

大動脈基部エコー図と左室
駆出量との関係(続報): 心
エコー図と Fick 法との同
時検査

Systolic aortic root mo-
tion and left ventricular
stroke volume. 2. Simul-
taneous examination of
echocardiography and
Fick method

盛岡 茂文
友永 轟
星野 恒雄
霜野 幸雄
本村 正一*
楠川 禮造**

Shigefumi MORIOKA
Go TOMONAGA
Tsuneo HOSHINO
Yukio SHIMONO
Masakazu MOTOMURA*
Reizo KUSUKAWA**

Summary

Thirty-three patients were studied with simultaneous examination of echocardiography and Fick method during right heart catheterization. There were significant correlations between stroke volume or cardiac output calculated by Fick method and systolic aortic motion in the echocardiograms of the aortic root, except in patients with right ventricular volume overload such as atrial septal defect or severe tricuspid regurgitation.

Although the motion of the ascending aorta would be influenced by many factors and further research would be necessary about these factors, systolic aortic motion may be a useful echocardiographic index for estimating stroke volume, especially in patients whose left ventricular echocardiograms are not appropriate for calculating stroke volume.

Key words

Aortic root motion Fick method Echocardiogram (UCG)

はじめに

前報において、大動脈基部エコー図の収縮期の動きと Fick 法および心放射図から求めた一回拍

出量 (stroke volume)、あるいは分時拍出量 (cardiac output) との間に良好な相関関係が認められることを報告し、左室エコー図から前方有効拍出量の算出困難な症例では、大動脈基部エコー図の

天理よろづ相談所病院 循環器内科
天理市三島町 200 (〒 632)

*滋賀医科大学 第三内科
**山口大学医学部 第二内科

Division of Cardiology, Tenri Hospital, Mishima-
cho 200, Tenri, 632

Presented at the 14th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, April 3, 1977
Received for publication January 28, 1978

Table 1. Summary of the clinical, hemodynamic, and echocardiographic data in all patients

Pt.	Age	Sex	Diagnosis	HR	UCG		Fick				
					ARs (mm/sec)	ARexc (mm)	SV (ml)	SI (ml/M ²)	CO (L/min)	CI (L/min/M ²)	
1	S. O.	42	f	MS, af	130	11.6	2.9	20	15	2.66	1.96
2	G. Y.	39	f	MS	81	25.0	7.0	53	34	4.26	2.73
3	S. M.	29	m	MR, MS, af	67	18.0	5.1	58	34	3.88	2.29
4	T. M.	23	m	PAT	79	20.5	6.0	73	39	5.75	3.11
5	H. I.	56	f	MS	90	18.0	4.5	45	35	4.01	3.09
6	T. K.	61	m	old MI	58	12.4	5.0	62	42	3.58	2.40
7	H. H.	51	m	AR, AS, MR af	83	10.2	3.3	39	26	3.20	2.15
8	T. U.	52	m	CP af	102	14.3	4.5	43	30	4.40	3.08
9	T. Y.	50	f	MR, MS, TR af	62	14.5	5.5	60	47	3.70	2.93
10	Y. D.	46	f	MS, af	126	18.0	4.4	27	18	3.39	2.26
11	S. Y.	25	m	ASD	68	36.0	10.0	80	49	5.47	3.42
12	G. O.	68	m	MR, af	87	21.6	5.9	62	38	5.38	3.30
13	S. M.	53	m	CM	76	12.0	4.0	45	34	3.43	2.56
14	H. F.	59	f	IHD, af	56	14.1	4.8	48	38	2.68	2.10
15	A. U.	34	f	CM	91	27.0	8.5	51	37	4.64	3.38
16	H. Y.	23	m	MR (RCT), TR	108	80.0	14.0	36	24	3.93	2.57
17	M. Y.	61	m	MS, af	49	10.4	3.7	55	37	2.67	1.79
18	F. M.	58	f	old MI	65	23.0	7.0	53	41	3.47	2.67
19	I. K.	52	f	MS, AS, af	99	16.7	4.8	27	18	2.71	1.83
20	S. A.	55	f	MS, WPW	72	28.0	8.0	53	45	3.83	3.21
21	S. H.	25	m	AV block	73	31.0	10.0	100	61	7.28	4.49
22	Y. T.	58	f	AR	78	30.0	9.0	65	45	5.06	3.49
23	N. N.	25	m	SSS	85	35.6	10.7	93	62	7.92	5.25
24	F. S.	50	m	MS, AR, af	77	13.9	4.2	63	39	4.87	3.02
25	S. Y.	52	f	MR, MS, af	111	15.3	3.9	35	24	3.83	2.63
26	T. N.	27	m	BWG synd	76	22.0	7.5	82	50	6.24	3.78
27	T. N.	68	f	SSS	72	9.0	3.5	55	44	3.97	3.13
28	N. K.	44	f	ASD	90	37.0	11.0	79	64	5.28	4.29
29	A. H.	46	f	AR, MS	72	30.0	9.0	70	50	6.24	3.78
30	T. K.	24	m	VSD, AR	75	34.0	10.5	96	54	7.17	4.03
31	R. T.	29	f	AR, AS, MS, MR, af	59	17.2	6.3	72	47	4.26	2.78
32	K. F.	29	f	ASD	82	55.0	11.6	58	41	4.78	3.39
33	J. O.	28	m	ASD	90	29.0	9.0	93	51	8.37	4.57

ARs: aortic root speed, ARexc: aortic excursion, af: atrial fibrillation, AR: aortic regurgitation, AS: aortic stenosis, ASD: atrial septal defect, BWG synd: Bland-White-Garland syndrome, CM: cardiomyopathy, CP: constrictive pericarditis, IHD: ischemic heart disease, MI: myocardial infarction, MR: mitral regurgitation, MS: mitral stenosis, PAT: paroxysmal atrial tachycardia, RCT: ruptured chordae tendineae, SSS: sick sinus syndrome, TR: tricuspid regurgitation, VSD: ventricular septal defect.

収縮期の動きの計測が、心拍出量ひいては心機能評価の一助になりうるであろうことを示唆した。しかしながら、心エコー図と Fick 法あるいは心放射図の検査が同時でなかったために、両検査施行時の患者の状態にかなりの相違が生じたこと、また両検査時の心拍数に一定以上の差のみられた症例を対象から除外したので、頻脈や徐脈の症例が含まれていなかったことなどに若干の問題点が残されたように思う。そこで今回は、各種心疾患患者の心臓カテーテル検査中に、Fick 法による心拍出量検査と同時に大動脈基部エコー図を記録し、前報と同様に大動脈基部の収縮期の動きと心拍出量との関連について検討を加えた。

対象および方法

対象は、1976年9月～1977年2月までに当院にて右心カテーテルを施行し、カテ中に Fick 法による心拍出量検査と大動脈基部エコー図を同時記録しえた種々の心疾患 39 例で、この中 6 例はエコー図の記録が不十分なために除外し、残りの 33 例(男 16 例, 女 17 例, 年齢 23～68 歳)について検討を加えた。これらの症例の心カテ、心血管造影などによる最終診断は **Table 1** のごとくで、リウマチ性心臓弁膜症の症例が 14 例と約半数近くに及び、また、心房細動の症例が 13 例とかなりの多数になっている。前報では対象から除外した心房中隔欠損症も、今回の研究ではすべて対象に含めた。また、検査時の心拍数は 1 分間に 49～130 と、前回に比し徐脈から頻脈までかなり広範囲にわたっている。

心エコー図装置は Aloka 製 SSD-110 で、周波数 2.25 MHz, 直径 1 cm の平板探触子を使用した。

右心カテーテル中、ダグラスバッグに 4 分間患者の呼気を採集しながら、同時に大動脈基部エコー図を 35 mm フィルムに記録した。前報と同様に超音波ビームを内上方に向け、2本の平行エコーの間に大動脈弁エコーが少なくとも部分的に記録できるような大動脈基部エコー図を記録した。連続する 2 肋間より大動脈基部エコー図が同程度

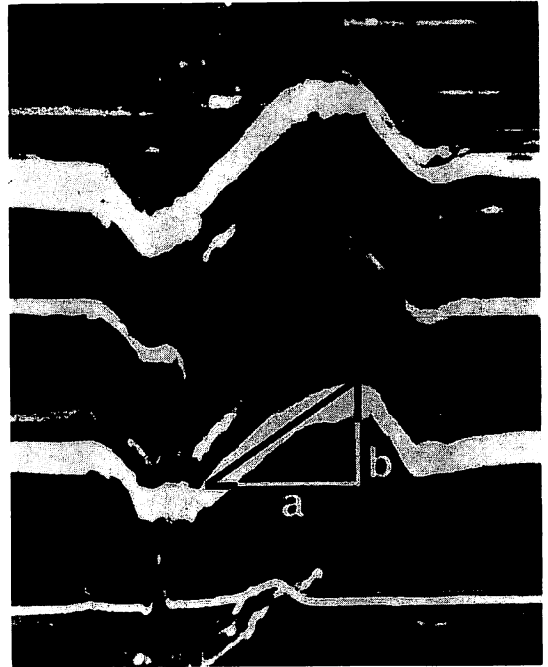


Fig. 1. Representative recording of the aortic root echocardiogram.

Elements of aortic leaflets are included within the aortic root. The method for calculating ARs ($=b/a$) and ARexc ($=b$) is illustrated.

に記録可能な場合には、下方の肋間より内上方に向かうビーム方向で記録した。記録された大動脈基部 UCG において、前報と同様に、後側(背側)大動脈壁の収縮期の前方への変位速度 (ARs) と変位距離 (ARexc) とを mm 単位にて計測した (**Fig. 1**)。心房細動の症例では、原則として 10 心拍の平均値を算出した。

結 果

結果は **Table 1** に示すごとくである。Fick 法から得られた一回拍出量 (stroke volume; SV), および一回拍出量係数 (stroke index; SI) と大動脈基部 UCG の収縮期における胸壁側への変位速度 (ARs) との関係は **Fig. 2** に示すごとくで、図の右側の ARs の著しく大きい 2 例を除くと ARs-SV, ARs-SI とともに相関係数は 0.68 であった。

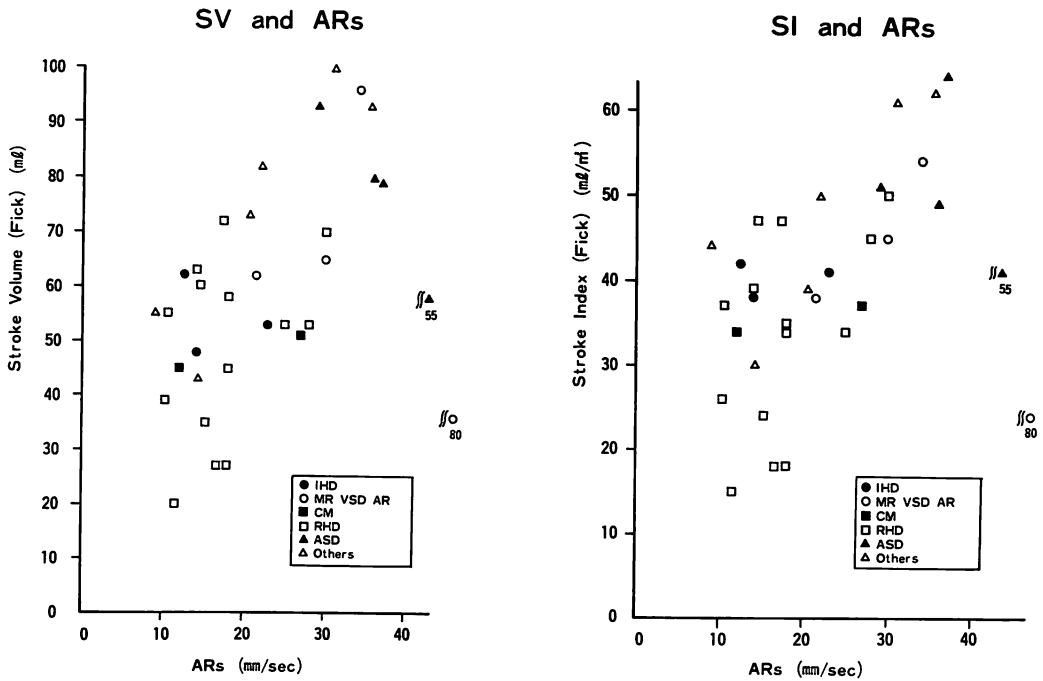


Fig. 2. Stroke volume (left) and stroke index (right) from Fick method against ARs.

AR: aortic regurgitation, ASD: atrial septal defect, CM: cardiomyopathy, IHD: ischemic heart disease, MR: mitral regurgitation, RHD: rheumatic heart disease, VSD: ventricular septal defect.

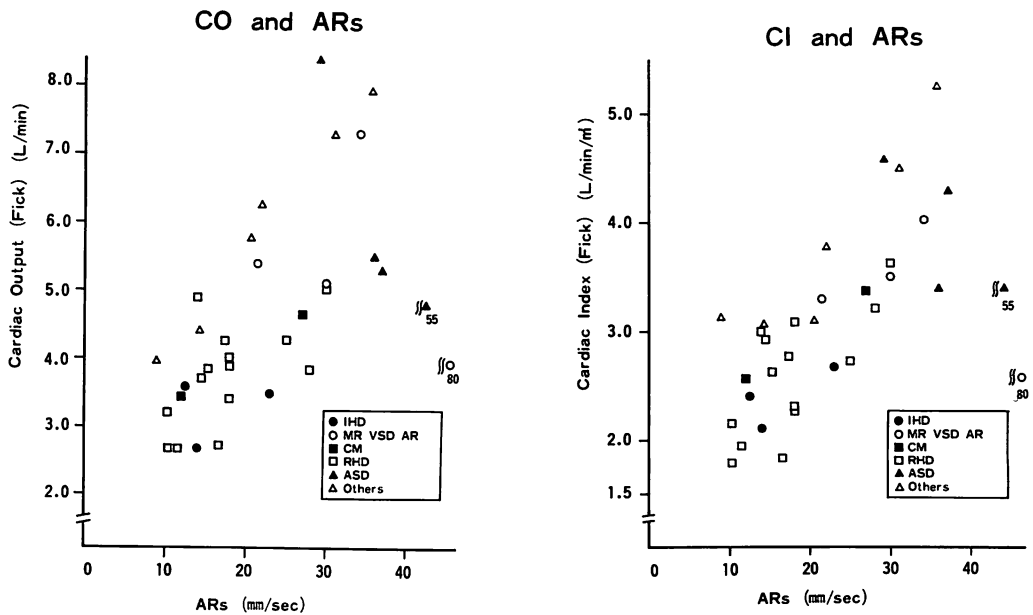


Fig. 3. Cardiac output (left) and cardiac index (right) from Fick method against ARs.

Abbreviations as in Fig. 2.

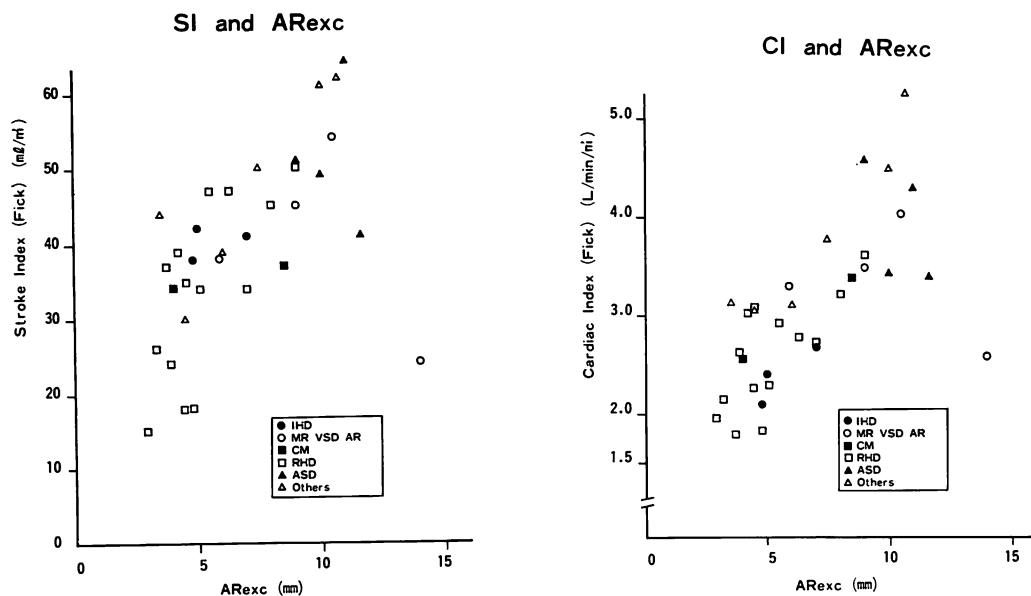


Fig. 4. Stroke index (left) and cardiac index (right) from Fick method against ARexc. Abbreviations as in Fig. 2.

SV(SI)に比し、ARsの大きい図の右側の2例は、腱索断裂による急性の僧帽弁閉鎖不全症、および心房中隔欠損症である。心房中隔欠損症の症例は、概して、SV(SI)に比しARsが大きい傾向を示していた。

Fick法から得られた分時心拍出量(cardiac output; CO)、心拍出量係数(cardiac index; CI)およびARsとの間には、前述の2例を除くと、それぞれ $r=0.72$, $r=0.79$ と良好な相関関係が認められた(Fig. 3)。

大動脈基部の収縮期における胸壁側への変位距離(ARexc)と、Fick法による一回拍出量係数(SI)および心拍出量係数(CI)との関係はFig. 4のごとくで、同様に前述の2例を除くと、相関係数はそれぞれ0.80, 0.83であった。

考案

前報ではFick法による一回拍出量(SV)、あるいは一回拍出量係数(SI)とARsとの間に非常に良好な相関関係が認められたが、今回の研究では、

両検査を同時に施行したにもかかわらず、より低い相関係数しか得られなかった。これには次のごとき3つの理由が考えられる。

1) 前報では両検査の施行が同時でなかったために、両検査時の心拍数に大きな差のある症例を除外したが、結果的に極端な頻脈や徐脈の症例が除外された。

2) 今回検討した症例にはリウマチ性心臓弁膜症が多く(33例中14例)、それらでは大動脈壁にも器質的変化が及び、上行大動脈の動きに変化が生じているためか、スムーズな動きを示す大動脈基部エコー図を得ることが困難な症例がある。

3) 今回の症例には心房細動の症例が多く(33例中13例)、前報で検討したごとく、心房細動例ではSVとARsの間の相関関係があまり良くない。

また、前報ではARsとARexcとの間に差は見られなかったが、今回の検討では、ARsよりARexcにSV(SI)との間のより良い相関関係が認められた。前述したように、今回の症例にはかなりの頻脈と徐脈の症例が含まれているが、

ARexcがARsに比して心拍数による駆出時間の変化に影響されることが少ないためであろう。たとえば同じCOを示す症例においても、頻脈例ではSVは徐脈例に比して小さく、同じARexcを示す症例においても頻脈例では駆出時間が短縮するのでARsはむしろ大きくなる。駆出時間により強く影響されるARsは、SV(SI)よりもむしろCO(CI)との間により良い相関関係が見られるようである。

低心拍出量にもかかわらず、大動脈基部エコー図の収縮期の動きに著明な増強を見た、腱索断裂による急性僧帽弁閉鎖不全症例(Case 16)の右心カテデータをTable 2に示す。かなり強い右心系の圧の上昇が認められた。臨床的に強い右心不全症状の見られること、聴診所見、右房圧波形などから強い三尖弁閉鎖不全の合併が考えられたが、これは手術時に確認された。

前報では右室からの拍出量が非常に増大していると考えられる心房中隔欠損症を対象から除外したが、今回の研究では、半年間に右心カテテルと同時にFick法による心拍出量測定を行ったすべての症例を検討の対象とした。4例の心房中隔欠損症が含まれているが、SVあるいはCOに比してARsあるいはARexcが大きな値を示す傾向がある。

心房中隔欠損症あるいは重症の三尖弁閉鎖不全症などの右室容量負荷疾患、すなわち右室からのtotal stroke volumeの非常に増大している状態において大動脈基部が大きな動きを示すのは、血液の拍出に伴う心臓全体の動きが大動脈の動きに及ぼす影響が相対的に大きいためと考えられる。心房中隔欠損症の場合には、多大な血流量を有する肺動脈の動きが隣接する大動脈の動きに影響を及ぼすことも考えられる。

このように特殊な例外が存在する点に関してはさらに検討が必要であるが、僧帽弁閉鎖不全症などの逆流疾患、局所的な収縮異常の存在する虚血性心疾患、良好な左室エコー図の記録できない症例においては、心エコー図による左室容量分析の

Table 2. Right heart catheterization data for a patients with mitral regurgitation due to ruptured chordae tendinae and tricuspid regurgitation (Case 16)

H.Y. 23y.o. m. MR (RCT)		
	Pressure (mmHg)	O ₂ Vol. %
SVC	12	11.87
IVC	12	11.15
RA	12	11.05
RVi	77/6~18	11.65
RVo	79/8~18	11.70
mPA	77/44 58	10.14
lPA	79/44 56	11.56
lPC	v35 24	
FA		18.83
		Sat. 20.74
O ₂ Consumption		311 CC/min
Heart Rate		108
Cardiac Output		3.93 L/min
Cardiac Index		2.57 L/min/BSA
Stroke Volume		36 ml
Stroke Index		24 ml/BSA

信頼性が不十分なため、大動脈基部の動きが心拍出量ひいては心機能を評価する臨床的指標になりうるものとする。

まとめ

各種疾患33例において、右心カテ施行中にFick法による心拍出量測定と大動脈基部エコー図記録を同時に行い、Fick法から求められた左室からの駆出量と大動脈基部エコー図の大動脈壁の収縮期の動きとを比較検討した。心房中隔欠損症、重症の三尖弁閉鎖不全症などの右室容量負荷疾患を除外すると、両者の間には良好な相関関係が認められた。上述のごとき例外的な疾患、あるいは大動脈壁の硬化度や大動脈の動きに影響を及ぼす他の因子などいくつかの今後検討すべき点はあるが、左室エコー図から心拍出量の算出の困難な症例では、大動脈基部エコー図の収縮期の動きは心拍出量評価の有用な指標になりうるものとする。

文献

- 1) 盛岡茂文ほか: J Cardiography 8: 223, 1978