

心 CT 像の計測法について

Measurement method of cardiac computed tomography (CT)

渡辺 滋
山本 博憲
湯村 保夫
吉田 秀夫
諸岡 信裕
増田 善昭
稲垣 義明

Shigeru WATANABE
Hironori YAMAMOTO
Yasuo YUMURA
Hideo YOSHIDA
Nobuhiro MOROOKA
Yoshiaki MASUDA
Yoshiaki INAGAKI

Summary

The conventional cardiac CT images were analysed for investigating a method of measurement for pathognomonic features in cardiac diseases.

The CT was carried out in 126 cases consisting of 31 normals, 17 cases of mitral stenosis (MS), 8 cases of mitral regurgitation (MR), 11 cases of aortic stenosis (AS), 9 cases of aortic regurgitation (AR), 20 cases of myocardial infarction (MI), 8 cases of atrial septal defect (ASD) and 22 hypertensives. The 20-second scans were performed every 1.5 cm from the 2nd intercostal space to the 5th or 6th intercostal space. The computed tomograms obtained were classified into 8 levels by cross-sectional anatomy (Figs. 2, 3); levels of (1) the aortic arch, (2) just beneath the aortic arch, (3) the pulmonary artery bifurcation, (4) the right atrial appendage or the upper right atrium, (5) the aortic root, (6) the upper left ventricle, (7) the mid left ventricle, and (8) the lower left ventricle.

The diameter (anteroposterior and transverse) and cross-sectional area were measured about ascending aorta (Ao), descending aorta (AoD), superior vena cava (SVC), inferior vena cava (IVC), pulmonary artery branch (PA), main pulmonary artery (mPA), left atrium (LA), right atrium (RA), and right ventricular outflow tract (RVOT) on each level where they were clearly distinguished. However, it was difficult to separate cardiac wall from cardiac cavity because there was little difference of X-ray attenuation coefficient between the myocardium and blood. Therefore, on mid ventricular level, diameter and area about total cardiac shadow were measured, and then cardiac ratios to the thorax were respectively calculated.

The normal range of their values was shown in Table 1, and abnormal characteristics in cardiac disease were exhibited in comparison with normal values. In MS, diameter and area in LA were significantly larger than normal (Fig. 4). In MS and ASD, all the right cardiac system were larger than normal, especially, RA and SVC in MS, PA and RVOT in ASD (Fig. 6). The diameter and area of the aortic root was larger in the order of AR, AS and HT than normal, but there was little difference among them in AoD (Fig. 5).

千葉大学医学部 第三内科
千葉市亥鼻 1-8-1 (〒280)

The Third Department of Internal Medicine, Chiba
University School of Medicine, Inohana 1-8-1, Chiba
280

Presented at the 19th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Kyoto, October 20-21, 1979
Received for publication December 10, 1979

The cardiac CT was found useful for a quantitative measurement in addition to a qualitative information of the cardiac structures.

Key words

Cardiac computed tomography section

Cardiac structures

Cardiac dimension and area

Level of cardiac

目 的

周期的に拍動する心・血管系に対する CT は、動きの少ない他臓器に比較して、その利用が遅れていたが、最近では拍動する心・血管でも種々の構造を十分に判別できることがわかってきたため、CT 装置の進歩と普及に伴い、しだいにその有用性が認められつつある。我々はこれまでに心 CT についての種々の報告を行い¹⁻³⁾、その有用性を確かめてきたが、心血管系の計測法には確立したものがなく、心構造物を定量的に評価するさいに不便を感じていた。そこで、今回は定量的利用法として、心 CT 像より得られる心・血管構造物の計測法について検討を加え、その正常範囲を求めるとともに、各種心疾患における病徴的変化を調べることにした。

対象と方法

低被曝線量と心電図同期可能を特徴とする第3世代の全身用 CT 装置 (JEOL Dynamic Scanner)⁴⁾ を使用し、仰臥位、深吸気位にて、約 20 秒間の撮影を行った。撮影部位として、第2肋間より第5ないし第6肋間までの区間、すなわち、大動脈弓部から右横隔膜上縁までの範囲を 1.5 cm 間隔で撮影し、合計 8~10 枚のスライスにおさめた。

対象は 126 名で、そのうちわけは健常群 31 例 (平均年齢 34±12 歳)、僧帽弁狭窄症 17 例 (同 43±9 歳)、僧帽弁閉鎖不全症 8 例 (同 56±18 歳)、大動脈弁狭窄症 11 例 (同 57±13 歳)、大動脈弁閉鎖不全症 9 例 (同 44±18 歳)、高血圧症 22 例 (同 52±13 歳)、心筋梗塞 20 例 (同 52±7 歳)、心房中隔欠損症 8 例 (同 35±15 歳) である。

Fig. 1 は各肋間ごとの正常者の CT 像で、被験者の下肢から頭部方向を見上げた水平断層図を示している。このように多くの症例で、各肋骨の位置を目標としてほぼ共通した構造物が観察されるが、肋骨と心の位置関係は完全に一致する訳ではないので、まず、心のレベル面を決定するため、撮影されたスライス断面に出現する構造物により、次の 8 つのレベルに分類した (**Figs. 2, 3**)。すなわち、(1)大動脈弓レベル、(2)大動脈弓直下レベル、(3)肺動脈分岐レベル、(4)右心耳または右房上部レベル、(5)大動脈基部レベル、(6)左室上部レベル、(7)左室中央部レベル、(8)左室下部レベル、である。次に、各レベルの特徴的構造と、その計測法について述べる。

1) 大動脈弓レベル

大動脈弓部とその右側に上大静脈がみられる。弓部については大動脈壁に直交する最大幅を、上大静脈については前後径、左右径を計測した。

2) 大動脈弓直下レベル

弓部はすでに見られず、上行および下行大動脈と上大静脈がみられ、時に肺動脈の一部が大動脈の間にみられる。ここでは、大動脈と大静脈の前後径、左右径を計測した。

3) 肺動脈分岐レベル

上行大動脈の左側に肺動脈主幹が出現し、その左右分枝へとつながる。解剖学上、左右肺動脈分岐の高さがやや異なるため、どちらかが一部小さくみえることがある。右肺動脈と上行大動脈の間に挟まれるようにして上大静脈がみられる。ここでは、肺動脈主幹の最大左右径と、分岐直後における左または右肺動脈の径を測定した。上行および下行大動脈、上大静脈の計測については 2) のレベルと同様である。

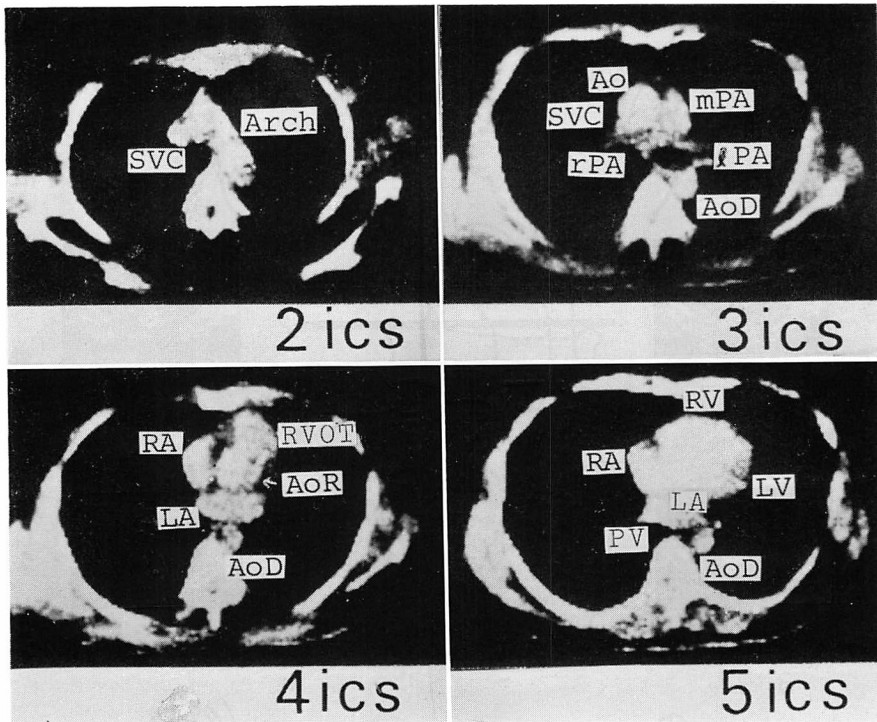


Fig. 1. Conventional CT images on each intercostal space in a normal case.

Arch=aortic arch; AoR=arotic root; Ao=ascending aorta; AoD=descending aorta; RA=right atrium; LA=left atrium; RV=right ventricle; LV=left ventricle; RVOT=right ventricular outflow tract; PA=pulmonary artery (right, left and main); PV=pummonary vein.

4) 右心耳または右房上部レベル

上行大動脈の右側に細い三か月形をした右心耳、または小さな右房があり、上行大動脈の左前方には右室流出路上部ないし肺動脈、後方には肺動脈分枝や上肺静脈、左方には左心耳がみられる。また、右心耳の後方には上大静脈がみられる。

5) 大動脈基部レベル

大動脈基部を中心に、それを取囲むようにして、右方に右房、左前方に右室流出路、後方から左側方にかけて左房がみられ、さらに、その左房後方には左右方向から流入する肺静脈がみられる。時に、右室流出路と左房の間に楔型をした左心耳を明らかに認めることがある。このレベルは各構造物が脂肪組織で互いに明確に同定されるため計測しやすく、また、病徴的变化の情報に富む点で、

重要なレベルといえる。まず、大動脈基部および下行大動脈の前後径、左右径を計測した。ついで、右房と右室流出路については、それらが必ずしも前後方向に対面していないため、Fig. 3 に示すごとく最大長径と最大短径を計測した。また、左房については、その形が他の構造物より複雑であるため、Fig. 4 に示すような5つの計測方向をとりあげ、それぞれの診断的価値を検討した。すなわち、最大左右径 (a)、大動脈基部後壁の垂線に平行する最大前後径 (c)、最大長径 (b)、最大短径 (e) と大動脈基部後壁から左房後壁までの垂線距離 (d) である。また、循環動態分析装置 (Nac Cardias GP2000E) を使用し、このレベルにおける各種構造物の面積も測定した。

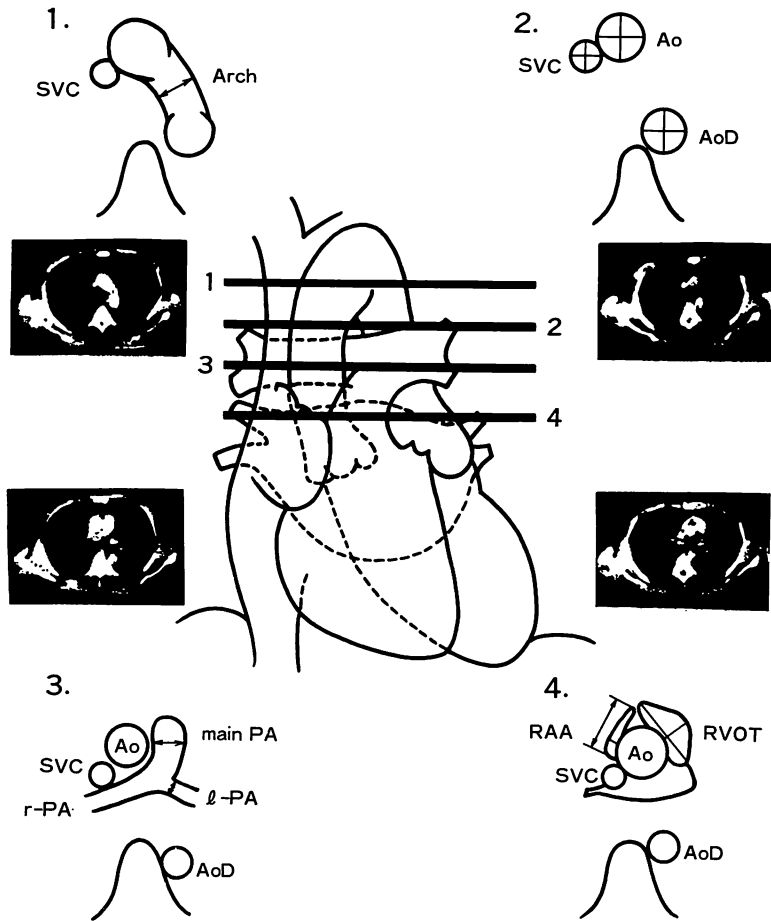


Fig. 2. CT images on each level (I).

The CT images are obtained at 8 levels by cross-sectional anatomy. They are at (1) the aortic arch, (2) just beneath the aortic arch, (3) pulmonary artery bifurcation, and (4) right atrial appendage (RAA) or upper right atrium. Measurements are done as illustrated with lines and arrows.

6) 左室上部レベル

心筋と血液の X 線減弱係数 (CT 値) にはほとんど差がないため⁵⁾, 現在の装置では心壁と心腔を区別することは困難である. したがって, このレベル以下では両心室, 両心房の区別は明確ではなかった. しかし, 房室間溝や室間溝を目標にすれば, 各心房, 心室のおおよその位置関係や大きさを推定できた.

7) 左室中央部レベル

ふつう心断面積が最大となるレベルであり, 心

全体像の最大左右径と最大前後径および面積を測定した. 胸郭についても, 同様にそれらを測定し, 個人的体格による差を是正する意味で, それぞれの胸郭比を算出した. 下行大動脈の計測については前述と同様である.

8) 左室下部レベル

心陰影は全体として楕円形を示し, 右室の右後方に楕円形の下大静脈がみられた. その計測値として最大長径と最大短径をとった.

以上, 各レベルにおける種々の構造物の計測部

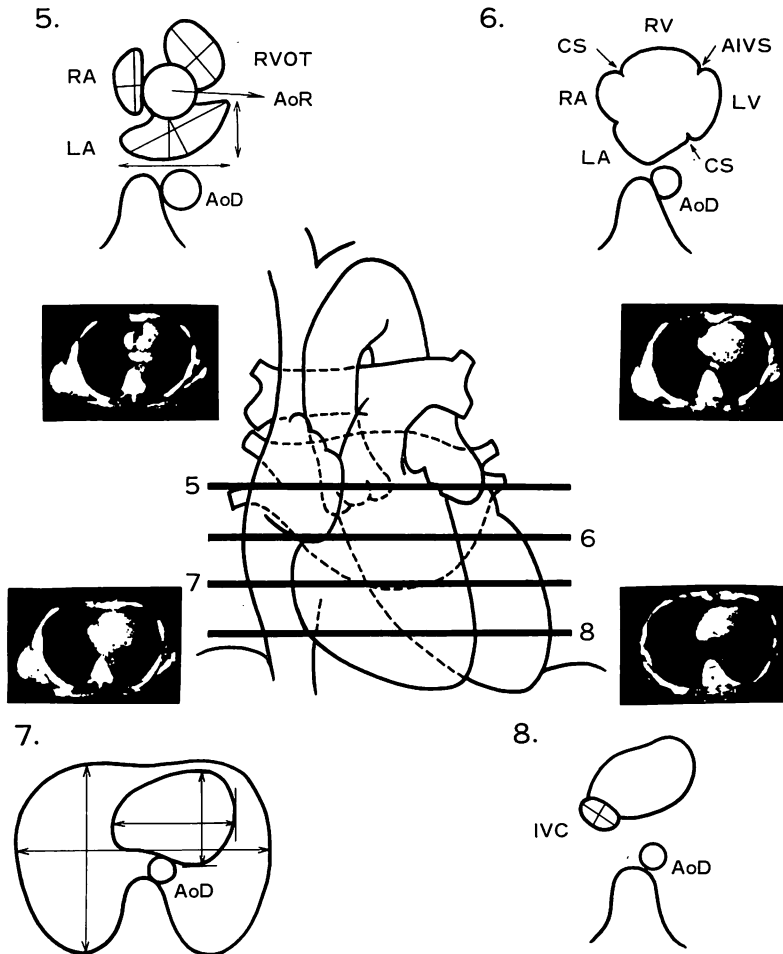


Fig. 3. CT images on each level (II).

They are at (5) the aortic root, (6) upper left ventricle, (7) mid left ventricle, and (8) lower left ventricle. The transverse, anteroposterior and maximal oblique diameter or maximum width are measured according to cardiac structures. CS=coronary sulcus; AIVS=anterior intraventricular sulcus.

位を **Figs. 2, 3** に示した。計測にさいして、計測部位がもっとも良く識別できるように、CT の window レベルと window 幅を各スライスごとに調整した。

成 績

以上の方法に基づき、それぞれの計測値の正常範囲を求めた (**Table 1**)。

つぎに、各種心疾患に現われた病徴的変化を示

す構造物について比較した。大動脈基部レベルにおける左房について、僧帽弁狭窄症 15 例と健常 25 例の比較では、5 方向すべての径 (a, b, c, d, e) は前者が有意に大きく、拡大率をみると、a と b が約 60%，c と d が約 95% で、前後方向により拡大していくことが示された (**Fig. 4**)。また、左房面積は $40.4 \pm 14 \text{ cm}^2$ で、健常群の平均 3 倍であった。大動脈の左右径について、健常 27 例、大動脈弁狭窄症 (AS) 9 例、同閉鎖不全症 (AR) 8

Table 1. Normal values of cardiac structures on each level in 31 normals

| Structure | Scan | | | Level | | |
|---------------------------------|--|--|--|---|---|--|
| | Arch | Under Arch | Pulmonary artery bifurcation | Aortic root | Midventricle | Lower ventricle |
| Ascending aorta | ... | $3.1 \pm 0.3 \times 3.1 \pm 0.4$ (n=16) | $2.9 \pm 0.5 \times 2.9 \pm 0.4$ (n=30) | $3.3 \pm 0.3 \times 3.2 \pm 0.3$ (area: $9.6 \pm 1.9 \text{cm}^2$) (n=25) | ... | ... |
| Descending aorta | ... | $2.3 \pm 0.3 \times 2.3 \pm 0.3$ (n=16) | $2.0 \pm 0.3 \times 2.0 \pm 0.3$ (n=30) | $1.9 \pm 0.3 \times 1.9 \pm 0.3$ (area: $2.6 \pm 0.9 \text{cm}^2$) (n=26) | $1.8 \pm 0.3 \times 1.8 \pm 0.3$ (n=27) | $1.6 \pm 0.3 \times 1.6 \pm 0.3$ (n=19) |
| Arch | 2.2 ± 0.4 (n=18) | ... | ... | ... | ... | ... |
| Superior vena cava | $1.6 \pm 0.3 \times 1.7 \pm 0.3$ (n=17) | $1.6 \pm 0.3 \times 1.6 \pm 0.2$ (n=16) | $1.6 \pm 0.4 \times 1.5 \pm 0.4$ (n=21) | ... | ... | ... |
| Inferior vena cava | ... | ... | ... | ... | ... | $2.6 \pm 0.5 \times 1.8 \pm 0.4$ (n=18) |
| Main pulmonary artery | ... | ... | 2.4 ± 0.3 (n=30) | ... | ... | ... |
| Pulmonary artery | ... | ... | 1.5 ± 0.3 (n=26) | ... | ... | ... |
| Left atrium | ... | ... | ... | $6.4 \pm 0.9 \times 2.8 \pm 0.6$ (area: $13.5 \pm 3.2 \text{cm}^2$) (n=25) | ... | ... |
| Right atrium | ... | ... | ... | $1.9 \pm 0.4 \times 3.8 \pm 0.5$ (area: $6.4 \pm 2.1 \text{cm}^2$) (n=27) | ... | ... |
| Right ventricular outflow tract | ... | ... | ... | $2.8 \pm 0.4 \times 4.3 \pm 0.6$ (area: $11.8 \pm 3.1 \text{cm}^2$) (n=26) | ... | ... |
| Total | ... | ... | ... | ... | $11.0 \pm 1.1 \times 8.1 \pm 0.8$ (area: $74.7 \pm 13.3 \text{cm}^2$) (n=27) | ... |

(unit : cm)

diameter (cm): transverse \times anteroposterior; sectional area (cm²).

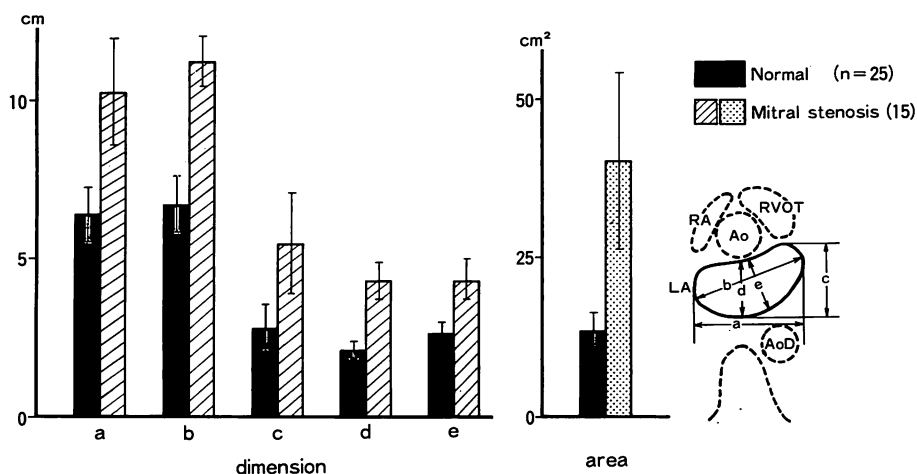


Fig. 4. Difference in diameter and area of the left atrium (LA) on the level of aortic root in 25 normals (N) and 15 cases of mitral stenosis (MS).

a: transverse diameter, b: maximum distance, c: anteroposterior diameter, d: distance from posterior wall of the aortic root to the posterior wall of LA, e: maximum distance rectangular to b.

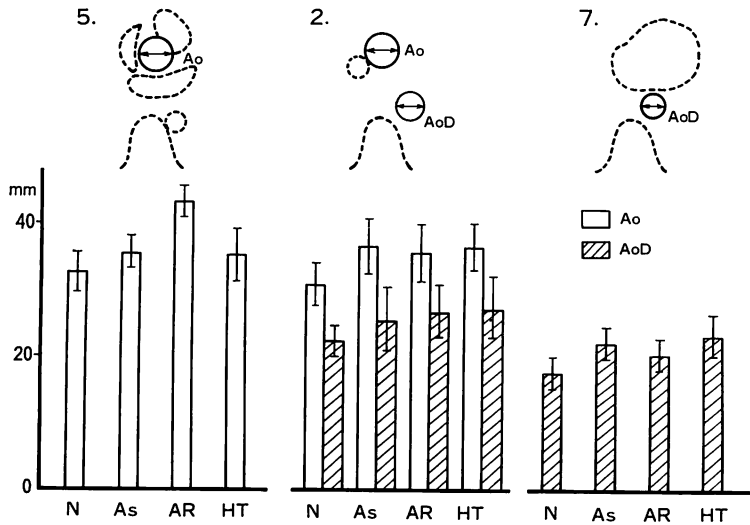


Fig. 5. Difference in aortic diameter of the level of (5) the aortic root, (2) just beneath the aortic arch, (7) mid left ventricle, in 27 normals (N), 9 cases of aortic stenosis (AS), 8 cases of aortic regurgitation (AR) and 20 hypertensives (HT).

例, および高血圧症 (HT) 20 例の 4 群で比較した (Fig. 5). 5) の大動脈基部径は AR がとびぬけて大きく (43 ± 3 mm), AS と HT は健常よりやや大であった. しかし, 2) の大動脈弓直下レベルの上行大動脈になると, AR, AS, HT の 3 群はほぼ同様の太さとなり, それ以下でも同様であった. つぎに, 右心系負荷疾患として僧帽弁狭窄症 (MS) 15 例と心房中隔欠損症 (ASD) 8 例の右心系構造物について健常群と比較した (Fig. 6). 大動脈基部レベルおよび肺動脈分岐レベルの右心系 (右室流出路, 右房, 肺動脈主幹と左右分枝, 上大静脈) はすべて両疾患群において, 径, 面積ともに大きかった. とりわけ, 右房と上大静脈は MS に大きく, 右室流出路, 肺動脈系は ASD に大きい傾向にあった. つぎに, 左室中央部レベルにおける心陰影および胸郭の前後径, 左右径, 面積を測定し, それぞれ対応する心・胸郭比を各疾患群で比較したところ, 両径の比および面積ともに全疾患群で大きかった (Fig. 7).

考 案

最近の全身用 CT 装置の普及はめざましく, 肺や腹部臓器への応用が盛んとなり, 従来の定性的応用のほかに, 脳室の計測⁶⁾, 肝や前立腺などの体積を求める定量的利用への報告もされ始めている. 心・血管系 CT についても, 形態, 石灰化, 心包貯留液, 血栓などの定性的な報告はみられるようになってきたが, 計測に関する報告はまだ少なく⁷⁾, 確立したものはない. そこで, 今回, 我々は心血管の各構造物の計測を試みたが, 計測にさいして, 撮影時間, スキャンのレベル, 計測部位, 画像処理の 4 つの問題点が考えられた.

心臓は他臓器と異なり, その動きが大きいため, 計測にはその点の考慮が必要である. 現在, ある種の装置では心電図に同期して時相別 CT 像を得ることができるが^{2,8)}, すべての症例に, しかも各スライスごとに同期法を施行することは経済面および時間的から不可能に近い. 将来, ミリ秒単位の瞬間撮影の可能な装置が出現すれば, このような時相別の計測も可能となろうが, 現在のと

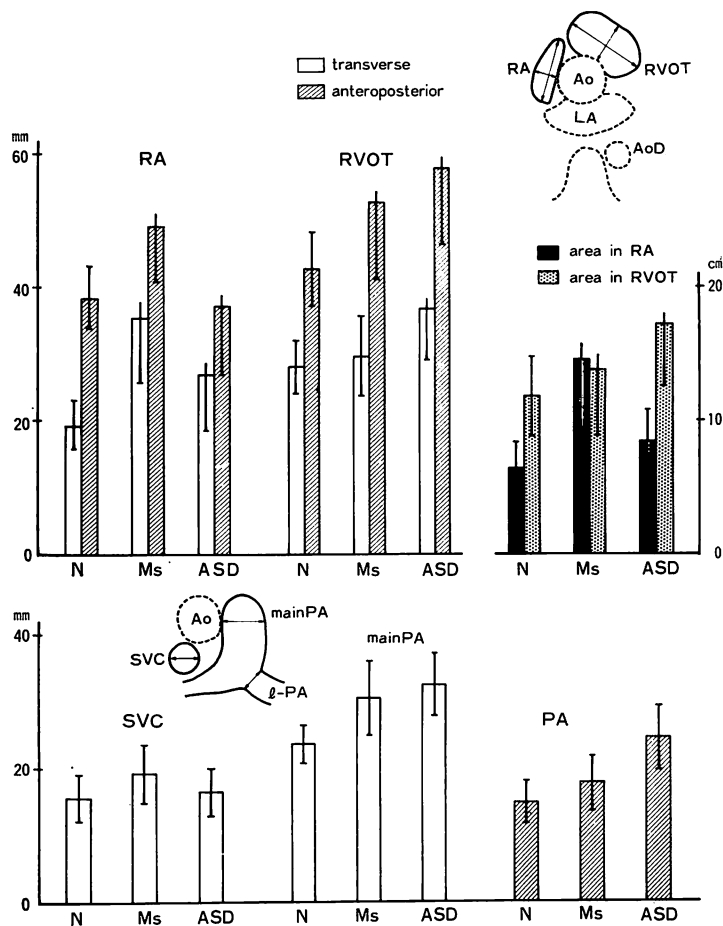


Fig. 6. Difference in the right heart system on the level of the aortic root and pulmonary artery bifurcation in 27 normals (N), 15 cases of mitral stenosis (MS) and 8 cases of atrial septal defect (ASD).
 Upper panel: transverse diameter, anteroposterior diameter and area in the right atrium (RA) and right ventricular outflow tract (RVOT).
 Lower panel: diameter in the superior vena cava (SVC), main and left pulmonary artery (PA).

ころでは、心電図非同期法による心イメージの計測を行わざるをえない。しかし、非同期撮影の像は拡張末期像にほぼ一致することをみており、現在のCT像は数心拍の拡張末期の平均的な像を計測しているとみなしてよいと思われる。

つぎに、スライスレベルの問題がある。我々がCTの研究を始めた当初は、肋間ごとに撮影をしており、定性的な判定にはこれでことが足りたが、計測、対比する場合には症例により観察される構

造物の出現レベルが異なることがあって不便であるため、現在では肋間別撮影ではなく、第2肋間中央部から撮り始め、以下1.5 cm ずつ等間隔に第6肋間まで約10枚の撮影を行い、得られたスライスの中に出現する心構造物を判定し、同一レベル面で計測、比較している。そのため、ここでは心CT像を多くの症例で最大公約数的に共通してみられる8つのレベル面に分類した。この方法によれば、同一症例を時間的経過を追って比較

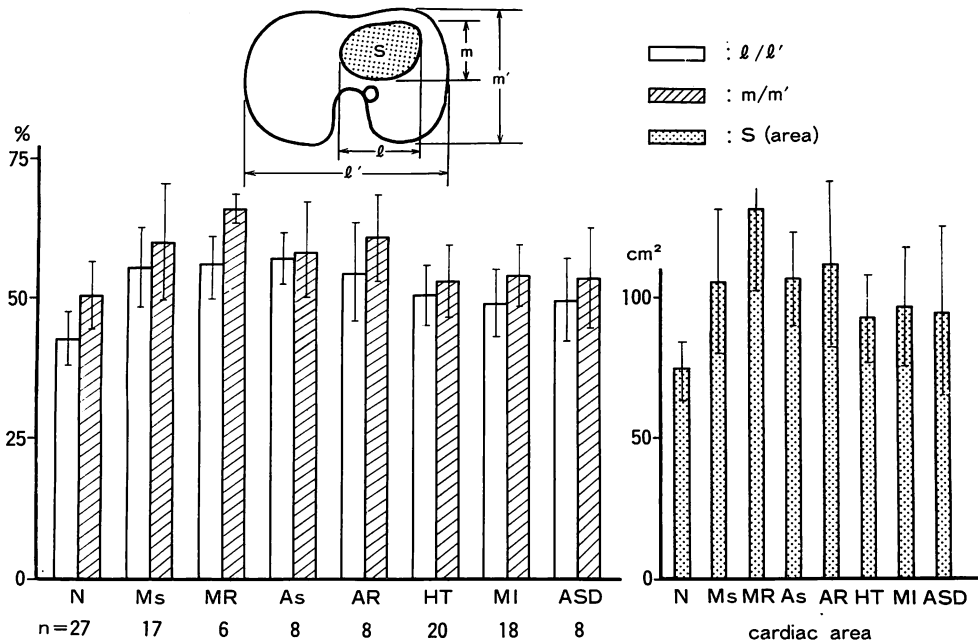


Fig. 7. Comparison of cardiothoracic ratio and total cardiac area on the level of the mid left ventricle in cardiac disease.

The cardiothoracic ratio was calculated as (1) the cardiac transverse diameter to the thoracic one and (2) the cardiac anteroposterior diameter to the thoracic one.

することも可能である。X線被曝線量や検査所要時間に余裕があれば、スキャン間隔を1cmあるいはそれ以下にすれば、さらに細かいレベル面に分類され対比しやすくなると思われる。また、スキャン幅と同じ1cmの間隔で撮影し、それらを重ねて体積を推定することも可能であろう。

3番目の問題点として、径の計測方向があげられる。大動脈や上大静脈の計測には、血管の長軸に直交する径、すなわち前後径または左右径で十分であるが、他の構造物ではそれらが最大径を示すとは限らないため、今回は右房、右室流出路、下大静脈については最大となる長径と短径を計測した。また、左房についてはその計測が重要な情報を持ち、心エコー図や超音波断層図でも計測が行われ、それらとの比較の意味もあって、前述した5項目について計測を行った。また、大動脈弓や肺動脈主幹のように、構造物の斜め方向にスキ

ャンされる対象については、最大幅を計測した。

肺動脈については分岐直後の計測にとどまったが、今後、分岐部から一定距離を置いた末梢部位における計測が、肺性高血圧やシャント性心疾患などの病態判定に意義を有することも考えられる。また、心室レベルでは各房、各室の同定は困難であったため、心全体の前後径、左右径を計測したが、造影剤を使用することにより、各部位の大きさや中隔の方向を観察することができる⁹⁾。

以上のように、径の計測には多少の問題点を伴うが、平面の観察というCTの特徴を生かして、面積を測定することがより明解で妥当な方法と考えられる。そこで今回は大動脈基部レベルと左室中央部レベルにおける各構造物の面積を測定した。

4番目の問題点として、画像の処理、すなわちwindowレベルとwindow幅の適正な設定がある。診断用ディスプレイ画面上の観察において、

window レベルを変化させていくと, 表示絵素 (ピクセル) のサイズの単位で, 像の大きさも変化するからである. この問題は各スライスごとに, 各構造物を境する low density の脂肪組織を利用して, 各構造物を最も明確に識別できるように window レベルを調節し, 計測を行うことにより解決される. 我々の装置では大体において, window レベルは -10 前後, window 幅は 80 が適切であった.

以上の諸問題を考慮に入れ, 一試案として上記の測定法により, 18~64 歳 (平均 34 歳) の健常者 31 名の計測を行い, その正常値を掲げた (Table 1). 今回は少数例のため, 胸郭比のほかには, 大きさに影響を及ぼす因子として, 例えば性別, 年齢, 体表面積などとの関係をみていないが, 今後, 症例を重ねて検討したい.

なお, 計測にさいして気づいた 2, 3 の点をあげると, まず, 大動脈基部は他のレベルの上行および下行大動脈よりは凸凹の程度は大きかったが, ほぼ円形を示し, Guthaner ら⁷⁾の報告するようなクローバ葉の形を示さなかった. 上行大動脈の大きさは基部で最大であり, ついで大動脈弓直下レベルであった. この部がさらに中枢側の肺動脈分岐レベルよりやや大きいのは, この部では上行大動脈が解剖学的にやや斜めに走行しているためと思われる. 他の部位の大動脈は末梢に向うにつれ漸減していた. 左房の計測は Fig. 4 に示すごとく, a と b, および c, d, e の計測を行ったが, 病徴を示す上ではそれぞれの間に大差なく, 簡便さから a と c, すなわち, 最大左右径と最大前後径の計測で代用できると思われる. また, 左室中央部レベルにおける心断面積と胸郭の左右径, 前後径, 面積の心胸郭比はそれぞれ $42.5 \pm 5\%$, $50.6 \pm 6\%$, $20.5 \pm 4\%$ であった.

つぎに各種心疾患を比較すると, それぞれに対応した病徴的变化を表わす構造物が示され, 通常 CT 法でも有用であった. とくに左房については, 僧帽弁膜症の径と面積はともに大きく, 狭窄症の左房面積は健常群の約 3 倍, 閉鎖不全症のそれは

約 4 倍にも拡大していた. とくに閉鎖不全症では頭足方向への拡大も著明で, いわゆる巨大左房を示した. また, 大動脈基部レベルの撮影時に, 希釈した胃透視用バリウムを少量飲用させて食道造影を併用すると, 巨大左房に接して判然としなかった食道が右後方に圧排される所見が明示された.

左房の拡大する方向を拡大率でみると, より前後方向に拡大していくことが示されたが, 左房面積が約 40 cm^2 を越えた症例では左右方向への拡大が明らかとなった. 我々は第 44 回日本循環器学会総会にて, 心エコー図による左房径と CT による左房面積の関係を報告したが¹⁰⁾, それによれば, 心エコー図による左房径が約 6 cm 以内では両者間に良い相関がみられたが, 6 cm を越えると, 面積は拡大していても心エコー図の径はあまり大きくなり, 両者の相関は弱められた. このことから, ある程度を越えると, 左房は左右方向に拡大し, 前後方向からの観察だけでは十分でないことが示唆されており, 今回の成績はこれを裏づけるものであった. また, 大動脈弁疾患, 高血圧症, 心筋梗塞でも左房面積は大きく (1.4~1.9 倍), 左房への負荷がある程度加わっていることが推測された.

右心負荷疾患として, 僧帽弁狭窄症 (MS) と心房中隔欠損症 (ASD) をとりあげたが, 両群ともに右心系 (右室流出路, 右房, 肺動脈系, 大静脈) はすべて健常群より大であった. とりわけ, MS では右房と上, 下大静脈が大きく, ASD では右室流出路と肺動脈系が大きく, これは両疾患の右心系にかかる圧と容量の負荷形式の違いや罹病期間の違いがその原因と考えられる. 右心カテーテル法より求めた平均肺動脈圧と肺動脈系断面積の関係を前記の日循環総会にて報告したが, それによれば, 肺動脈圧増加に対する断面積増大の勾配は MS に比べて ASD では約 2 倍大きく, ASD では圧のほかに容量の関与の大きいことが示唆された⁹⁾.

大動脈基部の太さは大動脈弁閉鎖不全症 (AR) で最大であり, ついで同弁狭窄症 (AS) で太かつ

要 約

た。しかし、下行大動脈になると AR と AS のそれはほぼ等しくなり、心室レベルでの下行大動脈ではむしろ心筋梗塞や高血圧症のほうが幾分太めで (1~2 mm)、血圧や動脈硬化の影響が胸部大動脈全体に及ぶためと推定された。

心室レベルでの各心房、各心室、心壁、中隔の識別は、重症貧血と造影剤による画像増強法 (enhancement)¹¹⁾ を除けば困難である。そこで、心全体の前後径、左右径、面積を胸郭のそれらについても同時に計測し、体格による差違を是正する意味でそれぞれについて心・胸郭比を求めた。これは胸部 X 線写真の心胸郭比 (CTR) に類似したものであるが、とくに面積の比は平面的な CTR をみている点で、今後の臨床的意義を検討して行きたいと考えている。

最後に限られたスライスの枚数で心 CT の有用な情報を得るための最低必要な部位として、肺動脈分岐部、大動脈基部、左室中央部の各レベルの撮影法について考えてみた。まず、CT の平面走査による心イメージないし一般の胸部 X 線正面像を基準にし、左第 3 弓および第 4 弓の中央部にてスキャンを行うと、大動脈基部および左室中央部レベルが得られ、左第 3 弓中央部より 3 cm 上にて肺動脈分岐レベルが得られる。これは正常の場合、ほぼ第 4、5、3 肋間腔のスキャンに当たるが、症例により必ずしも一致しないので、X 線像を参考にしたほうがより正確に位置決めができると考えられる。

ま と め

心・血管 CT における計測法についての試案として、第 2 肋間より 1.5 cm 間隔で撮影した胸部 CT 像を 8 つのレベル面に同定し、各レベルごとの主要な構造物の径と面積を測定した。このさい、撮影時間、スキャンレベル、計測部位、画像処理についての問題点を検討した。

健常者 31 例の正常値を求め、各種心疾患の値と比較した結果、この計測法は疾患による病徴的变化を推測するのに有用であることが認められた。

心疾患の病的特徴を表わす測定法を見出すため、通常心 CT 像を分析した。対象は正常 31 例、僧帽弁狭窄症 17 例、僧帽弁閉鎖不全症 8 例、大動脈弁狭窄症 11 例、大動脈弁閉鎖不全症 9 例、心筋梗塞 20 例、心房中隔欠損症 8 例および高血圧症 22 例の計 126 例である。第 2 肋間から第 6 肋間までを 1.5 cm ごとに 20 秒スキャンを行った。得られた CT 像を解剖学的に 8 つのレベル面に分類した。すなわち、(1)大動脈弓レベル、(2)大動脈弓直下レベル、(3)肺動脈分岐レベル、(4)右心耳または右房上部レベル、(5)大動脈基部レベル、(6)左室上部レベル、(7)左室中央部レベル、(8)左室下部レベルである (Figs. 2, 3)。

大血管および心構造物を明確に区別できるそれぞれのレベルで、上行および下行大動脈、上、下大静脈、肺動脈主幹および左右分枝、左房、右房、右室流出路の径 (前後径と左右径) と面積の測定を行った。しかし、心筋と血液の X 線減弱係数にはほとんど差がないため、心壁と心腔の分離は困難であるので、左室中央部レベルでは心陰影および胸郭の径と面積を計測し、それぞれの心・胸郭比を算出した。

これらの計測値について正常範囲を求め (Table 1)、各種心疾患の値と比較し、それぞれの病的特徴を示した。すなわち、僧帽弁狭窄症における左房の径と面積は、健常者より有意に大であった (Fig. 4)。右心系は僧帽弁狭窄症と心房中隔欠損症に大であったが、とくに前者では右房と上大静脈が大きく、後者では肺動脈系と右室流出路が大きかった (Fig. 6)。大動脈基部の大きさは大動脈弁閉鎖不全症、同狭窄症、高血圧症の順に健常群より大であった。しかし、下行大動脈ではそれらの群に差はほとんどなかった (Fig. 5)。

心 CT 法は、定性的な情報のほかに、定量的な計測にも有用であると思われた。

文 献

- 1) 増田善昭, 村木 登, 山崎 茂, 渡辺 滋, 稲垣義明, 内山 暁, 大野 博, 有水 昇, 渡辺英二: 低線量 X 線撮像システムによる心の高速度 CT 像について. *J Cardiography* **7**: 589-597, 1977
- 2) 渡辺 滋, 湯村保夫, 諸岡信裕, 吉田秀夫, 宿谷正毅, 増田善昭, 稲垣義明: CT を応用して計測した各心時相における心断面積変化—その臨床応用. *J Cardiography* **9**: 233-240, 1979
- 3) 吉田秀夫, 諸岡信裕, 田口喜代継, 山崎 茂, 村木登, 渡辺 滋, 小沢 俊, 宿谷正毅, 増田善昭, 稲垣義明: 心 CT 法と超音波断層法の比較. *J Cardiography* **9**: 425-434, 1979
- 4) 増田善昭, 渡辺 滋, 稲垣義明, 内山暁, 有水 昇, 館野之男, 渡辺英二: JEOL Dynamic Scanner による心・血管 CT 像について. *呼吸と循環* **26**: 439-445, 1978
- 5) Adams DF, Hessel SJ, Judy PF, Stein JA, Abrams HL: Computed tomography of the normal and infarcted myocardium. *Amer J Roentgenol* **126**: 786-791, 1976
- 6) Hahn FJY, Schapiro RL: The excessively small ventricle on computed axial tomography of the brain. *Neuroradiology* **12**: 137-139, 1976
- 7) Guthaner DF, Wexler L, Harell GS: CT demonstration of cardiac structures. *Amer J Roentgenol* **133**: 75-81, 1979
- 8) Harell GS, Guthaner DF, Breiman RS, Morehouse CC, Seppi EJ, Marshall WH, Wexler L: Stop-action cardiac computed tomography. *Radiol* **123**: 515-517, 1977
- 9) 原田潤太, 小林はる美, 多田信平: 心臓への CT の応用—とくに僧帽弁膜疾患について. *J Cardiography* **9**: 417-423, 1979
- 10) Watanabe S, Yumura Y, Yoshida H, Morooka N, Muraki N, Ozawa S, Shukuya M, Masuda Y, Inagaki Y, Uchiyama G: Estimation of cardiac function by CT scanning. Proceedings of the 43rd annual meeting of The Japanese Circulation Society. *Jpn Circulat J* **43**: 717-718, 1979
- 11) 友田春夫, 栗林幸夫, 松山正也: CT スキャン法による心疾患の評価. *J Cardiography* **9**: 409-416, 1979