

総説

胆管—肝門部胆管癌を中心に

奥本 忠之

国立水戸病院放射線科

Imaging of the Bile Duct by Multidetector-row CT
—With Focus on Hilar Cholangiocarcinoma

Tadayuki Okumoto

National Mito Hospital

抄録

本稿ではmultidetector CT (MDCT)による胆道の画像診断として肝門部胆管癌の進展度診断を中心に、撮像法、有用な再構成法、成績や画像所見について概説した。我々は肝門部胆管癌の術前CTに、単純CT及び3相のdynamic CTを撮像し、うち動脈相、門脈相を最小スライス厚1.25mmで取得し、workstationでの再構成像を含めた詳細な評価対象としている。このような薄いスライスでの撮像により、従来のCTでは困難であった肝門部の細かい解剖学的構造も詳細に評価可能となった。また、multiplanar reformation (MPR)を中心とした再構成画像も肝門部領域で実用的なレベルとなり、胆管長軸方向への病変の把握や胆管と血管の関係の評価などに有用である。

Abstract

In this article we describe the imaging of the bile duct by multidetector CT (MDCT) with focus on the preoperative evaluation of hilar cholangiocarcinoma. We perform dynamic CT scans for the preoperative evaluation of hilar cholangiocarcinoma and acquire 1.25mm slice images from the arterial and portal venous phase scans. These thin-section images enable the evaluation of small anatomic structures of the hepatic hilar region that was difficult by single detector CT. Reformatted images such as multiplanar reformation (MPR) that has become a practical tool in the hepatic hilar region by MDCT are also very useful in evaluating bile duct lesions.

Key words: Multidetector-row CT, Bile Duct, Hilar cholangiocarcinoma, Multiplanar Reformation

はじめに

胆道系の病変は一般に小さいことも多く、肝門部の解剖学的構造が複雑であることもあり、従来はCTによる診断に限界があった。しかし、近年のCTの進歩により、multidetector CT (MDCT)が登場し、従来に比し飛躍的に高速な撮像が可能となった結果、一回の息止め下で非常に薄いスライス厚での撮像が容易に得られるようになった。この結果、部分容積効果の少ない横断像により細かい病変の評価が容易になったのみならず、isotropic voxelに近い元データから得られるmultiplanar reformation (MPR)やcurved planar reformation (CPR)といった再構成画像により多方向の断面からの観察が実用的なレベルで行えるようになった。

本稿ではMDCTによる胆道系の画像診断として臨床的な要求も高い肝門部胆管癌の進展度診断を中心にCT撮像法や再構成画像表示法、臨床的有用性について概説する。

撮像法

MDCTによる高速な撮像は、その利点をdynamic studyにおける時間分解能の向上や、一回息止め下での体軸分解能の向上に応用することができる。

胆管系の画像診断においてもdynamic CTは有用なので¹⁾時間分解能が高いに越したことはないが、病変がしばしば小さくまた周囲の解剖学的構造が複雑であるため、体軸分解能を優先した撮像が必要である。

我々の4列検出器型MDCT (LightSpeed QX/I, GE)を用いたプロトコルでは単純CTを撮像した後、動脈相、門脈相、平衡相の3相のdynamic studyを施行している。このうち、動脈相と門脈相を1.25mm×4の最小検出器列で撮像し、詳細な検討対象としている。このCT機種ではピッチの選択は3または6に限られるが、ピッチ6では、低コントラストで微小な病変の評価において実効線量の低下やコーン角の影響から来るノイズの増加が無視できない影響があるため、できる限りピッチ3

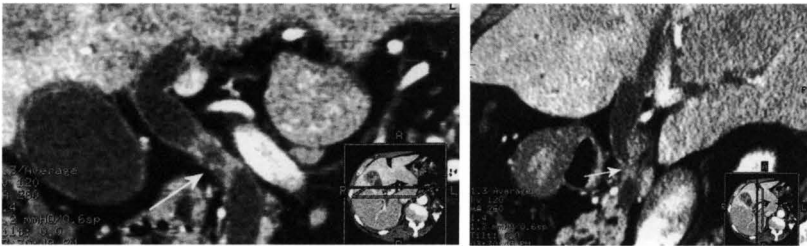


図1 78歳男性 中部胆管癌
a. 冠状断 b. 矢状断 中部胆管を主座とする腫瘍を認める(矢印)。MPRでは胆管長軸に沿って浸潤する腫瘍が理解しやすい。

を用いて撮像している。1.25mm×4の検出器列でピッチ3で撮像した場合(0.8秒/回転)、約25秒の一回息止めで撮像できる範囲は約12cmであり、肝門部の範囲を撮像するのにぎりぎりなので、あらかじめ単純CTで関心領域に撮像範囲を設定することが必須となる。

現在MDCTは16列検出器型まで実用化されており、たとえ1mm単位の検出器列かつ低ピッチで撮像したとしても、余裕を持って肝門部全体の撮像が可能となってきている。また、ピッチの選択も補間アルゴリズム²⁾の進歩もあり必ずしも低ピッチに拘らないでもよいと思われるが、線量を上げるなどそれぞれの機器の性能に応じて、薄いスライス厚でかつS/N比が向上するよう努めるべきであると考えられる。

また、ワークステーションに送る画像については可能な限り空間分解能を上げるため、肝門部を中心に約20cm程度のFOVで拡大再構成を行っており、体軸方向では50%のoverlap reconstruction(再構成間隔0.6mm)を行っている。こうして得られた画像枚数は1症例当たり500枚前後と多大であり、全てをフィルムに落とすことは現実的でないため、フィルムにはスライス厚2.5mmで、overlap reconstructionを行わない画像を落としている。臨床各科に提供する画像はこうしたフィルムによるものが主体となるが、実際の詳細な評価には厚めに再構成したフィルムの画像だけでなく、ワークステーション上のthin-sliceの画像の評価が必要なことは言うまでもなく、得られた情報をカンファレンスなどを通じて臨床各科にフィードバックすることが重要となっている。

3次元再構成法

ワークステーション上に送った画像は、横断像をシネ観察するのに加え、各種の3次元再構成法の元データとして用いられる。ここでは、我々が胆管癌の術前診断に重視している幾つかの手法について概説する。

1. Multiplanar Reformation (MPR)

再構成したvolume dataから任意の2次元断面を表示する手法である。MDCTが登場して以降、肝門部領域でも体軸分解能の高いMPRが容易に得られるように

なり、実用的なレベルでMPRの評価が可能となった(図1)。MPRで任意断面を評価する場合、とすれば普段CTやMRIで横断像を中心に把握している解剖学的構造がわかりにくくなるが、ワークステーション上でシネ状に表示することで構造の連続性を把握したり、関心部位を3軸表示に対応させて随時オリエンテーションを確認したりすることにより、対処できる。

現在、胆道の画像診断に当たっては、基本的な評価法としてワークステーション上でMPRを用いている。一度に表示するのは容積データ中の1断面のみであるが、容積データから作成したMPRをシネ状に動かすことにより、全てのCTボクセルのデータを立体的に把握できる。また、処理が軽く、特別な後処理を必要としない点が日常診療において簡便で有用である。

具体的な使用方法としては、ワークステーション上で横断像を手動的に動かしながらのシネ表示を基本として、特に関心部位について最適な断面のMPR断面を設定し、手動的にシネ状に観察して評価している。MPRは必要に応じて、double obliqueの断面も設定する。また、MPRのスライス厚は1ピクセルだとS/Nが低く微妙な造影剤増強効果や形態などを評価しにくいので、やや厚めに設定した方がスムージングにより評価しやすいことが多い。機器や撮像条件によっても最適なMPRの厚みは多少異なるが、我々は通常2mm程度を目安にしている。

2. Curved planar reformation (CPR)

MPRの応用的な手法で、任意の曲線に沿った2次元断面を表示する。MPRは平面断面の表示であるために、3次的に走行する胆管や血管などの管腔構造が必ずしも一断面で表示できないが、CPRでは曲線断面に沿って表示するために、一つの画像で管腔の長軸像をdemonstrableに表示できる(図2)。

短所としては一断面のみの表示であり、管腔の中心を正確に描出しないと、偽狭窄を起こすことがあるので画像作成や解釈に注意が必要となる。また、関心領域の管腔構造を中心とした表示となるために、複雑な曲線に沿って展開すると周囲の構造のオリエンテーションがつきにくくなり、MPRよりも汎用性は落ちる。

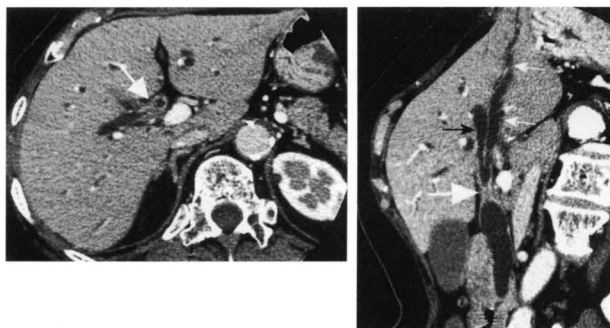


図3. 68歳男性 肝門部の動脈のvolume renderingによる3D像。腹腔動脈(矢印)。左右肝動脈をはじめ、腹腔動脈のかなり末梢の分枝まで良好に描出される。

3. その他

Volume rendering (VR) や maximum intensity projection (MIP) による血管解剖の把握は術前のマッピングに有用であり、1mm程度のスライス厚であれば肝門部のかなり細かい血管まで描出できる(図3)。ただし、腫瘍の血管浸潤の評価という観点では、血管造影と同様に血管内腔の像の表示であるため、血管造影同様の限界があり、外膜や中膜に留まる浸潤の診断はVRやMIP像では困難である。この点は、特に小さい腫瘍を評価する必要がある多く、浸潤があるにもかかわらず必ずしも血管狭窄を示さない胆管癌では影響が大きい。

肝門部胆管癌の術前診断

肝門部胆管癌は、肝門部の胆管上皮に発生する腫瘍で、一般的には腺癌で、小さく、成長の遅い腫瘍とされるが、肝門部は狭い範囲に胆管や動脈、門脈などが集簇し、十二指腸球部、胆嚢、横行結腸などが近接するために、それらの構造物への浸潤傾向が強い。

術後遠隔成績を左右する因子は断端陰性の根治的切除の完遂である為に³⁾、術前画像診断により浸潤の程度を正確に把握することは、術式選択や治療成績向上に不可欠である。

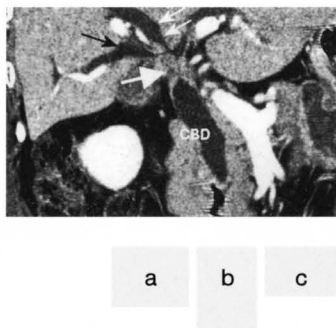


図2 70歳女性 左右肝管合流部を主座として、左右胆管二次分枝に浸潤する腫瘍(a-c, 白大矢印)

a. 横断像。b. 総胆管からB2(白小矢印)に沿って展開したCPR像。B3(黒矢印)。c. 総胆管からB8(白小矢印)に沿って展開したCPR像。B5(黒矢印)。

現在、肝門部胆管癌の基本術式は肝切除術であることが広く認められている⁴⁾。この点をもとにして局所因子による切除不能の基準については、施設によって差違があるが、1) 両側胆管二次分枝に及ぶ高度な病変、2) 門脈本幹ないし総～固有肝動脈への浸潤、3) 両側門脈枝ないし両側肝動脈浸潤、4) 一側門脈(動脈)浸潤および対側門脈(門脈)浸潤、5) 一側血管(動脈ないし門脈)浸潤及び対側の広範囲胆管浸潤ということが挙げられており⁵⁾、こうした点を明らかにすることが治療上重要である。他にも肝浸潤やリンパ節転移の有無、また、胆管水平浸潤の中でも尾状葉枝への浸潤⁶⁾などが問題となるが、とりわけ、二次分枝までの胆管水平浸潤、左右を含めた肝動脈や門脈浸潤の有無を重視して評価する必要がある。

肝門部胆管癌に対するCT診断は、初期にはconventional CT(non-helical CT)を用いた報告がある⁷⁾。胆管長軸に沿って浸潤し壁肥厚を示すタイプが7-8割と多数を占めるに関わらず、腫瘍を形成しないことが多いため同定率は低く、肝内胆管拡張などの二次所見による閉塞部位の同定に留まることも多かった。90年代に入り、helical CTが普及し、従来よりも薄いスライス厚(5mm)の撮像や、造影剤の急速静注によるdynamic CTが施行されるようになると、診断能は向上し、少なくとも腫瘍の同定は90%以上得られるようになった。しかし、進展度診断に関しては満足すべき成績とは言えず、胆管水平浸潤でBithmuth-Corlette分類にもとづいた正診率は63%(17/27)であった⁸⁾。血管浸潤に関してはFeydeyらの報告⁹⁾から計算すると、動脈浸潤で正診率45%(5/11)、門脈浸潤64%(7/11)程度である。

1998年より登場したMDCTでは、薄いスライス厚でdynamic CTを撮像するという従来の方向性を更に推し進めて、ずっと細かいスライス厚での撮像が容易となり、診断能の向上が得られる。また、体軸分解能が高いMPRを用いて任意方向からの血管や胆管などの管腔

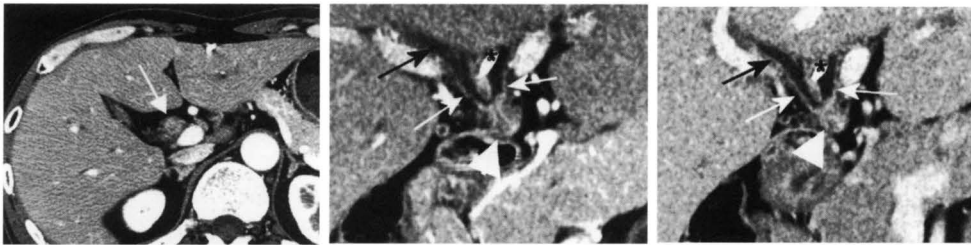


図4 56歳男性 上部胆管から左右肝管に及ぶ胆管癌

a. 横断像(動脈相)。上部胆管を主座とする腫瘍を認める(矢印)

b, c. 冠状断像 上部胆管に腫瘍を認めるが(矢頭)、壁肥厚は右2次分枝(黒矢印)まで及んでいる。動脈相(b)では壁の染まりは左右肝管(白矢印)に留まっているが、門脈相(c)では2次分枝(黒矢印)まで一様に染まっている。壁肥厚の所見のみでは過大評価の可能性がある。動脈相での染まりの範囲が腫瘍の進展範囲と比較的一致していた症例だが、実際には悩ましいことも多い。

*: PTBD tube

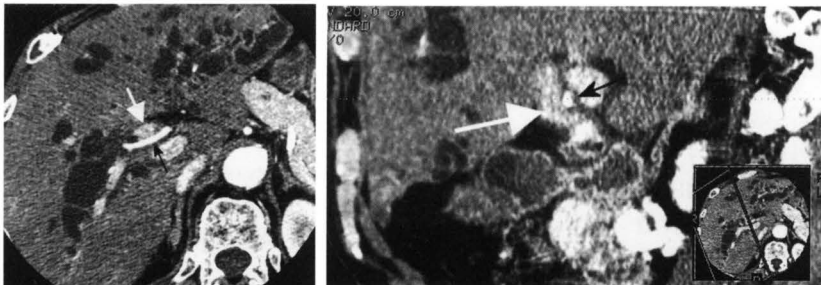


図5 69歳男性 肝門部胆管癌

a. 横断像 b. 傍矢状断像 上部胆管の腫瘍(白矢印)の濃染する部位と右肝動脈(黒矢印)が接している。右肝動脈に狭窄や偏位はないが、手術所見では浸潤を認めた。

構造の連続性や周囲構造との関係が容易に把握可能となったことも有用である。

手術・病理所見と対比した自験例18例の検討¹⁰⁾では、胆管水平浸潤に関してはBithmuth-Corlette分類に則った正診率は77.8% (14/18)であった。誤診例4例中1例が過小評価、3例が過大評価と判断された。動脈浸潤(右肝動脈)に関して、感度100% (8/8)、特異度90% (9/10)、正診率94% (17/18)で良好な成績であった。門脈浸潤に関しては、感度92% (12/13)、特異度90% (37/41)、正診率91% (49/54)であり、こちらも良好な成績である。これらは、いずれもワークステーション上でMPRを併用して評価した成績であり、胆管水平浸潤に関しては胆管長軸に沿った断面、血管浸潤に関しては腫瘍と血管の接触面を垂直に描出する断面を設定して観察することが有用である。

胆管癌の画像所見としては、近年dynamic studyの動脈相で胆管壁の濃染として認められるものが多いことが知られてきている¹⁾。胆管に沿って浸潤する病変

にこの傾向が強く、水平浸潤診断に有用である。ただし、しばしば言及されているように胆管炎でも胆管壁は濃染するために疑陽性の原因となりえる⁷⁾ (図4)。それでも、実際的にはこの動脈相での胆管壁の濃染所見により自験例では8割程度の陽性的中率が得られており、注目すべき所見といえる。

ところで、減黄のために挿入されるPTBD (percutaneous transhepatic bile drainage) tubeはしばしば炎症性胆管壁肥厚の原因となるために胆管水平浸潤の評価を困難にする。また、tube自体のartifactで近傍の評価が困難になることや胆管内腔のcollapseのために胆管狭窄部が不明瞭になる。そのため、MDCTの有用性を最大限に生かすためにはPTBD tube挿入前の撮像が重要であり、関連各科や紹介元病院への啓蒙が望まれる。

肝門部胆管癌の血管浸潤の評価に当たっては従来より血管造影が行われているが、血管狭窄を示さない浸潤病変に関しては診断に限界がある。MDCTを用いた

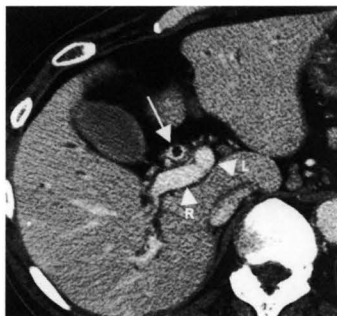


図6 65歳男性 肝門部胆管癌

上部胆管に腫瘍を認める(矢印)。腫瘍部の胆管内腔側は濃染し、辺縁の染まりの弱い軟部組織が門脈(矢頭、L:門脈左枝、R:門脈右枝)に接している。左右門脈合流部は腫瘍周囲に増生した結合組織に巻き込まれていたが、断端陰性で剥離可能であった。

自験例において、浸潤性腫瘍の胆管内腔側が濃染し、その周囲に造影剤増強効果の弱い軟部影が取り巻く所見が見られる場合があった。われわれは、前者すなわち内腔側の濃染域が血管と接する場合や、接触角90度以上を浸潤の基準として判断したが、これにより血管造影上は狭窄がないために浸潤の判断が困難な症例に関しても診断の向上が期待される(図5)。後者すなわち腫瘍周囲の造影剤増強効果の弱い軟部影は、胆管癌が周囲に線維化を伴いつつ増殖するという病理学的な性質から、線維化や周囲に随伴する炎症性変化に相当すると考えられる。画像的にはこの造影剤増強効果の弱い軟部影が血管と接しているだけでは必ずしも浸潤と言えない(図6)。

おわりに

MDCTを用いた胆道系の画像診断として肝門部胆管癌進展度診断を中心に概説した。

MDCTが登場して数年たち、各方面での臨床応用が進んでおり、肝門部領域でも従来のSDCTでは困難であった細かい解剖学的構造まで評価できるようになった。また、MPRをはじめとする再構成画像でCTでも横断像にとらわれない画像診断が可能となってきている。

胆管癌の術前診断についても、一方で限界も感じつつも、かなりの部分をCTで評価可能となってきている感触を持っている。今後更に知見を積み重ねて行くことで、MDCTが登場して以降の検査体系の中で直接胆道造影や血管造影のような侵襲度の高い検査との関わり、適応などについても更にコンセンサスを煮詰める必要があるであろう。

参考文献

1. Tillich M, Mischinger HJ, Preisegger KH, et al. Multiphase helical CT in diagnosis and staging of hilar cholangiocarcinoma. *AJR Am J Roentgenol* 171:651-8,1998
2. 辻岡勝美, 片田和廣. MDCTのデータ収集と画像再構成. *臨床画像* 18:482-91, 2002
3. Pichlmayr R, Weimann A, Klempnauer J, et al. Surgical treatment in proximal bile duct cancer. A single-center experience. *Ann Surg* 224:628-38, 1996
4. 上坂克彦, 二村雄次. 肝門部胆管癌診断と治療の最先端-本邦と欧米の比較-. *胆と膵* 23:3-9, 2002
5. 鈴木正徳, 海野倫明, 松野正紀 他. 外科的立場からみた切除不能肝管、上中部胆管癌に対する集学的治療. *消化器外科* 23:1447-54, 2000
6. 竜崇正, 趙明浩, 泉誠, 他. 肝門部胆管癌の尾状葉切除の適応. *胆と膵* 23:37-44, 2002
7. Nesbit GM, Johnson CD, James EM, et al. Diagnosis and evaluation of resectability by CT and sonography as procedures complementary to cholangiography. *AJR Am J Roentgenol* 151: 933-8, 1988
8. Han JK, Choi BI, Kim TK, et al. Hilar cholangiocarcinoma: thin-section spiral CT findings with cholangiographic correlation. *Radiographics* 17:1475-85, 1997
9. Feydy A, Vilgrain V, Denys A, et al. Helical CT assessment in hilar cholangiocarcinoma: correlation with surgical and pathologic findings. *AJR Am J Roentgenol* 172:73-7, 1999
10. Okumoto T, Ishibashi T, Takahashi S et al. Hilar cholangiocarcinoma: evaluation of vascular encasement and longitudinal extension by multidetector-row CT. *European Radiology Supplement* 13: 355.2003, (abst)

ダウンロードされた論文は私的利用のみが許諾されています。公衆への再配布については下記をご覧ください。

複写をご希望の方へ

断層映像研究会は、本誌掲載著作物の複写に関する権利を一般社団法人学術著作権協会に委託しております。

本誌に掲載された著作物の複写をご希望の方は、(社)学術著作権協会より許諾を受けて下さい。但し、企業等法人による社内利用目的の複写については、当該企業等法人が社団法人日本複写権センター（(社)学術著作権協会が社内利用目的複写に関する権利を再委託している団体）と包括複写許諾契約を締結している場合にあっては、その必要はございません（社外頒布目的の複写については、許諾が必要です）。

権利委託先 一般社団法人学術著作権協会
〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル 3F FAX：03-3475-5619 E-mail：info@jaacc.jp

複写以外の許諾（著作物の引用、転載、翻訳等）に関しては、(社)学術著作権協会に委託致しておりません。

直接、断層映像研究会へお問い合わせください

Reprographic Reproduction outside Japan

One of the following procedures is required to copy this work.

1. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has concluded a bilateral agreement with an RRO (Reproduction Rights Organisation), please apply for the license to the RRO.

Please visit the following URL for the countries and regions in which JAACC has concluded bilateral agreements.

<http://www.jaacc.org/>

2. If you apply for license for copying in a country or region in which JAACC has no bilateral agreement, please apply for the license to JAACC.

For the license for citation, reprint, and/or translation, etc., please contact the right holder directly.

JAACC (Japan Academic Association for Copyright Clearance) is an official member RRO of the IFRRO (International Federation of Reproduction Rights Organisations).

Japan Academic Association for Copyright Clearance (JAACC)

Address 9-6-41 Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052 Japan

E-mail info@jaacc.jp Fax: +81-33475-5619