



血管走行異常を合併した小児外科疾患における 造影ヘリカルCTの有用性について

米倉竹夫, 窪田昭男, 保木昌徳, 朝野 聡, 大柳治正,
藤井廣一¹⁾, 石田 修¹⁾, 小野芳文²⁾
近畿大学 第二外科, 同放射線科¹⁾, 同放射線部²⁾

Helical Computerized Tomography with Three-Dimensional Reconstruction for the Surgical Pediatric Patients with Abnormal Anatomy of Blood Vessels.

Takeo Yonekura, Akio Kubota, Masanori Houki, Satoru Asano,
Harumasa Ooyanagi, Kouichi Fujii¹⁾, Osamu Isida¹⁾, and Yoshihumi Ono²⁾

The Department of Surgery II, the Department of Radiology¹⁾ and the
Division of Radiology²⁾, Kinki University, School of Medicine

Abstract Pediatric surgical patients sometimes have involvement of other congenital anomalies. In particular, in patients with abnormal anatomy of the blood vessels, accurate preoperative evaluation of other anatomical abnormalities should be conducted. We used contrast enhanced helical computed tomography(CT) on two pediatric surgical cases with very unusual blood vessel anatomy. One case had biliary atresia with polysplenia and heterotaxia, and the other had anteromedial diaphragmatic hernia with obstruction of the inferior vena cava.

Three-dimensional reconstructions of contrast enhanced helical CT demonstrated excellent images of the abnormal positioning of the organs and vessels, and maximum intensity projection(MIP) was more suitable for evaluating vessel continuity. We conclude that contrast enhanced helical CT, including the three-dimensional display and MIP, are very useful and non-invasive procedures for preoperative evaluation of the pediatric surgical patients with abnormal vessels.

Key words Helical/spiral computed tomography, Three-dimensional display, Maximum intensity projection, Abnormal vessel, Child

はじめに

小児外科疾患は原疾患以外にも高頻度に種々

の先天奇形を合併することがある。特に血管走行異常を合併している症例では術前にその正確な評価を行う必要がある。しかし小児ではその

原稿受付日：1996年12月9日，最終受付日：1997年2月27日

別刷請求先：〒589 大阪府狭山市大野東377-2 近畿大学医学部第二外科学教室 米倉竹夫

特性上いかに低侵襲的で、手技上の制約を伴わない正確な評価を行うかが大きな問題となる。最近新しい診断方法として導入されたヘリカルCTは従来のCT検査に比べ、高速撮影が可能でさらにz軸方向への連続性があるため、より高画質の三次元画像を得ることができ、小児においても非常に有用な検査と考えられる。そこでここでは極めて稀な血管走行異常を合併した小児外科症例を提示するとともに、造影ヘリカルCTの有用性とその問題点について検討した。

ヘリカルCT撮影条件

機種はToshiba X vigorおよびToshiba Super helix(TCT-900S)を用い撮影した。撮影条件はslice幅が5 mm、テーブル速度は5 mm/secで、非イオン性ヨード造影剤(イオパミロンTM)300mgI/ml、1~2 ml/kgを0.5~1 ml/secで手動静注投与しながら、遅延時間を症例1では15秒後と45秒後のdouble phaseで、症例2では10秒後に撮影した。

症 例

1. 症例1

1) 多脾症候群を合併した胆道閉鎖症症例

(2カ月の男児)

多脾症候群は種々の合併奇形を呈する疾患であるが¹⁾、本症例でも心房臓器錯位症候群と下大静脈の欠損を認めた。内臓逆位を伴う多脾症候群を合併した胆道閉鎖症では肝門部の位置関係が正常とは異なるため、葛西手術の際正確な肝門部吻合ができず、術後の黄疸の消失が不良な症例が多いと報告されている²⁾。そこで肝門部の形態学的評価を行うために、造影ヘリカルCTを施行した。

2) 画像所見

造影ヘリカルCTをみると(図1-A, B, C, D), 下大静脈は欠損し奇静脈が太く造影された。また肝内左右門脈枝は内臓逆位にも関わらず通常の左右分枝の形態をとった(図1-A)。一方肝動脈は腹部大動脈から分岐した後(図1-D)、右側から頭側へとループを描きながら上

向したのち(図1-A, B, C), 尾状葉の背側を下向し(図1-A, B), 左右門脈分岐部の頭側で前方に向かい肝門部に入り込む形態をとっていた(図1-B, C)。これを三次元表示にて再構築したところ、肝動脈はやはりループを描きながら門脈分岐部へと向かっていることが確認できた(図2)。

3) 手術所見および経過

生後67日目に葛西手術を行った。胆道閉鎖症、多脾症候群、内臓逆位、血管走行異常のほか、十二指腸前門脈、肝全結腸同側位腸逆回転症の合併を認めた。術前の造影ヘリカルCTにより肝門部の形態を正確に評価することができ、血管の損傷をおこすことなく正確な肝門部吻合を行うことができた。術後の胆汁の流出も良好であった。

2. 症例2

1) 前内側横隔膜ヘルニア症例(9カ月, 男児)

生後6カ月頃より繰り返す肝機能異常と喘鳴を認めた。胸部X線像にて右下肺野内側の異常陰影を認め(図3-A)、MRIにより肝臓の挙上を伴った右前側の横隔膜ヘルニアと診断した(図3-B)。肝機能障害の原因として、横隔膜ヘルニアによる肝臓の挙上に伴う肝血流障害の関与を考えた。

2) 画像所見(1)

そこで血管系の異常の有無を精査する目的で、下肢より静注ルートを確認し造影ヘリカルCTを施行した。CT像をみると右前内側の横隔膜ヘルニアにより肝臓のS4とS8の一部が縦隔へと脱出していた(図4-A, B, C, D)。また下大静脈は横隔膜部でとぎれ(図4-A)、太いループ状の側副血行路が造影され(図4-A, B)、頭腹側に偏移した横隔膜上部の下大静脈から右房が造影された(図4-C, D)。

この造影ヘリカルCTで得られた異常血管を三次元で再構築してみると、下大静脈は肝下面の高さからやや前方に傾きながら上行した後、横隔膜直下約4 cmにわたり造影されておらず、太い側副血行路がドレナージ血管となり心房直下へと流入していた(図5)。肝臓と側副血行路

の位置関係を明らかにするため、voxel transmissionにて再構築したところ、血流は下大静脈から肝内および肝外の静脈ならびに横隔膜下

の側副血行路を流れていることが判明した(図6)。脈管の連続性を確認するためにmaximum intensity projection(MIP)で再構築し

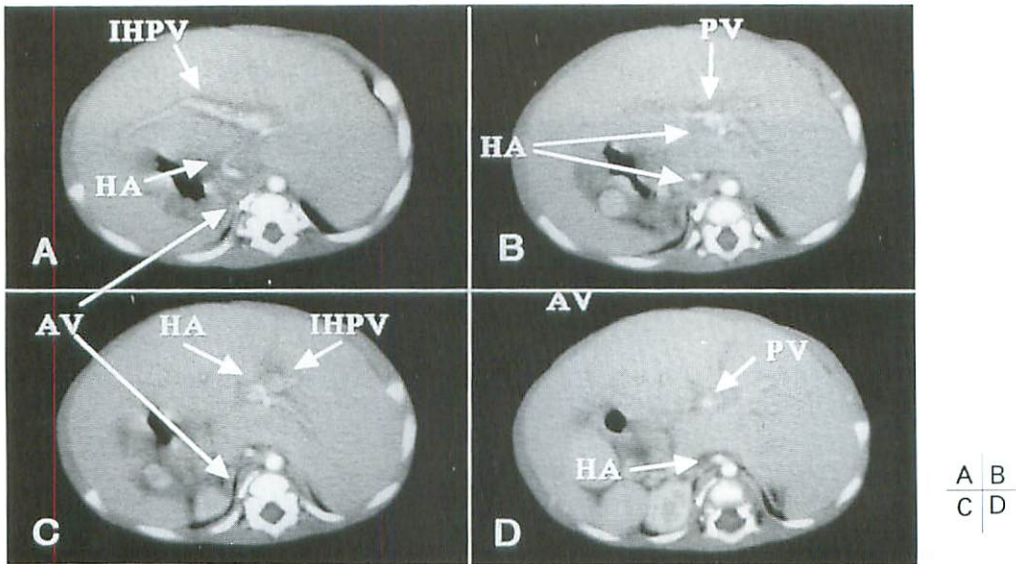


図1-A, B, C, D. 症例1の造影ヘリカルCT画像

多脾症候群, 内臓逆位, 下大静脈欠損を認め, 奇静脈が太く造影されている。一方肝内左右門脈枝は通常の左右分枝の形態をとる。肝動脈は腹部大動脈から分岐した後(図1-D), 右側から頭側へとループを描きながら上向したのち(図1-A, B, C), 尾状葉の背側を下向し(図1-A, B), 左右門脈分岐部の頭側で前方に向かい, 肝門部に流入する(図1-B, C)。

AV: 奇静脈, HA: 肝動脈, IHPV: 肝内門脈, PV: 門脈

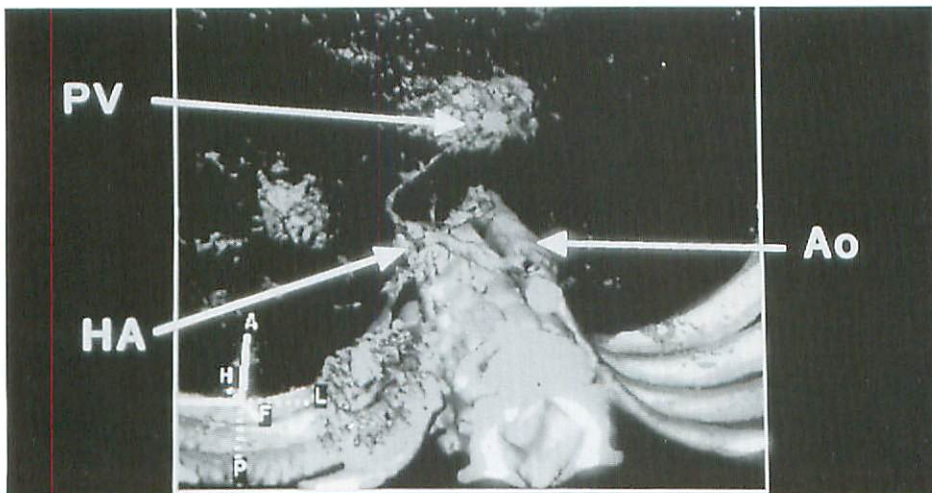


図2. 症例1の造影ヘリカルCT三次元画像

肝動脈は右頭側に向かった後, ループを描きながら反転し, 門脈分岐部へと向かっている。

Ao: 腹部大動脈, HA: 肝動脈, PV: 門脈

たところ、下大静脈本幹はわずかに造影され完全閉塞ではないこと、さらに三次元画像で指摘された側副血行路以外にも数本の側副血行路があることが明らかとなった(図7-A)。下大静脈造影では、下大静脈は呼吸性に間欠的に血流が流れ、血流の大半は数本の側副血行路から右

房へと還流していることが判明した(図8)。

3) 手術所見および経過

以上より本症例は前内側横隔膜ヘルニアに伴う肝臓の挙上により、下大静脈裂孔において下大静脈が屈曲閉塞をきたした外因性の Budd-Chiari症候群と診断し、開胸・開腹手

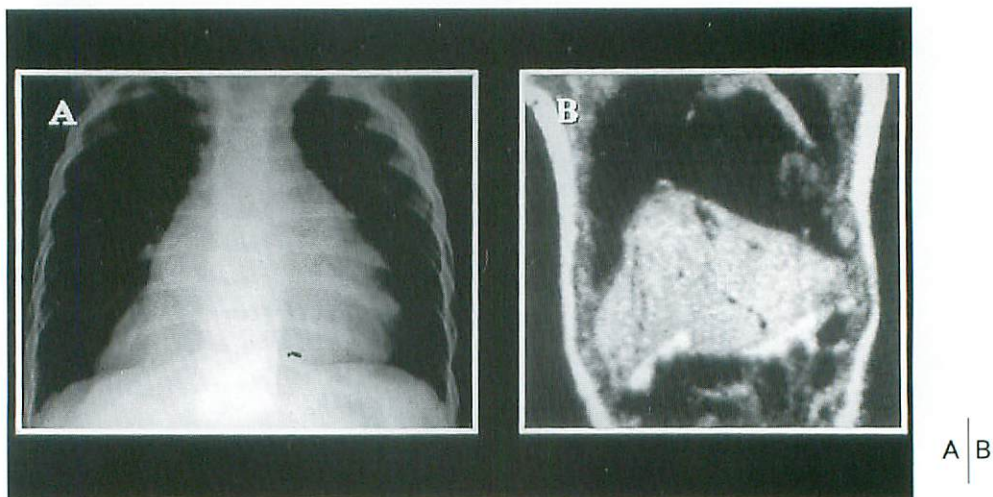


図3. 症例2の胸部X線立位前後像(A), およびMRI(T1強調像, 冠状断像)(B)
A: 右下肺野内側に異常陰影を認める.
B: 右前側の横隔膜ヘルニアに伴う肝臓の挙上認める.

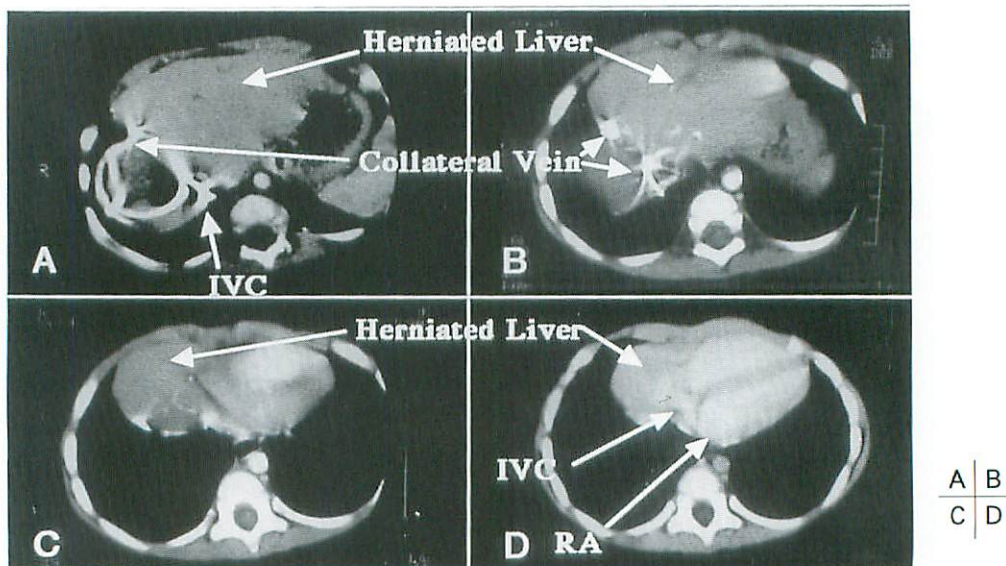


図4-A, B, C, D. 症例2の造影ヘリカルCT像

右前内側の横隔膜ヘルニアによる肝臓のS4とS8の一部が縦隔へと脱出している(図4-A~D)。下大静脈は横隔膜部でとぎれ(図4-A), 太いループ状の側副血行路が造影されている(図4-A, B)。

IVC: 下大静脈, RA: 右房

術により有囊性の横隔膜ヘルニアを縫合閉鎖した。術後肝機能障害は認めなくなった。

4) 画像所見(2)

術後の造影ヘリカルCTのMIP像を見ると、術前に認めた側副血行路は消失し、下大静脈のみが造影された(図7-B)。三次元画像でも側副血行路は認められなかったが、下大静脈はまだ前方にややアンギュレーションしていた(図9)。

考 察

従来のCTに比較しヘリカルCTは、1)撮影時間の大幅な短縮、2)任意の位置での画像再構成、3)高精度の多断面再構成画像と三次元画像表示という利点があり、さらに小児においては 4)鎮静剤の使用の軽減という利点もある^{3,4)}。

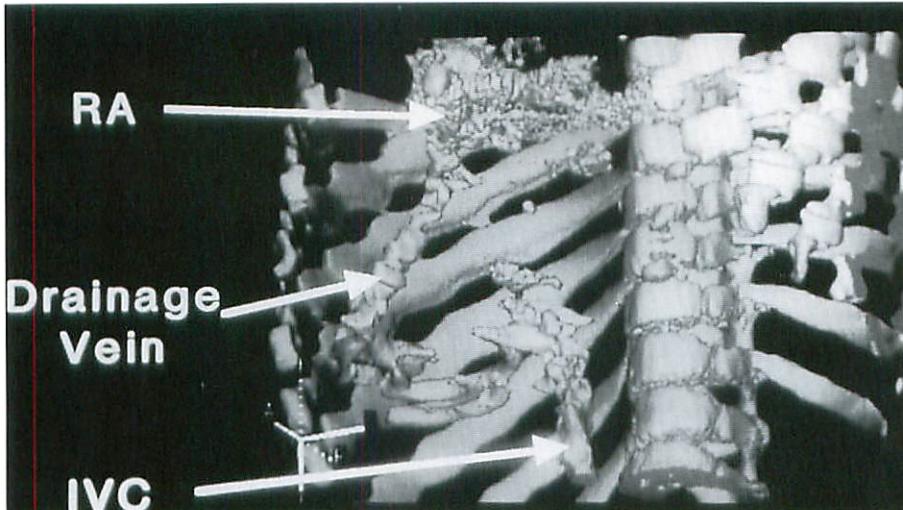


図5. 症例2の術前造影ヘリカルCT三次元画像

下大静脈はやや前方に傾きながら上行し、横隔膜直下約4 cmにわたり欠損し、太い側副血行路がドレナージ血管となり心房直下へと流入している。

IVC: 下大静脈, RA: 右房

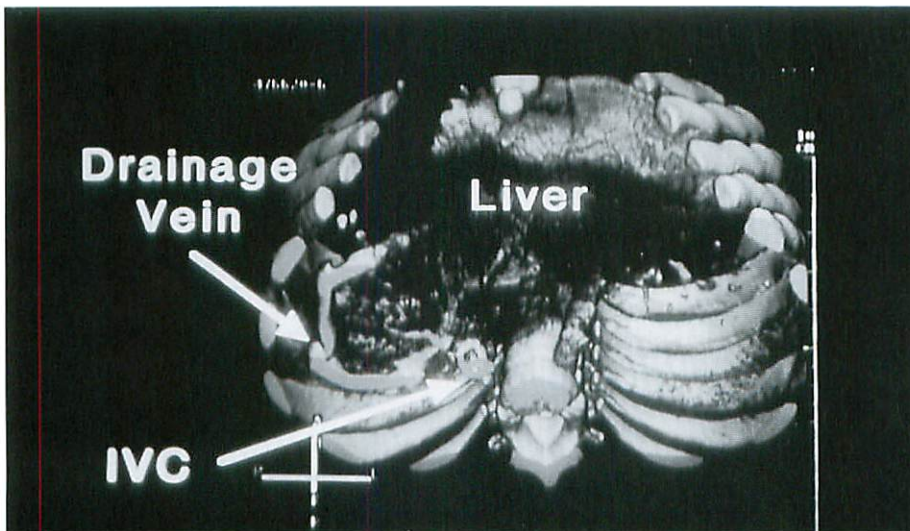


図6. 症例2における造影ヘリカルCT三次元画像のVoxel transmission 像

側副血行路は肝内の静脈から肝外、横隔膜下の血管により構成されている。

IVC: 下大静脈

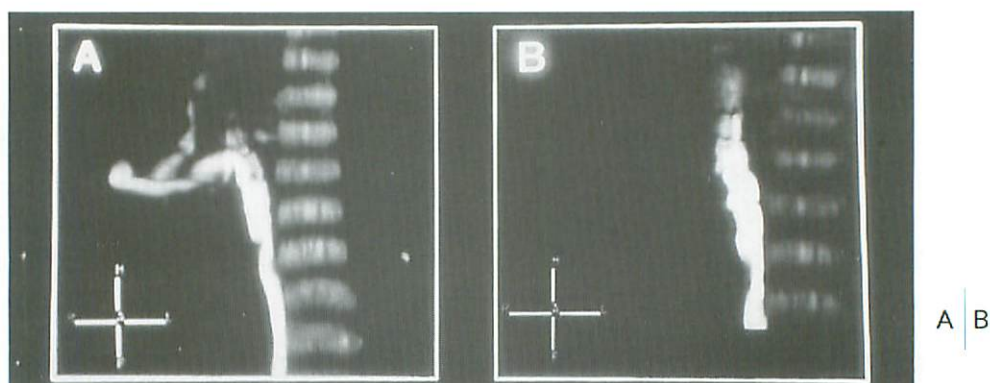


図7. 症例2における手術前後における造影CTからのMaximum Intensity Projection(MIP)正面像

A : (術前) 下大静脈本幹は完全閉塞ではなくわずかに造影され、また数本の側副血行路を認める.

B : (術後) 側副血行路は消失し、下大静脈のみが造影される.

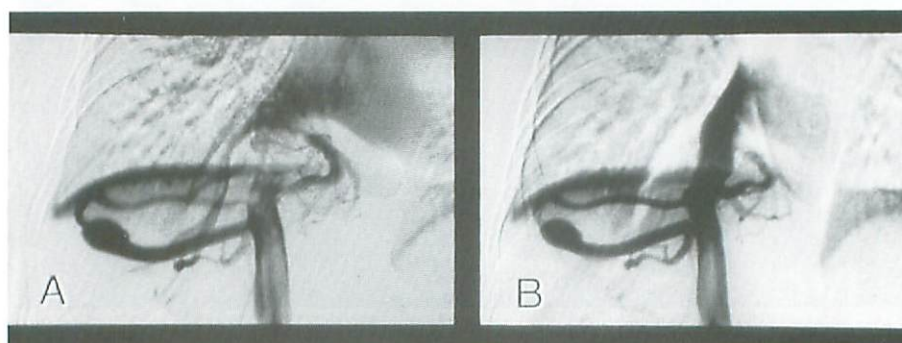


図8. 症例2における下大静脈造影

下大静脈は吸気時には完全に閉塞し(A), 呼気時は部分的に開存するが(B), 血流の大半は数本の側副血行路から右房へと還流している.

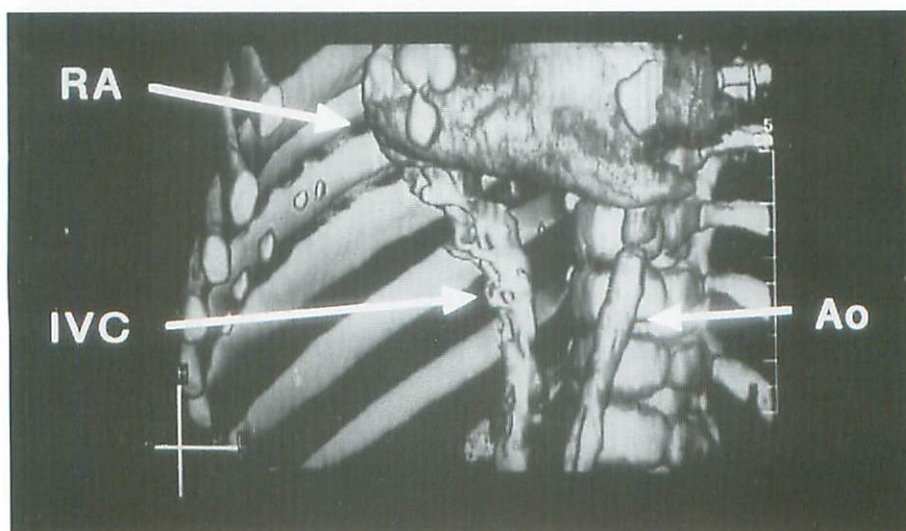


図9. 症例2の術後造影ヘリカルCT三次元画像

下大静脈本幹は前方にややアンギュレーションしているが、側副血行路は消失している. Ao : 腹部大動脈, IVC : 下大静脈, RA : 右房

その最初の臨床応用は成人において1993年 Rubinら³⁾やZemanら³⁾により行われた。一方小児外科領域においては、1995年Plumleyらが小児固形腫瘍の切除可能性を評価する上でのその有用性について報告を行っている⁷⁾。

ヘリカルCTは高速撮影が可能という特徴を有するため、動脈、門脈、静脈相など各時相にあわせたスキャンを行うことができる。成人ではそのスキャンを行うための遅延時間はほぼ決定されている⁸⁻¹⁰⁾。しかし小児においてはその対象が新生児から学童と幅広く、また個々の症例で循環動態が異なるため、目的とする時相などについての一定の条件を特定することは困難である。このため個々の症例ごとにその条件を決定し撮影する必要がある^{3,4)}。そこでわれわれの施設では、造影ヘリカルCT施行時には必ず外科医が立ち会い、投与ルートを作成と造影したい血管や臓器の確認を行ったのち、造影剤の投与量(1~2 ml/kg)や投与速度(0.5~1 ml/sec)を決定するとともに、撮影時間の遅延時間を設定し、power injectorを用いず手動注入にて撮影している。しかし症例2では、造影剤の投与ルートを上肢に作成し下肢と同じ遅延時間で撮影したところ、異常血管はほとんど造影されず、実際のところ投与ルートおよび遅延時間など撮影の条件の決定には試行錯誤的側面も大きい。

一方症例1のように、幼児では循環動態が速いため適当な閾値を設定することにより、動脈相および門脈相を一つの時相において三次元画像に再構築することも可能である。さらにvoxel transmissionとして実質臓器との位置関係を描出することにより、症例2のように異常血管と肝臓との位置関係を明らかにすることも可能となる。しかし三次元画像による再構築を行う場合、Rubinら¹⁰⁾も指摘しているように、閾値以下の吸収値を示す血管の連続性の診断に問題がおこる。実際症例2に見られるように、ヘリカルCTの三次元画像では下大静脈造影で得られた所見よりも下大静脈の欠損部分が過大表示されている。これに反して三次元空間内の

最大X線吸収値を反映するMIP像は、血管の連像性の検討には有利であり、診断には三次元像だけでなく、X線吸収値を反映するMIP像も参考にして行うべきであると述べている^{12,13)}。症例2のMIP像をみても下大静脈像の連続性の確認には有用であったといえる。

まとめ

造影ヘリカルCTは臓器の位置異常や血管の走行異常が予測される小児外科症例に対し、術前のルーチン検査として非侵襲的に施行することが可能であるとともに、その三次元表示は形態学的診断にまたMIP像は血管の連続性の検討に有用であった。

●文献

- 1) Jones KL: Smith's Recognizable Patterns of Human Malformation (ed 4) WB Saunders, Philadelphia, 1988, pp543-544.
- 2) Davenport M, Howard ER: Biliary atresia splenic malformation syndrome; An etiologic and prognostic subgroup. *Surgery* 113: 662-668, 1993.
- 3) White KS: Helical/spiral CT scanning: a pediatric radiology perspective. *Pediatr Radiol* 26: 5-14, 1996.
- 4) 西川正則: 小児疾患におけるらせんCTの適応 日小放誌 10: 32-46, 1994.
- 5) Rubin GD, Dake MD, Napel SA, et al: Three-dimensional spiral CT angiography of the abdomen: Initial clinical experience. *Radiology* 186: 147-152, 1993.
- 6) Zeman RK, Zeiberg AS, Davros WJ, et al: Routine helical CT of the abdomen: image quality considerations. *Radiology* 189: 395-400, 1993.
- 7) Plumley DA, Grosfeld JL, Kopecky KK, et al: The role of spiral (helical) computerized tomography with three-dimensional reconstruction in pediatric solid tumors. *J Pediatr Surg* 30: 317-321, 1995.
- 8) Kihara T, Tamura S, Yuki Y, et al: Optimal timing for delineation of hepatocellular carcinoma in dynamic CT. *JCAT* 17: 719-722, 1993.

- 9) Silverman PM, Cooper C, Trock B, et al :
The optimal temporal window for CT of
the liver using a time-density analysis :
implications for helical (spiral) CT. J
Comput Assist Tomogr 19 : 73-79, 1994.
- 10) Herts BR, Paushter DM, Einstein DM, et
al : Use of contrast material for spiral
CT of the abdomen : comparison of hepa-
tic enhancement and vascular attenuation
for three different contrast media at two
different delay times. AJR 164 : 327-331,
1995.
- 11) Rubin GD, Dake MD, Napel S, et al :
Spiral CT of renal artery stenosis : com-
parison of three-dimensional rendering
techniques. Radiology 190 : 181-189, 1994.
- 12) Napel S, Marks MP, Rubin GD, et al :
CT angiography with spiral CT and
maximum intensity projection. Radiolo-
gy 185 : 607-610, 1992.
- 13) 黒田知純, 細見尚弘, 三原直樹, 他 : 膵・胆
道癌におけるSpiral CT Portography の有用
性. 胆と膵 16 : 1109-1114, 1995.