

Les nouvelles possibilités d'exploration des voies biliaires en IRM : de l'imagerie morphologique à l'imagerie fonctionnelle avec perfusion de Mangafodipir Trisodium (Mn DPDP)

V Laurent, S Corby, C Barbary, E Kermarrec, S Béot et D Régent

Abstract

New possibilities to study biliary tree and gallbladder: functional magnetic resonance cholangiography contrast-enhanced with mangafodipir trisodium (Mn DPDP)

J Radiol 2007;88:531-40

Mangafodipir trisodium (Teslascan) is a hepatobiliary contrast agent that provides noninvasive opacification of the bile ducts. Using this contrast medium combined with a T1-weighted gradient echo enhanced sequence provides functional imaging of the bile ducts. Second-intention MRI was obtained after the usual morphological study of the bile ducts using heavily T2-weighted sequences (SS-FSE Te eff long and SS FSE Te eff short). This method can detect many biliary duct anomalies: biliary leakage in the postoperative context, mapping of bile ducts and the gallbladder in the search for anatomical variants, analysis of biliodigestive or biliobiliary anastomoses, or a dynamic study of bile secretion and excretion. Opacification of the bile ducts has only been possible until now with invasive tests aggravated by a certain co-morbidity rate and their functional study using biliary scintigraphy limited by mediocre spatial resolution. This new possibility provides access not only to morphological imaging, but also to functional imaging with excellent spatial resolution.

Key words: MRI. Bile ducts.

Résumé

Le Mangafodipir Trisodium (Teslascan*) est un agent de contraste hépato biliaire permettant une opacification non invasive des voies biliaires. L'utilisation de ce produit de contraste couplée à la réalisation de séquence volumique en écho de gradient pondéré T1 permet d'accéder à une imagerie fonctionnelle des voies biliaires. Il s'agit d'une IRM de deuxième intention obtenue après une étude morphologique habituelle des voies biliaires à l'aide des séquences fortement pondérées T2 (SS-FSE Te eff long et SS FSE Te eff court). De nombreuses anomalies des voies biliaires peuvent ainsi être détectées : fuite biliaire dans les contextes post opératoires, cartographie des voies biliaires et de la vésicule avec recherche des variantes anatomiques, analyse des anastomoses bilio-digestives ou bilio-biliaires ou encore étude dynamique de la sécrétion et de l'excrétion biliaire. L'opacification des voies biliaires n'était possible jusqu'alors qu'avec des examens invasifs grevés d'un certain taux de morbidité et leur étude fonctionnelle par la scintigraphie biliaire limitée par une résolution spatiale médiocre. Cette nouvelle possibilité permet d'accéder non seulement à une imagerie morphologique et également fonctionnelle avec excellente résolution spatiale.

Mots-clés : IRM. Voies Biliaires.

L'étude des voies biliaires est classiquement réalisée avec des séquences rapides en fast spin echo T2 avec des acquisitions en demi plan de Fourier. Les liquides stagnants apparaissent ainsi en hypersignal. Ces séquences dites hydro MR permettent de visualiser dans d'excellentes conditions l'anatomie des voies biliaires mais elles ne permettent pas une analyse de la sécrétion et de l'excrétion biliaire.

Le Mangafodipir – Trisodium (Teslascan*, GE Healthcare Limited Amersham place, Little Chalfont, Buckinghamshire, UK) est un agent de contraste paramagnétique hépatospécifique à effet positif en T1. Après injection intraveineuse, le manganèse est capté par les hépatocytes sains et

le parenchyme sain devient en hypersignal sur les séquences pondérées T1. Son indication initiale est l'amélioration de la détection des lésions malignes et de la caractérisation des lésions bénignes (1). Plus récemment d'autres indications ont été rapportés et notamment son intérêt dans la détection d'anomalies des voies biliaires. Dans cette indication, l'utilisation de ce produit de contraste permet d'accéder à une imagerie fonctionnelle. Même s'il s'agit d'une IRM de deuxième intention qui doit être réalisée après une cholangioMR dite classique, elle permet d'élargir le champ diagnostique avec de nouvelles applications cliniques qui en font la cholangiographie intraveineuse d'aujourd'hui.

Nous nous proposons dans cet exposé de faire un rappel sur les conditions d'utilisation de ce produit de contraste et de présenter les différentes applications cliniques.

Rappel des propriétés physico-chimiques Mangafodipir-Trisodium

Le Mangafodipir-Trisodium (Mn DPDP) est un agent de contraste qui contient un métal, le manganèse (Mn 2+), possédant des propriétés paramagnétiques. Il raccourcit le temps de relaxation T1 des protons entraînant un contraste positif en T1 (2). Après injection intraveineuse le manganèse est capté par les hépatocytes sains et le parenchyme devient en hypersignal sur les séquences pondérées T1. Il a été initialement proposé pour améliorer la détection des lésions focales hépatiques qui apparaissent en hyposignal. L'excrétion du Teslascan est biliaire à 59 %, il est donc également responsable d'une augmentation du signal de la bile en T1 qui devient à son tour en hypersignal. En pondération T2, comme tous les agents

paramagnétiques, il entraîne un effacement du signal biliaire.

L'accumulation du manganèse se fait également dans le pancréas, le cortex rénal et dans le système nerveux central (noyaux de la base, en particulier le striatum). La neurotoxicité du manganèse est bien connue en médecine du travail car le tableau de l'intoxication au manganèse est proche de celui du syndrome de Parkinson. Des études réalisées chez le rat (3, 4) ont montré que l'accumulation du Manganèse suite à la perfusion de Mn DPDP atteint sa concentration maximale un jour après l'injection, persiste à son taux maximum pendant un mois pour diminuer au tiers de la concentration maximale après trois mois. Lorsque l'élimination biliaire est bloquée, la concentration en manganèse retrouvée dans le cerveau est doublée. En cas d'ictère majeur, l'utilisation du Mn DPDP est donc contre indiquée.

Les autres contre indications sont la grossesse, l'allaitement, l'hypersensibilité connue à l'un des composants et l'insuffisance rénale. Il existe d'autres agents de contraste, dérivés amphipathiques du gadolinium DTPA qui permettent également une évaluation biliaire mais associée à une étude dynamique vasculaire et parenchymateuse dans le même temps.

Grâce aux caractéristiques spécifiques de ce produit de contraste sur les voies biliaires, il devient possible d'accéder à une imagerie fonctionnelle d'excrétion et de sécrétion de la bile. Les images obtenues classiquement en contraste spontané avec les séquences en fast spin echo fortement pondérées T2 qui permettent une analyse sémiologique des anomalies morphologique peuvent être complétées par une imagerie fonctionnelle dans certaines indications cliniques.

Technique

La dose standard recommandée est de 0,1 ml/kg. Il est administré par voie intraveineuse pendant une durée de 15 à 20 min. La fenêtre temporelle d'exploration est de 40 à 120 min après l'injection.

Le protocole d'acquisition comprend initialement avant l'injection de MnDPDP une cholangioMR associant des séquences rapides fortement pondérées T2 : des coupes de 20 mm en Single Shot Fast Spin Echo (SS-FSE) TE eff long radiaires et des séquences en SS-FSE TE eff court dans les plans axial et frontal en coupe de 7 mm.

Après perfusion de Mn DPDP, l'exploration des voies biliaires est obtenue avec

une séquence 3D en écho de gradient en pondération T1 dans deux plans orthogonaux : axial et frontal. Nous préconisons les paramètres suivants : TR 4,5/TE : 2,2/15°40 partitions/épaisseur de coupe interpolée 1,2 mm/ZIP 2/Matrice 448 × 256/ZIP 512/Field of view 460/Phase FOV 0,9/BW : 83 Khz. L'imagerie parallèle SENSE est utilisée avec un facteur 2.

En l'absence de dilatation des voies biliaires, une première acquisition est obtenue 30 min après la fin de l'injection. Dans les indications de fuites biliaires avec volumineux bilome, une acquisition à 1 heure voire 2 heures est réalisée. Dans cette situation clinique les coupes tardives sont très importantes à obtenir car elles permettent de confirmer une éventuelle fuite. Pour cela il est nécessaire d'avoir une quantité suffisante de produit de contraste dans la collection pour pouvoir l'objectiver.

Les images natives 3D sont visualisées et transférées sur une console de post traitement pour réalisation de reconstructions multiplanaires et post traitements spécifiques de type MIP (Maximal Intensity Projection), MPR (MultiPlanar Reconstructions) et MPVR (MultiPlanar Volume Rendering). L'acquisition dans deux plans orthogonaux est préférable car les voxels n'étant pas isotropiques, les reformations sont de qualité supérieure dans le plan d'acquisition.

Des acquisitions en pondération T2 peuvent être également réalisées après perfusion de Mn DPDP. Elles sont utiles pour attester du caractère communiquant d'éventuelles lésions kystiques puisque le manganèse est responsable d'un effacement du signal sur les séquences en pondération T2.

Les examens présentés dans cet exposé ont été réalisés sur une IRM 1,5 T avec l'utilisation d'une antenne en réseau phasé de 12 éléments.

Comparaison avec les autres techniques

Les techniques d'exploration des voies biliaires incluent des méthodes non invasives en contraste spontané : échographie transpariétale, scanner et cholangio IRM, des méthodes non invasives avec opacification des voies biliaires : scintigraphie hépato biliaire et cholangioscanner et enfin des méthodes invasives : cholangiographie rétrograde per endoscopique, et la cholangiographie transpariétale.

L'échographie est l'examen de première intention réalisé pour l'évaluation de la voie biliaire principale et des voies biliaires intrahépatiques mais comme le scanner seules les anomalies morphologiques sont visualisées. De la même façon, la cholangioIRM en contraste spontané obtenue avec des séquences dites en forte pondération T2 permet une étude morphologique d'excellente qualité mais reste parfois insuffisante pour l'étude fonctionnelle.

Le cholangio scanner (5, 6) permet une étude complète en un seul examen d'une part des axes vasculaires et ensuite de l'anatomie des voies biliaires après injection du produit de contraste spécifique. Le cholangio scanner est réalisé après injection de iodipamide meglumine 52 % (Chlorografin, Bracco, Princeton NJ) qui permet l'opacification des voies biliaires (20 ml dans 80 ml de soluté salin). La durée de la perfusion est de 30 min les principales indications sont la mise en évidence de variantes anatomiques des voies biliaires pour les donneurs vivants, avant cholécystectomie sous coelioscopie, mise en évidence de calculs biliaires ou de fuites biliaires.

La scintigraphie hépato-biliaire (7, 8) permet une étude fonctionnelle de l'excrétion et de la sécrétion biliaire (marqueur utilisé 99 mTc-mebrofenin). Elle a une haute sensibilité dans la détection des fuites biliaires : 87 à 100 % Cette technique a une faible résolution spatiale qui empêche de visualiser l'étiologie en cas d'obstruction car elle ne permet pas l'analyse des structures extra biliaires. Les défauts de remplissage et de certaines sténoses ne sont pas objectivées et lorsque ces dernières sont partielles, le diagnostic n'est fait que dans 50 % des cas. De plus la scintigraphie peut également générer des faux positifs : notamment pour des patients non à jeun ou porteurs d'une insuffisance hépatocellulaire sévère ou d'une hyperbilirubinémie. Examens invasifs la cholangiographie par voie endoscopique (9) ou transpariétale ont une sensibilité diagnostique élevée mais leur taux de complication est non négligeable (11 % à 20 %).

Applications cliniques de la cholangioIRM fonctionnelle

Fuites biliaires (fig. 1 et 2)

Les fuites biliaires bien que complications rares sont d'étiologie le plus souvent

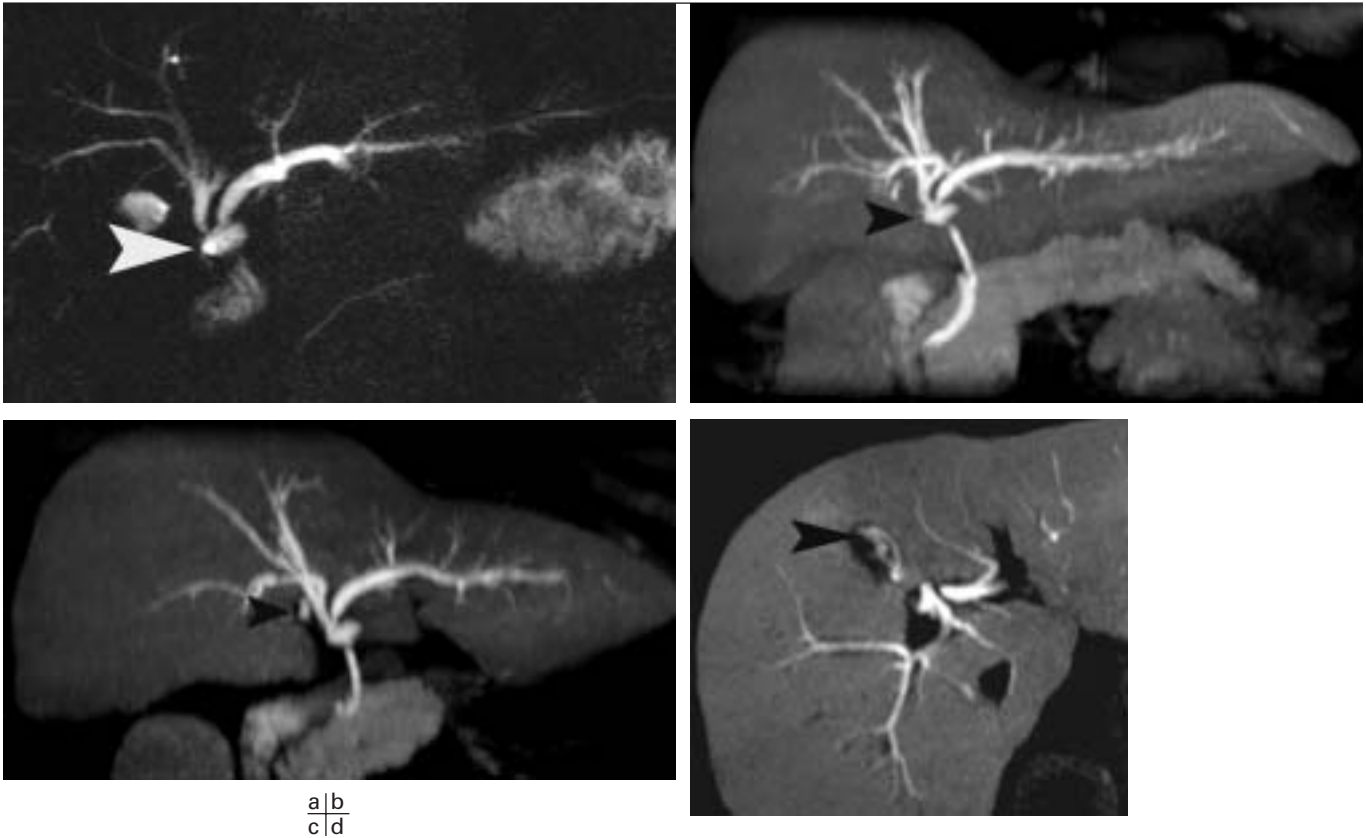


Fig. 1 : **Patiente 42 ans. J3 post opératoire d'une cholécystectomie sous coelioscopie.** Collections du hile et de la loge de cholécystectomie vues en échographie. Suspicion de fuite biliaire.
a Coupe frontale (20 mm) en SS-FSE Te eff long. Dilatation modérée des voies biliaires intrahépatiques. Collection centimétrique en regard de la convergence (tête de flèche blanche).
b Séquence 3D après perfusion de Mn DPDP. MIP (Maximal Intensity Projection) frontal de 10 mm d'épaisseur. Opacification de la petite collection du hile (tête de flèche noire) 1 heure après injection.
c Séquence 3D après perfusion de Mn DPDP. Coupe frontale oblique. Produit de contraste situé en dehors des voies biliaires et fuite vers le lit vésiculaire (tête de flèche noire).
d Séquence 3D après Mn DPDP. MIP axial (7 mm). Fuite de produit de contraste en dehors des voies biliaires dans le lit vésiculaire (tête de flèche noire).

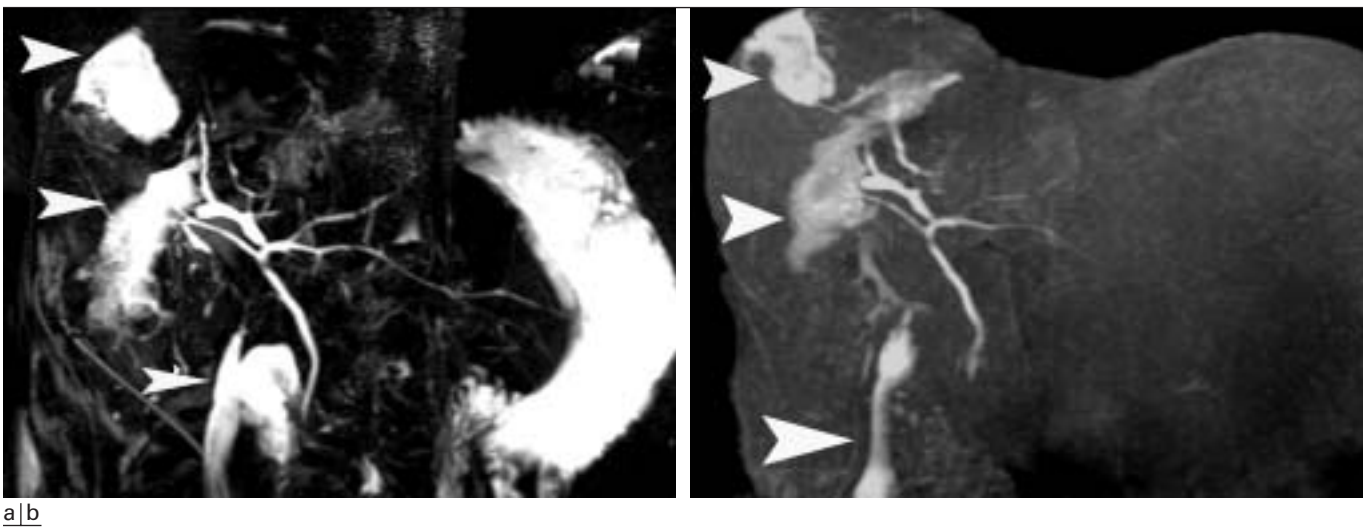
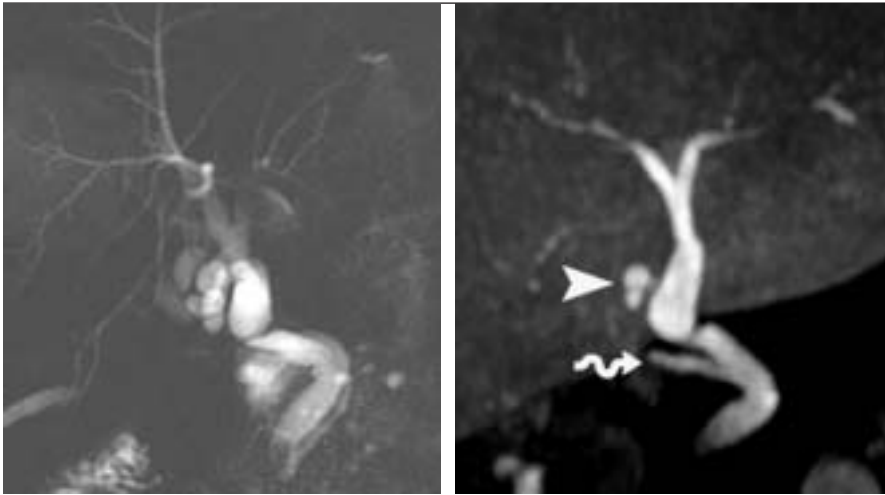


Fig. 2 : **Patiente 25 ans. J5 post opératoire d'une hépatectomie droite pour rupture intrapéritonéale d'un kyste hydatique.** Apparition de collections périhépatiques.
a Séquence 3D FSE T2 avec trigger respiratoire. Reformation multiplanaire frontale 20 mm. Épanchement intrapéritonéal. Présence de 3 collections (têtes de flèche blanches)
b Après perfusion de Mn DPDP. Voie biliaire principale fine. Hypersignal dans les 3 collections correspondant à une fuite biliaire. Plaie siégeant sur une petite voie biliaire distale du segment VII.



a|b

Fig. 3 : Patiente de 42 ans ayant bénéficié de deux transplantations hépatiques pour cholangite sclérosante primitive. Caractérisation de deux lésions liquidiennes situées dans le hile hépatique.

- a** Coupe frontale en SS-FSE T₁ eff long : dilatation modérée du canal hépatique commun. Présence de deux lésions kystiques juxta cholédociennes. Superpositions des différentes structures liquidiennes.
- b** Après perfusion de Mn DPDP (MPR 7 mm) : ces deux lésions kystiques infracentimétriques juxta cholédociennes correspondent pour la supérieure au moignon cystique du donneur de la seconde transplantation (tête de flèche blanche) et pour l'inférieure au moignon cystique du receveur (flèche courbe). Anastomose cholédoco-cholédocienne parfaitement analysée.

chirurgicales (10). Elles peuvent survenir lors de toute intervention sur les voies biliaires : transplantation hépatique, résections hépatiques, cholécystectomie sous coelioscopie. Cette dernière technique majore le risque d'atteinte au cours de la procédure de la voie biliaire principale d'autant plus que les conditions locales sont difficiles notamment lorsque l'état inflammatoire est marqué. La mise en évidence en échographie ou en scanner d'une collection ou d'un épanchement intrapéritonéal sus mésocolique post opératoire ne permet de préjuger de sa nature. Jusqu'à présent des examens invasifs (rarement le cholangioscanner) permettaient de confirmer ce diagnostic : cholangiographie par voie rétrograde ou ponction directe. En cas de fuite biliaire les difficultés du diagnostic sont l'absence de dilatation des voies biliaires en amont de la plaie et la mise en évidence du site exact de la fuite. En cas de ligature complète d'une voie biliaire, le problème diagnostique est en effet beaucoup plus simple puisqu'on note une dilatation des voies biliaires en amont de la section et dans ce contexte, une imagerie morphologique est suffisante.

La première description de l'intérêt de la perfusion de Mn DPDP dans cette indication a été faite par Vitellas en 2001 (11).

Il s'agissait d'une fuite biliaire secondaire à une plaie de la voie biliaire survenue dans un contexte de cholécystectomie sous coelioscopie réalisée dans des conditions difficiles.

Depuis, plusieurs études (12, 13) ont démontré les excellentes performances diagnostiques de l'utilisation du Mn DPDP. Vittelas dans une étude incluant 11 patients suspects de fuite des voies biliaires objective une sensibilité de 86 % et une spécificité de 83 % (14).

La technique d'acquisition doit être adaptée avec réalisation de séquences 3D qui permettent de visualiser des voies biliaires, le site de la fuite et la réalisation de reformations multiplanaires indispensables au diagnostic. Les résultats avec une acquisition volumique sont supérieurs (15) par rapport aux acquisitions 2D.

De même un délai de 30 à 40 min doit au moins être respecté avant la réalisation des séquences d'autant plus qu'il existe une volumineuse collection (16), les faux négatifs étant liés à un délai trop court entre la perfusion de Mn DPDP et la réalisation de l'acquisition. En l'absence de fuite démontrée sur une première acquisition réalisée 40 min après la perfusion, il est souhaitable de recommencer une acquisition 1 H00 après voire deux heures plus tard.

L'une des limites de l'utilisation de Mn DPDP dans cette indication est le diagnostic différentiel entre sténose complète ou sténose partielle d'une voie biliaire. En effet l'IRM a plutôt tendance à surestimer une sténose qui peut être à tort considérée comme totalement obstructive alors qu'elle n'est que partielle en réalité. En effet l'absence d'injection sous pression rend l'analyse très délicate de voies biliaires faiblement opacifiées.

Étude des complications biliaires après transplantation hépatique (fig. 3a-b)

Après transplantation hépatique de nombreuses complications peuvent survenir : vasculaires ou extravasculaires (17). Les complications vasculaires peuvent causer des complications biliaires sous forme de nécrose des voies biliaires (cholangite ischémique). Les complications biliaires mécaniques sont de deux types : sténose anastomotique ou fuite et nécessitent un diagnostic rapide pour une prise en charge optimale. Elles sont susceptibles de générer une importante morbidité et peuvent être responsables de la perte du greffon. La fréquence des complications est de 11 % à 30 % et dépend des centres. Les complications biliaires n'ont pas de test spécifique diagnostique même si les perturbations du bilan biologique sont très sensibles dans cette situation.

Dans ce contexte particulier le recours à l'IRM avec perfusion de Mn-DPDP s'avère intéressant (18, 19). L'analyse de l'anastomose est excellente de même que celle de la voie biliaire extra hépatique et des voies biliaires intra hépatiques. Cette imagerie est supérieure aux séquences fortement pondérées T₂. Dans une série incluant 25 patients, toutes les anastomoses qu'elles soient bilio-biliaires ou bilio-entériques ont toujours été individualisées alors qu'elles sont moins bien analysées avec les séquences classiques de cholangio MR avec des différences statistiquement significatives ($p < 0,001$) (17).

Étude des anastomoses bilio-digestives (fig. 4-6)

Les patients porteurs d'une anastomose bilio-digestive présentent un fort risque de développer des complications : obstruction biliaire, cholangite, sténoses des voies biliaires intra hépatiques et des calculs. Les anastomoses bilio-digestives



Fig. 4 : Patient 67 ans – Analyse de l'anastomose bilio-digestive. Antécédent chirurgical de duodéno pancréatectomie céphalique pour ampullome. Après perfusion de Mn DPDP coupe frontale oblique. VBII fines Anastomose bilio-digestive parfaitement individualisée (tête de flèche blanche). Anse montée d'aspect normal (fine flèche noire). Remplissage massif et rapide du cadre duodénal témoignant d'une perméabilité de l'anastomose (flèche courbe noire).

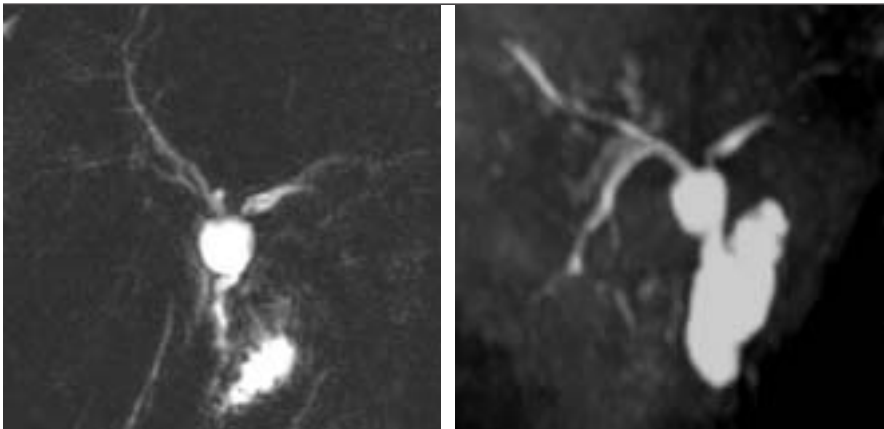


Fig. 5 : Patiente de 35 ans opérée à l'âge de 25 ans d'un kyste du cholédoque avec anastomose bilio-digestive. Hospitalisation pour douleurs, fièvre, ictère.
a Coupe frontale en SS FSE T2 Te eff long. Lésion kystique du hile hépatique.
b Après perfusion de Mn DPDP : opacification des branches biliaires primitives et de la lésion kystique du hile. Cet aspect correspond à la partie supérieure du kyste laissé en place lors de l'intervention. Anastomose perméable. Pas de calcul dans la dilatation kystique persistante.

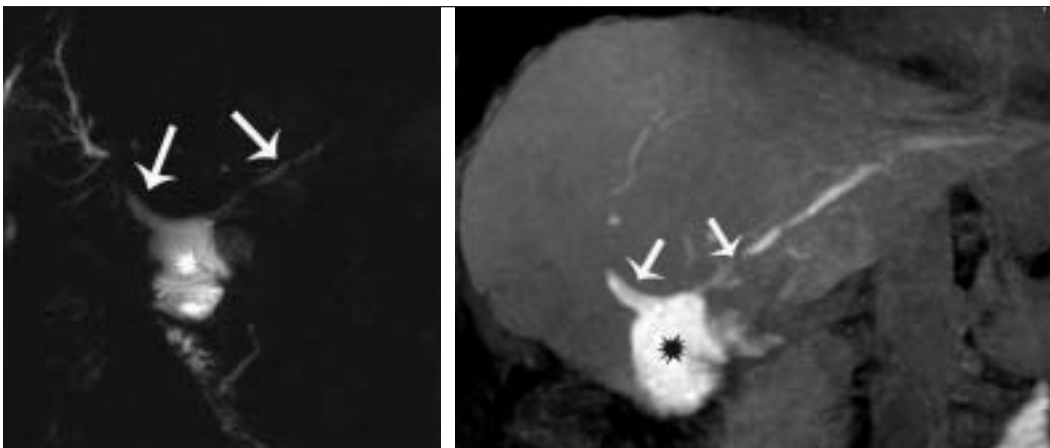
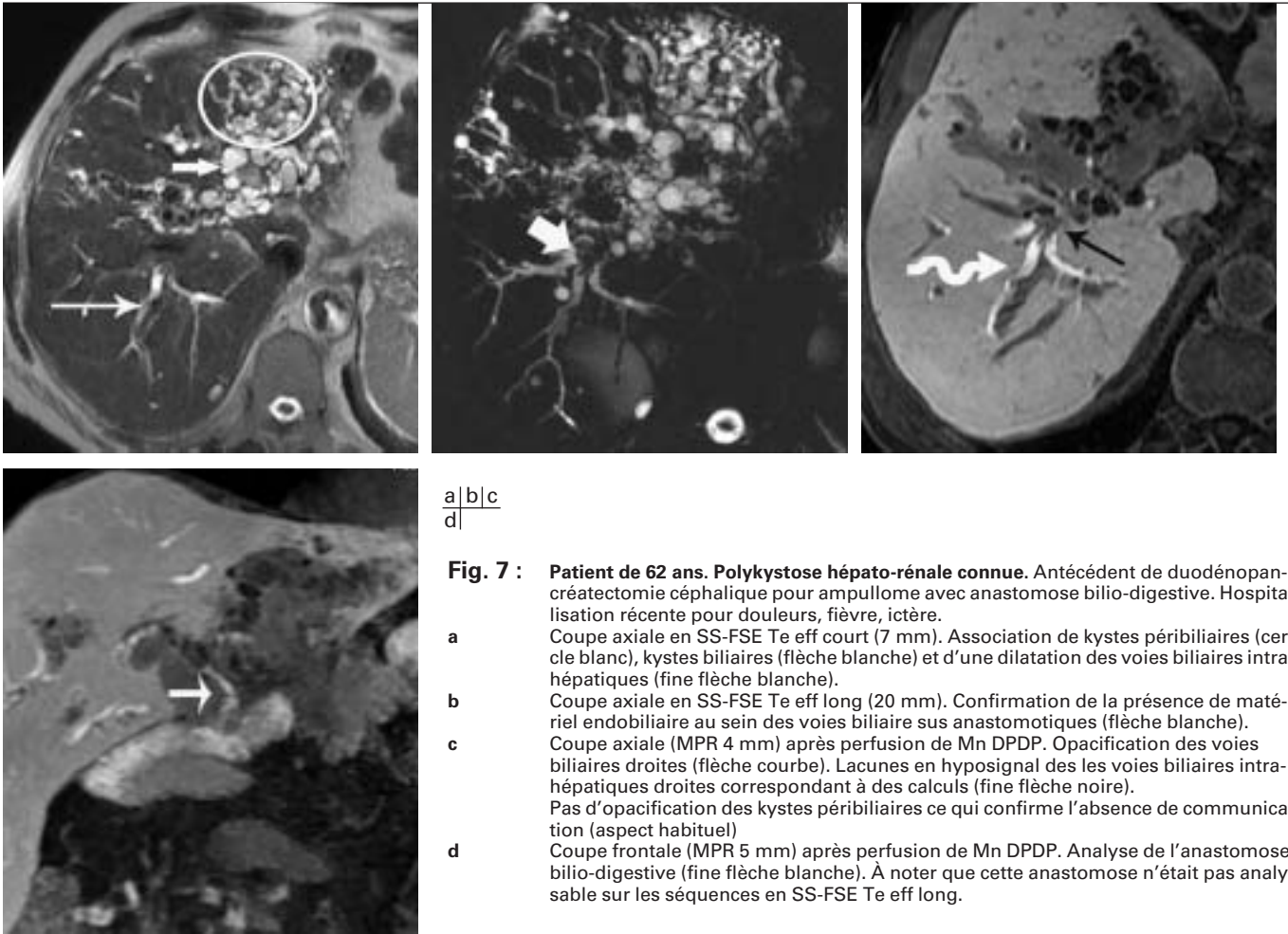


Fig. 6 : Patient de 57 ans. Antécédent de duodéno pancréatectomie céphalique avec double anastomose bilio-digestive.
a Coupe frontale SS FSE T2 Te eff long : anastomose droite individualisable, anomalies de calibre de l'anastomose gauche. Anse montée (étoile blanche).
b Après perfusion de Mn DPDP : Pas de sténose sur la branche droite avec aspect de sténose de l'anastomose gauche et dilatation modérée des voies biliaires intra hépatiques d'amont. Remplissage rapide de l'anse montée (étoile noire).

ont la particularité d'être très difficiles à analyser en raison de l'aérobilie par reflux gênant l'analyse de l'anastomose et des voies biliaires sus jacentes.

La cholangio MR en coupes épaisses est d'interprétation délicate en raison des superpositions des segments digestifs tout proches de l'anastomose biliaire. Quant à l'étude morphologique elle est également particulièrement difficile en raison de l'orientation et de la petite taille des anastomoses.

L'injection de Mn DPDP générant l'opacification de l'anastomose et une analyse en 3D en coupes fines permettent de s'affranchir de ces limites. L'anastomose peut être étudiée dans les différents plans avec réalisation de coupes d'épaisseur variable. Dans l'étude de Hottat et al. l'anastomose est individualisée dans 85 % des cas avec les séquences de type cholangioMR fortement pondérées T2 alors qu'elle l'est dans tous les cas avec la perfusion de Mn DPDP (20). Les faux négatifs de la cholangio MR sont secondaires à la présence de liquide intra péritonéal qui se superposait avec la zone d'intérêt. Le délai d'excrétion du Mn DPDP est variable suivant les patients : un délai d'une heure pour 11 patients, de 2,5 heures pour un patient et de 3 heures pour un patient. Dans ces deux dernières situations l'anastomose a été considérée comme obstruée. Comparée aux résultats de la cholangiographie transhépatique, l'IRM avec perfusion de Mn DPDP présente une sensibilité de 100 % et une spécificité de 100 % alors que séquences classiques fortement pondérées T2 ont une sensibilité de 50 % et une spécificité de 57 % (13).



a|b|c
d|

Fig. 7 : Patient de 62 ans. Polykystose hépato-rénale connue. Antécédent de duodéno-pancréatectomie céphalique pour ampullome avec anastomose bilio-digestive. Hospitalisation récente pour douleurs, fièvre, ictère.

- a** Coupe axiale en SS-FSE Te eff court (7 mm). Association de kystes péri-biliaires (cercle blanc), kystes biliaires (flèche blanche) et d'une dilatation des voies biliaires intra-hépatiques (fine flèche blanche).
- b** Coupe axiale en SS-FSE Te eff long (20 mm). Confirmation de la présence de matériel endobiliaire au sein des voies biliaires sus anastomotiques (flèche blanche).
- c** Coupe axiale (MPR 4 mm) après perfusion de Mn DPDP. Opacification des voies biliaires droites (flèche courbe). Lacunes en hyposignal des les voies biliaires intra-hépatiques droites correspondant à des calculs (fine flèche noire). Pas d'opacification des kystes péri-biliaires ce qui confirme l'absence de communication (aspect habituel)
- d** Coupe frontale (MPR 5 mm) après perfusion de Mn DPDP. Analyse de l'anastomose bilio-digestive (fine flèche blanche). À noter que cette anastomose n'était pas analysable sur les séquences en SS-FSE Te eff long.

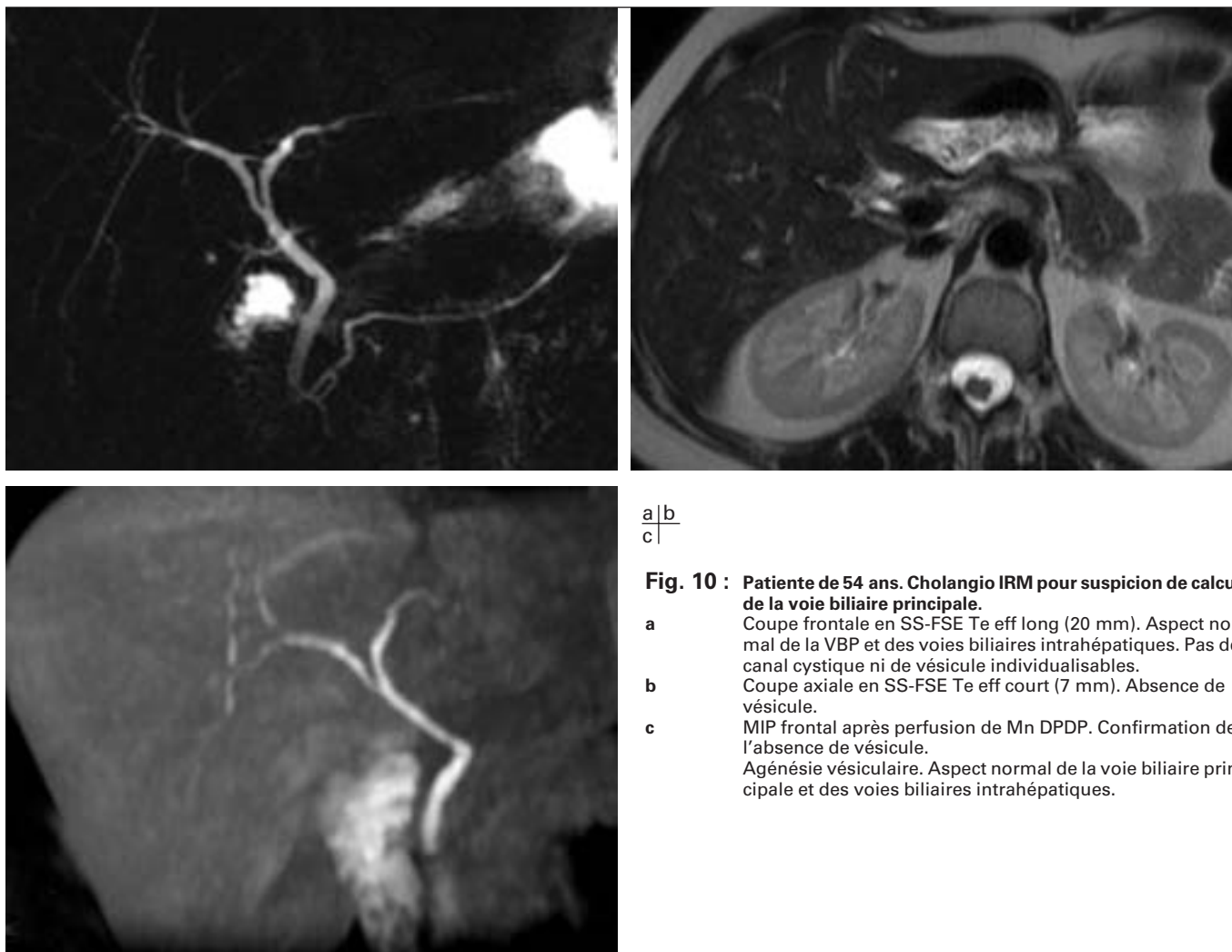


Fig. 8 : Patiente 39 ans – Bilan de caractérisation d'une lésion kystique du hile hépatique. Coupe frontale après perfusion de Mn DPDP. Opacification complète de la lésion kystique du hile traduisant sa communication avec la voie biliaire principale : Kyste du cholédoque (tête de flèche blanche). Aspect normal de la voie biliaire principale (flèche courbe) et de la vésicule biliaire (rond noir).



a|b

Fig. 9 : Patiente de 47 ans. Bilan de caractérisation d'un « kyste du pancréas ». **a** Coupe frontale en SS-FSE Te eff long. Volumineuse Lésion liquidienne du bas. Cholédoque (tête de flèche blanche). **b** Coupe frontale (MPR 6 mm) après perfusion de Mn DPDP. Complète opacification de la lésion liquidienne : cholédococèle (tête de flèche blanche).



a | b
c |

Fig. 10 : Patiente de 54 ans. Cholangio IRM pour suspicion de calcul de la voie biliaire principale.

- a** Coupe frontale en SS-FSE Te eff long (20 mm). Aspect normal de la VBP et des voies biliaires intrahépatiques. Pas de canal cystique ni de vésicule individualisables.
- b** Coupe axiale en SS-FSE Te eff court (7 mm). Absence de vésicule.
- c** MIP frontal après perfusion de Mn DPDP. Confirmation de l'absence de vésicule. Agénésie vésiculaire. Aspect normal de la voie biliaire principale et des voies biliaires intrahépatiques.

Cartographie des voies biliaires intra hépatiques des donneurs vivants

L'un des défis pour la sélection des donneurs vivants est de pouvoir établir une cartographie des voies biliaires permettant de mettre en évidence éventuellement les variantes anatomiques. L'anatomie des voies biliaires est variable et ces variantes peuvent atteindre jusqu'à 45 % de la population (seuls 62,5 % des donneurs ont une anatomie des voies biliaires conventionnelle). Mais la détection et la caractérisation des anomalies des voies biliaires intra hépatiques (VBIH) particulièrement lorsque celles-ci ne sont pas dilatées sont difficiles. Les techniques invasives grevées d'un taux certain de morbidité ne sont pas proposées pour des donneurs indemnes de toute pathologie. Avec les séquences de cholangio MR classiques la visualisation de certaines anomalies en T2 est très délicate car il existe une superposition des différentes structures et la résolu-

tion spatiale de ces images est insuffisante dans ce contexte. La non visualisation des variations anatomiques dépend du calibre des VBIH et accessoires non dilatées. Faire par exemple la différence entre une authentique trifurcation et une anatomie normale des voies biliaires dépend de la position du canal hépatique droit qui peut être de l'ordre du millimètre (21).

Dans ce contexte, Lee et al. ont proposé dès 2000 d'établir une cartographie des VBIH par la réalisation d'une IRM avec perfusion de Mn DPDP (22). La réalisation de reformations de qualité grâce aux paramètres d'acquisition optimisés (imagerie parallèle, coupes natives fines, méthodes d'interpolation de type zero filling) permet l'obtention de post traitements particulièrement utiles et indispensables. Avec cette technique les VBIH non dilatées sont visibles pour tous les candidats potentiels, ce qui permet de détecter plus souvent les variantes anatomiques que les séquences classiques fortement pondérées T2 (23, 24).

En 2004, une seconde étude du même auteur (25) porte sur 108 candidats donneurs potentiels et confirme dans ce champ d'application sa supériorité par rapport aux séquences classiques de cholangio MR. Dans 99 % des cas les voies biliaires sont individualisées avec cette technique alors qu'elles ne le sont que dans 82 % des cas avec les séquences fortement pondérées T2 classiques. Lorsque ces deux techniques sont confrontées aux données de la cholangiographie per opératoire, les résultats obtenus sont supérieurs avec perfusion de Mn DPDP (92 %) qu'avec pour les séquences classiques fortement pondérées T2 (84 %).

Autres applications potentielles

Lésion kystique communicante ou non avec les voies biliaires

Évaluer avec certitude une communication d'une lésion kystique avec les voies biliaires intra ou extra hépatiques est parfois difficile. Dans cette situation, il ne

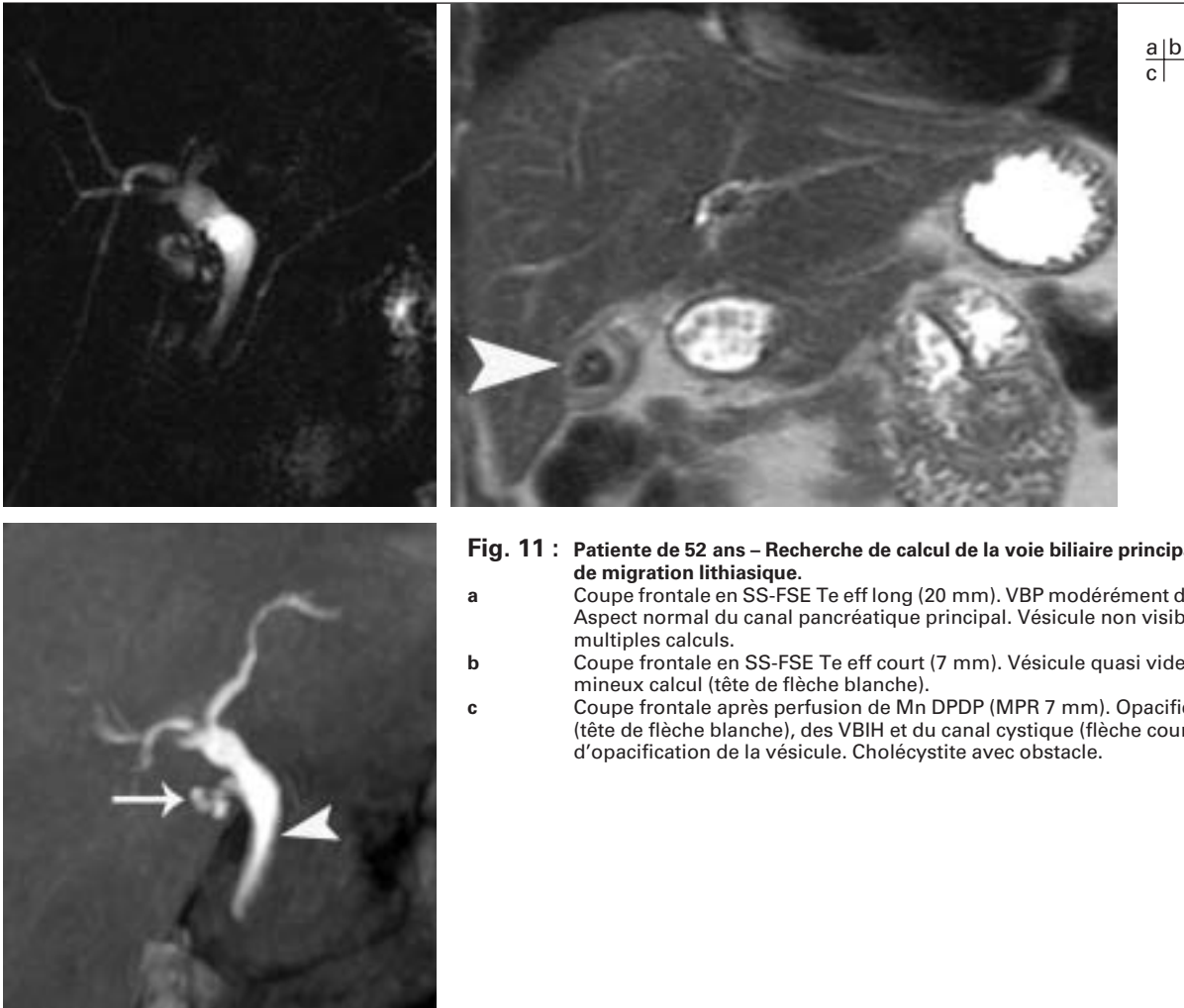


Fig. 11 : Patiente de 52 ans – Recherche de calcul de la voie biliaire principale après épisode de migration lithiasique.

- a Coupe frontale en SS-FSE Te eff long (20 mm). VBP modérément dilatée sans calcul. Aspect normal du canal pancréatique principal. Vésicule non visible en raison des multiples calculs.
- b Coupe frontale en SS-FSE Te eff court (7 mm). Vésicule quasi vide siège d'un volumineux calcul (tête de flèche blanche).
- c Coupe frontale après perfusion de Mn DPDP (MPR 7 mm). Opacification de la VBP (tête de flèche blanche), des VBIH et du canal cystique (flèche courbe). Absence d'opacification de la vésicule. Cholécystite avec obstacle.

faut pas oublier de réaliser des séquences fortement pondérées avant et après perfusion de Mn DPDP car l'effacement du signal de la bile sur ces acquisitions fortement pondérées T2 permet de confirmer la communication du kyste (*fig. 7-9*).

Pour les kystes intra hépatiques, hormis le classique kyste biliaire, l'un des enjeux est le diagnostic de maladie de Caroli anomalie congénitale avec kystes communicants. L'injection de Mn DPDP permet avec certitude et de manière totalement non invasive de savoir s'il existe ou non une communication. De même les kystes périliaires peuvent être confondus avec une dilatation des voies biliaires intra-hépatiques. Même si leur topographie est pathognomonique de ce diagnostic, c'est-à-dire situés de part et d'autre des branches portales, l'injection de Mn DPDP permet de confirmer qu'il n'existe aucune communication entre ces minuscules kystes et les VBIH (26).

Le problème peut se poser d'une communication d'une lésion kystique juxta

cholédocienne avec la voie biliaire principale. Les kystes du cholédoque sont regroupés selon la classification de Todani (27) : les kystes de type 1 et 2 correspondent à des dilatations kystiques de la voie biliaire extra hépatique, le type 3 à une cholédocèle, le type 4 a des dilatations des voies biliaires intra et extra hépatiques et le type 5 a une dilatation des voies biliaires intrahépatiques (maladie de Caroli). Les kystes de type 1 et 2 nécessitent une intervention chirurgicale pour résection en prévention du cholangiocarcinome. L'opacification d'une telle lésion permet de confirmer le diagnostic de kyste.

Les kystes de type 3 peuvent être confondus à tort avec une lésion kystique d'origine d'origine pancréatique (faux kyste) ou du sillon (dans le cadre des pancréatites du sillon). L'opacification de cette dilatation kystique après Teslascan* confirme sa communication avec la voie biliaire principale et permet de confirmer le diagnostic de kyste de type 3.

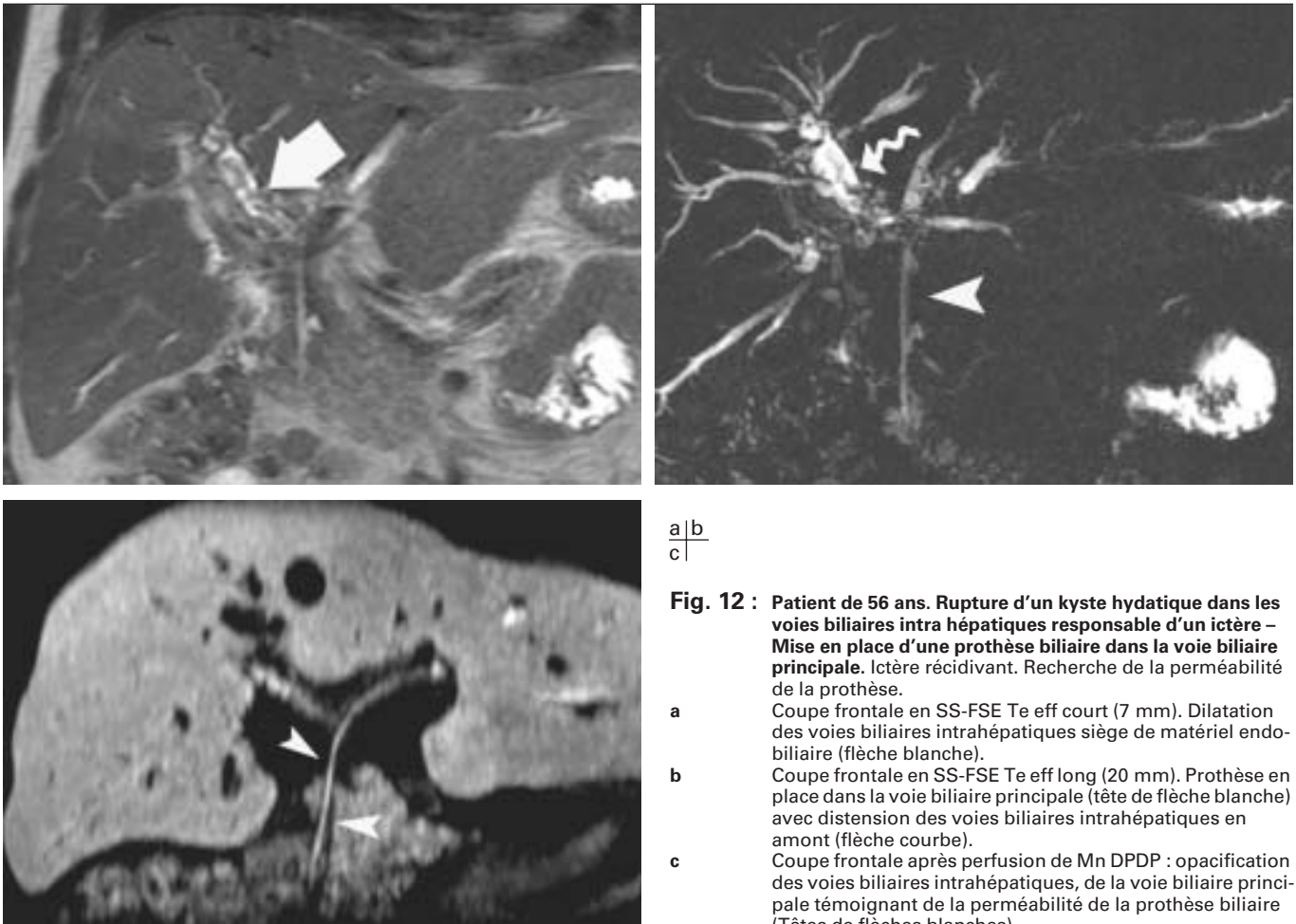
Variantes anatomiques de la vésicule biliaire (28-30)

Certaines variantes morphologiques de la vésicule sont parfois de diagnostic difficile.

Certaines anomalies sont exceptionnelles : vésicule double ou agénésie (*fig. 10*). L'opacification avec le Mn DPDP permet de confirmer des anomalies.

Anomalies de la vidange biliaire

Le remplissage des VBIH est rapide en l'absence d'obstruction biliaire (environ une dizaine de minutes). Certains auteurs ont proposé la réalisation d'une IRM avec Mn DPDP pour l'analyse du remplissage vésiculaire dans le cadre du diagnostic différentiel des cholécystites aiguës ou chroniques. La vésicule ne se remplit pas lorsqu'il existe une cholécystite aiguë (*fig. 11*) alors qu'est observé un remplissage tardif de la vésicule en cas de cholécystite chronique. Kim et al. rapportent (31) leur expérience chez 12 patients en



a | b
c |

Fig. 12 : Patient de 56 ans. Rupture d'un kyste hydatidique dans les voies biliaires intra hépatiques responsable d'un ictère – Mise en place d'une prothèse biliaire dans la voie biliaire principale. Ictère récidivant. Recherche de la perméabilité de la prothèse.

- a** Coupe frontale en SS-FSE Te eff court (7 mm). Dilatation des voies biliaires intrahépatiques siège de matériel endobiliaire (flèche blanche).
- b** Coupe frontale en SS-FSE Te eff long (20 mm). Prothèse en place dans la voie biliaire principale (tête de flèche blanche) avec distension des voies biliaires intrahépatiques en amont (flèche courbe).
- c** Coupe frontale après perfusion de Mn DPDP : opacification des voies biliaires intrahépatiques, de la voie biliaire principale témoignant de la perméabilité de la prothèse biliaire (Têtes de flèches blanches).

confrontant les résultats de l'IRM avec Mn DPDP avec les résultats de la scintigraphie biliaire. Il conclut que cet examen est très intéressant, supérieur en performance à la scintigraphie pour le diagnostic de cholécystite aiguë d'origine obstructive, les critères diagnostiques étant la visualisation de la voie biliaire principale, du canal cystique et l'opacification du cadre duodénal alors que la vésicule n'est pas opacifiée. Ces auteurs considèrent que cette technique pourrait être éventuellement intéressante pour le diagnostic différentiel des cholécystites secondaires à la présence d'un calcul enclavé dans le canal cystique d'une cholécystite non lithiasique.

D'autre part, l'opacification biliaire au Mn DPDP offre le potentiel d'une exploration précise de la dynamique d'évacuation vésiculaire après injection de cholécystokinétiques. Elle pourrait donc se substituer à la scintigraphie biliaire dans cette indication puisqu'elle ne s'accompagne d'aucune irradiation, tout en fournissant des images beaucoup plus

précises de la VBP et du jeu sphinctérien du bas cholédoque (32).

Dans ce même type d'indications l'injection de Mn DPDP a été proposée pour le diagnostic précoce d'atrésie des voies biliaires (33). Vingt trois enfants suspects d'atrésie des voies biliaires ont bénéficié d'une IRM avec Mn DPDP avec obtention de séquences en écho de gradient T1 1 h, 2 h et 3 h après injection. Le diagnostic d'atrésie des voies biliaires était infirmé s'il existait une opacification du cadre duodénal. Cette technique a été comparée à la scintigraphie biliaire. Aucun faux positif n'a été relevé avec cette technique alors que les autres méthodes étaient responsables de FP dans 42 % pour la cholangio IRM classique, 35 % pour la scintigraphie, et 11 % pour le signe de la corde triangulaire en échographie.

Pour les adultes, l'étude de la vidange biliaire peut avoir de multiples intérêts en pratique clinique. Le premier est de pouvoir apprécier la perméabilité des prothèses. En effet si rapidement après

perfusion de Mn DPDP on observe une opacification du cadre duodénal on peut affirmer la perméabilité de celle-ci (27) (fig. 12).

Conclusion

L'utilisation de Mn DPDP permet d'accéder à une imagerie fonctionnelle de l'excrétion et de la sécrétion biliaire et offre de multiples nouvelles applications cliniques. Cette technique permet d'aller au-delà des seules anomalies morphologiques et permet d'explorer et d'opacifier de manière non invasive des voies biliaires même lorsqu'elles sont fines et distales. De plus les progrès technologiques récents en IRM : antenne en réseau phasé, gradients puissants, imagerie parallèle permettent la réalisation de séquence volumique à haute résolution spatiale et offrent la possibilité de reformations multiplanaires d'excellente qualité indispensables pour l'analyse de ces structures de petite taille.

Références

- Oudkerk M, Torres CG, Song B et al. Characterization of liver lesions with mangafodipir-trisodium – enhanced imaging multicenter study comparing MR and dual – phase spiral CT. *Radiology* 2002;223:517-24.
- Mitchell DG, Alam F. Mangafodipir-trisodium: Effects on T2 and T1-weighted MR cholangiography. *J Magn Reson Imaging* 1999;9:366-8.
- Gallez B, Baudalet C, Adline J, Geurts M, Delzenne N. Accumulation of manganese in the brain of mice after intravenous injection of manganese-based contrast agents. *Chem Res Toxicol* 1997;10:360-3.
- Gallez B, Baudalet C, Geurts M. Regional distribution of manganese found in the brain after injection of a single dose of manganese-based contrast agents. *Magn Reson Imaging* 1998;16:1211-5.
- Van Beers BE, Lacrosse M, Trignaux JP, de Cannière L, De Ronde T, Pringot J. Noninvasive imaging of the biliary tree before or after laparoscopic cholecystectomy: use of three-dimensional spiral ct cholangiography. *AJR Am J Roentgenol* 1994;162:1331-5.
- Persson A, Dahlstrom N, Smedby O, Brismar TB. Volume rendering of three dimensional drip infusion CT cholangiography in patients with suspected obstructive biliary disease: a retrospective study. *Br J Radiol* 2005;78:1078-85.
- Iqbal M, Aggarwal S, Kumar R, Garg PK, Bandhu S, et al. The Role of 99mTc mebrofenin hepatobiliary scanning in predicting common bile duct stones in patients with gallstones diseases. *Nucl Med Commun* 2004;25:285-9.
- Tripathi M, Chandrashekar N, Kumar R, Thomas EJ, et al. Hepatobiliary scintigraphy. an effective tool in the management of bile leak following laparoscopic cholecystectomy. *Clin Imaging* 2004;28:40-3.
- Loperfido S, Angelini G, Benedetti G, Chilovi F, et al. Major early complications from diagnostic and therapeutic ERCP: a prospective multicenter study. *Gastrointest Endosc* 1998;48:1-10.
- Kapoor V, Baron RL, Peterson MS. Bile leaks after surgery. *AJR Am J Roentgenol* 2004;182:451-8.
- Vitellas KM, El-Dieb A, Vaswani K, Bennett WF, et al. detection of bile duct leaks using mr cholangiography with mangafodipir trisodium (Teslascan®). *J Comput Assist Tomogr* 2001;25:102-5.
- Park MS, Kim KW, Yu JS, Kim MJ, et al. Early biliary complications of laparoscopic cholecystectomy: evaluation on T2-weighted MR cholangiography in conjunction with mangafodipir trisodium-enhanced 3D T1-weighted MR cholangiography. *AJR Am J Roentgenol* 2004;183:1559-66.
- Aduna M, Larena JA, Martin D, Martinez-Guerenu B, Aguirre I, Astigarraga E. Bile duct leaks after laparoscopic cholecystectomy: value of contrast – enhanced MR-CP. *Abdom Imaging* 2005;30:480-7.
- Vitellas KM, El-Dieb A, Vaswani K, Bennett WF, et al. Using contrast-enhanced MR cholangiography with iv mangafodipir trisodium (teslascan®) to evaluate bile duct leaks after cholecystectomy: a prospective study of 11 patients. *AJR Am J Roentgenol* 2002;179:409-16.
- Pilleul F, Billaud Y, Gautier G, Monneuse O, Crombe-Ternamian A, et al. Mangafodipir-enhanced magnetic resonance cholangiography for the diagnosis of bile duct leaks. *Gastrointest Endosc* 2004;59:818-22.
- Assaban M, Aube C, Lebigot J, Ridereau-Zins C, Homy A, Caron C. Intérêt de l'IRM avec perfusion de mangafodipir trisodium dans la détection des fuites biliaires. *J Radiol* 2006;87:41-7.
- Pandharipande PV, Lee VS, Morgan GR, Teperman LW, et al. Vascular and extravascular complications of liver transplantation: comprehensive evaluation with three-dimensional contrast-enhanced volumetric MR imaging and MR cholangiopancreatography. *AJR Am J Roentgenol* 2001;177:1101-7.
- Bridges MD, May GR, Harnois DM. Diagnosing biliary complications of orthotopic liver transplantation with mangafodipir trisodium-enhanced MR cholangiography: comparison with conventional MR cholangiography. *AJR Am J Roentgenol* 2004;182:1497-504.
- Baris AE, Vitellas KM, Rajab A, Pelletier R, et al. Magnetic resonance cholangiography with mangafodipir trisodium (Teslascan) to evaluate bile duct leaks after T-tube removal in liver transplantation. *J Comput Assist Tomogr* 2004;28:613-6.
- Hottat N, Winant E, Metens T, Bourgeois N, Devière J, Matos C. MR cholangiography with manganese dipyridoxyl diphosphate in the evaluation of biliary-enteric anastomoses: preliminary experience. *AJR Am J Roentgenol* 2005;184:1556-62.
- Sahani D, D'Souza R, Kadavigere R, Hertl M, McGowan J, Saini S, Mueller P. Evaluation of living liver transplant donors: method for precise anatomic definition by using a dedicated contrast-enhanced MR imaging protocol. *Radiographics* 2004;24:957-67.
- 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.
- Kapoor V, Peterson MS, Baron RL, Patel S, Eghtesad B, Fung JJ. 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.
- Yeh B, Breiman RS, Taouli B, Qayyum A, Roberts JP, Coakley FV. 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.
- Lee VS, Krinsky GA, Nazzaro CA, Chang JS, 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. Epub 2004 Oct 29.
- Vullierme MP, Vilgrain V. Une dilatation segmentaire uni ou pluri-focale des voies biliaires intra-hépatiques à l'échographie. Quelle conduite à tenir ? *J Radiol* 2006;87:500-12.
- Govil S, Justus A, Korah I, Perakath A, Zachariah N, Sen S. Choledochal cysts: evaluation with MR cholangiography. *Abdom Imaging* 1998;23:616-9.
- Fayad LM, Holland GA, Bergin D, Iqbal N, et al. Functional magnetic resonance cholangiography (fMRC) of the gallbladder and biliary tree with contrast-enhanced magnetic resonance cholangiography. *J Magn Reson Imaging* 2003;18:449-60.
- Fayad LM, Kamel IR, Mitchell DG, Bluemke DA. Functional MR cholangiography: diagnosis of functional abnormalities of the gallbladder and biliary tree. *AJR Am J Roentgenol* 2005;184:1563-71.
- Milot L, Partensky C, Scoazec JY, Vallette PJ, Pilleul F. Double gallbladder diagnosed on contrast-enhanced MR cholangiography with mangafodipir trisodium. *AJR Am J Roentgenol* 2005;184:S88-90.
- Kim KW, Park MS, Yu JS, Chung JPC, et al. Acute cholecystitis at T2-weighted and Manganese-enhanced T1-weighted MR Cholangiography: Preliminary study. *Radiology* 2003;227:580-584.
- Regent D, Laurent V, Meyer-Bisch L, Barbary-Lefèvre C, Corby-Ciprian C, Mathias J. La douleur biliaire: comment la reconnaître? Comment l'explorer ? *J Radiol* 2006;87:413-29.
- Ryeom HK, Choe BH, Kim JY, Kwon S, et al. Biliary atresia: feasibility of mangafodipir trisodium-enhanced MR cholangiography for evaluation. *Radiology* 2005;235:250-8.