



|              |                                                                                     |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 上腹部におけるヘリカルCTによる二次元及び三次元画像の検討                                                       |
| Author(s)    | 清水, 雅史; 新武, 慶興; 難波, 隆一郎 他                                                           |
| Citation     | 日本医学放射線学会雑誌. 1993, 53(3), p. 275-282                                                |
| Version Type | VoR                                                                                 |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/17836">https://hdl.handle.net/11094/17836</a> |
| rights       |                                                                                     |
| Note         |                                                                                     |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 上腹部におけるヘリカルCTによる 二次元及び三次元画像の検討

大阪医科大学放射線医学教室

|       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| 清水 雅史 | 新武 慶興 | 難波隆一郎 | 久田 洋一 |
| 雑賀 良典 | 相模 昭彦 | 芦名 謙介 | 上杉 康夫 |
| 前田 裕子 | 楢林 勇  |       |       |

(平成4年5月25日受付)

(平成4年7月27日最終原稿受付)

### Clinical Evaluation of Two- and Three-Dimensional Imaging of Helical Scanning CT in the Upper Abdomen

Tadafumi Shimizu, Keikoh Aratake, Ryuuichirou Nanba, Youichi Hisada, Yoshinori Saika,  
Akihiko Sagami, Kensuke Ashina, Yasuo Uesugi, Hiroko Maeda and Isamu Narabayashi

Department of Radiology, Osaka Medical College

---

Research Code No. : 517.1

---

Key Words : CT, Helical scanning, Abdomen, 3D display

---

To evaluate the usefulness of helical scanning CT of the upper abdomen, 30 patients with hepatic, adrenal, pancreatic and renal disease were examined using a Toshiba CT system, the Xforce. Helical scanning CT data were acquired using up to 20 continuous 1.5-second rotations, with a 1.5~3 ml bolus injection of contrast medium, and during a single breath-hold.

Helical scanning provided both better data continuity and resolution than conventional scanning. The axial images with a slice thickness of 5 mm were not inferior in quality to equivalent images acquired by conventional CT, and multiplanar reconstruction images were superior. Targeted structures could be easily obtained because helical scanning CT permits image reconstruction in any direction.

Using a CEMAX-VIPstation, we generated three-dimensional display images of high-density structures from the postcontrast data acquired with helical scanning. On these images, it was easy to observe the high-density tumors three-dimensionally and to determine the position of the tumors relative to the high-density surrounding organs.

In conclusion, helical scanning CT was considered to be useful in clinical diagnosis involving the upper abdomen.

はじめに  
ヘリカルCTは、X線管球を連続的に回転させ

ながら、同時に患者を乗せたテーブルを体軸方向  
に移動させて撮影する方法で、連続回転方式の

CT スキャナーの開発により可能となった<sup>1)~3)</sup>. 従来のスキャン法と比較して, 撮影時間の短縮, 三次元的データ収集などの利点があり, 高コントラスト領域である胸部を中心に種々の領域での有用性が報告されている<sup>4)~11)</sup>. 今回我々は, 腹部領域におけるヘリカルCTの有用性について検討したので報告する.

### 対 象

対象は, 平成3年9月から平成4年2月までの6カ月間に大阪医科大学附属病院を受診し, 上腹部のヘリカルCTが施行された30例である. その内訳は, 肝癌18例, 肝海綿状血管腫4例, 肝硬変1例, 副腎腫瘍2例, 腎腫瘍1例, 後腹膜腫瘍1例, 腓ラ氏島腫瘍1例, 異状なし2例である (Table 1).

Table 1 Materials of helical scanning CT of the upper abdomen.

| Materials                    |              |
|------------------------------|--------------|
| Clinical diagnosis           | No. of cases |
| Hepatocellular carcinoma     | 18           |
| Hepatic cavernous hemangioma | 4            |
| Liver cirrhosis              | 1            |
| Adrenal tumor                | 2            |
| Renal tumor                  | 1            |
| Retroperitoneal tumor        | 1            |
| Insulinoma                   | 1            |
| Normal                       | 2            |
| Total                        | 30           |

### 方 法

CT 装置は東芝社製 Xforce を使用した. ヘリカルCTは, X線ビーム幅は, 2mm, 5mm, 10mm の3種類を用い, テーブル移動速度は, 2mm から 10mm/1.5秒で行った. 撮影条件は, 120Kvp, 110mA を主に用い, 1例で100mA, 2例で150mA を用いた. 1回のヘリカルCTは, 1回転1.5秒で連続20回転のスキャンを行い30秒間で撮像した. 呼吸停止を確実にするために, スキャン前に酸素5l/分, 5分間の吸入を行った. 3例に単純CTを, 27例に造影CTを施行した.

造影ヘリカルCTは, 経静脈的に自動注入器を用いて1.5~3ml/秒の注入速度で計95~100ml を注入した. 造影ヘリカルCTのうち5例では, delayed scan として連続してヘリカルCTを施

行した. 画像は, 横断像に加えて病巣部の multiplanar reconstruction (以下MPR) 像を作成した. 造影CTでは, 東芝社製ソフト及びCEMAX-VIPstation (CEMAX 社製) を用いて三次元立体画像も作成した.

検討は, 以下の項目について行った. ①ヘリカルCT横断像での読影の支障となるようなアーチファクトの有無を検討する. ②X線ビーム幅とテーブル移動速度の変化による画像の差異とアーチファクトの有無を検討する. ③ヘリカルCTと通常のCT (シングルスキャン) との画像の比較を行う. ヘリカルCTは, X線ビーム幅5mm, テーブル移動速度5mm/1.5秒で, 通常のCTはスライス厚5mm で同日に施行された5例で, 撮影条件は, いずれも120Kvp, 110mA である. コントラスト, 鮮鋭度について, 3名の放射線科医の協議により, 2画像を比較し, それらの優劣を判定した. ④造影ヘリカルCTにおいて, 経静脈的に右肘静脈より, 造影剤95~100ml を注入速度2 ml/秒で投与した場合のスキャン開始時間 (注入開始後35, 40又は50秒) による造影能の差異を検討するため, 大動脈に関心領域を設定してtime density curve を作成する. 及び, 肝内及び上腹部の血管系の描出能を比較する. 症例は, 体重50~60kg の患者で, 注入開始後35, 40又は50秒スキャン開始を各々1, 3, 3例につき検討した. ⑤造影ヘリカルCTにおける早期像と後期像, 及び連続してヘリカルCTを施行した場合の, 管球の冷却のための待ち時間を検討する. ⑥MPR像について検討する. ⑦造影CTにおける三次元立体画像について検討する.

### 結 果

①スキャン前の酸素吸入により30秒間の呼吸停止は可能で, 読影の支障となるようなモーションアーチファクトは見られなかった.

②X線ビーム幅10mm, テーブル移動速度10mm/1.5秒の撮像 (以下10mm, 10mm) では, 1回のスキャン範囲は20cm となり上腹部全体が撮影できた. 5mm, 5mm では, スキャン範囲は10cm と狭いが良好な画像が得られた. 5mm, 7mm とするスキャン範囲14cm となり, ほぼ全肝をスキ

Table 2 Beam width and table speed on helical scanning CT

|                           |    |         |       |     |         |
|---------------------------|----|---------|-------|-----|---------|
| Beam width (mm)           | 2  | 5       | 5     | 10  |         |
| Table speed (mm)          | 2  | 5       | 7     | 10  |         |
| Reconstruction range (mm) | 40 | 100     | 140   | 200 | total   |
| No. of cases (exams)      | 1  | 26 (31) | 2 (3) | 1   | 30 (36) |

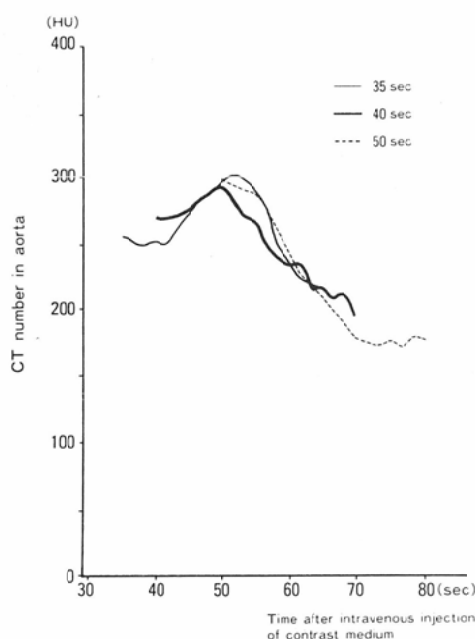


Fig. 1 Time density curve in aorta from 35, 40 and 50 sec after intravenous injection of contrast medium.

ンできた (Table 2). X線ビーム幅, テーブル移動速度が小さい方が, 臓器の辺縁が明瞭で良好な画像が得られた.

③ヘリカルCTと通常のCTとの画像の比較では, いずれもコントラスト, 鮮鋭度など画質に差は見られなかった.

④造影ヘリカルCTにおいて, 経静脈的に造影剤95~100mlを注入速度2ml/秒で投与した場合の大動脈のtime density curveは, 注入開始後45~60秒でピーク値(約300HU)となりその後漸減した. 70~80秒後で170~180HUであった (Fig. 1).

肝内及び上腹部の血管系の描出能については, 注入開始35秒後からのスキャン開始では肝動脈, 腎動静脈の濃度上昇は良好であったが, 門脈系, 肝静脈の濃度上昇が不良であった. 注入開始40~50秒後からのスキャン開始では, 肝動脈, 腎動静脈に加えて門脈系, 肝静脈の濃度上昇も良好であった (Table 3).

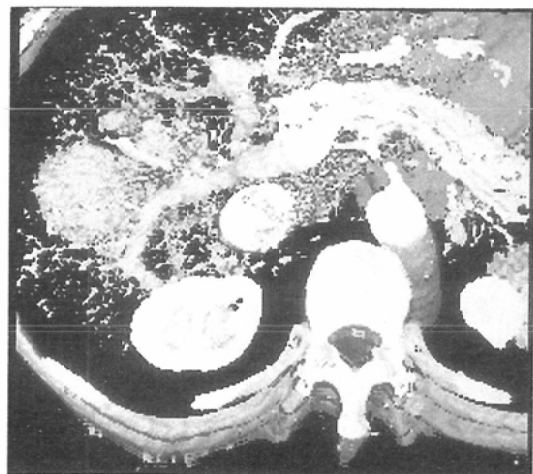
Table 3 Clinical evaluation of the postcontrast helical scanning CT

|                                      |    |     |     |
|--------------------------------------|----|-----|-----|
| Parameters                           |    |     |     |
| Injection rate (ml/sec)              | 2  | 2   | 2   |
| (total dose 95~100ml)                |    |     |     |
| Scan beginning time (sec)            | 35 | 40  | 50  |
| No. of cases                         | 1  | 3   | 3   |
| Clinical evaluation (mean of scores) |    |     |     |
| hepatic a.                           | 1  | 1.7 | 1.7 |
| renal a.                             | 2  | 2   | 2   |
| splenic v.                           | 0  | 2   | 2   |
| portal v. (intrahepatic branch)      | 0  | 2   | 2   |
| hepatic v.                           | 0  | 1.7 | 1.7 |
| IVC                                  | 1  | 1.3 | 2   |
| renal v.                             | 2  | 1.7 | 1.7 |

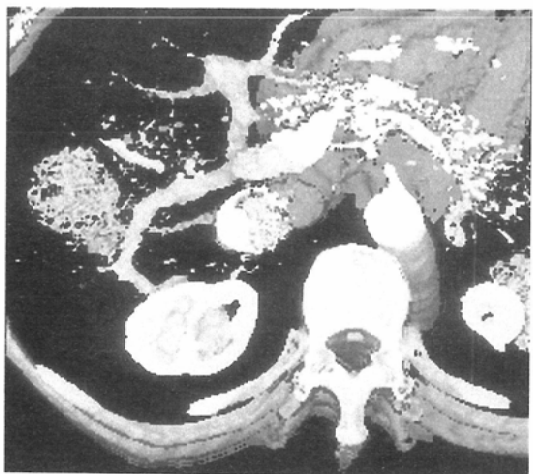
Note—score 0 : iso or lower than liver, 1 : slight high, 2 : marked high

⑤造影ヘリカルCTで、肝癌、肝海綿状血管腫は高濃度域として描出される例が多かった。後期像として、連続してヘリカルCTを施行した5例では、平均4分39秒の待ち時間を要したが、肝海綿状血管腫の3例では後期濃染像が得られた。

⑥MPR像は、呼吸の深浅によるスライス間のズレがないため画質が良く、病変の立体的把握に有用であった。

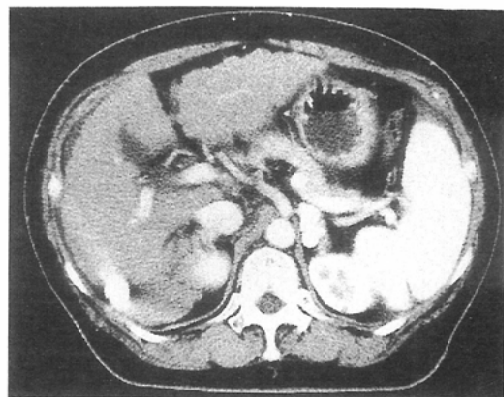


(A)

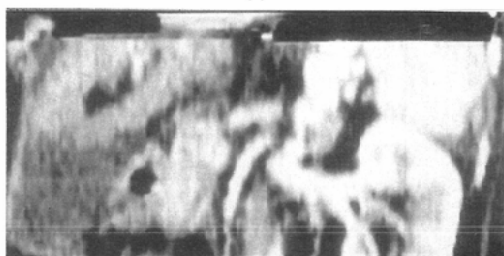


(B)

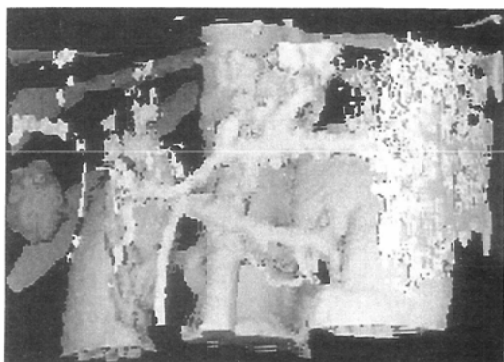
Fig. 2 Three-D images of hepatocellular carcinoma obtained by helical scanning CT (64-year-old-male)  
(A) : Display range : 120~600H.U.  
(B) : Display range : 150~600H.U. Two tumors and portal system are clearly visualized.



(A)



(B)



(C)

Fig. 3 Hepatocellular carcinoma with splenorenal shunt (72-year-old-female)

(A) : Axial image

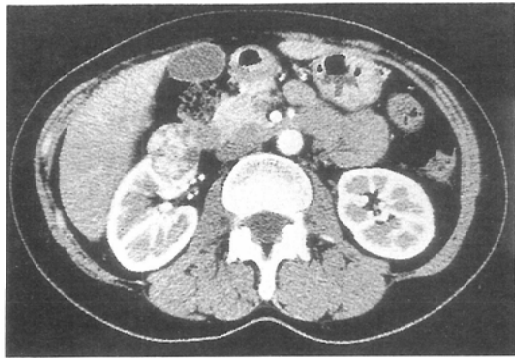
The postcontrast helical scanning CT at X-ray beam 5mm, table movement 5mm/1.5sec, shows HCC with lipiodol and dilated splenic vein.

(B) : MPR image (oblique section)

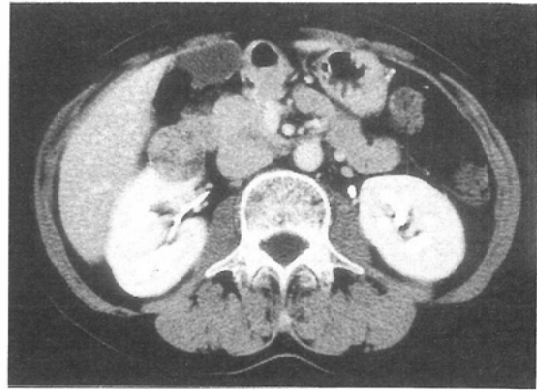
A splenorenal shunt is clearly visualized. Targeted structures can be easily obtained because helical scanning CT permits image reconstruction at any desire position.

(C) : 3-D image

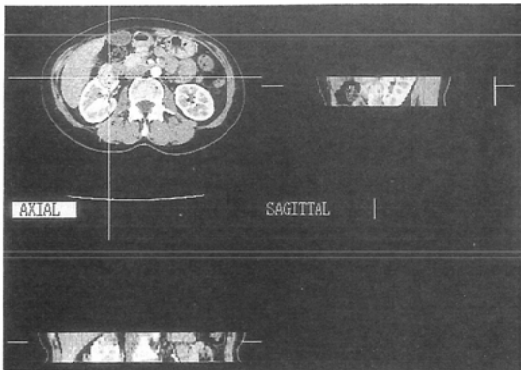
The splenorenal shunt is seen, and thus the three-dimensional structure can be visualized.



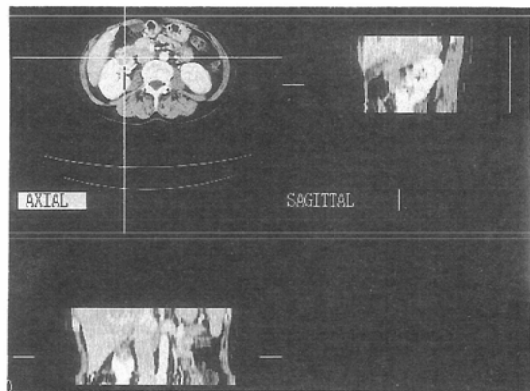
(A)



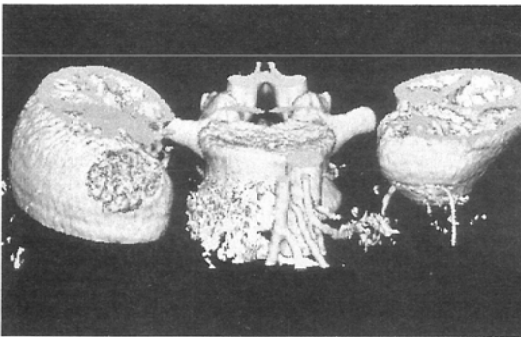
(D)



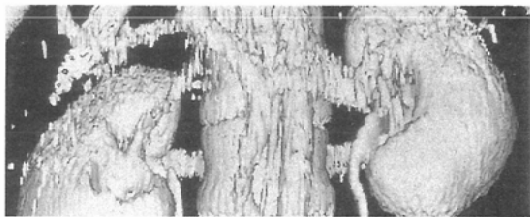
(B)



(E)



(C)



(F)

Fig. 4 Right renal tumor (41-year-old-female)

(A) : Axial image

The postcontrast helical scanning CT at X-ray beam 2mm, table movement 2mm/1.5sec, shows right renal tumor.

(B) : MPR images

(C) : 3-D image

The right renal tumor is seen, and thus the three-dimensional structure can be visualized.

(D) : Axial image

After 268 sec, second helical scanning CT at X-ray beam 5mm, table movement 5mm/1.5sec was performed. The right renal tumor and kidney are clearly enhanced.

(E) : MPR images

(F) : 3-D image

This scanning allowed examination of a wider area than the first scanning.

⑦三次元立体表示は、造影ヘリカルCTから門脈などの血管系の描出、高濃度域を呈する腫瘍、臓器の描出を試みたが、CT値120H.U.以上を閾値とすると門脈の末梢枝まで描出可能であるが、ノイズがやや多く不明瞭であった。150H.U.以上とするとノイズが少なくなり門脈二次分岐まで描出良好であった (Fig. 2)。

次に症例を示す。

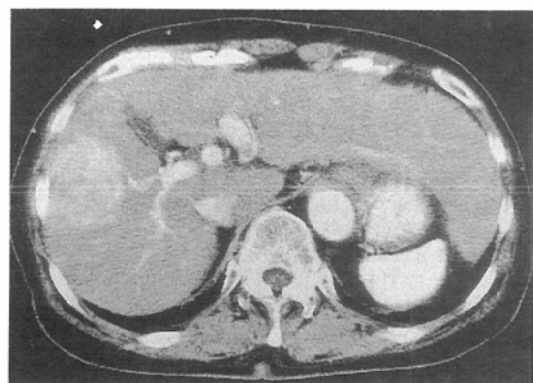
#### 症例1 (Fig. 3)

症例は、肝癌例である。造影は、経静脈的に注入速度2ml/秒で造影剤計100mlを投与し、注入開始40秒後からX線ビーム幅5mm、テーブル移動速

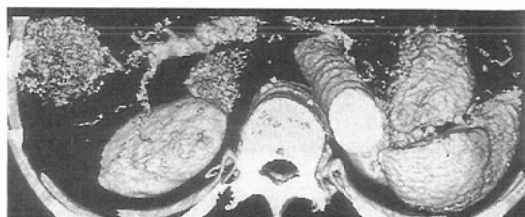
度5mm/1.5秒の条件でヘリカルCTを施行した。スライス厚5mmの横断像では、S6に lipiodol の集積像を認める。また、脾静脈と左腎静脈の拡張が見られる。再構成像 (oblique 像) では、spleno-renal shunt が明瞭に描出されており、脾静脈と左腎静脈の連続がよく分かる。三次元画像では、立体的位置関係が明瞭である。

#### 症例2 (Fig. 4)

症例は、右腎腫瘍例である。造影は、経静脈的に注入速度2ml/秒で造影剤計100mlを投与し、注入終了後からX線ビーム幅2mm、テーブル移動速度2mm/1.5秒の条件でヘリカルCTを施行した。4分28秒後に引き続いて、X線ビーム幅5mm、テーブル移動速度5mm/1.5秒の条件でヘリカルCTを施行した。スライス厚2mm、スライス厚5mmの横断像共に、右腎腹側に径2cmの不均一な



(A)



(C)



(B)



(D)

Fig.5 Hepatocellular carcinoma (71-year-old-female)

(A) : Axial image

The postcontrast helical scanning CT at X-ray beam 5mm, table movement 5mm/1.5sec, reveals HCC.

(B) : MPR image (coronal section)

The tumor, portal vein and proper hepatic artery are clearly seen.

(C) : 3-D image (superior view)

The three-dimensional structure can be visualized.

(D) : 3-D image (frontal view)

On the frontal view, linear artifacts are seen because 3-D image is reconstructed from axial images.

high density massを認める。MPR像については、スライス厚2mmの再構成像では、スキャン範囲が4cmと狭いが鮮明な画像が得られている。スライス厚5mmの再構成像では描出範囲10cmと広いが辺縁がやや階段状である。

三次元画像は、両条件共に良好な画像が得られ、右腎腫瘍の立体的位置関係が明瞭となっている。  
症例3 (Fig. 5)

症例は、肝癌例である。造影は、経静脈的に注入速度2ml/秒で造影剤計100mlを投与し、注入終了後からX線ビーム幅5mm、テーブル移動速度5mm/1.5秒の条件でヘリカルCTを施行した。横断像では、肝右葉に径7cmのhigh density massを認める。MPR像(冠状断像)でも径7cmのhigh density massは辺縁明瞭に描出されている。血管は固有肝動脈～右肝動脈、及び門脈主幹～左枝が描出されている。本例のように、腫瘍が造影CTで高濃度域として描出される例では腫瘍の三次元表示が可能である。横断像の再構成による三次元表示であるため、上面または下面像で画質のよい像が得られる。正面像の三次元画像では、血管はMPR像と同様のレベル迄描出されているが、アーチファクトとして体軸方向に流れ像が見られる。

### 考 案

従来の上腹部CTでは、1回ずつのスキャンでの呼吸の深浅によるスライス面のズレがあり、ズレがわずかな場合でもMPR像や三次元立体画像作成時に画質劣化の原因となる。ヘリカルCTでは、1回の呼吸停止下に一定の範囲が撮影できるため、スライス間のズレのない連続性のある画像を得ることができ、MPR像や三次元立体画像の作成において良好な像が得られた。

横断像の画質に関しては、ヘリカルCTでは、補間再構成によって画像を作成するため、従来の上腹部CTの画像よりも画質が劣ることが懸念されるが、X線ビーム幅5mmでテーブル移動速度5mm/1.5秒、スライス厚5mmの画像の比較検討では、コントラスト、鮮鋭度など画質に明らかな差は見られず同等であった。X線ビーム幅とテーブル移動速度はより薄く、より遅い方が画質が向上

すると考えられるが、スキャン範囲が狭くなる欠点がある。X線ビーム幅5mm、テーブル移動速度7mm/1.5秒の撮像ではスキャン範囲14cmとなり、ほぼ全肝をスキャンできた。Xforceを用いたヘリカルCTでは、20回転が上限である制限があるため、X線ビーム幅5mmを基本として、テーブル移動速度を症例に応じて変更し、できるだけ遅いものを選ぶことが適当であると考えられた。

また、上腹部CTにおいても、病巣部の血流の状態を知る事は重要であり、dynamic CT, bolus injection table incremental CTなどが試みられている。造影ヘリカルCTでは、従来の上腹部CTよりも撮影時間が短縮されることから、自動注入器を用いたbolus注入によって明瞭な血管像を得ることができ、また、一定の範囲をある程度目的とする血管相で撮影することが可能であった。Xforceの場合、bolus injection table incremental CTは10スライスが上限であり、造影ヘリカルCTは、スキャン範囲の点で優っている。引き続き連続してヘリカルスキャンを施行して、造影CTの後期像を得ることができ、X線管球の冷却のために待ち時間を要するため、早期の像を得たい場合には通常のCTによる追加スキャンを併用する必要があると考えられる。

三次元立体画像作成については、腹部領域は、低コントラスト領域であり、CT値の差異による三次元表示では、単純CTからの作成は困難で、造影CTによる門脈などの血管系の描出や、高濃度を呈する腫瘍の描出が適応と考えられた。腎臓も造影CTで高濃度に描出され三次元表示しやすい臓器であった。

臨床的には、MPR像、三次元立体画像を加えることにより、病巣の立体把握が容易となった。

### 結 論

上腹部領域のヘリカルCTを30例に施行し、通常のCTと比較検討した結果、ヘリカルCTは以下のような点で優れていた。

1. ヘリカルCTは、1回の呼吸停止下に一定の範囲が撮影できるため、呼吸の深浅によるスライス間のズレのない画像が得られた。
2. 造影ヘリカルCTでは、自動注入器を用いた

bolus 注入によって明瞭な血管像が得られた。また、撮影時間が短縮されることから、一定の範囲をある程度の目的とする血管相で撮影することができた。

3. MPR 像、三次元立体画像を加えることにより、病巣部の立体的把握が容易であった。

なお、三次元表示については、大阪医科大学医学情報処理センターの装置 Sun Workstation FUJITSU OEM S-4/330を用いた。本論文の要旨の一部は、第51回日本医学放射線学会総会にて発表した。

#### 文 献

- 1) 片倉俊彦, 木村和衛, 鈴木憲二, 他: CT の基礎的研究, 第9報-螺旋状スキャン (ヘリカルスキャン) の試み-。断層映像会誌, 16 (3): 247-250, 1989
- 2) Vock P, Soucek M, Daepf M, et al: Lung: Volumetric CT with Single-Breath-Hold Technique. Radiology 176: 864-867, 1990
- 3) 東本裕介: ヘリカルスキャンについて, MEDICAL REVIEW 42: 2-7, 1991
- 4) Katada K, Anno H, Koga S, et al: Tridimensional angiography with helical scanning

CT. Radiology 177: 364, 1990

- 5) 橋本直人, 緑川重夫, 藤田徹夫, 他: ヘルカルボリューム CT (HVCT) の臨床的応用-肺野腫瘍性病変への有用性-。断層撮影法研究会雑誌17: 158-163, 1990
- 6) 市川太郎, 森山紀之, 高安賢一, 他: Helical scanning CT の上腹部への臨床応用。日本医放会誌51: 942-949, 1991
- 7) 片田和廣, 安野泰史, 辻岡勝美, 他: ヘリカルCT スキャンニング。Pharma Medica 9 (12): 11-18, 1991
- 8) 片田和廣, 安野泰史, 辻岡勝美, 他: ヘリカルCT スキャンの有用性-174例の臨床経験から-。MEDICAL REVIEW 42: 8-18, 1991
- 9) 石原潔, 尾尻博也, 多田信平: 右心横隔膜のX線解剖-ヘリカルCTによる観察-。MEDICAL REVIEW 42: 19-23, 1991
- 10) 森山紀之: ヘリカルCT の胸腹部診断への応用。MEDICAL REVIEW 42: 24-30, 1991
- 11) 市川太郎, 森山紀之, 若尾文彦, 他: ヘリカルCT 腹部への臨床応用。映像情報24 (2): 37-41, 1992