. Contínuas inovações técnicas certamente proporcionarão expansão do seu uso em um futuro breve.

REFERÊNCIAS

- Emond JC, Renz JF, Ferrel LD, et al. Functional analysis of grafts from living donors. *Ann Surg.* 1996;224:544-54.
- Bassignani MJ, Fulcher AS, Szucs RA, et al. Use of imaging for living donor liver transplantation. *Radiographics.* 2001;21:39-52.
- Yeh BM, Breiman RS, Taouli B, et al. Biliary tract depiction in living potential liver donors: comparison of conventional MR, mangafodipir trisodium-enhanced excretory MR, and multi-detector row CT cholangiography - initial experience. *Radiology.* 2004;230:645-51.
- Chisuwa H, Hashikura Y, Mita A, et al. Living liver donation: preoperative assessment, anatomic considerations, and long-term outcome. *Transplantation.* 2003;75:1670-6.
- Couinaud C. *Le foie: études anatomiques et chirurgicales.* Paris: Masson; 1957.
- Fulcher AS, Szucs RA, Bassignani MJ, et al. Right lobe living donor liver transplantation: preoperative evaluation of the donor with MR imaging. *AJR Am J Roentgenol.* 2001;176:1483-91.
- Kapoor V, Peterson MS, Baron RL, et al. Intrahepatic biliary anatomy of living adult liver donors: correlation of mangafodipir trisodium-enhanced MR cholangiography and intraoperative cholangiography. *AJR Am J Roentgenol.* 2002;179:1281-6.
- Kim RD, Sakamoto S, Haider MA, et al. Role of magnetic resonance cholangiography in assessing biliary anatomy in right lobe living donors. *Transplantation.* 2005;79:1417-21.
- Lee VS, Morgan GR, Teperman LW, et al. MR imaging as the sole preoperative imaging modality for right hepatectomy: a prospective study of living adult-to-adult liver donor candidates. *AJR Am J Roentgenol.* 2001;176:1475-82.
- Goyen M, Barkhausen J, Debatin JF, et al. Right-lobe living related liver transplantation: evaluation of a comprehensive magnetic resonance imaging protocol for assessing potential donors. *Liver Transpl.* 2002;8:241-50.
- Cheng YF, Chen CL, Huang TL, et al. Single imaging modality evaluation of living donors in liver transplantation: magnetic resonance imaging. *Transplantation.* 2001;72:1527-33.
- Hashikura Y, Makuuchi M, Kawasaki S, et al. Successful living-related partial liver transplantation to an adult patient. *Lancet.* 1994;343:1233-4.
- Associação Brasileira de Transplante de Órgãos. Área para profissionais. Gráficos 2005/2006. [acessado em: 9/10/2007]. Disponível em: <http://www.abto.org.br/profissionais.asp>
- Liu CL, Lo CM, Chan SC, et al. The right may not be always right: biliary anatomy contraindicates right lobe live donor liver transplantation. *Liver Transpl.* 2004;10:811-2.
- Marcos A, Ham JM, Fisher RA, et al. Surgical management of anatomical variation of the right lobe in living donor liver transplantation. *Ann Surg.* 2000;231:824-31.
- Fan ST, Lo CM, Liu CL, et al. Biliary reconstruction and complications of right lobe live donor liver transplantation. *Ann Surg.* 2002;236:676-83.
- Caoili EM, Paulson EK, Heyneman LE, et al. Helical CT cholangiography with three-dimensional volume rendering using an oral biliary contrast agent: feasibility of a novel technique. *AJR Am J Roentgenol.* 2000;174:487-92.
- Sahani D, D'souza R, Kadavigere R, et al. Evaluation of living liver transplant donors: method for precise anatomic defining by using a dedicated contrast-enhanced MR imaging protocol. *Radiographics.* 2004;24:957-67.
- Song GW, Lee SG, Hwang S, et al. Preoperative evaluation of biliary anatomy of donor in living donor liver transplantation by conventional nonenhanced magnetic resonance cholangiography. *Transpl Int.* 2007;20:167-73.
- Lee VS, Rofsky NM, Morgan GR, et al. Volumetric mangafodipir trisodium-enhanced cholangiography to define intrahepatic biliary anatomy. *AJR Am J Roentgenol.* 2001;176:906-8.
- Lee VS, Krinsky GA, Nazarro CA, et al. Defining intrahepatic biliary anatomy in living liver transplant donor candidates at mangafodipir trisodium-enhanced MR cholangiography versus conventional T2-weighted MR cholangiography. *Radiology.* 2004;233:659-66.
- Ayuso JR, Ayuso C, Bombuy E, et al. Preoperative evaluation of biliary anatomy in adult live liver donors with volumetric mangafodipir trisodium enhanced magnetic resonance cholangiography. *Liver Transpl.* 2004;10:1391-7.
- Lim JS, Kim MJ, Kim JH, et al. Preoperative MRI of potential living-donor-related liver transplantation using a single dose of gadobenate dimeglumine. *AJR Am J Roentgenol.* 2005;185:424-31.
- Papanikolaou N, Prassopoulos P, Eracleous E, et al. Contrast-enhanced magnetic resonance cholangiography versus heavily T2-weighted magnetic resonance cholangiography. *Invest Radiol.* 2001;36:682-6.
- An, SK, Lee JM, Suh KS, et al. Gadobenate dimeglumine-enhanced liver MRI as the sole preoperative imaging technique: a prospective study of living liver donors. *AJR Am J Roentgenol.* 2006;187:1223-33.
- Irie H, Honda H, Kuroiwa T, et al. Pitfalls in MR cholangiopancreatographic interpretation. *Radiographics.* 2001;21:23-37.
- Fulcher AS, Turner MA, Capps GW. MR cholangiography: technical advances and clinical applications. *Radiographics.* 1999;19:25-44.