

断層心エコー図法による胸部 X 線写真心胸比の規定因子の再検討：とくに左房拡大の影響について

Re-evaluation of determinants of the cardiothoracic ratio using two-dimensional echocardiography

三神 大世
工藤 俊彦
橋本 雅幸
菅原 智子
坂本 三哉
田辺 福徳
安田 寿一

Taisei MIKAMI
Toshihiko KUDO
Masayuki HASHIMOTO
Tomoko SUGAWARA
Sanya SAKAMOTO
Yoshinori TANABE
Hisakazu YASUDA

Summary

To evaluate the correlation of cardiothoracic ratios (CTR) on chest radiography with the sizes of the four cardiac chambers, we studied 41 normal persons and 77 cardiac patients using two-dimensional echocardiography (2DE). The transverse cardiac diameter and the CTR were ascertained from their chest radiographs. Using 2DE, each cardiac chamber was evaluated three-dimensionally, by measuring the short and long diameters of each left (LV) and right ventricle (RV), the diameter of the RV outflow, the anteroposterior, transverse, and long diameters of each left (LA) and right atrium (RA). These values were corrected using the square root of the body surface area.

The correlation coefficient for the CTR was greatest in the long diameter of the LA ($r=0.84$), and was greater in the atrial diameters ($r \geq 0.71$) than in the other diameters except for the transverse diameter of the RA ($r \leq 0.51$).

The contribution of each cardiac chamber to the transverse cardiac diameter was evaluated in 34 patients with cardiac enlargement by a method using the null hypothesis, which we originally designed. Consequently, the contribution of the LV to the CTR was definitely proven in two patients, that of RV in two, that of LA in 15 and that of RA in nine.

These results indicated that the CTR is strongly influenced by enlargement of the LA.

Key words

Cardiothoracic ratio Chest roentgenogram Two-dimensional echocardiography

北海道大学医学部 循環器内科
札幌市北区北 15 条西 7 丁目 (〒060)

Department of Cardiovascular Medicine, Hokkaido
University School of Medicine, Kita-15, Nishi-7,
Kitaku, Sapporo 060

Received for publication September 7, 1987; accepted November 4, 1987 (Ref. No. 33-11)

はじめに

胸部 X 線写真は心拡大診断のための初期検査法として、現在なお不可欠の方法である。その正面像における左第4弓と右第2弓の突出、あるいは心胸比¹⁾の増大は、通常、左室および右房の拡大と解釈される。しかし、この X 線診断上の定説には、いまだ十分な実証がない。

本研究では、断層心エコー図法による心臓4室の立体的な把握をもとに、心胸比の規定因子を分析し、胸部 X 線写真における心陰影の解釈につき再検討を行った。

対象と方法

対象は良好な胸部 X 線写真と断層心エコー図の得られた健常例41例と各種心疾患例77例、計118例である。心疾患の内訳は、弁膜疾患37例、先天性心疾患13例、虚血性ないし特発性心筋疾患12例、肺血管疾患3例、およびその他12例である。心エコー図上、心膜液貯留や心膜肥厚を認める例、あるいは X 線写真上、胸水や胸郭変形を有する例は除外した。

立位深吸気位にて撮影した胸部 X 線写真正面像より、心横径 (TCD) を左第4弓と右第2弓の各最大突出部で計測し、これを胸郭横径で除して心胸比を求めた。断層心エコー図法により、心臓4室の各々について2ないし3方向の径を計測し、その大きさを立体的に把握した (Table 1, Fig. 1)。心室の各径は拡張終期にその壁厚を含めて計測した。その際、心室中隔は左室に含めた。傍胸骨左室長軸像より左室短径を、心尖部四腔断面より左室長径と右室の短径・長径を、また右室流出路長軸像よりその流出路徑を求めた。一方、心房径は収縮終期の壁厚を0と仮定し計測した。左室長軸像より左房前後径を、心尖部右房長軸像より右房前後径を得た。この右房長軸像とは、心房中隔を中心に左室長軸像とほぼ面対称に右房を描出するための断面として、我々が考案したものである。また、四腔断面より左房および右房の横径と

Table 1. Methods of measurement

From chest roentgenograms
Transverse cardiac diameter (TCD)
Transverse thoracic diameter
Cardiothoracic ratio (CTR)
From two-dimensional echocardiograms
LV: short diameter (LVsh)
long diameter (LVlo)
RV: short diameter (RVsh)
long diameter (RVlo)
outflow diameter (RVot)
LA: anteroposterior diameter (LAap)
transverse diameter (LAtr)
long diameter (LAlo)
RA: anteroposterior diameter (RAap)
transverse diameter (RAtr)
long diameter (RAlo)
Vertebra-PML distance (V-PML)
Vertebra-IAS distance (V-IAS)

IAS=interatrial septum; LA=left atrium; LV=left ventricle; PML=posterior mitral leaflet; RA=right atrium; RV=right ventricle;

長径を計測し、さらに、この断面上で脊椎から僧帽弁後尖付着部まで、また心房中隔後端までの距離を計測した。

得られた実測値はすべて体表面積の平方根で補正し²⁾、以下に述べる3種の検討に用いた。まず第1に、心胸比と心臓4室各径との関連を概観するため、全対象例118例において、心胸比と4室各径の間の相関分析を行った。これから得られた相関係数を各径間で比較した。

第2に、心臓4室各々の固有の拡大が心胸比にどのように影響するかを知るため、心拡大例 (心胸比 $\geq 50\%$ 、肥満度 $< 20\%$ かつ年齢 < 60 歳)34例において以下の検討を行った。まず、各例において、計測した各径から健常平均 $+1$ SDの値を差し引いて各径の増分(Δ)を求めた。ただし、径が健常平均値 $+1$ SDに満たない場合は、増分を0と定めた。心横径の増分はそのまま Δ TCDとし、心臓4室各々については、その2ないし3方

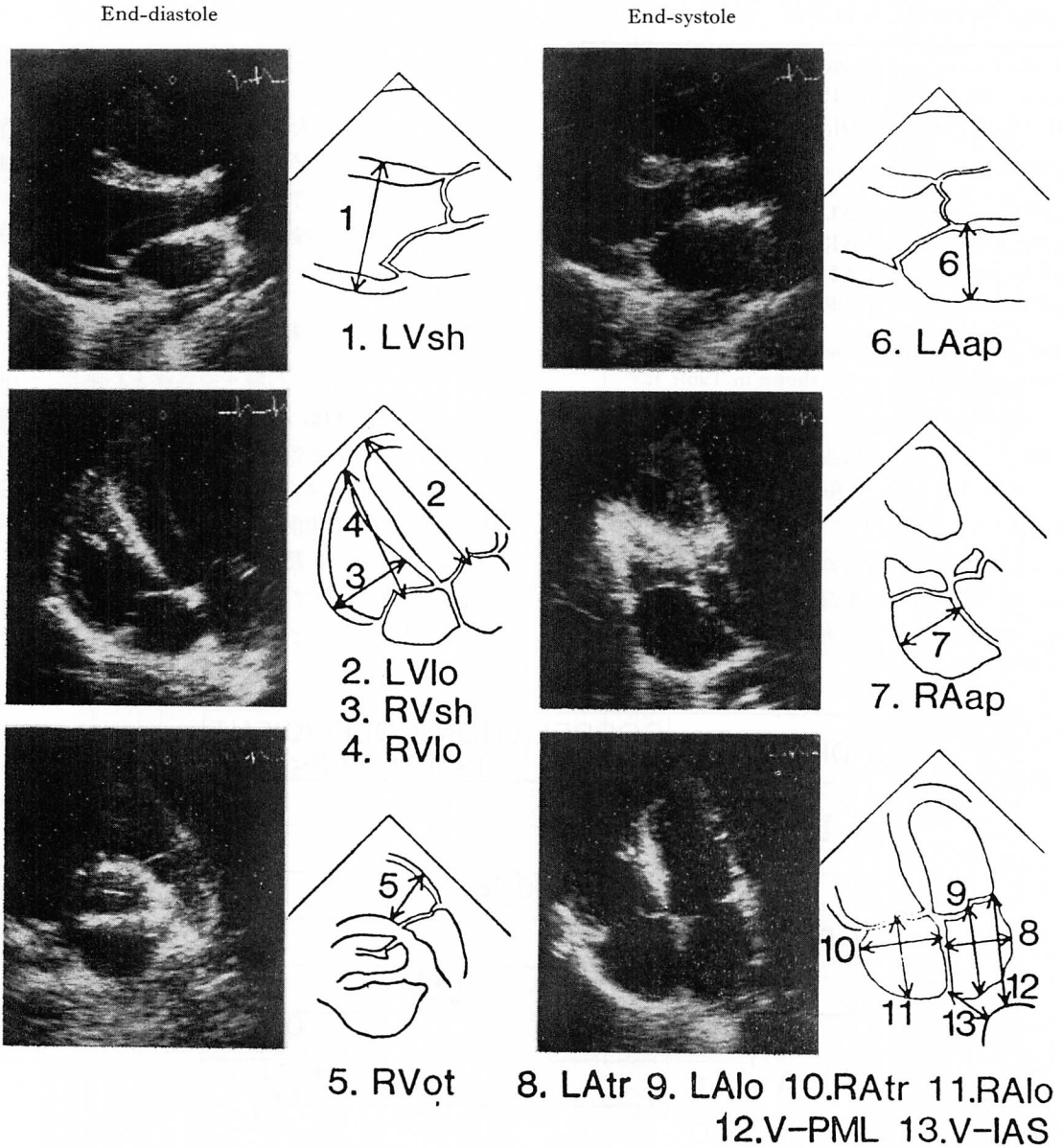


Fig. 1. Measurements of cardiac chamber diameters by two-dimensional echocardiography.

Abbreviations are as shown in Table 1.

向の径の増分のうち最大のものを各々 ΔLV , ΔRV , ΔLA , ΔRA とした (Table 2). これらの値は、各々の室の拡大がそのまま心横径を増大さ

せるとして、その通常考える最大値ということになる。

ここで、ある例において左室は心臓横径の増大

Table 2. Definition of ΔD

D=Each diameter obtained from X-ray or 2DE $[\Delta D]=[D]-[D \text{ mean}+1SD \text{ in healthy subjects}]$ (If $[D]<[D \text{ mean}+1SD]$, $[\Delta D]=0$)
ΔTCD : Δ of transverse cardiac diameter on X-ray
ΔLV : greatest one of $\Delta LVsh$ and $\Delta LVlo$
ΔRV : greatest one of $\Delta RVsh$, $\Delta RVlo$ and $\Delta RVot$
ΔLA : greatest one of $\Delta LAap$, $\Delta LAtr$ and $\Delta LAlo$
ΔRA : greatest one of $\Delta RAap$, $\Delta RAtr$ and $\Delta RAlo$
2DE=two-dimensional echocardiography. Other abbreviations are as shown in Table 1.

に關与しないという仮説を立ててみる. 左室を除いた残る3室の Δ の和, すなわち $\Delta RV+\Delta LA+\Delta RA$ は ΔTCD より大でなければならない. ここで, もし $\Delta RV+\Delta LA+\Delta RA<\Delta TCD$ となれば, 先の仮説は棄却される. すなわち, この例では左室が心横径拡大に確実に寄与しているこ

とが証明される. 同様の仮説を各例毎心臓4室各々につき設定し, これが棄却されるか否かを検討した.

第3に, 左房拡大が隣接する2室, すなわち左室と右房に対し, どのような位置変化をもたらすかを知るために, 脊椎-僧帽弁後尖距離ならびに脊椎-心房中隔後端距離と左房長径との相関分析を行った.

結 果

全対象例における心臓4室各径と心胸比との相関分析結果を Fig. 2 に示す. 心胸比との間の相関係数は左房長径で最も大 ($r=0.84$, Fig. 3), 次いで右房横径を除く左右心房径で大であり ($r\geq 0.71$), 他の径では相関係数が小であるか ($r\leq 0.51$), あるいは有意の相関が得られなかった.

心拡大例において, 心臓4室各々の心横径への寄与に関する仮説を検討した成績を Table 3 に

DIAMETERS		CORRELATION COEFFICIENT * $P<0.01$ ** $P<0.001$	
LV	sh	0.47	**
	lo		
RV	sh	0.28	*
	lo		
	ot	0.41	**
LA	ap	0.78	**
	tr	0.74	**
	lo	0.84	**
RA	ap	0.71	**
	tr	0.51	**
	lo	0.82	**

Fig. 2. Comparison of the correlation coefficients between the cardiothoracic ratios and the chamber diameters.

Abbreviations are as shown in Table 1.

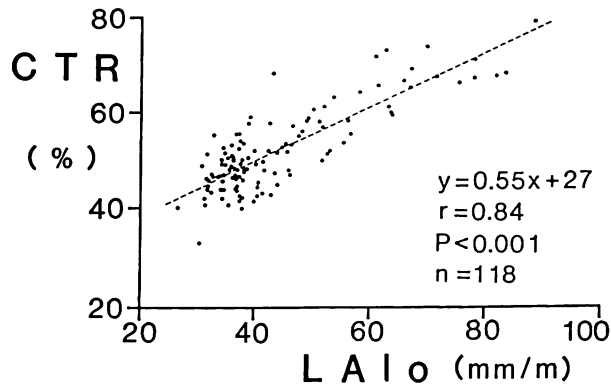


Fig. 3. Correlation of the cardiothoracic ratios (CTR) with the left atrial longitudinal diameters (LAlo).

Among the chamber diameters, LAlo correlates best with the CTR.

Table 3. Contribution of each chamber dilatation to the transverse cardiac diameter in 34 patients (CTR ≥ 50%, obesity index < 20%, and age < 60 y.o.)

Conditions	No. of cases (%)
$\Delta LV + \Delta RV + \Delta LA + \Delta RA < \Delta TCD$	0 (0%)
$\Delta RV + \Delta LA + \Delta RA < \Delta TCD$	2 (6%)
$\Delta LV + \Delta LA + \Delta RA < \Delta TCD$	2 (6%)
$\Delta LV + \Delta RV + \Delta RA < \Delta TCD$	15 (44%)
$\Delta LV + \Delta RV + \Delta LA < \Delta TCD$	9 (26%)

Abbreviations are as in Table 1.

示す。その結果、4室増分の総和が心横径増分に満たない例はなかった。左室が心横径増大に関与しないという仮説の成り立たない例は2例、以下同様に、右室の場合は2例、左房の場合は15例、また、右房についてはこれが9例であった。

脊椎僧帽弁後尖距離および脊椎心房中隔距離は、ともに左房長径との間に良好な正相関を認めた ($r=0.84$, $r=0.77$, Fig. 4).

考 按

各種の心臓画像診断法が発達した現在でも、胸部 X 線写真は心臓形態の初期検査法として不可

欠の方法である。その正面像の読影に際し、通常、左第4弓突出は左室の、また右第2弓突出は右房の拡大と解釈される。その結果、この両弓を計測部位とする心横径や心胸比の増大も、同様の機序で説明されている。しかし、我々の経験上、この X 線診断学上の定説と心エコー図所見とは必ずしも一致しないことがある。

心横径や心胸比は簡便な心拡大の定量法として現在でも繁用されるが、その意義については批判も多い³⁻⁵⁾。胸部 X 線計測法に関する従来の検討は、もっぱら心室の病理形態との対応を重視したものであった⁶⁻⁸⁾。我々の知る限り、心横径や心胸比に対する心房形態の影響を検討した研究はなく、また、このことに言及した文献も少数に過ぎない⁸⁻⁹⁾。X 線計測法に対する批判の一部は、このような心房の関与を考慮しない研究結果に基づくものかもしれない。そこで本研究では、断層心エコー図法による心臓4室径の立体的な把握から、心胸比の解釈、ひいては胸部 X 線写真読影上の定説に関する疑問点について再検討を試みた。

心臓4室各径と心胸比の相関分析の結果、左室や右室に比し、左房と右房の径と心胸比との相関が高かった。とくに左房の径は3径とも高い相関

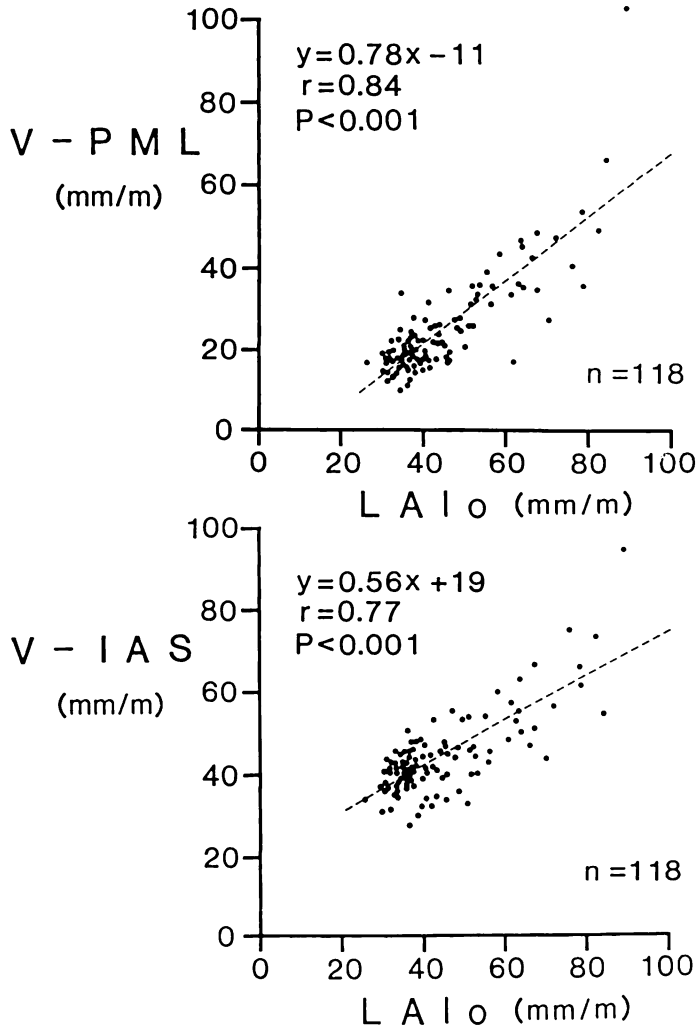


Fig. 4. Correlations of the vertebra-posterior mitral leaflet distance (V-PML) and the vertebra-interatrial septum distance (V-IAS) with the left atrial longitudinal diameter (LAIo).

係数を示した。一方、同じく心胸比と良い相関のあった右房の前後径と長径は、左房拡大により受動的に伸ばされ易い径であり¹⁰⁾、右房固有の拡大を反映すると考えられる右房横径はむしろ相関が弱かった。以上より、左房拡大が心胸比に対し強く影響する可能性が示された。

心疾患例において、心臓4室各々は単独で拡大するよりは、むしろ血行動態や機械的な圧迫伸展

を介して¹⁰⁾、互いに関連しながら拡大するものと考えられる。心胸比のように多数の規定因子が存在しかつ各因子の相関が強い場合、相関分析の結果のみで判断を下すことには危険がある。また、重回帰分析による説明変数の選択も不可能に近い。以上を考慮し、本研究では帰無仮説棄却法を用いて、心臓4室各々の固有の拡大がいかに心横径に影響するかを検討した。その結果、心房拡大、

とくに左房拡大そのものが直接的に心横径拡大に結び付くことが結論された。

この方法の前提となる仮説は、(1) 各径の健常平均値+1SD に満たない径増大は心横径増大に寄与しないこと、(2) 心臓4室が我々の計測した2ないし3径により代表される幾何学的な形態をなすこと、および(3) いずれの径の拡大も心臓全体の回転を生じないことの3者である。仮説の問題点として、幾何学的な把握の困難な右室形態を単純化して捉えたこと、また、右室拡大の左第4弓への影響の機序とされる心臓の回転を無視したこと、の2点が考えられる。このことは、本研究において右室の心横径への関与の程度を過小評価した可能性を示唆する。しかし、その他の3室については、上述の仮説がおおむね該当するものと考ええる。

以上、本研究の成績は、心房拡大、とくに左房拡大が心横径増大に大きく影響することを示した。左房拡大による心横径増大の機序について、

脊椎-僧帽弁後尖距離および脊椎-心房中隔距離が左房長径と強い正の相関を示したことが、その説明の一助となると考える。すなわち、左房の拡大につれ、僧帽弁と心房中隔が脊椎から離れることは、左室が左前下方に、また右房が右前下方に圧排されることを意味する (Fig. 5)。これらが、左房拡大による心横径増大の主因であると考ええる。

左房拡大が心胸比に最も強く影響するという本研究の結論は、対象例中に左房拡大例が比較的多かったことに起因するかもしれない。本研究の性格上、もし対象の疾患構成が異なれば、結果も変化する可能性がある。しかし、左房拡大例を意図的に集めたわけではない本研究でこのような結果が得られたことは、左房が心臓4室の中で最も拡張し易い部位であることの反映と考えられる。したがって、胸部 X 線写真の読影上、心胸比増大および左第4弓と右第2弓の突出の解釈において、左房拡大の可能性を十分考慮すべきであると考える。

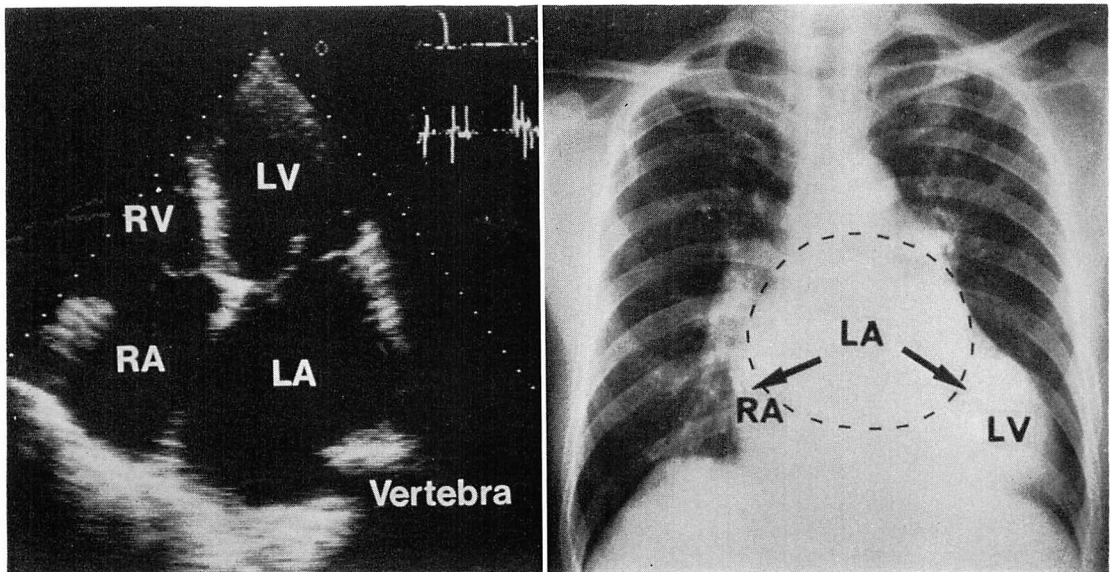


Fig. 5. Enlargement of the left atrium on two-dimensional echocardiogram and increase in the CTR on the chest radiograph.

LA=left atrium; LV=left ventricle; RA=right atrium; RV=right ventricle.

要 約

胸部 X 線写真心胸比と心臓 4 室の大きさとの関係につき検討した。健常 41 例と各種心疾患 77 例において、胸部 X 線写真より心横径と心胸比を、断層心エコー図より左室および右室の長短径、右室流出路短径、左房および右房の前後径、横径と長径を計測し、各々体表面積の平方根で補正した。全対象例における、4 室各径の心胸比に対する相関係数は、左房長径で最も大 ($r=0.84$)、次いで、右房横径を除く左右心房径で大であり ($r \geq 0.71$)、他では小であった ($r \leq 0.51$)。また、高齢肥満者を除き、心胸比 50% 以上の 34 例で、各計測値の健常平均 + 1SD の値を基準とし、心横径と心臓 4 室各径の増分を求めた。4 室増分の総和は当然心横径増分を凌駕した。左房が心横径に関与しないと仮定すると、残る 3 室の和で心横径増分を説明できない例が 15 例に達した。これが、右房の場合 9 例、左室と右室の場合は各 2 例であった。

以上の成績から、従来の定説とは異なり、心胸比は左房の拡大に強く影響されると考えられた。

文 献

1) Danzer CS: The cardio-thoracic ratio: An index of cardiac enlargement. *Am J Med Sci* 157: 513,

- 1919
- 2) Feigenbaum H: *Echocardiography*. Lea & Febiger, Philadelphia, 1981, p 549-563
 - 3) Comeau WJ, White PD: A critical analysis of standard methods of estimating heart size from roentgen measurements. *Am J Roentgenol* 47: 665-677, 1942
 - 4) Cooley RN, Schreiber MH: *Radiology of the Heart and Great Vessels*. Williams & Wilkins, Baltimore, 1978, p 83-89
 - 5) 小塚隆弘, 野崎公敏: 心疾患のレントゲン診断. 南山堂, 東京, 1974, p 11-17
 - 6) Glover L, Baxley WA, Dodge HT: A quantitative evaluation of heart size measurements from chest roentgenograms. *Circulation* 47: 1288-1296, 1973
 - 7) Murphy ML, Boger J, Adamson JS, Rubin S: Evaluation of cardiac size in chronic bronchitis and pulmonary emphysema. *Chest* 71: 712-717, 1977
 - 8) Murphy ML, Blue LR, Thenabadu PN, Phillips JR, Ferris EJ: The reliability of the routine chest roentgenogram for determination of heart size based on specific ventricular chamber evaluation at postmortem. *Invest Radiol* 20: 21-25, 1985
 - 9) McDonald IG, Jelinek VM: Serial M-mode echocardiography in severe chronic aortic regurgitation. *Circulation* 62: 1291-1296, 1980
 - 10) 三神大世, 工藤俊彦, 橋本雅幸, 阿久津光之, 坂本三哉, 田辺福徳, 安田寿一: 血行動態以外の因子にもとづく左右両心房の形態変化について: 断層心エコー図法による検討. *Jpn Circ J* 51 (Suppl II): 234, 1987 (抄)