

Dynamic computed tomography による 循環器疾患の診断と臨床的意義

—胸部大動脈瘤, aortocoronary bypass graft
開存性, 心房中隔欠損症, 肺分画症の診断—

本郷 実¹⁾ 大久保信一¹⁾ 山田 博美¹⁾ 松岡 健¹⁾
曾我 直子¹⁾ 草間 昌三¹⁾ 森本 雅巳²⁾

1) 信州大学医学部第1内科学教室, 心臓病研究室

2) 信州大学医学部第2外科学教室

Clinical Significance of Dynamic Computed Tomography in the Diagnosis of Thoracic Aortic Aneurysm, Atrial Septal Defect and Pulmonary Sequestration, and in the Evaluation of Patency of Aortocoronary Bypass Graft

Minoru HONGO¹⁾, Shinichi OKUBO¹⁾, Hiroyoshi YAMADA¹⁾, Ken, MATSUOKA¹⁾,
Naoko SOGA¹⁾, Shozo KUSAMA¹⁾ and Masami MORIMOTO²⁾

1) *Department of Internal Medicine and Research Laboratory for Cardiovascular Diseases*

2) *Department of Surgery, Shinshu University School of Medicine*

Dynamic computed tomography was performed to assess its diagnostic significance in thoracic aortic aneurysm, atrial septal defect and pulmonary sequestration, and to evaluate the patency of aortocoronary bypass graft; the following results were obtained:

1) In thoracic aortic dissection, there was delayed filling and washout in false lumen compared to true lumen, while there was simultaneous filling and washout between aneurysm and aorta in thoracic saccular aneurysm. These different flow patterns were clearly demonstrated by the time-density curve made from dynamic scanning.

2) Comparison of the phase of opacification between graft and thoracic ascending aorta permitted correct diagnosis of patency of aortocoronary bypass graft in post-operative asymptomatic patients.

3) Presence of left to right shunt was confirmed by reopacification of right atrium and right ventricle in atrial septal defect with dominant left to right shunt.

4) In a patient with pulmonary sequestration, an aberrant artery reached peak opacification during that of the descending aorta.

In conclusion, dynamic computed tomography is a very useful non-invasive procedure and should be used to diagnose thoracic aortic aneurysm and pulmonary vascular lesions such as pulmonary sequestration, to evaluate the patency of aortocoronary bypass graft in asymptomatic patients and the presence of left to right shunt in atrial septal defect as a screening test. *Shinshu Med. J.*, 32: 151-165, 1984 (Received for Publication October 12, 1983)

Key words: dynamic computed tomography, thoracic aortic aneurysm, patency of aortocoronary bypass graft, atrial septal defect, pulmonary sequestration

ダイナミックCT, 胸部大動脈瘤, ACバイパスグラフト開存性, 心房中隔欠損症, 肺分画症

はじめに

X線コンピューター断層撮影(以下CT)法は medical electronics のめざましい進歩, 特にハードウェア部門の開発により, 循環器疾患においても新しい非観血的検査法としての位置を占めるようになった。CTは高い組織密度分解能を有するため, 左房内¹⁾⁻³⁾, 大血管内⁴⁾の壁在血栓の検出にはきわめて有用であり, 心膜液貯留の評価⁵⁾にも高い利用価値が認められている。

近年, ソフトウェア部門の開発に伴い, 新たに心電図同期CT法, dynamic CT法が導入され, 循環器疾患における応用範囲はますます広がりがつつある。このうち, 心電図同期CT法は虚血性心疾患の壁運動の解析⁶⁾⁷⁾, 左室容積, 駆出率, 心筋重量の算出⁸⁾, 左室内血栓の検出⁹⁾, 左房粘液腫の診断¹⁰⁾に有用であることが報告されているが, dynamic CT法の利用は胸部大動脈瘤の診断¹¹⁾⁻¹⁶⁾, aortocoronary (以下AC) bypass graft 開存性の評価¹⁷⁾⁻²¹⁾に関するものが主体を占め, 本邦ではこれらに関する報告は少ない。

今回, 著者らは第3世代のX線CT装置を用いて胸部大動脈瘤, AC bypass 術施行例, 心房中隔欠損症および肺分画症症例に dynamic CT法を施行し, それぞれの疾患の診断における本法の臨床的意義について検討を加えたので報告する。

対象および方法

対象は信州大学第1内科で dynamic CT 検査を施

行した各種循環器疾患患者のうち, 胸部大動脈瘤8例(慢性解離性大動脈瘤5例, 嚢状大動脈瘤3例), AC bypass 術施行後無症状の虚血性心疾患3例, 心房中隔欠損症5例および肺分画症1例の計17例である。

CT装置は第3世代の全身用X線CT装置 Siemens 製 Somatom 2 を使用し, まず病変の存在する部位をスライス幅4~8mmで数スライス scan し, 次いでこの中の1つのスライス面で dynamic scan を施行した。また, 心房中隔欠損症ではガントリー角度を尾側に20°傾けて4つの心腔が同時に描出されるスライス面を設定した後, dynamic scan を行った。

Dynamic scan は同一のスライス面を最短の interscan time で scan を繰り返す, 経時的に変化する数枚の画像を一操作で構成する方法で, rapid sequential scanning without table incrementation ともいわれる。著者らの使用した装置におけるデータ収集方式 (Fig. 1) は scan time 5秒で得られたデータを時間的に連続した3つのデータ群に等分割し, おおのこのデータ群より3画像を構成するもので, 3秒の interscan time の後に同様の操作を連続19 scan まで繰り返すことが可能である。この方法に併用して末梢静脈より造影剤を急速注入すれば, 同一スライス面での造影剤の経時的变化の観察, すなわち, 血行動態の機能的解析も可能となる。

著者らは60%あるいは76%アミドトリゾ酸ナトリウムメグルミン25~30mlを肘静脈より急速静注し, 上記の連続 scan を2~3回繰り返した後, 通常の scan を数回施行した。以上の操作により同一スライス面に

Scannings : Scan time = 5 sec., Interscan time = 3 sec.

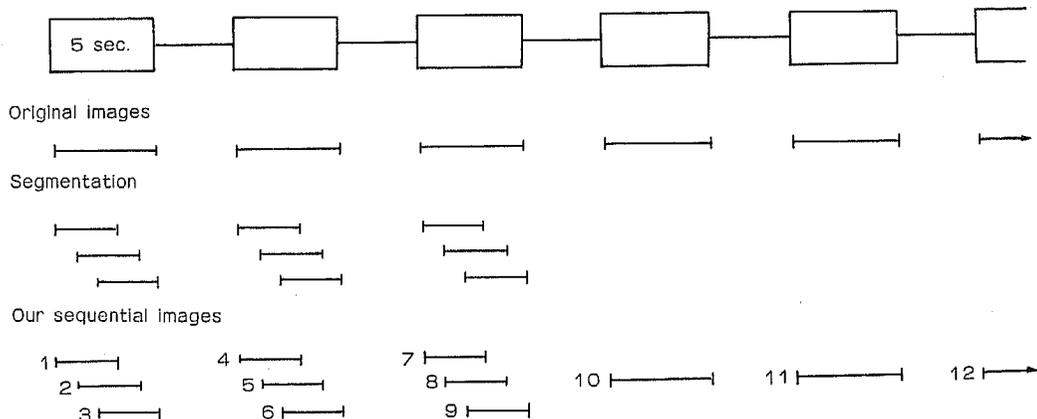


Fig. 1 Schematic representation of dynamic scanning.

Table 1 CT findings of thoracic aortic dissections and saccular aneurysms

Case	Age	Sex	Location	CT findings	Dynamic CT findings	Diagnosis
1.	27	M	Ascending, Arch, Descending	Dilatation, Double lumina, Intimal flap, Narrow true lumen, Different mode of dissection between ascending and descending aorta	Delayed filling and washout in false lumen	Type III _A +II dissection
2.	66	F	Descending	Dilatation, Double lumina, Intimal flap	Delayed washout in false lumen	Type III _A dissection
3.	66	M	Descending	Dilatation, Calcification, Double lumina, Intimal flap	Delayed filling and washout in false lumen	Type III _A dissection
4.	81	M	Descending	Dilatation, Calcification, Double lumina, Thrombus in false lumen, Twisting of intimal flap	Delayed filling and washout in false lumen	Type III _A dissection
5.	66	F	Descending	Dilatation, Calcification, Double lumina, Intimal flap	Delayed filling and washout in false lumen	Type III _A dissection
6.	67	M	Arch	Dilatation, Calcification, Thrombus in aneurysm	Simultaneous filling and washout between aneurysm and aorta	Saccular aneurysm
7.	66	M	Arch	Dilatation, Calcification, Thrombus in aneurysm	Simultaneous filling and washout between aneurysm and aorta	Saccular aneurysm
8.	63	M	Arch	Dilatation, Thrombus in aneurysm	Simultaneous filling and washout between aneurysm and aorta	Saccular aneurysm

おける造影剤濃度の経時的変化を観察し、さらに画像上に関心領域を設定して各部位でのCT値の経時的変化をtime-density curveで表した。また、胸部大動脈瘤の一部の症例では連続したスライスのCT像より画像の再構成を行い、立体的評価を試みた。

なお、AC bypass術施行例は全例CT施行1カ月以内に選択的bypass造影法を施行してbypass graftの開存状況を確認し、心房中隔欠損症症例ではCT施行

1週間以内に心カテーテル検査を行って、酸素飽和度より短絡率を算出した。

結 果

A 胸部大動脈瘤の dynamic CT 所見 (Table 1)
Non-dynamic CTにより、解離性大動脈瘤では大動脈径の拡大、大動脈壁の石灰化、壁血栓、intimal flap および真性腔、解離腔が描出された。Dynamic

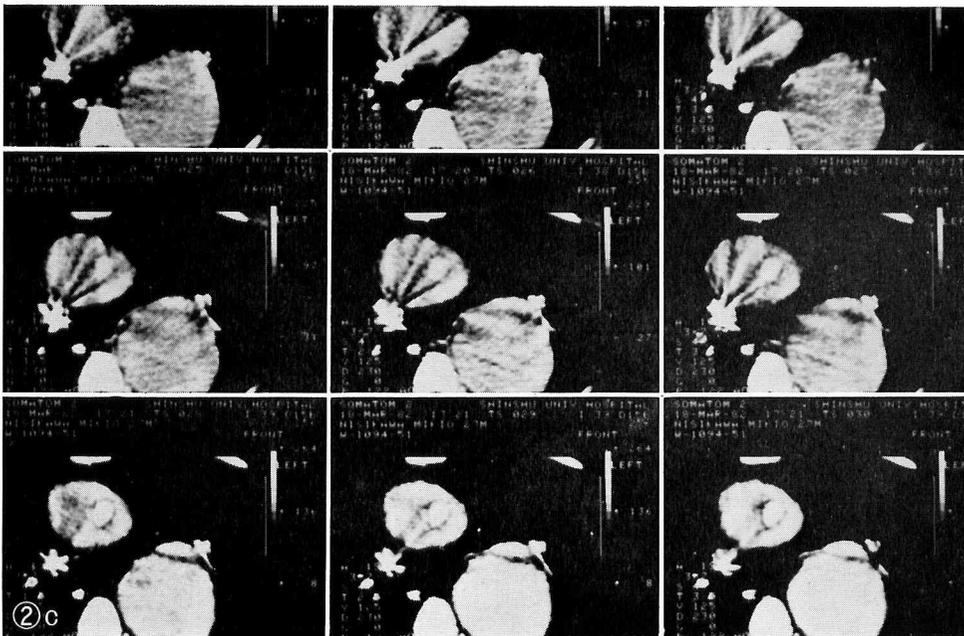
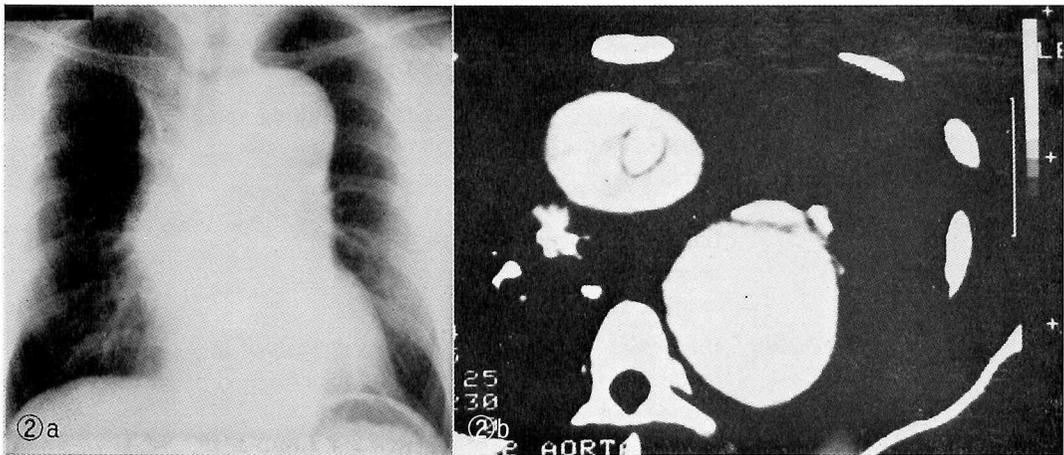


Fig. 2 Chest roentgenogram and computed tomogram from case 1 (chronic aortic dissection of type III_A+II).

a. Postero-anterior chest roentgenogram shows marked dilatation of thoracic aorta from ascending to descending portion. b. Computed tomography with contrast enhancement clearly demonstrates marked dilatation of the thoracic aorta and an intimal flap. Note the different mode of dissection between ascending and descending aorta. c. Dynamic scanning reveals delayed filling and washout in the false lumen compared to the true lumen.

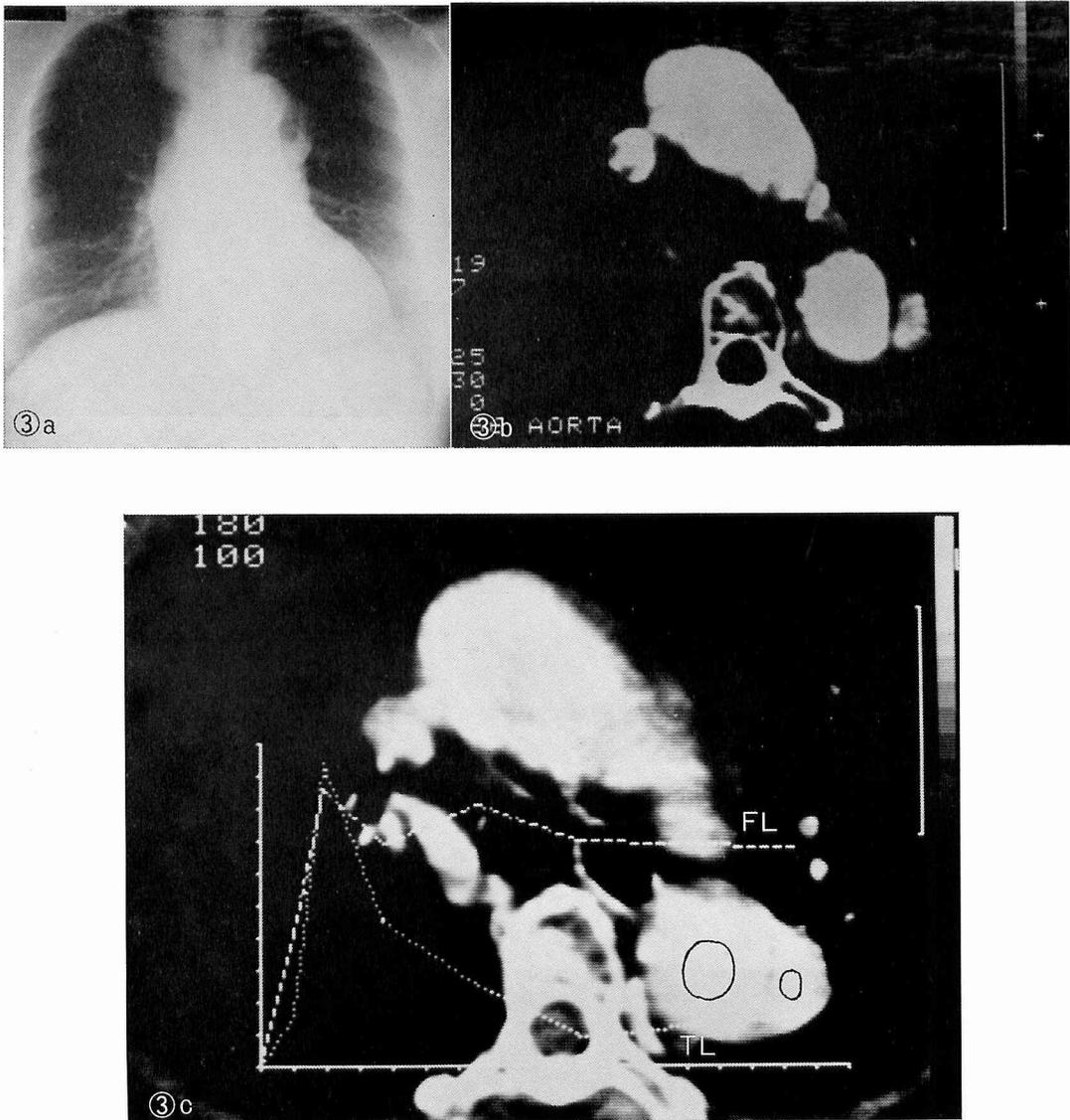
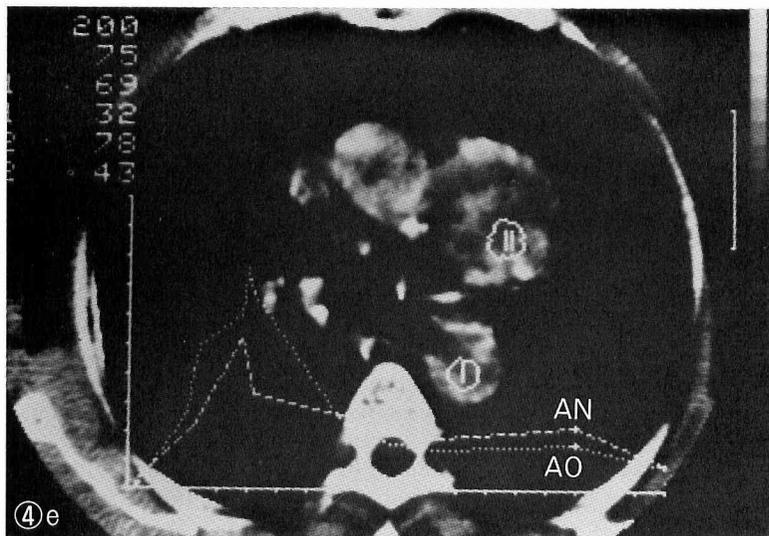
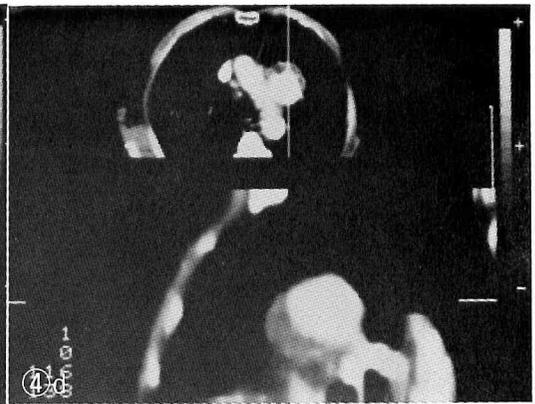
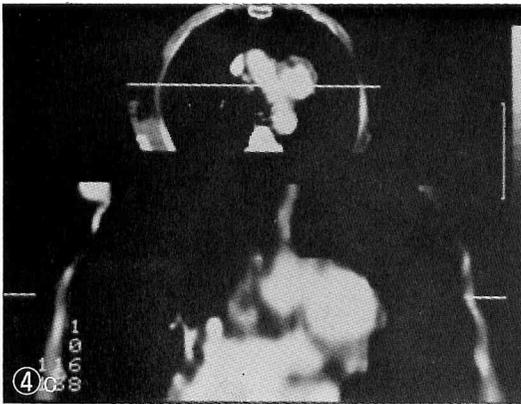
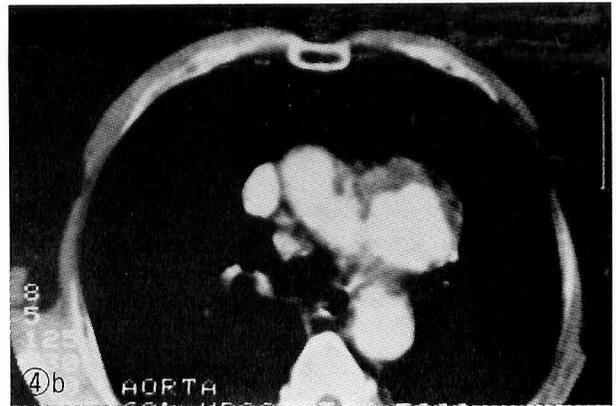
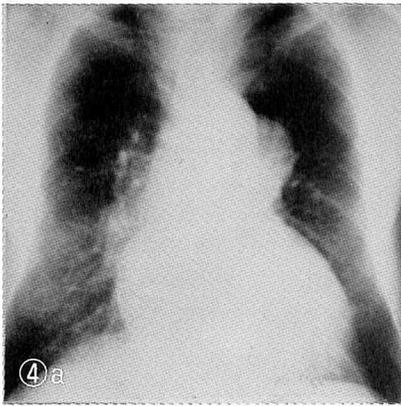


Fig. 3 Chest roentgenogram and computed tomograms from case 2 (chronic aortic dissection of type III_A).

a. Postero-anterior chest roentgenogram shows mild dilatation of thoracic descending aorta. b. Dilatation of the thoracic aorta and an intimal flap separating the true lumen from the false lumen are visualized by contrast-enhanced computed tomography. c. Dynamic scanning reveals delayed washout in the false lumen compared to the true lumen. The graph shows CT value versus time made from the dynamic scanning (time-density curve). Regions of interest are the true lumen and the false lumen in the descending aorta.

TL=true lumen, FL=false lumen



scan により、解離腔では真性腔に比して5例中4例で造影剤の充満、排泄時間両者の遅延が、他の1例では排泄時間の遅延が認められた。また、time-density curve を検討すると、解離腔内のピークCT値は真性腔内のそれに比していずれも低値を示した。

嚢状大動脈瘤では大動脈径の拡大、大動脈壁の石灰化、壁に血栓が認められ、画像の再構成を行った例では、大動脈と動脈瘤との位置関係および動脈瘤内の壁に血栓の三次元的把握が可能であった。また、dynamic scan の結果、動脈瘤内と大動脈内ではいずれもほぼ同一の血流パターンを示した。

症例1：27歳，男。

1979年より Marfan 症候群+DeBakey III_A 型慢性解離性大動脈瘤と診断され、内科的治療を受けていたが、1981年11月右前胸部圧迫感が出現したため当科を受診した。

胸部X線では上行および下行大動脈の著しい拡大が認められる (Fig. 2a)。

単純CTでは上行大動脈から大動脈弓部、下行大動脈にわたる著明な拡大を認める。造影CTにより上行大動脈では全周性の解離が認められ、intimal flap を境界として内側に真性腔、外側に解離腔が描出された。一方、下行大動脈では intimal flap の前方に狭小化した真性腔が、後方に著しく拡大した解離腔が存在し、上行大動脈と下行大動脈の解離様式が異なっていた (Fig. 2b)。Fig. 2c は dynamic scan 像であり、上段左より右へ漸次造影剤の経時的変化を示す。本法により、解離腔の造影、排泄の遅延が確認された。本例は腹部大動脈に解離はみられず、DeBakey III_A+II 型慢性解離性大動脈瘤と診断した。

症例2：66歳，女。

1973年頃より高血圧を指摘されていたが、放置して

いた。1982年7月突然左前胸部に激痛が出現したため当科を受診した。

胸部X線では下行大動脈に軽度の拡大がみられる (Fig. 3a)。

造影CTでは下行大動脈に intimal flap が描出され、その右側に真性腔が、左側に解離腔がみられた (Fig. 3b)。Dynamic scan の結果、解離腔では造影剤の排泄の遅延が認められ、これは time-density curve により明らかである (Fig. 3c.)。以上より DeBakey III_A 型慢性解離性大動脈瘤と診断し、経過観察中である。

症例6：67歳，男。

数年来高血圧を指摘されていたが、放置していた。1982年11月偶然胸部異常陰影を指摘され、当科を受診した。

胸部X線では左肺門部に一致して異常陰影が存在し、縦隔腫瘍との鑑別が困難である (Fig. 4a)。

単純CTでは大動脈弓部に隣接して、左前方に異常構造物がみられる。造影CTにより内部は造影され (Fig. 4b)、再構成画像から動脈瘤は大動脈弓部と連続し (coronal section, Fig. 4c)、前下方は厚い血栓に被われていることが判明した (sagittal section, Fig. 4d)。Dynamic scan の結果、動脈瘤内部は大動脈内とはほぼ同一の time-density curve を示した (Fig. 4e)。本例は梅毒反応強陽性であり、嚢状大動脈瘤と診断した。

B Dynamic CT による AC bypass graft 開存性の評価 (Table 2)

Dynamic scan による bypass graft 開存性の評価は、造影剤急速静注後上行大動脈内のCT値の上昇に伴って graft 内のCT値が上昇し、大動脈内のCT値の低下とともに graft 内のCT値も低下を示せば

← Fig. 4 Chest roentgenogram and computed tomograms from case 6 (thoracic saccular aneurysm).

a. Postero-anterior chest roentgenogram shows an abnormal mass shadow adjacent to the left hilus. b. Opacification of the abnormal mass is visualized by contrast-enhanced computed tomography. c. Coronal reconstructed image clarifies the structural relationship of the aneurysm to the aortic arch. d. Sagittal reconstructed image demonstrates the mural thrombus which attaches to the antero-inferior wall of the aneurysm. e. Dynamic scanning shows simultaneous filling and washout between the aneurysm and the aorta. Regions of interest are the aneurysm and the descending aorta.

Ao=aorta, AN=aneurysm

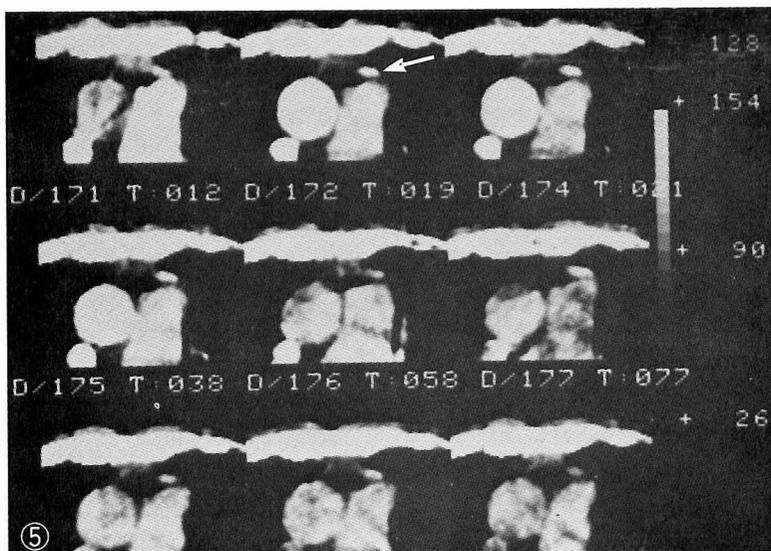


Fig. 5 Dynamic computed tomogram from case 9 (post-operative aortocoronary bypass implantation to the left anterior descending artery).

Dynamic scanning demonstrates that the bypass graft reaches peak opacification during that of the descending aorta. An arrow indicates the bypass graft.

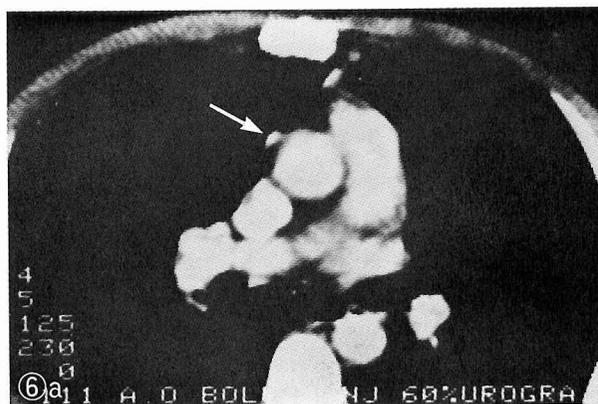


Fig. 6 Contrast-enhanced computed tomogram and dynamic computed tomogram from case 10 (post-operative aortocoronary bypass implantation to the right coronary artery).

a. Proximal portion of the bypass graft originating from the ascending aorta is visualized by contrast-enhanced computed tomography. An arrow indicates the bypass graft. b. Dynamic scanning reveals that the bypass graft is opacified during the same phase as opacification of the ascending aorta.

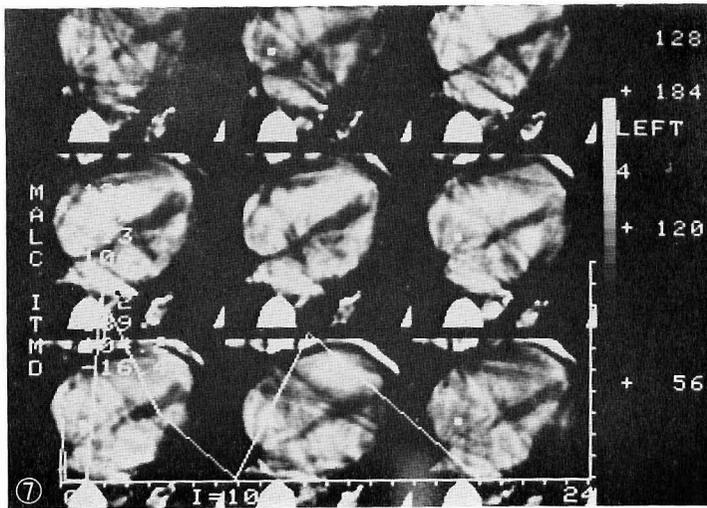
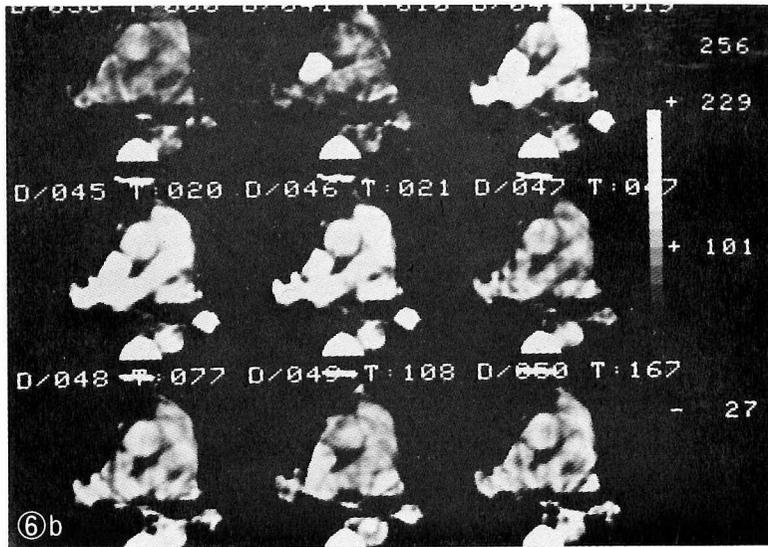


Fig. 7 Dynamic computed tomogram from case 12 (atrial septal defect).

Dynamic scanning shows reopacification of right atrium and right ventricle. Region of interest is right atrium.

graft は開存，一方，大動脈内が造影されるにもかかわらず graft 内が造影されなければ閉塞と診断した。この診断基準により，3例4本の graft 中，3本（左前下行枝への graft 1本，右冠状動脈への graft 2本）を開存，1本（左回旋枝への graft 1本）を閉塞と診断し，選択的 bypass 造影法による診断成績とすべて一致した。

症例9：54歳，男。

1982年3月以降労作時に前胸部痛が頻発したため当科を受診した。選択的冠状動脈造影で左前下行枝近位部に99%の限局性狭窄を認め，本学第2外科でAC bypass術を施行した。術後1カ月で行ったdynamic scanでは，肺動脈の前方に位置するgraft（矢印）内に造影剤の出現，消失する時相が，上行大動脈のそれ

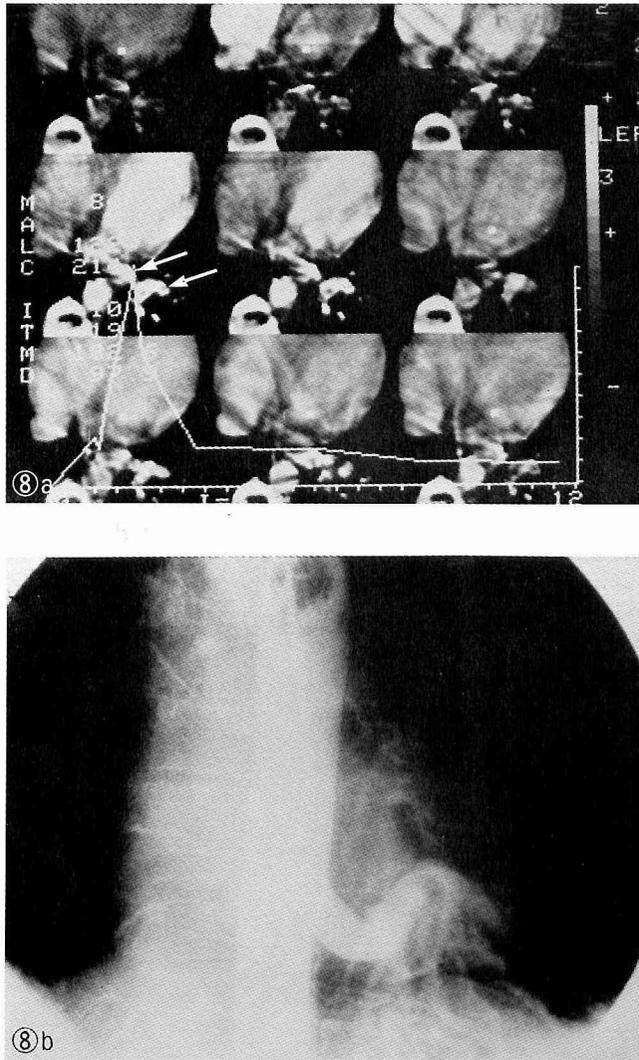


Fig. 8 Dynamic computed tomogram and thoracic aortogram from case 15 (pulmonary sequestration).
a. Abnormal structures behind the heart (arrows) are opacified during peak opacification of the descending aorta by dynamic scanning. b. The diagnosis of pulmonary sequestration is confirmed by thoracic aortography.

とほぼ一致し (Fig. 5), 開存と診断した。

症例10: 51歳, 男。

1969年頃より高脂血症を指摘され, 1978年以降労作時に前胸部圧迫感を認めた。1981年5月運動中に左前胸部痛が出現し, 下壁梗塞と診断されて当科を受診した。選択的冠状動脈造影で右冠状動脈主幹部に90%の限局性狭窄を認め, 本学第2外科で AC bypass 術を

施行した。術後経過はきわめて良好であり, 18ヵ月後に施行したCT像を Fig. 6 に示す。上行大動脈から発生する graft (矢印)を確認 (Fig. 6a) した後, dynamic scan により graft 内に造影剤の出現, 消失する時相が, 上行大動脈のそれとほぼ同一であり (Fig. 6b), 開存と診断した。

C 心房中隔欠損症の dynamic CT 所見 (Table 3)

Table 2 Evaluation of patency of aortocoronary bypass graft by dynamic CT

Case	Age	Sex	Grafts	Dynamic CT findings of grafts	CT diagnosis	SBG diagnosis
9.	54	M	LAD	Opacified during peak aortic opacification	Patent	Patent
10.	51	M	RCA	Opacified during peak aortic opacification	Patent	Patent
11.	47	M	RCA	Opacified during peak aortic opacification	Patent	Patent
			LCX	Not opacified	Occluded	Occluded

LAD=left anterior descending artery, RCA=right coronary artery, LCX=left circumflex artery, SBG=selective bypassgraphy

Table 3 Dynamic CT findings and shunt ratio in atrial septal defect

Case	Age	Sex	Dynamic CT findings	LR shunt ratio (%)	RL shunt ratio (%)
12.	43	M	Reopacification of RA and RV	46	12
13.	23	F	Reopacification of RA and RV	51	0
14.	37	F	Reopacification of RA and RV	58	0
15.	52	F	Reopacification of RA and RV	69	0
16.	37	M	Reopacification of RA and RV	51	3

LR=left to right, RL=right to left, RA=right atrium, RV=right ventricle

全例において、右房、右室、次いで左心系が造影された後、造影剤の稀釈された右心系が再造影され、右房に関心領域を設定して time-density curve に表すと二峰性のパターンを呈した。また、心カテーテル検査の結果、いずれも左右短絡優位であり、左右短絡率は46~69%であった。

Fig. 7 に症例12の dynamic CT 像を示す。

D 肺分画症の dynamic CT 所見

肺分画症は肺組織の一部が正常肺と分離し、体循環系から動脈血の供給を受ける肺の先天性形成異常である。症例17では、dynamic scan により下行大動脈左やや前方に存在する異常構造物(矢印)が、下行大動脈の造影される時相にはほぼ一致して造影され(Fig. 8a)、異常動脈と考えられた。本例は胸部大動脈造影(Fig. 8b)により診断を確定した。

考 察

A 胸部大動脈瘤の dynamic CT とその臨床的意義について

胸部大動脈瘤の非観血的診断法として、従来よりRI法、超音波検査法等が利用されてきた。RI angiography を用いた場合、解像力の点から診断困難な場合が多く、診断率は高いとはいえない²²⁾。また、超音波法の場合、一般に上行大動脈起始部の病変は明瞭に描出し得るが、解剖学的理由により弓部、下行大動脈全般にわたる検索は困難であり、本法による胸部大動脈瘤の診断には限界がみられる²²⁾。

CT はあらゆる横断面像を得ることが可能であり、空間解像力、特に組織密度分解能に優れているため、胸部大動脈瘤の診断に広く用いられている。従来の non-dynamic CT 法による場合、解離性大動脈瘤に特徴とされる所見は、大動脈径の拡大、intimal flap に境界された二腔(真性腔、解離腔)の存在、壁在血栓の存在、解離腔が血栓で閉塞されている場合には石灰化した内膜の内方への偏位が報告^{11)-13), 23)-25)}され、そのほか付随所見として縦隔血腫の存在¹⁴⁾等が記されている。増田¹⁴⁾によると、これらのうちでは intimal flap の検出率が最も高く約90%といわれ、本法

は血管造影法に優る検査法とされている。一方、嚢状大動脈瘤では、大動脈径の拡大のほか、壁の石灰化、壁在血栓の存在が特徴所見と報告されている¹¹⁾²⁵⁾。著者らの検討でも解離性大動脈瘤全例で intimal flap に境界された二腔が、また、嚢状大動脈瘤では拡大した大動脈、壁在血栓が全例に描出され、高い診断価値を有するものと考えられた。

さて、近年 dynamic CT による胸部大動脈瘤の血行動態解析の試みがなされている。これらの報告¹¹⁾⁻¹⁶⁾によれば、解離性大動脈瘤の場合、解離腔では真性腔に比して造影剤の出現、排泄の遅延、ピーク CT 値の低値が認められ、time-density curve により両者の血流パターンの相異をより客観的に表すことが可能となった。一方、嚢状大動脈瘤では、動脈瘤内と大動脈との間に自由な交通が存在すれば造影剤の出現、ピーク、消失の時相がほぼ一致することが著者ら¹⁵⁾¹⁶⁾により報告されている。今回の検討でも、症例 1 にみられたように、上大静脈への造影剤注入による artifact のため、time-density curve による評価が困難な例もみられたが、ほぼ全例において解離性大動脈瘤では解離腔と真性腔の血流パターンの相異を、嚢状大動脈瘤では動脈瘤内と大動脈内とでほぼ同一の血流パターンを認めた。従来、このような血流パターンの対比検討は cineangiography 以外の方法ではきわめて困難であり、通常の CT 所見に加えて dynamic scan による血流パターンの解析は胸部大動脈瘤の診断、経過観察にきわめて有用と考えられる。

なお、従来の CT では大動脈の長軸方向の情報、すなわち解離の範囲や壁在血栓の形成範囲の評価が困難であったが、画像の再構成により大動脈造影に類似した画像が得られ²⁵⁾、解離の範囲および血栓の立体的把握に有用と考えられた。

今後、胸部大動脈瘤の CT 診断には通常の non-dynamic scan のほか、dynamic scan, 再構成画像による総合的な検討が望まれる。

B AC bypass graft 開存性の評価における dynamic CT の臨床的意義について

AC bypass graft 開存性の非観血的評価は、従来タリウム心筋シンチグラフィ²⁶⁾²⁷⁾、心エコー法²⁸⁾、超音波パルスドプラー法²⁹⁾等によりなされてきた。これらの方法は検査の繰り返しが可能で、危険性が少ないという点で優れているが、いずれも graft の開存性を間接的に判断する方法であるため正確な評価は困難であり、選択的 bypass 造影法にとってかわるもの

ではない。

1980年以降、CTによる AC bypass graft 開存性評価の報告がみられ、良好な診断成績が得られている。一般に、bypass graft は上行大動脈吻合部の金属クリップを描出すれば、それよりやや尾側のスライス面で検出可能であるが、それぞれの graft は走向が異なるため、各スライス面で描出される graft の位置を知ることが重要である。左前下行枝（以下 LAD）へ bypass した graft は、上行大動脈、肺動脈主幹部の前方を通過した後、右室流出路前方を下行し LAD へ吻合する。したがって、bypass graft の近位部は上行大動脈、肺動脈主幹部の描出されるスライス面でこれらの前方、あるいは左方に検出される。また、遠位部は前記よりやや尾側の動脈根部、左房の描出されるスライス面で検出可能であるが、心臓の動きに伴う artifact のため、近位部に比して検出困難な例もみられる。右冠状動脈（以下 RCA）への graft は上行大動脈前方を通過した後、右心耳の右前方を下行して RCA へ吻合する。したがって、上行大動脈、右心耳の描出されるスライス面でこれらの右前方に検出される。左回旋枝（以下 LCX）への graft は肺動脈主幹部前方を通り、左後方へ廻った後、LCX と吻合する。LCX の吻合枝により遠位部の走向は様々であるが、左房の描出されるスライス面で左心耳、あるいは左房の左側方で検出可能である。

CTによるこれらの graft 開存性の診断率は、選択的 bypass 造影法による診断を基準にすると、non-dynamic scan の場合、全体では sensitivity 58%¹⁹⁾、91%³⁰⁾、specificity 67%¹⁹⁾、88%³⁰⁾と報告されている。また、graft 別に診断率をみると LAD への graft が最も高率で、一方、LCX への graft が最も低いといわれ³⁰⁾³¹⁾、後者の理由として左房、肺静脈との区別が困難であること、心臓の動きに由来する artifact の影響を最も受けやすいこと等があげられている。さらに、non-dynamic scan による graft 開存性の診断には、術後肥厚した心膜、左心耳および右心耳の一部、内胸動脈、冠状動脈の石灰化、肺静脈等を graft と誤認し false positive となったり、造影が不十分な場合には false negative 例も存在し、いくつかの問題点が残されている³²⁾。

以上の問題点の多くは、いくつかの異なったレベルで scan を繰り返すこと、ならびに dynamic scan を併用して造影される時相を詳細に検討することにより解消することが可能であり、Muhlberger ら¹⁹⁾は

dynamic scan により、診断率、特に specificity が向上したと述べている。著者らの検討例は小数ではあるが、一定の呼吸停止下での撮影が困難な例で、連続した画像に微妙な差異がみられた場合にも、全体像から下した開存性の評価は、選択的 bypass 造影法による診断とすべて一致し、dynamic scan の有用性が確認された。

最近、CT による bypass graft 開存性評価の新たな問題点として、AC bypass 術後胸痛等の症状を呈する例では、graft 性状、特に遠位部の狭窄の有無および冠動脈病変の評価が困難であると指摘され、選択的 bypass 造影法がこれらの情報を知り得る唯一の手段であるといわれている³⁰⁾³²⁾。

以上より検討すると、術後 graft 狭窄や冠動脈病変の進行が疑われる例では、選択的 bypass 造影法、冠動脈造影法が第 1 選択であり、一方、手術直後、あるいは無症状例の経過観察には、dynamic scan が有用であり、積極的に施行すべき検査法と考えられる。

C その他の循環器疾患の診断における dynamic CT の臨床的意義について

Dynamic CT を用いて左右短絡疾患の診断を試みた報告はきわめて少ない。内藤ら³³⁾は interscan time の短い他の機種を用いて、肺動脈主幹部を含むスライス面で大血管内の造影剤濃度の稀釈率から短絡率、肺体血流比を算出し、心カテーテル検査より得られた値との間に良好な相関がみられたと述べている。著者らは、いずれも左右短絡優位で短絡率46~69%の心房中隔欠損症について、4つの心腔が同時に描出されるスライス面を設定して dynamic scan を施行した。その結果、右房、右室の明らかな CT 値の再上昇を認め、左右短絡ありと診断して心カテーテル検査で確認した。ただし、今回設定したスライス面では心臓の動きに由来する artifact の発生が避けられないこと、および dynamic CT には時間分解能の低さによる診断限界が存在するため、短絡率の少ない場合の評価が問題点として残されている。したがって、現時点では dynamic scan は左右短絡の疑われる例のスクリーニング法として用いるのが適当であり、今後スライス面や新しい装置による検討が望まれる。

肺の血管病変の非観血的診断法として dynamic CT が有用であることは、1981年 Godwin と Webb³⁴⁾により初めて報告され、心腔内、大血管および病変の造影される時相の対比検討により、それぞれの疾患の鑑別診断も可能であるといわれている。著者ら³⁵⁾は以前、

肺分画症例で、non-dynamic CT により下行大動脈より発生する異常動脈を検出し、その走向を血管造影所見と対比した結果、CT が血管造影法にとってかわり得る可能性のあることを報告した。今回の症例では、異常動脈起始部が心臓の後縁近くに存在し、artifact を生じたため、non-dynamic CT では異常動脈と断定することは困難であった。しかし、dynamic scan により下行大動脈の造影される時相にほぼ一致して、起始部、遠位部いずれも内部が強く造影され、肺分画症と診断して血管造影で確認した。本症は胸部X線上、肺の腫瘍性病変や肺動静脈瘻等、他の血管病変との鑑別が重要であり、診断上従来の CT に比して dynamic CT の有用性はきわめて高いものと考えられる。

Dynamic CT は以上の疾患のほか、先天性複心奇形の診断³⁶⁾、Valsalva 洞動脈瘤の破裂、非破裂例の鑑別診断³⁷⁾、心拍出量の推定³³⁾等に応用され、新しい非観血的検査法としての価値が認められつつある。

現在使用されている CT 装置による循環器疾患の dynamic CT 診断は、定性的評価が主体をなしているが、時間分解能等技術面の改善により定量的評価が容易となれば、本法の診断価値はより一層向上し、多方面に応用されるものと期待される。

結 語

第 3 世代の X 線 CT 装置を用いて各種循環器疾患に dynamic CT を施行し、以下の結果を得た。

1 胸部解離性大動脈瘤では、解離腔と真性腔との間に血流パターンの相異を認めたのに対し、嚢状大動脈瘤では、動脈瘤内と大動脈内の血流パターンがほぼ同一であった。

2 Aortocoronary bypass 術施行例では手術直後、あるいは無症状例で、上行大動脈と bypass graft の造影される時相を検討することにより、graft 開存性の評価が可能であった。

3 心房中隔欠損症（左右短絡率46~69%）では、右房、右室の CT 値の再上昇がみられ、左右短絡が確認された。

4 肺分画症の 1 例では、下行大動脈の造影される時相にほぼ一致して、異常動脈が造影された。

以上より、胸部大動脈瘤、肺の血管病変の診断、aortocoronary bypass graft 開存性の評価および左右短絡の疑われる疾患のスクリーニングに際し、dynamic CT はきわめて有用な非観血的検査法と考え

られる。徳島)および第109回日本循環器学会関東甲信越地方
本論文の一部は、第25回臨床心臓図学会(1982年10月、会(1983年9月、甲府)で発表した。

文 献

- 1) Tomoda, H., Hoshiai, M., Tagawa, R., Koide, S., Kawada, S., Shotsu, A. and Matsuyama, S. : Evaluation of left atrial thrombus with computed tomography. *Am Heart J*, 100 : 306-310, 1980
- 2) 島田悦男, 浅野 浩, 倉沢忠弘, 松本光一, 山根至二 : 左心房内血栓の臨床的検討 : とくに心エコー図とCT scan との比較検討. *J Cardiography*, 11 : 933-944, 1981
- 3) Tomoda, H., Hoshiai, M. and Matsuyama, S. : Evaluation of valvular heart diseases with computed tomography. *Jpn Circ J*, 46 : 402-406, 1982
- 4) 阿武 泉, 多田信平 : CT による大動脈瘤の診断. *脈管学*, 18 : 277-281, 1978
- 5) Tomoda, H., Hoshiai, M., Furuya, H., Oeda, Y., Matsumoto, S., Tanabe, T., Tamachi, H., Sasamoto, H., Koide, S., Kuribayashi, S. and Matsuyama, S. : Evaluation of pericardial effusion with computed tomography. *Am Heart J*, 99 : 701-706, 1980
- 6) Masuda, Y., Yoshida, H., Morooka, N., Takahashi, O., Watanabe, S., Inagaki, Y., Uchiyama, G. and Tateno, Y. : ECG synchronized computed tomography in clinical evaluation of total and regional cardiac motion : Comparison of postmyocardial infarction to normal hearts by rapid sequential imaging. *Am Heart J*, 103 : 230-238, 1981
- 7) 内藤博昭, 山口敏雄, 植原敏勇, 太田光重, 西村恒彦, 小塚隆弘 : Computed tomography による虚血性心疾患の左心室壁性状の評価. *J Cardiography*, 12 : 371-385, 1982
- 8) 内藤博昭, 有沢 淳, 木村晃二, 小塚隆弘, 鬼頭義次, 小原邦義, 藤田 毅, 永田正毅, Redington, R. : Computed tomography を用いた左室機能および形態診断. *J Cardiography*, 12 : 425-440, 1982
- 9) 本郷 実, 大久保信一, 山田博美, 松岡 健, 雨宮 浩, 草間昌三 : 巨大陰性T波と左側胸部誘導高電位差を呈した hypereosinophilic syndrome 例の心エコー図, computed tomography 所見. *J Cardiography*, 13 : 181-192, 1983
- 10) 本郷 実, 大久保信一, 雨宮 浩, 山田博美, 松岡 健, 草間昌三, 森本雅巳 : CT による左房内異常構造物の診断 : 壁血栓と粘液腫の鑑別を中心として. *J Cardiography*, in press
- 11) Godwin, J.D., Herfkens, R.L., Skiöldebrand, C.G., Federle, M.P. and Lipton, M.J. : Evaluation of dissections and aneurysms of the thoracic aorta by conventional and dynamic CT scanning. *Radiology*, 136 : 125-133, 1980
- 12) Godwin, J.D., Turley, K., Herfkens, R.J. and Lipton, M.J. : Computed tomography for follow-up of chronic aortic dissections. *Radiology*, 139 : 655-660, 1981
- 13) Parienty, R.A., Couffinal, J., Wellers, M., Farge, C., Pradel, J. and Dologa, M. : Computed tomography versus aortography in diagnosis of aortic dissection. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 5 : 285-291, 1982
- 14) 増田善昭 : 解離性大動脈瘤のCT診断. *呼と循*, 30 : 1013-1019, 1982
- 15) 雨宮 浩, 本郷 実, 松岡 健, 山田博美, 大久保信一, 草間昌三 : Dynamic CT が診断に有用であった胸部大動脈瘤の5例. *心臓*, 15 : 694-700, 1983
- 16) 雨宮 浩, 大久保信一, 本郷 実, 山田博美, 松岡 健, 草間昌三 : 胸部大動脈瘤の診断における dynamic computed tomography の有用性. *J Cardiography*, 13 : 103-116, 1983
- 17) Brundage, B.H., Lipton, M.J., Herfkens, R.J., Berninger, W.H., Redington, R.W., Chatterjee, K. and Carlson, E. : Detection of patent coronary bypass grafts by computed tomography. A preliminary report. *Circulation*, 61 : 826-831, 1980
- 18) Guthaner, D.F., Brody, W.R., Ricci, M., Oyer, P.E. and Wexler, L. : The use of computed tomography in the diagnosis of coronary artery bypass graft patency. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 3 : 3-8, 1980
- 19) Muhlberger, V., z Nedden, D., Unger, F. und Scharfetter, H. : Verbesserung der Spezifität

- in der computertomographischen Beurteilung aortokoronarer Venengrafts gegenüber der Angiographie durch das "Angio-Mode" —Verfahren. *Z Kardiol*, 71 : 315-319, 1982
- 20) Ulliyot, D.J., Turley, K., McKay, C.R., Brundage, B.H., Lipton, M.J. and Ebert, P.A. : Assessment of saphenous vein graft patency by contrast-enhanced computed tomography. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 83 : 512-518, 1982
 - 21) 川筋道雄, 青山剛和, 鎌田宋一郎, 鈴木正行, 岩 喬 : 造影CT法によるACバイパスグラフトの開存性診断. *心臓*, 15 : 416-422, 1983
 - 22) 数井暉久, 小松作蔵 : 胸部大動脈瘤の診断 —非侵襲的画像診断法の有効性と限界について—. *呼と循*, 30 : 425-434, 1982
 - 23) Lardé, D., Belloir, C., Vasile, N., Frija, J. and Ferrane, J. : Computed tomography of aortic dissection. *Radiology*, 136 : 147-151, 1980
 - 24) Heiberg, E., Wolverson, M., Sundaram, M., Connors, J. and Susman, N. : CT findings in thoracic aortic dissection, *Am J Roentgenol*, 136 : 13-17, 1981
 - 25) 河北誠三郎, 安富栄生, 大柳光正, 古出隆士, 作山欽治, 山本忠生, 岩崎忠昭, 稲本一夫, 清水幸宏, 宮本 巍 : 再構成画像を含むCTによる大動脈瘤および解離性大動脈瘤の診断. *脈管学*, 23 : 203-209, 1983
 - 26) Ritchie, J.L., Narahara, K.A., Trobaugh, G.B., Williams, D.L. and Hamilton, G.W. : Thallium-201 myocardial imaging before and after coronary revascularization. Assessment of regional myocardial blood flow and graft patency. *Circulation*, 56 : 830-836, 1977
 - 27) Kolibash, A.J., Call, T.D., Bush, C.A., Tetelman, M.R. and Lewis, R.P. : Myocardial perfusion as an indicator of graft patency after coronary artery bypass surgery. *Circulation*, 61 : 882-887, 1980
 - 28) Kisslo, J., Wolfson, S., Ross, A., Pasternak, R., Hammond, G. and Cohen, L.S. : Ultrasound assessment of left ventricular function following aortocoronary saphenous vein bypass grafting. *Circulation*, 48 (suppl III) : III-156—III-161, 1973
 - 29) Diebold, B., Theroux, P., Bourassa, M.G., Peronnean, P. and Guermonprez, J-L. : Noninvasive assessment of aortocoronary bypass graft patency using pulsed doppler echocardiography. *Am J Cardiol*, 43 : 10-16, 1979
 - 30) Daniel, W.G., Döhring, W., Stender, H. and Lichtlen, P.R. : Value and limitations of computed tomography in assessing aortocoronary bypass graft patency. *Circulation*, 67 : 983-987, 1983
 - 31) Kahl, F.R., Wolfman, N.T. and Watts, L.E. : Evaluation of aortocoronary bypass graft status by computed tomography. *Am J Cardiol*, 48 : 304-310, 1981
 - 32) Godwin, J.D., Califf, R.M., Korobkin, M., Moore, A.V., Breiman, R.S. and Kong, Y. : Clinical value of coronary bypass graft evaluation with CT. *Am J Roentgenol*, 140 : 649-655, 1983
 - 33) 内藤博昭, 植原敏勇, 山口敏雄, 太田光重, 西村恒彦, 小塚隆弘 : 心コンピューター断層検査における dynamic scan の応用 : 心拍出量測定と短絡率算出. *J Cardiology*, 12 : 973-990, 1982.
 - 34) Godwin, J.D. and Webb, W.R. : Dynamic computed tomography in the evaluation of vascular lung lesions. *Radiology*, 138 : 629-635, 1981
 - 35) 本郷 実, 神林隆幸, 大久保信一, 山田博美, 松岡 健, 雨宮 浩, 小沢克良, 川口哲男, 和田龍蔵, 望月 一郎, 草間昌三 : 肺葉内肺分画症の1例——CTによる異常血管の検出を中心として——. *日胸疾会誌*, 21 : 293-297, 1983
 - 36) 佐久間一郎, 三神大世, 金森勝士, 工藤俊彦, 坂本三哉, 安田寿一 : 先天性複合心奇形に対するX線CT法の応用. *J Cardiology*, in press
 - 37) 山田博美, 曾我直子, 本郷 実, 松岡 健, 大久保信一, 草間昌三, 森本雅巳 : Valsalva 洞動脈瘤の computed tomography による検討. *J Cardiology*, in press

(58.10.12 受稿)