

胸部大動脈瘤の診断における dynamic computed tomography の有用性

Usefulness of dynamic computed tomographic scanning in the diagnosis of thoracic aortic aneurysms

雨宮 浩
大久保信一
本郷 実
松岡 健
山田 博美
草間 昌三

Hiroshi AMEMIYA
Shinichi OKUBO
Minoru HONGO
Ken MATSUOKA
Hiroyoshi YAMADA
Shozo KUSAMA

Summary

Five patients with thoracic aortic aneurysms, two saccular and three dissecting aneurysms, were examined by dynamic computed tomographic (CT) scanning.

A Siemens Somatom 2 was employed. Dynamic scanning is the method by which plural serial images can be obtained in single operation. We used three serial images in a 5-second scan following a 3-second interval. After rapid manual injection of 30 ml of 76% meglumini natriamidotrizoici into the right antecubital vein, scans of 4 mm section were performed three times and subsequently conventional scans four times. Serial changes in the same section and changes in the CT number against time in regions of interest in the image were investigated.

Saccular aneurysms was difficult to distinguish from mediastinal tumors on the plain chest X-ray films. However, it was confirmed by the dynamic CT scanning demonstrating free communication between the aorta and the abnormal lumen, because the latter was filled with contrast medium, and the time of appearance, and the peak and washout of a contrast medium were almost the same between two lumens.

In dissecting aneurysms, it was able to recognize both the false and true lumens as double channels in the aorta. We observed the different mode of dissection between the ascending and descending aorta in one case, and observed the twisting of an intimal flap in variable parts of the aorta in another case. Furthermore, it was possible to confirm the difference of blood flow pattern between the false and true lumens by dynamic CT.

Because CT has a high quality image resolution, and especially, dynamic CT provides the serial changes in the same section after injection of contrast medium, both CT and dynamic CT are useful non-invasive imaging techniques for evaluating thoracic aortic aneurysms.

信州大学医学部 第一内科 心脈管病研究室
松本市旭 3-1-1 (〒390)

The First Department of Internal Medicine and Research Laboratory for Cardiovascular Diseases, Shinshu University School of Medicine, Asahi 3-1-1, Matsumoto 390

Presented at the 25th Meeting of the Cardiography Society held in Tokushima, October 9-11, 1982
Received for publication November 9, 1982

Key words

Computed tomography (CT) Dynamic CT scanning Thoracic aortic aneurysm Dissecting aortic aneurysm

はじめに

X線コンピューター断層法(CT)は近年目覚ましい発展をとげ、臨床的に有用な心血管系画像診断技術となりつつある¹⁾。またソフトウェアの面でも改良が進み、dynamic scan, ECG gated scanなども実用化されている²⁾。

胸部大動脈瘤の診断は従来大動脈造影法によりなされていたが、最近ではCTにもその有用性が認められており^{3,4)}、またdynamic scanにより、解離性大動脈瘤の診断および経過観察が可能であるという報告もみられるようになった⁵⁻⁷⁾。

我々は胸部大動脈瘤の5例にdynamic scanを行い、造影剤静注後の血管内腔のCT値の経時的变化を観察することが診断に有用であることを確かめ得たので、若干の考察を加え報告する。

対象と方法

対象は胸部大動脈瘤の5例(嚢状大動脈瘤2例, 解離性大動脈瘤3例)である。

使用した機種は第3世代全身用装置 Siemens製 Somatom 2 である。Dynamic scan は経時的に変化する複数の画像を一操作で構成する方法であり、末梢静脈より造影剤を急速注入することにより、同一断面での造影剤の経時的な流れを観察することができ、血行動態の解析もある程度可能である。本装置におけるデータ収集方式は、5秒間の1scan で得られた1回転(360度)のデータを、時間的に連続した異なる3群, すなわち240度ずつのデータ群に分解し、おのおののデータ群より3画像を構成するものである。3秒の待機時間の後に同様なscan を繰り返し、連続19scan まで設定することが可能である。

我々は76% アミドトリゾ酸ナトリウムメグルミン 30 ml を右上肢より急速静注した後、4 mm

のスライス幅で上記の連続 scan を3回(呼吸停止可能な時間)繰り返し、その後、通常のscan をさらに4回連続して行い、同一断面における造影剤の経時的な流れを観察した(Table 1)。また、画像上に2ヵ所の関心領域を設定し、各部位でのCT値の経時的变化をグラフで表わし、比較した。

症例の例示

症例 1: 66 歳, 男 (Fig. 1)

1972年頃から高血圧を指摘されていた。1981年5月より咳嗽, 7月より嘔声が出現し, 9月中旬, 某医に胸部X線写真の異常陰影を指摘され, 縦隔腫瘍の疑いで, 11月9日, 当科へ紹介された。

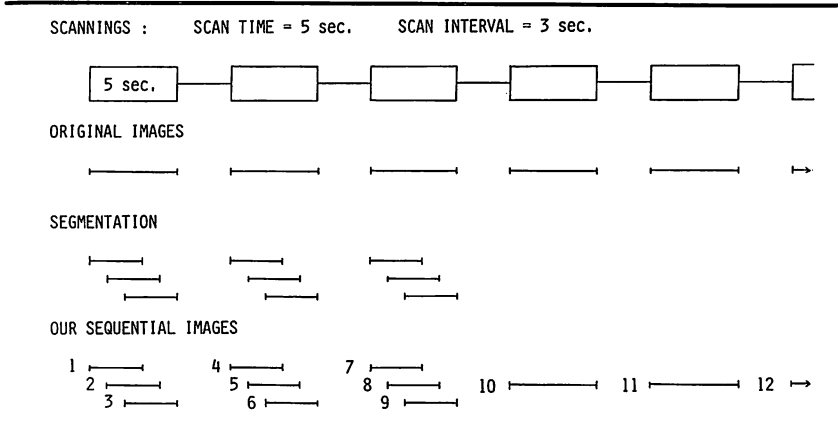
胸部X線写真(Fig. 1A)では, 左上肺野内側に, 縦隔に連続した類円形の異常陰影を認めた。CT像(Fig. 1B)では, この異常陰影は大動脈弓と連続しており, また大動脈壁には部分的に石灰化を認めた。造影CTでは異常陰影の中心部のみが造影され, 内腔の高度な血栓形成が示唆された(Fig. 1C)。Dynamic scanで, 大動脈弓と異常陰影内腔にそれぞれ関心領域を設定し, 造影剤静注後のCT値の経時的变化をグラフに示したところ, 造影剤の出現, ピーク, 消失の時相がほぼ一致しており, 両者間に自由な交通があることが認められた(Fig. 1D)。以上より大動脈弓部の嚢状大動脈瘤と診断し, 大動脈造影により確認した。

症例 2: 63 歳, 男 (Fig. 2)

1976年より高血圧を指摘され, 3年間加療された。1982年2月, 某院で胸部X線写真の異常陰影を指摘され, 2月18日, 当科を受診した。

胸部X線写真(Fig. 2A)では, 左肺門部に下行大動脈に連続した半月状の異常陰影を認めた。

Table 1. Steps of procedure of “dynamic scanning”



CT 像 (Fig. 2B) では、大動脈弓下縁に連続し左肺動脈上縁に接する異常陰影を認めた。造影 CT では内腔への造影剤の流入がみられ、さらにその前壁に血栓形成を認めた。この異常陰影と大動脈弓との関係を知る目的で dynamic scan を行った。画像の肉眼的観察でも、異常陰影内腔と大動脈弓とはほぼ同様な時間的変化を示したが、それを確認するため、異常陰影内腔と上行大動脈、異常陰影内腔と下行大動脈にそれぞれ関心領域を設定し、CT 値の経時的变化をグラフ化した (Fig. 2C)。これにより 3 ヲ所における造影剤の出現、ピーク、消失の時相がほぼ一致していることが確認され、嚢状大動脈瘤と診断した。大動脈造影では、大動脈弓の下縁からほぼ球形の膨隆像が認められ、その内腔に造影剤が流入していることが確認された。

症例 3: 27 歳, 男 (Fig. 3)

1979 年 9 月 28 日、突然激しい胸背部痛が出現し、某院に入院。マルファン症候群兼解離性大動脈瘤として加療を受けた。その後本学第二外科で大動脈造影を施行され、DeBakey III 型解離性大動脈瘤と診断された。1981 年 11 月 6 日、右前胸部の圧迫感が出現し、再発を疑われ入院加療を受け、1982 年 3 月 23 日当科に紹介された。

CT 像 (Fig. 3A) では上行大動脈から下行大

動脈まで著明に拡大し、造影像で上行大動脈では真性腔が解離腔に内膜 flap を境に全周性にとり囲まれており、一方、下行大動脈では前方に狭小化した真性腔が、後方に拡張した解離腔が位置するという形をとっており、上行大動脈と下行大動脈で解離様式が異なっていた。Dynamic scan では、上大静脈、上行および下行大動脈の真性腔、ついで解離腔の順に造影され、解離腔の造影遅延が確認された (Fig. 3B)。また、上行および下行大動脈のおのおのにおいて、関心領域を真性腔と解離腔に置き、CT 値の経時的变化をグラフ化し、解離腔の造影遅延を証明した。以上より、DeBakey III+II 型慢性解離性大動脈瘤と診断した。

症例 4: 66 歳, 男 (Fig. 4)

1970 年頃より高血圧、不整脈を指摘され、降圧剤の投与を受けていた。1981 年 5 月 6 日、突然かきむしられるような胸背部痛が出現し、解離性大動脈瘤として同年 8 月 12 日まで某院で入院治療を受けた。1982 年 3 月 31 日精査のため当科へ入院した。

CT 像 (Fig. 4A) では大動脈壁に石灰化がみられ、大動脈の拡張は軽度であった。造影像で下行大動脈に解離した内膜および狭い解離腔を認め、DeBakey III 型慢性解離性大動脈瘤と診断

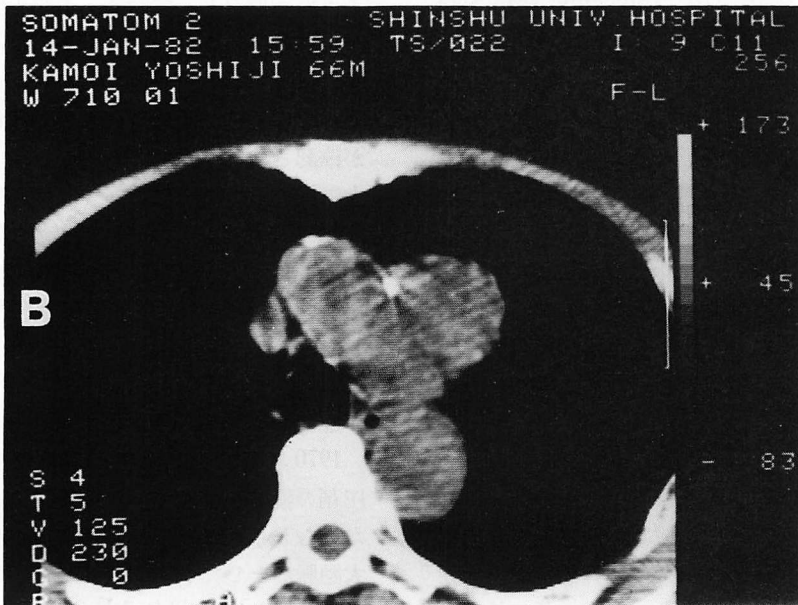
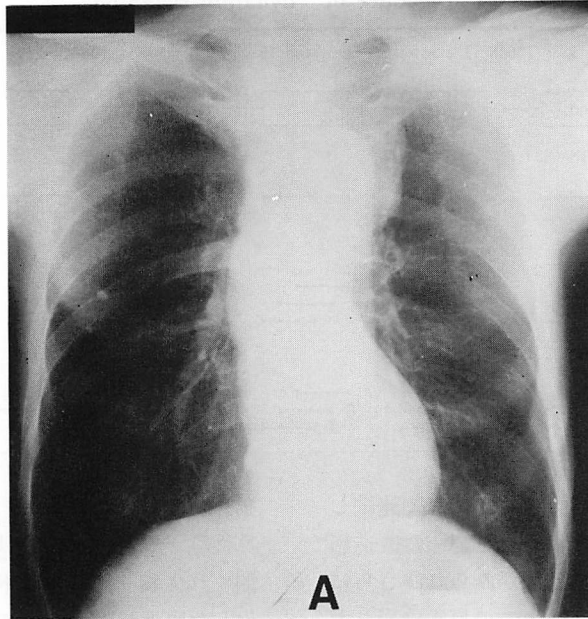
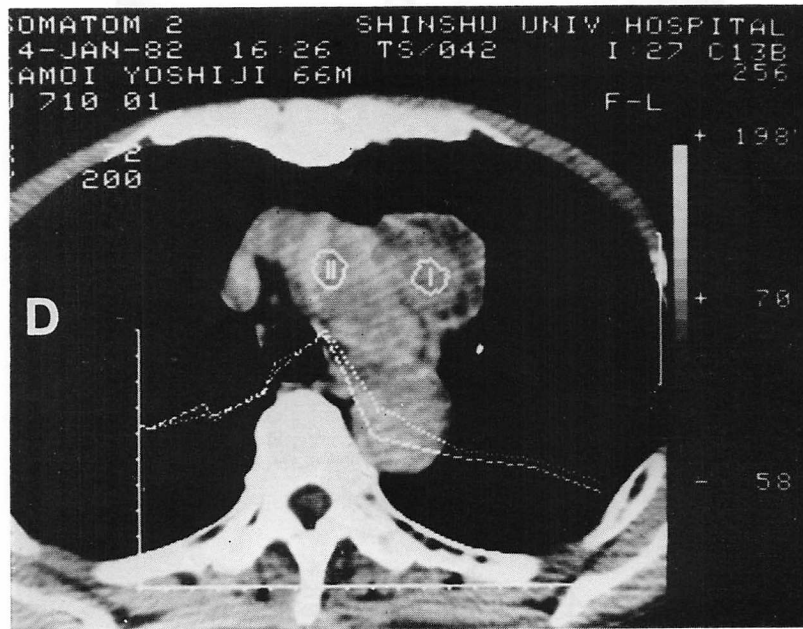
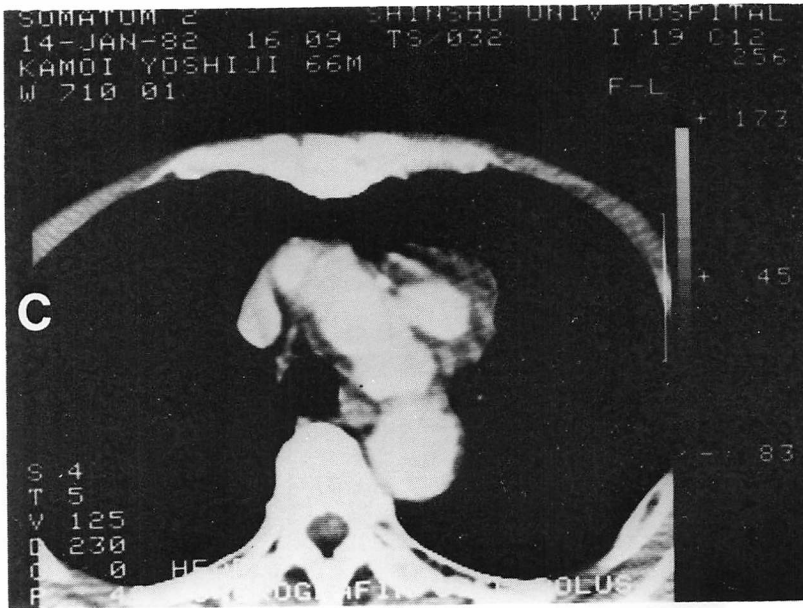


Fig. 1. Graphic records in Case 1 (66 y.o., male).

- A) Chest X-ray film showing the abnormal shadow in the left upper mediastinum.
- B) CT image without contrast material shows dilatation and calcification of the aortic arch.



C) Contrast enhanced CT image. Contrast material fills the patent portion of the lumen, which is surrounded by the thrombus.

D) Contrast enhanced dynamic scan. A plotted line shows CT numbers versus time in the abnormal lumen, a broken line in the aortic arch. Note almost the same opacification, suggesting free communication between the two portions.

I and II=regions of interest of the abnormal shadow and aortic arch, respectively.

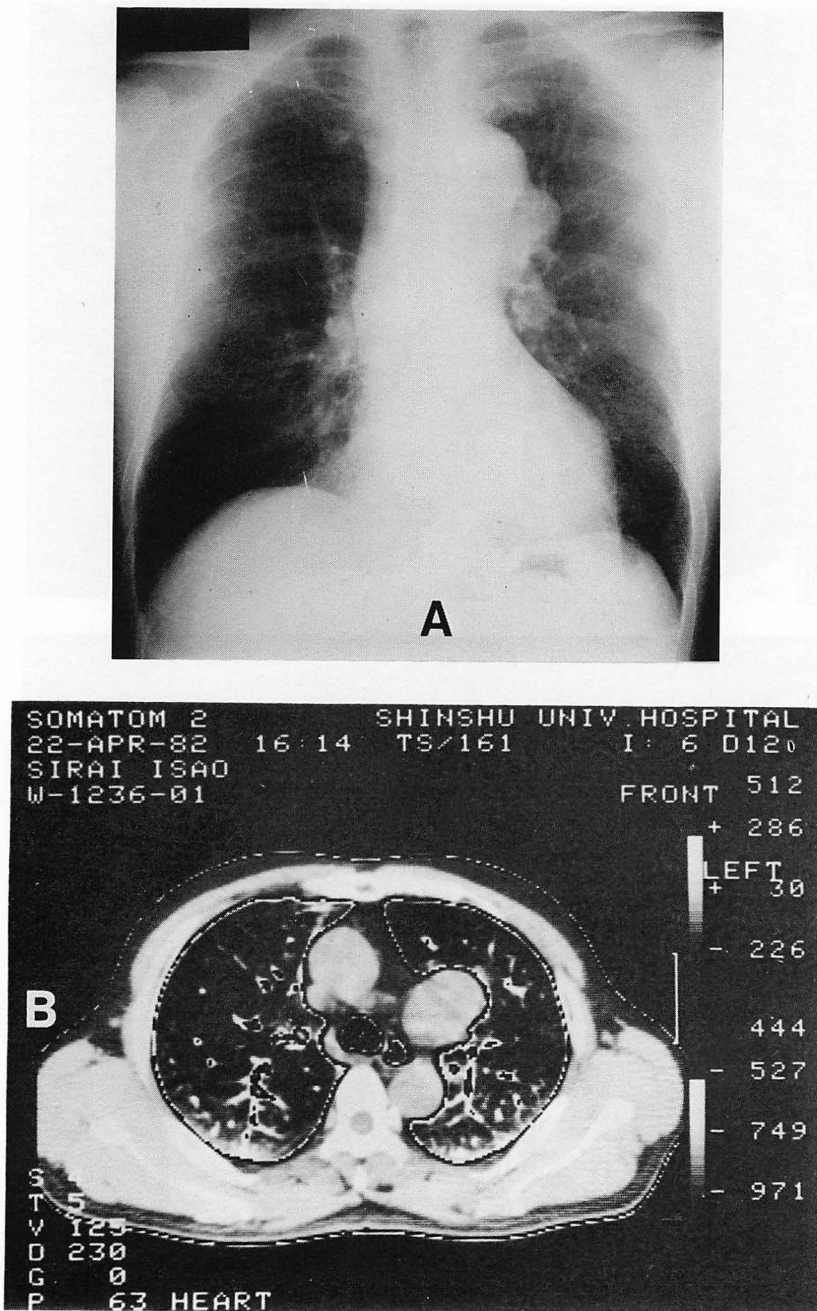
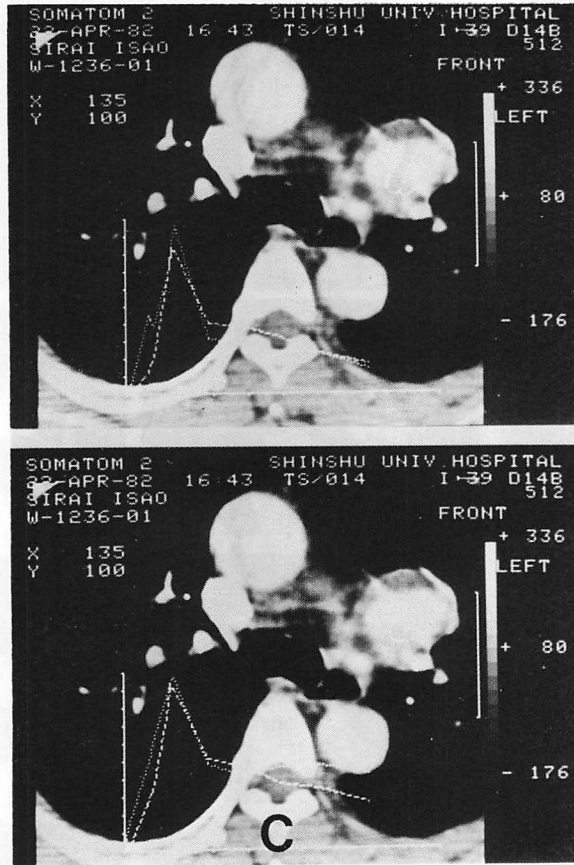


Fig. 2. Graphic records in Case 2 (63 y.o., male).

- A) Chest X-ray film showing the abnormal shadow in the left upper mediastinum.
- B) CT image without contrast material.



C) Contrast enhanced dynamic scan.

Top: A plotted line shows CT number versus time in the ascending aorta and a broken line in the abnormal lumen.

Bottom: A plotted line in the descending aorta and a broken line in the abnormal lumen.

Note almost the same opacification in both the aorta and abnormal lumen, suggesting free communication.

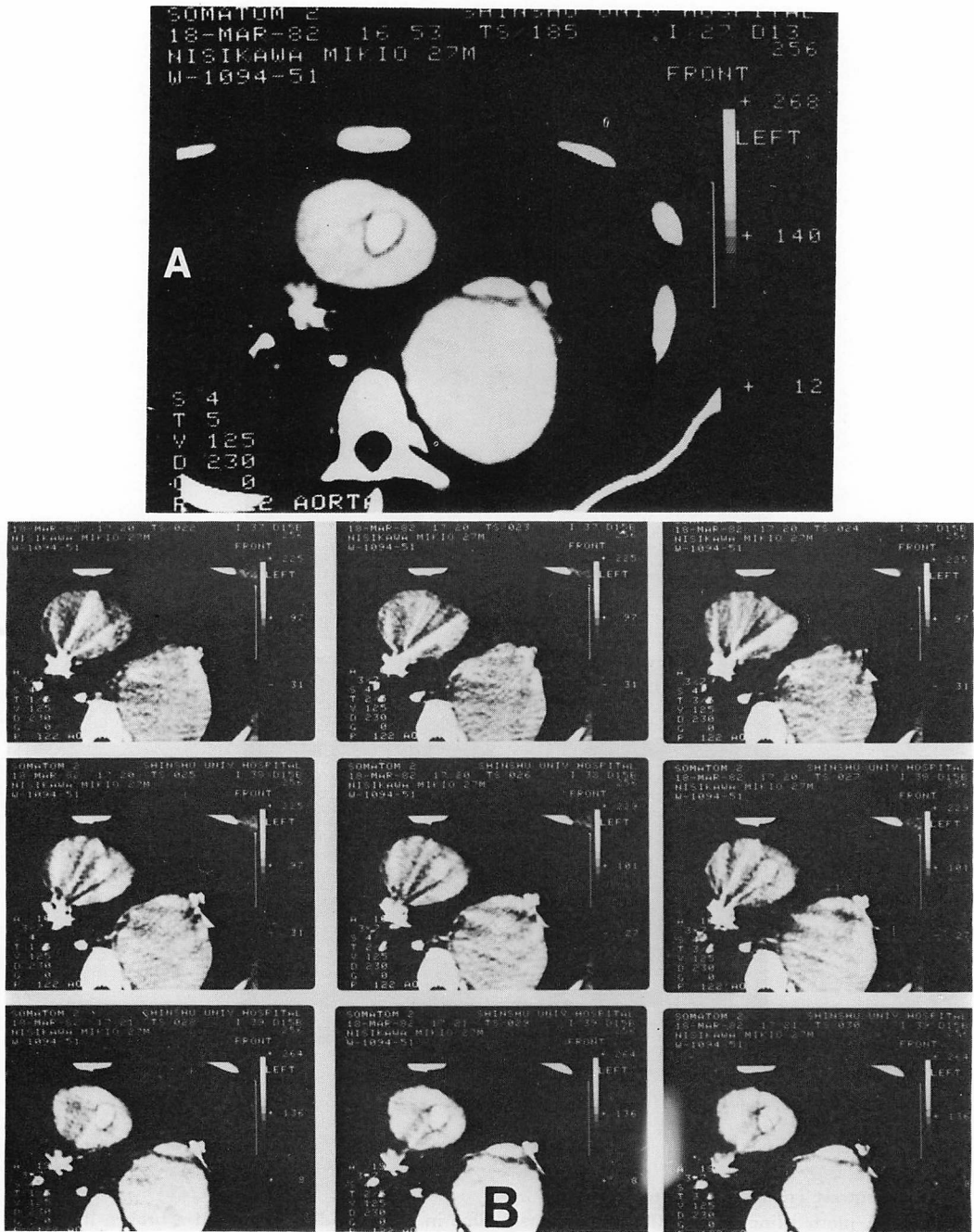


Fig. 3. Graphic records in Case 3 (27 y.o., male).

A) Contrast enhanced CT image shows the double channel bounded by an intimal flap. Note different mode of dissection between the ascending and descending aorta.

B) Contrast enhanced dynamic CT images. In nine frames following intravenous bolus injection, contrast material appears in the superior vena cava, the true lumen of the aorta, and then the false lumen successively.

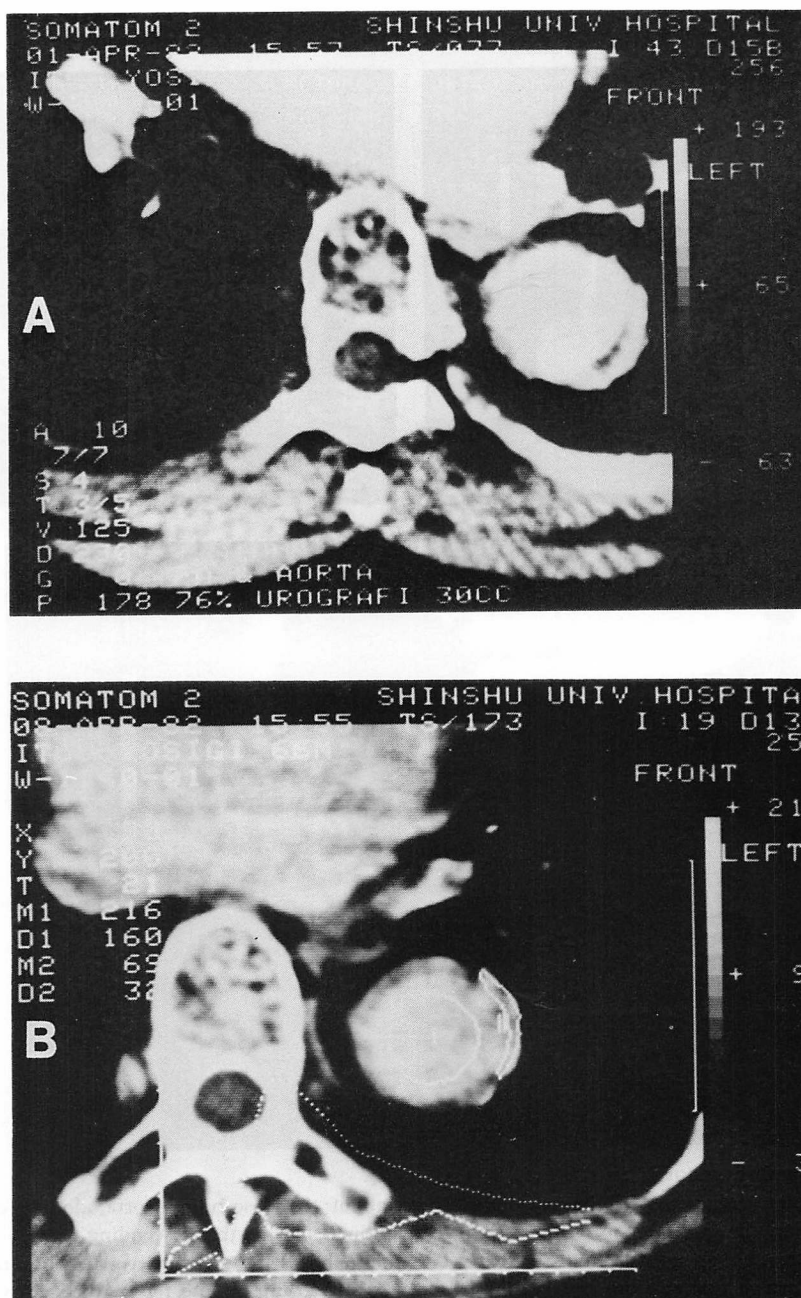


Fig. 4. Graphic records in Case 4 (66 y.o., male).

A) Contrast enhanced CT image shows an intimal flap.

B) The graph shows CT numbers versus time, during contrast enhanced dynamic CT scan. Regions of interest are the true lumen (a plotted line) and the false lumen (a broken line).

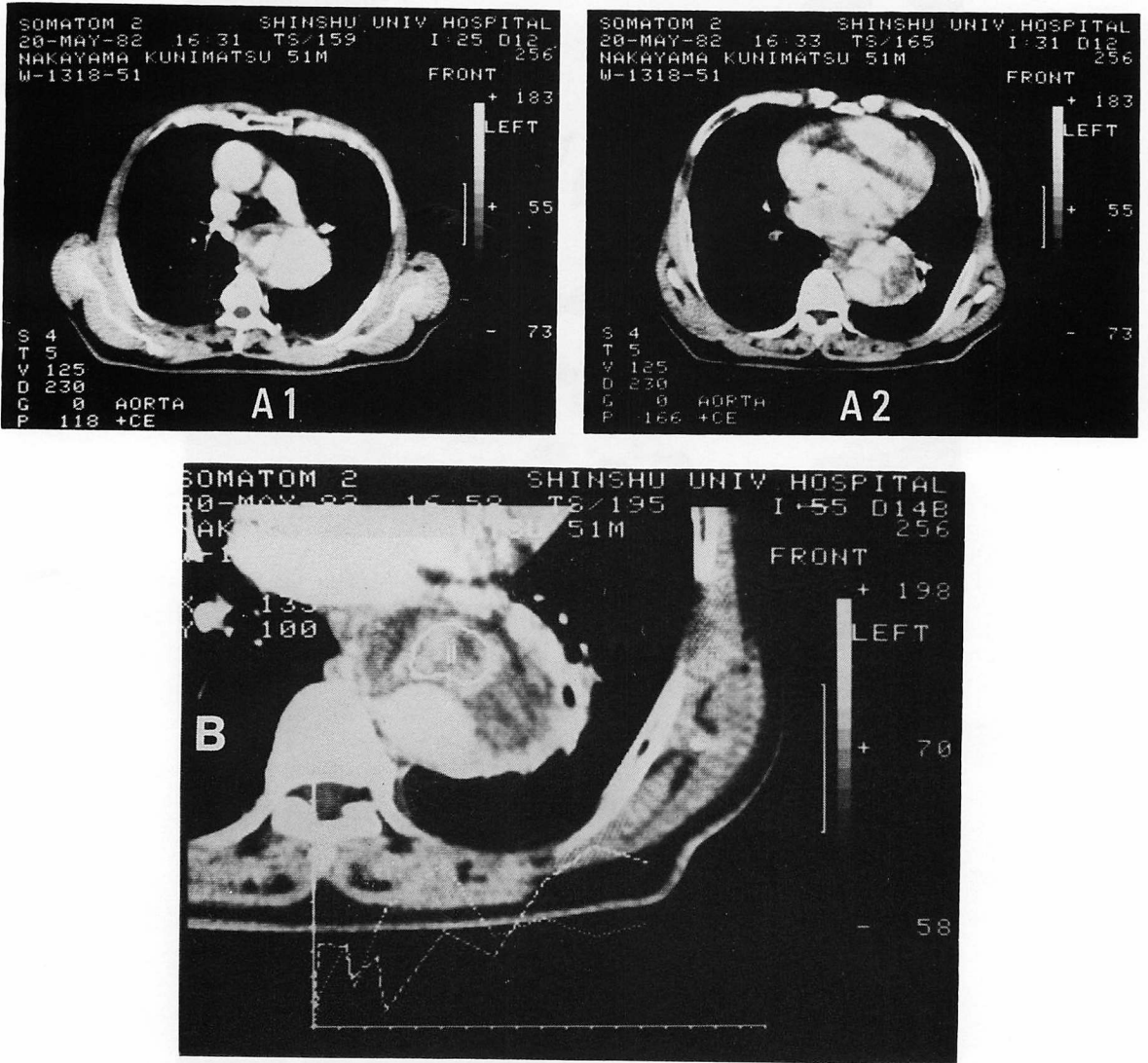


Fig. 5. Graphic records in Case 5 (81 y.o., male).

A) Contrast enhanced CT images show dilatation of the descending aorta, double channels, a thrombus in the false lumen and twisting of an intimal flap in the descending aorta.

B) Contrast enhanced dynamic CT scan. The graph shows CT numbers versus time in opacified true lumen (a plotted line) and the false lumen (a broken line). Note the marked delay in peak opacification in the false lumen.

Table 2. CT Findings in 5 patients with thoracic aortic aneurysms

| Patient No. | Age & sex | Location in the aorta | CT findings | Evaluation of dynamic CT | Diagnosis |
|-------------|-----------|-----------------------------|--|---|------------------------|
| 1 | 66 M | Arch | Dilatation, calcification, thrombus | Useful (simultaneous filling in the aorta and abnormal lumen) | Saccular |
| 2 | 63 M | Arch | Dilatation, thrombus | Useful (simultaneous filling in the aorta and abnormal lumen) | Saccular |
| 3 | 27 M | Ascending, arch, descending | Dilatation, double channel, intimal flap, narrow true lumen, different mode of dissection between ascending and descending aorta | Useful (delayed filling in the false lumen) | Type III+II dissecting |
| 4 | 66 M | Descending | Slight dilatation, calcification, double channel, intimal flap | Useful (delayed filling in the false lumen) | Type III dissecting |
| 5 | 81 M | Descending | Dilatation, calcification, double channel, twisting of an intimal flap, thrombus in the false lumen | Useful (delayed filling and washout in the false lumen) | Type III dissecting |

し、続いて同断面で dynamic scan を行った (Fig. 4B)。真性腔と解離腔との CT 値の経時的变化を比較したところ、解離腔の造影は真性腔に比較して著明に低下していた。肺動脈造影大動脈相では、明らかな2腔を確認できなかった。

症例 5: 81 歳, 男 (Fig. 5)

1970 年頃より高血圧を指摘され、某院で外来治療を受けていた。胸痛、胸部圧迫感などの自覚症状は全くないが、初診時より胸部 X 線写真で大動脈の蛇行、拡張を指摘されており、精査のため 1982 年 5 月 21 日当科へ紹介された。

CT 像 (Fig. 5A) では下行大動脈の拡張を認め、造影 CT で解離した内膜を境に2つの腔が明瞭に識別され、解離腔と思われる腔には血栓形成が著明であった。また内膜 flap は下行大動脈上部では前後方向であったが、下行するに従って左右方向へのねじれが認められた。Dynamic scan により真性腔と解離腔における CT 値の経時的变化を比較したところ、解離腔では造影のピークが著明に遅延していた (Fig. 5B)。以上より De-

Bakey III 型慢性解離性大動脈瘤と診断した。

症例の総括

各症例の CT 所見を Table 2 にまとめた。

嚢状大動脈瘤では、胸部単純 X 線像上、縦隔腫瘍との鑑別が問題となったが、CT により異常陰影内腔が造影され、内腔には血栓形成を認めた。また dynamic scan で、大動脈と異常陰影内腔での造影剤の出現、ピーク、消失の時相がほぼ一致しており、両者間に自由な血液の交通があることが確認された。

解離性大動脈瘤では、造影 CT により解離腔と真性腔の識別が可能であり、上行大動脈と下行大動脈で解離様式が異なっていたり (症例 3)、内膜 flap の方向が部位により異なっていたりすること (症例 5) が明瞭に観察され、解離腔内の血栓も証明された。さらに dynamic scan により、解離腔と真性腔との血流パターンの相違を確認した。

考 察

心血管系の画像診断においては、解像力が高い

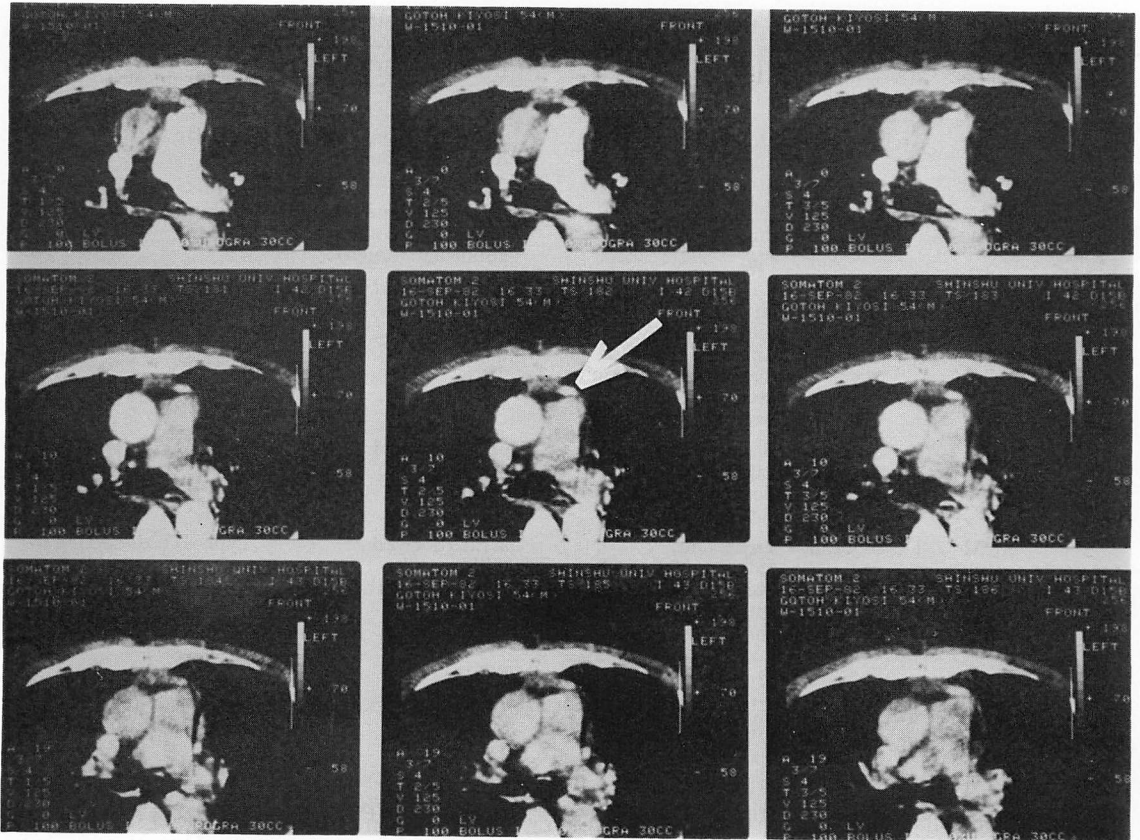


Fig. 6. Serial graphs of contrast enhanced dynamic scanning of the patent bypass graft (arrow). The graft enhance is simultaneous with the ascending aortic enhancement.

こと、患者に対する侵襲が可能な限り少ないことが重要である。CT は高い解像力を有する横断面像が容易に得られ、また患者に対する負担も少ない非侵襲的検査手段である。

最近、CT の技術的發展とともに、循環器疾患診断のさいに問題となっていた scan 時間が短縮され、臨床的に有用な心血管系画像診断技術となりつつある¹⁾。また、ハードウェアのみでなく、ソフトの面でも改良がなされ、dynamic scan, ECG gated scan など実用化されている²⁾。

Dynamic scan は経時的に変化する複数の画像を一操作で構成する方法であり、その特異なデータ収集方式のため、通常の CT 像と比べると画質の面ではやや劣るが²⁾、末梢静脈より造影剤を

急速注入することにより、同一断面における造影剤の経時的な流れを観察することが可能であり、また、画像上に関心領域を設定し、各部位での CT 値の経時変化をグラフに表わし、血流パターンを比較することにより血行動態の解析もある程度可能である³⁾。Fig. 6 に AC バイパス術後の dynamic scan を示す。左上段より右へ、順次造影剤静注後の経時変化を示すが、肺動脈、続いて上行大動脈の順に造影され、矢印の graft が造影される時相が上行大動脈と一致しており、バイパスの開存が示されている。このように、最近では AC バイパス開存の評価にも応用されている。

CT による大動脈疾患、特に胸部大動脈瘤^{4,9)}や解離性大動脈瘤^{3,10,11)}の診断は、その有用性が

認められている。従来、胸部大動脈瘤の確定診断は大動脈造影によりなされており、本法は大動脈の走行に沿った長軸方向の形態的情報を得るには優れているが、短軸方向の変化は分りにくく¹²⁾、また、高齢者や心機能障害を有する患者などには施行不能の場合もあり¹⁰⁾、容易に行い得る検査手段ではない。CT は長軸方向の情報としては大動脈造影と比較すると限界があるが¹²⁾、横断面では優れた解像力を有し、結果的に大動脈造影よりも診断的価値が高かった解離性大動脈瘤の例も報告されている^{5,13)}。特に内膜 flap の描出では大動脈造影よりも優れているとされており⁶⁾、たとえば本報告における症例 3 のように、上行大動脈と下行大動脈とで解離様式が異なっていたり、症例 5 のように、内膜 flap の方向が部位により異なっていたりすることが明瞭に観察でき、立体構造の把握に優れている点が本法の特徴である。また本論文の症例には用いていないが、画像の 3 次元構成を行い、任意の長軸断面像を得ることにより、難点とされている長軸方向の情報を得る方法もあり、今後期待できるものと思われる。さらに、患者に対する侵襲がほとんどないため、反復して施行することが可能であり、経過観察に有用である^{6,12)}。事実、我々の症例 5 は、全く無症状であり、かつ 81 歳という高齢であるため、非侵襲的検査による確定診断が是非とも必要であった。ただし、嚢状大動脈瘤内腔の器質化血栓が、瘤前後の健常部の内腔に比較的平坦に連続していたため、造影剤注入によっても動脈瘤の存在が証明されなかった症例の報告があり¹⁴⁾、このような場合には診断上注意が必要である。

最近、解離性大動脈瘤に dynamic scan を行った報告もみられるようになった^{5,6,7)}。解離性大動脈瘤においては dynamic scan により、解離腔の造影遅延や消失遅延から、真性腔と解離腔との識別が可能となる^{5,6)}。稲垣ら⁷⁾は 5 例の本症例に dynamic scan を行い、全例で真性腔と解離腔を識別し得たとしている。

我々の症例で、2 例の嚢状大動脈瘤では、当初

縦隔腫瘍との鑑別が問題となったが、CT により異常影内腔が造影され、また、dynamic scan で大動脈と異常影内腔の造影剤の出現、ピーク、消失の時相がほぼ一致しており、両者間に自由な交通があることが確認された。また、3 例の解離性大動脈瘤で、解離腔と真性腔の識別が可能であり、dynamic scan で両者の血流パターンの相違を認め、全例において本法の高い診断的価値が認められた。

CT、特に dynamic scan では、同一断面における造影剤の経時的な流れ、すなわち関心領域における血流パターンを比較することが可能であり、胸部大動脈瘤の診断および経過観察に有用な非侵襲的画像診断技術であると考えられる。

要 約

胸部大動脈瘤の 5 例 (嚢状大動脈瘤 2 例、慢性解離性大動脈瘤 3 例) に、X 線コンピュータ断層法 (CT) による dynamic scan を施行し、診断に有用であると思われたので報告した。

機種は第 3 世代全身用装置 Siemens 製 Somatom 2 を用いた。Dynamic scan は経時的に変化する複数の画像を一操作で構成する方法であり、本装置では 5 秒間の 1 scan で時間的に連続する 3 画像を構成し、3 秒の待機時間の後に同様な操作を繰り返す。76% アミドトリゾ酸ナトリウムメグルミン 30 ml を右上肢より急速静注した後、4 mm のスライス幅で上記の連続 scan を 3 回繰り返し、その後通常の scan をさらに 4 回連続して行い、同一断面における造影剤静注後の経時的変化を観察した。また、画像上に 2 ヶ所の関心領域を設定し、各部位での CT 値の経時的変化をグラフで表わし、比較した。

嚢状大動脈瘤では、胸部単純 X 線像上、縦隔腫瘍との鑑別が問題となったが、CT により異常影内腔が造影され、また dynamic scan で大動脈と異常影内腔での造影剤の出現、ピーク、消失の時相がほぼ一致しており、両者間に自由な血液の交通があることが確認された。

解離性大動脈瘤では, 解離腔と真性腔の識別が容易であり, 上行大動脈と下行大動脈で解離様式が異なっていたり, 内膜 flap の方向が部位により異なっていたりすることが明瞭に観察された。さらに dynamic scan により, 解離腔と真性腔の血流パターンの相違を確認した。

CT は高い解像力で人体横断面を描画する方法であり, 特に dynamic scan は同一断面での造影剤の経時的な流れを観察することができ, また, 関心領域における血流パターンを比較することが可能である。したがって本法は胸部大動脈瘤の診断および経過観察に有用な, 非侵襲的画像診断技術であると考えられる。

文 献

- 1) Brundage BH, Lipton MJ: The emergence of computed tomography as a cardiovascular diagnostic technique. *Am Heart J* **103**: 313-316, 1982
- 2) 遠藤真広: X 線 CT 装置の現況. *Medicina* **18**: 2335-2342, 1981
- 3) Moncada R, Sarinas M, Churchill R, Love L, Reynes C, Demos TC, Gunnar RM, Pifarre R: Diagnosis of dissecting aortic aneurysm by computed tomography. *Lancet* **1**: 238-241, 1981
- 4) Egan TJ, Neiman HL, Herman RJ, Malave SR, Sanders JH: Computed tomography in the diagnosis of aortic aneurysm dissection or traumatic injury. *Radiology* **136**: 141-146, 1980
- 5) Godwin JD, Herfkens RL, Skiöldebrand CG, Federle MP, Lipton MJ: Evaluation of dissections and aneurysms of the thoracic aorta by conventional and dynamic CT scanning. *Radiology*, **136**: 125-133, 1980
- 6) Godwin JD, Turley K, Herfkens RJ, Lipton MJ: Computed tomography for follow-up of chronic aortic dissections. *Radiology*, **139**: 655-660, 1981
- 7) 稲垣義明, 渡辺 滋, 諸岡信裕, 吉田秀夫, 山田善重, 増田善昭: 解離性大動脈瘤の画像診断. *内科* **49**: 295-303, 1982
- 8) Naito H, Kozuka T: Evaluation of left ventricular function by cardiac CT: Comparison with left ventriculography. *Kokyu to Junkan* **30**: 255-264, 1982 (in Japanese)
- 9) 町田喜久雄, 田坂 皓, 板井悠二, 西川潤一: 大動脈瘤の CT 診断. *臨放* **24**: 47-52, 1979
- 10) Gross SC, Barr I, Eyster WR, Khaja F, Goldstein S: Computed tomography in dissection of the thoracic aorta. *Radiology* **136**: 135-139, 1980
- 11) 田中 健, 広江道昭, 山口いづみ, 木全心一, 関口守衛, 広沢弘七郎, 遠藤真広, 橋本明政, 和田寿郎, 平松慶博: CT による解離性大動脈瘤の診断. *胸部外科* **33**: 259-265, 1980
- 12) Mochizuki S, Niki I: Computed tomographic examination of the aortic diseases. *Kokyu to Junkan* **28**: 485-490, 1980 (in Japanese)
- 13) Lardé D, Belloir C, Vasile N, Frijia J, Ferrané J: Computed tomography of aortic dissection. *Radiology* **136**: 147-151, 1980
- 14) 木下美登里, 白木のい子, 和顔房代, 渡辺晴雄, 北村 論: 縦隔腫瘍と誤診した大動脈瘤の一例検例. *日胸疾会誌* **20**: 111-115, 1982