

大動脈弁上狭窄症の心血管
造影および心エコー図所見Echocardiographic and
angiocardiographic fea-
tures of supravalvular
aortic stenosis森 洋一
中野 博行*
神谷 哲郎*
森 忠三*Yoichi MORI
Hiroyuki NAKANO*
Tetsuro KAMIYA*
Chuzo MORI***Summary**

Fourteen children aged 1 to 8 years with supravalvular aortic stenosis (SVAS) were studied by echocardiography and angiocardiography. The aortic width was measured at the level of the aortic leaflets and at the minimal echocardiographic dimension in the ascending aorta, and also at the level of the Valsalva sinus and at the supravalvular stenotic region from the lateral LV graphy at the end-diastole. The percentage change of the aortic diameter in patients with SVAS ranged from -19% to -45% ($-32.2 \pm 7.7\%$) and showed significantly lower value compared to the percentage change of normal subjects in whom it ranged from +6% to -15% ($-7.2 \pm 7.7\%$). Echocardiography is thus a useful noninvasive method for evaluating SVAS. In 4 patients, poststenotic aortic dilatation was recorded when the transducer was swept cephalad through the long axis of the aorta and, in these patients, hour-glass type of SVAS were confirmed by angiocardiography. However, in only one out of 9 patients with narrowing of the ascending aorta echocardiographically hypoplastic type of SVAS was observed.

If the values of percentage change of the aortic diameter are below -30%, the values of peak systolic pressure gradients across the supravalvular stenotic region should be higher than 20 mmHg.

There was a tendency to underestimate end-diastolic volume and overestimate left ventricular ejection fraction in echocardiographic measurement, as compared those determined by angiography.

Key words

Supravalvular aortic stenosis (SVAS)

Elfin face

Percentage change of the aortic diameter

はじめに

1961年に Williams ら¹⁾が、大動脈弁上狭窄症(以下 SVAS)に知能発達遅延 および 特有な顔貌

(elfin face) を伴う新しい症候群を報告して以来、いわゆる大動脈弁上狭窄症候群として、多彩な病態を呈する報告が多数認められるようになった²⁻⁷⁾。また、本症と乳幼児期の高カルシウム血

国立京都病院 小児科
京都市伏見区深草向畑町(〒617)
*京都大学医学部 小児科
京都市左京区聖護院川原町(〒606)

Department of Pediatrics, Kyoto National Hospital
Fukakusa Mukōhata-cho, Fushimi, Kyoto, 617
*Department of Pediatrics, University of Kyoto,
School of Medicine, Kawaramachi, Sakyo-ku, Kyoto,
606

Presented at the 14th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, April 3, 1977
Received for publication May 4, 1977

症との類似性を指摘した報告や⁸⁾, 異常顔貌や知能発達遅延を伴わない家族性の SVAS の報告例も多い⁹⁾. しかしながら, SVAS の確定診断ならびに大動脈弁狭窄, 大動脈弁下部狭窄との鑑別診断は臨床上困難なことが多く, 従来, その診断には, 左室-大動脈の引き抜き圧曲線, および心血管造影 (以下 ACG) が有力な手段とされてきた.

最近, 心エコー図 (以下 UCG) が, 各種先天性および後天性心疾患の非観血的診断法として使用されるようになり^{10,11)}, 左室流出路における病変の診断にも有効であるといわれているが¹²⁻¹⁴⁾, SVAS の UCG 所見について述べた報告は少ない^{15,16)}.

我々は典型的な elfin face を呈した SVAS 14 例 (以下 SVAS 群) を対象に UCG および ACG を行い, その心血管系合併症ならびに左室容積諸指標などについて比較検討した.

対象と方法

典型的な elfin face を示す SVAS の 14 例を対象に UCG および ACG を行った. 患者は 1 歳 10 ヶ月から 8 歳 9 ヶ月の, 女子 6 例, 男子 8 例の計 14 例で, 別に心疾患のない 1 歳 6 ヶ月から 13 歳 3 ヶ月の小児 14 例を対象に UCG を行い, SVAS の大動脈の UCG 所見と比較検討し

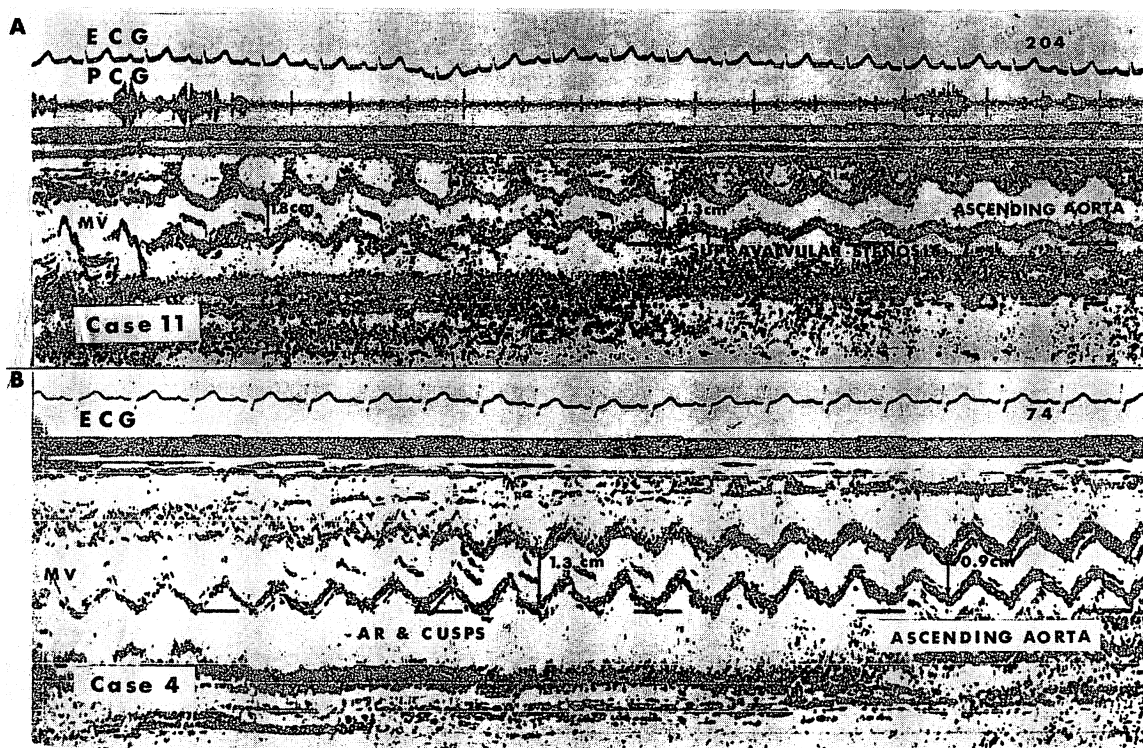


Fig. 1. Continuous strip chart recordings of echocardiogram as the transducer sweeps linearly to cephalad along the long axis of the aorta demonstrating narrowing of the organ.

A: narrowing of the aorta from 1.8 cm to 1.3 cm at the supravalvular stenotic area and also post-stenotic dilatation, B: narrowing of the aorta from 1.3 cm to 0.9 cm at the stenotic area, ECG: electrocardiogram, PCG: phonocardiogram, MV: mitral valve, AR: aortic root.

た。

UCG はアロカ製 SSD-90 型を使用し、2.25 MHz、直径 10 mm のトランスデューサーを使用して、13 例の SVAS と 14 例の正常者を対象に行った。患者を仰臥位にして、第 3 ないし第 4 肋間胸骨左縁にトランスデューサーをおき、僧帽弁前尖エコーおよび左室エコーを、記録速度 50 mm/sec で strip chart に連続記録した。つぎにトランスデューサーを第 3 肋間胸骨左縁より内側上方に向け、大動脈壁エコーの中央に大動脈弁尖エコーが認められる位置より、トランスデューサーを胸廊に沿って大動脈の長軸方向に、上方へ直線的に M-mode scan を行った(以下 linear scan)。大動脈の直径は Fig. 1 に示すように、大動脈弁エコーが記録される大動脈起始部と上行大動脈における最小大動脈径の位置で、それぞれ大動脈壁が最も後方に位置した時点で、大動脈前壁の外側より大動脈後壁の内側までの距離を測定した。こうして得られた大動脈直径より次の式で大動脈径の % 変化率を求めた。

$$\% \text{変化率} = \frac{\text{上行大動脈の最小直径} - \text{大動脈起始部直径}}{\text{大動脈起始部直径}} \times 100 (\%)$$

左室エコーより、拡張末期短軸径 (Dd)、収縮末期短軸径 (Ds)、左室後壁エコーより駆出時間 (ET) を計測し、拡張末期容積 (EDV)、収縮末期容積 (ESV)、分時拍出量 (CO)、平均左室内周収縮速度 (mean Vcf)、駆出率 (EF) をそれぞれ算出した^{17,18)}。

心臓カテーテル検査を SVAS 群 14 例中 12 例に行った。左室圧は、ミラー製カテ先マンメーターを用いて測定し、E for M DR-12 型レコーダーに記録した。ACG を行った 12 例中 11 例について、秒 6 コマで撮影した二方向カットフィルムを用いて、Dodge らの式¹⁹⁾ より左室容量を算出し、mean Vcf は Karlinar らの式²⁰⁾ により求めた。ACG による大動脈径は、UCG のそれと比較するために、左室造影側面像の拡張末期の大動脈造影所見より、Valsalva 洞の最大直径と上行大動脈の最小直径を測定し、前記の式より % 変化率を算出した。左室-上行大動脈間圧差は、逆行性に左室に挿入したカテ先マンメーターの引き抜き圧曲線より、10 例について計測した。

結 果

全例、典型的な elfin face を呈していたが、乳

Table 1. Physical findings in the patients studied

Case	Age (yrs.)	Sex	Birth weight (gm)	Short stature	Caries	Inguinal herniation	Mental retardation	Unusual personality	Hoarse voice
1	3	M	3200	-	+	+	++	±	+
2	4	F	2350	-	+	-	+	+	+
3	6	M	2555	+	+	+	+	+	+
4	3	M	2660	+	+	+	+	+	+
5	4	M	2500	-	+	+	+	+	+
6	5	F	2240	+	+	+	+	+	±
7	3	M	3110	-	+	-	-	±	+
8	2	M	1260	+	-	+	±	-	+
9	6	F	3570	±	+	-	+	+	+
10	6	F	2250	±	+	-	+	+	+
11	8	M	2780	±	+	-	+	+	+
12	5	F	2820	-	+	-	+	+	+
13	6	F	2630	+	+	+	+	+	-
14	1	M	2700	-	-	-	±	-	±

幼児期に高カルシウム血症を疑わせるような症状を認めた症例はなかった。SVAS 群の身体的特徴を **Table 1** に示す。生下時体重 3,000 gm 以下の症例が 14 例中 11 例と多く、子宮内での発育遅延を疑わせる症例も認められた。また身体発育遅延を示す症例が 8 例あり、生後も身体の発育遅延が続いていると思われる。1 例を除き、全例に軽症ないし重症の知能発達遅延が認められ、12 例がいわゆる“cocktail party manner”と呼ばれる特有の性格を示していた。14 例中 12 例にう歯、7 例に鼠径ヘルニアを認め、13 例が嘔声を示していた。

UCG を行った 13 例の左室容積諸指標などと大動脈径の計測値をそれぞれ **Table 2**, **Table 3** に示した。正常者群の UCG による大動脈起始部の直径は 1.3 cm から 2.6 cm で平均 1.9 ± 0.4 cm であり、上行大動脈の直径 1.7 ± 0.3 cm

(1.3~2.3 cm) との間には有意の差は認められなかった。また正常者群の % 変化率は $+6\% \sim -15\%$ ($-7.2 \pm 7.7\%$) であった。SVAS 群における UCG の linear scan では著明な上行大動脈の狭窄が記録され、13 例中 4 例において、**Fig. 1-A** のような大動脈の狭窄後拡張が認められたが、残りの 9 例では **Fig. 1-B** のごとく狭窄後の拡張はみられなかった。SVAS 群の大動脈起始部の直径は 1.7 ± 0.3 cm で、上行大動脈の最小径は 1.1 ± 0.2 cm と低値を示し、両者の間に有意の差を認めた ($p < 0.001$) (**Table 2**)。% 変化率も SVAS 群では $-19 \sim -45\%$ ($-32.2 \pm 7.7\%$) と、正常者群の % 変化率に比較して有意の低値を示していた (**Table 2 and Fig. 2**)。

つぎに、UCG により算出された EDV, CO を体表面積で補正して、end-diastolic volume index (EDVI) および cardiac index (CI) を算

Table 2. Comparison of echocardiographic, radiologic and hemodynamic data in patients with supravalvular aortic stenosis

Case	Age (yrs.)	Aortic echo diameter (cm)			Radiologic diameter (cm)			PPG (mmHg)
		AV	SAS	% echo change	Sinus	SAS	% angio change	
1	3	ND	ND	ND	1.9	0.9	-53	22
2	4	1.6	1.3	-19	1.7	0.8	-53	4
3	6	2.1	1.3	-38	1.9	1.0	-47	20
4	3	1.3	0.9	-31	1.1	0.6	-45	ND
5	4	1.9	1.5	-21	1.7	0.7	-59	66
6	5	1.4	1.0	-29	1.8	0.9	-47	6
7	3	1.7	1.2	-29	1.4	0.8	-47	ND
8	2	1.4	0.9	-36	1.5	0.6	-60	38
9	6	1.7	1.2	-29	2.0	1.2	-44	4
10	6	1.5	1.0	-33	ND	ND	ND	ND
11	8	1.8	1.3	-28	3.1	1.5	-50	9
12	5	2.0	1.1	-45	2.0	0.9	-55	21
13	6	1.9	1.1	-42	ND	ND	ND	ND
14	1	1.3	0.8	-39	1.4	0.4	-72	108
Mean	5	1.7	1.1	-32.2	1.8	0.9	-52.7	—
SD	2	0.3	0.2	7.7	0.5	0.3	8.0	—

Abbreviations; AV: diameter at the aortic valve, SAS: minimum diameter in the supravalvular region, Sinus: diameter at the level of aortic sinus, ND: no data, PPG: peak systolic pressure gradient between the left ventricle and ascending aorta, SD: standard deviation.

Table 3. Echocardiographic and angiographic data

Case	Age (yrs.)	BSA (M ²)	UCG				ACG			
			LVEDV (cm ³ /M ²)	CI (L/M ²)	mean Vcf (circ/sec)	LVEF (%)	LVEDV (cm ³ /M ²)	CI (L/M ²)	mean Vcf (circ/sec)	LVEF (%)
1	3	0.57	—	—	—	—	123.7	9.84	1.99	78.0
2	4	0.58	46.6	3.64	1.23	70.4	61.9	4.65	0.86	65.3
3	6	0.68	63.1	4.75	1.51	78.3	65.0	5.27	1.34	76.5
4	3	0.46	64.8	4.65	1.27	73.2	56.1	4.21	1.42	70.2
5	4	0.65	55.2	4.42	1.46	77.8	55.4	3.99	1.42	70.0
6	5	0.62	41.0	3.70	1.48	75.2	56.9	3.86	0.82	64.0
7	3	0.54	45.2	3.25	1.59	79.9	—	—	—	—
8	2	0.45	30.7	2.63	1.56	75.4	50.4	3.75	1.25	70.0
9	6	0.71	42.0	2.82	1.30	73.2	58.8	4.59	1.43	71.0
10	6	0.66	37.3	3.56	1.65	76.4	—	—	—	—
11	8	0.84	46.8	3.75	1.59	76.3	67.2	5.95	1.54	74.4
12	5	0.70	56.1	5.15	1.71	81.2	65.1	4.18	1.12	74.6
13	6	0.66	33.3	2.77	1.34	75.5	—	—	—	—
14	1	0.45	28.8	2.13	2.16	83.1	48.2	3.63	1.52	67.2
Mean	5	0.62	45.7	3.63	1.53	76.6	64.4	4.90	1.34	71.0
SD	2	0.12	10.8	0.91	0.24	3.5	20.6	1.80	0.33	4.5

Abbreviations; BSA: body surface area, LVEDV: left ventricular end-diastolic volume, CI: cardiac index, mean Vcf: mean velocity of circumferential fiber shortening, LVEF: left ventricular ejection fraction, SD: standard deviation, UCG: ultrasound cardiography, ACG: angiocardiology.

Table 4. Cardiovascular lesions determined by angiocardiology

Case	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
SVAS	+	+	+	+	+	+	+	+	+	*	+	+	*	+
PPS	+	+	-	+	+	-	+	-	-	*	-	+	*	-
MR	+	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	*	+
PDA	+	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	*	-
MV prolapse	-	-	-	-	-	-	-	-	+	*	-	-	*	-

Abbreviations; SVAS: supra-aortic stenosis, PPS: peripheral pulmonary stenosis, MR: mitral regurgitation, PDA: patent ductus arteriosus, MV: mitral valve, *: cardiac catheterization was not performed.

出し、EF ならびに mean Vcf とともにそれぞれ正常者群の値と比較した。SVAS 群の CI, EF, および mean Vcf 値はほぼ正常範囲内にあり、両者の間に有意の差は認められなかった (Fig. 3, 4)。しかし、SVAS 群の EDVI は正常範囲の下限より低値を示すものが多かった (Fig. 3)。

ACG により診断された心血管系合併症を

Table 4 に示す。ACG を行った 12 例中 11 例に砂時計型の SVAS を、残りの 1 例に低形成型の SVAS を認めた。肺動脈枝狭窄の合併は 12 例中 6 例に認められ、さらに症例 1 では僧帽弁閉鎖不全と動脈管開存の合併が認められた。症例 9 では SVAS に僧帽弁逸脱の合併が、また症例 14 でも僧帽弁閉鎖不全の合併が認められた。左室から

大動脈への引き抜き圧曲線による左室-上行大動脈間圧差は 4 mmHg から 108 mmHg であった (Table 2). 12 例中 11 例に二方向カットフィルムによる左室容積指標, および EF, mean Vcf の算出を行った (Table 3, Fig. 3, 4). SVAS に肺動脈枝狭窄, 僧帽弁閉鎖不全および動脈管開存を合併した 1 例を除いて, 全例正常の EDVI, CI 値を示し, EF および mean Vcf も正常範囲内であった. ACG 側面像の大動脈造影所見より得られた Valsalva 洞の最大直径は 1.8 ± 0.5 cm で, 上行大動脈の最小直径は 0.9 ± 0.3 cm であった. % 変化率は $-45\% \sim -72\%$, 平均 -52.7% で, UCG による % 変化率より有意に低値を示していた (Table 2 and Fig. 2).

考 案

UCG による心疾患の非観血的診断法は, 1967 年ごろより急速に進歩し, 最近では各種先天性および後天性心疾患の解剖学的診断ならびに左心容積を含む心機能の分析にも利用されるようになり^{10,11,17,18}, 左室流出路の異常を検出するのにも有効であるといわれている¹²⁻¹⁴. しかしながら, SVAS の UCG 所見についての報告は少なく, Usher らの 1 例¹⁵と, Bolen らの 6 例¹⁶についての報告がみられるにすぎない. Usher らは UCG の M-mode scan により, 弁上狭窄部とともに狭窄遠位部の大動脈の拡張を記録したと報告している¹⁵. 我々は SVAS 群 14 例中 13 例に UCG を行い, 4 例に Fig. 1-A に示すような弁上部狭窄遠位部の大動脈の拡張を認めたが, 残りの 9 例では, Bolen ら¹⁶が示したように上行大動脈の狭窄しか記録できなかった (Fig. 1-B). UCG による大動脈起始部の直径は 1.7 ± 0.3 cm で, 上行大動脈の最小直径 1.1 ± 0.2 cm に比較して有意の差が認められた (Table 2). また大動脈の直径の % 変化率は $-19\% \sim -45\%$ で, 正常小児における大動脈の UCG による % 変化率 ($+6\% \sim -15\%$) と比較して有意の差が認められた ($p < 0.001$) (Fig. 2). 従来, SVAS の診断には左室-

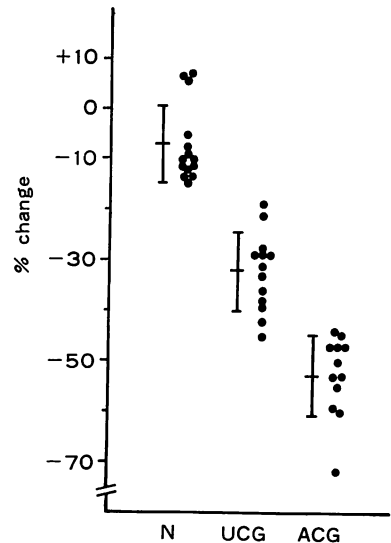


Fig. 2. Echocardiographic and angiographic percentage change of the aortic diameter of patients and normal subjects.

UCG: ultrasound cardiography, ACG: angiocardiology, N: normal subjects.

大動脈引き抜き圧曲線および心血管造影が用いられてきたが, 弁上狭窄部位における圧差を示さない SVAS の症例もあり⁶, ACG による大動脈造影所見より, 各種の指標をもちいて診断を行うとする試みがある⁵⁻⁷. 今回, 我々が求めた大動脈径の % 変化率は, SVAS 群において全例 -19% 以下の値を示し, 臨床的に aortic stenosis の存在が疑われる症例において, % 変化率が -19% 以下の値の場合には SVAS の存在が示唆され, 上行大動脈に沿った UCG による linear scan は, SVAS の非観血的診断法として有効と考えられた. 一方, ACG による側面像を用いて大動脈の % 変化率を求めると, Fig. 2 に示すように UCG による % 変化率より有意に低下しており, 全例 -44% 以下の値を示していた (Table 2). ACG を行った 12 例中 11 例に砂時計型の SVAS を, 他の 1 例に低形成型の SVAS を認めた. UCG により大動脈の狭窄後拡張部を記録した 4 例は全例砂時計型の SVAS を示し, 大動脈

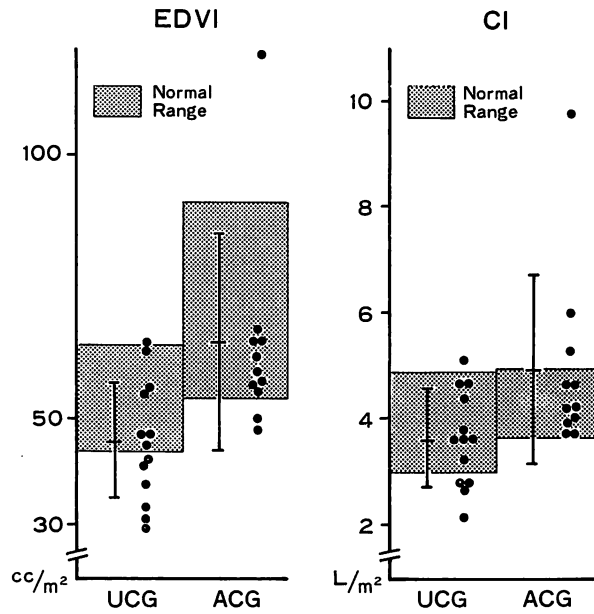


Fig. 3. Echocardiographic and angiographic comparisons of end-diastolic volume index and cardiac index.

UCG: ultrasound cardiography, ACG: angiography, EDVI: end-diastolic volume index, CI: cardiac index.

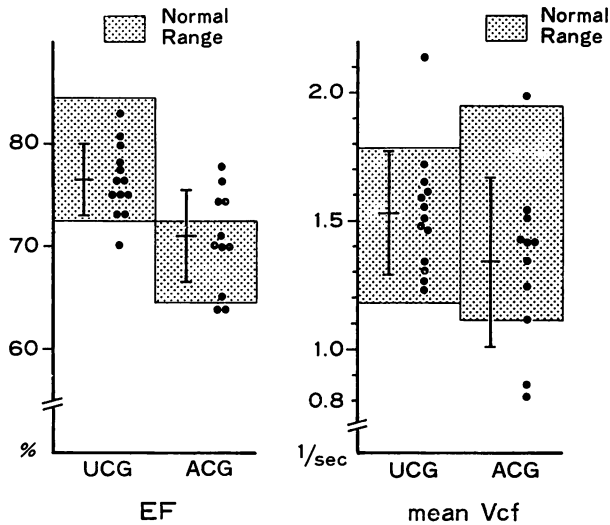


Fig. 4. Echocardiographic and angiographic comparisons of EF and mean Vcf.

UCG: ultrasound cardiography, ACG: angiography, EF: ejection fraction, mean Vcf: mean velocity of circumferential fiber shortening.

狭窄のみが記録された9例のうち1例のみが低形成型のSVASであった。以上のことより, UCGにて狭窄の遠位部に大動脈の拡張が記録された場合, 砂時計型のSVASの存在が疑われるが, 大動脈弁上狭窄のみが記録された場合には, SVASの型の鑑別は困難であると思われた。従来, 大動脈弁狭窄症の重症度の判定には, 左室-大動脈間圧差や, 大動脈弁口面積が用いられてきた^{21,22)}。一方, UCGによる大動脈弁狭窄症の重症度の評価を行った報告も最近みられている²³⁾。我々は, 左室-大動脈引き抜き圧曲線により, SVAS群の10例についてその圧差を計測し, 4 mmHg~108 mmHgの左室-上行大動脈間圧差を認めた。UCGによる%変化率が-30%以上を示す群と, -30%以下の値を示す群に分けて, 左室-上行大動脈間圧差を比較してみると, %変化率が-30%以下の値を示す群では, 全例20 mmHg以上の

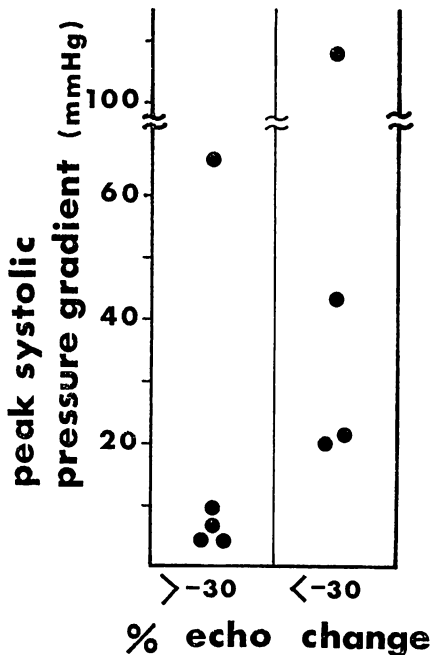


Fig. 5. Relationship of percentage change determined by echocardiography (% echo change) and the peak systolic pressure gradient across the supravalvular region.

圧差が認められた (Fig. 5). % 変化率が -30%より高い値を示す5例のうち4例は20 mmHg以下の圧差を示していた。残りの1例では, UCGによる%変化率が-30%と高いにもかかわらず, ACGによる%変化率が-59%と低く, 両者の値に大きな差が認められた。これは linear scanを行ったときのビーム方向が, 大動脈に垂直に当たっていないなかったためと考えられる。一般に UCGによる linear scanを行う場合, ビーム方向が常に大動脈に垂直になるように, また, 大動脈の中心部より左右方向にずれないように注意が必要である。UCGによる sector scanを行うと, 大動脈直径は過大評価される傾向にあり, 大動脈エコーの上方に肺動脈エコーが検出されるような左右方向へのずれがあると, 過小評価される可能性がある。

つぎに, UCG および ACG による EDVI, CI, EF および mean Vcf を正常者のそれと比較してみると, CI, EF, mean Vcf は正常範囲にあった (Table 2, Fig. 3, 4)。症例1ではSVASに肺動脈枝狭窄, 僧帽弁閉鎖不全, 動脈管開存を合併していたため, ACGによるEDVIとCIは高値を示していた (Fig. 3)。UCGによるEDVIは低値を示す傾向にあったが, これは本症のような左室圧負荷群では左室が縦長であるにもかかわらず Pombo らの式¹⁷⁾を用いて, 左室容積を算出したためと考えられる。

まとめ

最近経験した大動脈弁上狭窄14例を対象に, UCG および ACG を行い比較検討した。UCGによる大動脈直径の%変化率は正常者のそれに比較して有意に低下しており, UCGはSVASの非観血的診断法として有用と思われた。また, UCGのlinear scanにより, 大動脈弁上狭窄部より遠位部の大動脈の拡張が記録された場合, 砂時計型のSVASの可能性が示唆される。UCGによる%変化率が-30%以下の場合, 左室-上行大動脈間圧差は20 mmHg以下の値を示すと思

われる。

要 約

14例の大動脈弁上狭窄症 (SVAS) を対象に UCG および ACG を行い、大動脈起始部と弁上狭窄部の直径ならびにその両者の%変化率、および左室容積指標などについて比較検討した。SVAS 群の UCG による大動脈直径の%変化率は $-19\% \sim -45\%$ ($-32.2 \pm 7.7\%$) で、正常者における UCG による%変化率 $+6\% \sim -15\%$ ($-7.2 \pm 7.7\%$) に比較して有意に低下しており、UCG は SVAS の非観血的診断法として有効と思われた。また UCG の linear scan により大動脈弁上狭窄後の大動脈の拡張が記録された4例では、ACG にて砂時計型の SVAS であることが確認された。しかし、上行大動脈の狭窄のみが記録された9例のうち、1例だけが低形成型の SVAS であった。

UCG による%変化率が -30% 以下の場合、左室-上行大動脈間圧差は 20 mmHg 以上の値を示すと思われた。

UCG と ACG で求めた左室容積指標などの比較では、UCG による EDVI は過小評価される傾向にあり、左室駆出率は過大評価される傾向にあった。

ご校閲をいただきました奥田六郎教授に深謝いたします。

文 献

- 1) Williams JCP, Barrat-Boyes BG, Lowe JB: Supravalvular aortic stenosis. *Circulation* **24**: 1311, 1961
- 2) Beuren AJ, Apitz J, Harmjan D: Supravalvular aortic stenosis in association with mental retardation and a certain facial appearance. *Circulation* **26**: 1235, 1962
- 3) Kurlander GJ, Petry EL, Taybi H, Lurie PR, Campbell JA: Supravalvular aortic stenosis: Roentgen analysis of twenty-seven cases. *Amer J Roentgen* **98**: 782, 1966
- 4) Meyers AR, Willis PW: Clinical spectrum of supravalvular aortic stenosis. *Arch Intern Med* **118**: 553, 1966
- 5) 半谷静雄, 今村栄三郎, 龍野勝彦, 森川哲夫, 高尾篤良, 今野草二: 大動脈弁上狭窄症の心血管造影. *心臓* **6**: 1803, 1974
- 6) 半谷静雄, 今野草二, 高尾篤良: 大動脈異形成症(症候群). *心臓* **6**: 1150, 1974
- 7) Pansegrau DG, Kioshos JM, Durnin RE, Kroetz FW: Supravalvular aortic stenosis in adults. *Amer J Cardiol* **31**: 635, 1973
- 8) Black JA, Bonham Carter RE: Association between aortic stenosis and facies of severe infantile hypercalcemia. *Lancet* **2**: 745, 1963
- 9) Logan WFWE, Jones E, Walker E, Coulshed N, Epstein EJ: Familial supravalvular aortic stenosis. *Brit Heart J* **27**: 547, 1965
- 10) Chesler E, Joffe HS, Beck W, Schrire V: Echocardiography in the diagnosis of congenital heart disease. *Pediatr Clin N Amer* **18**: 1163, 1971
- 11) Feigenbaum H: Echocardiography. Lea & Febiger, Philadelphia, 1972
- 12) Popp RL, Harison DC: Ultrasound in the diagnosis and evaluation of therapy of idiopathic hypertrophic subaortic stenosis. *Circulation* **40**: 905, 1969
- 13) Popp RL, Silverman JF, French JW, Stinson EB, Harriossn DC: Echocardiographic findings in discrete subaortic stenosis. *Circulation* **49**: 226, 1974
- 14) Gramiak R, Shah PM: Echocardiography of the normal and diseased aortic valve. *Radiology* **96**: 1, 1970
- 15) Usher BW, Gouldon D, Murgo JP: Echocardiographic detection of supravalvular aortic stenosis. *Circulation* **49**: 1257, 1974
- 16) Bolen JL, Popp RL, French JW: Echocardiographic features of supravalvular aortic stenosis. *Circulation* **52**: 817, 1975
- 17) Pombo JF, Troy BL, Russell RO: Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography. *Circulation* **43**: 480, 1971
- 18) Fortuin NJ, Hood WP Jr, Craige E: Evaluation of left ventricular function by echocardiography. *Circulation* **46**: 26, 1972
- 19) Dodge HT, Sandler H, Ballew DW, Lord JD Jr: The use of biplane angiocardiology for the measurement of left ventricular volume in man. *Amer Heart J* **60**: 762, 1960
- 20) Karliner JS, Gault JH, Eckberg D, Mullins CB, Ross J Jr: Mean velocity of fiber shortening: A simplified measure of left ventricular contractility. *Circulation* **44**: 323, 1971

森, 中野, 神谷, ほか

- 21) Friedman WF, Pappelbaum SJ: Indications for hemodynamic evaluation and surgery in congenital aortic stenosis. *Ped Clin North Amer* **18**: 1207, 1971
- 22) Eddleman EE Jr, Frommeyer WB Jr, Lyle DP, Bancroft WH Jr, Turner ME: Critical analysis of clinical factors in estimating severity of aortic valve disease. *Amer J Cardiol* **31**: 687, 1973
- 23) Glanz S, Hellenbrand WE, Berman MA, Talner NS: Echocardiographic assessment of the severity of aortic stenosis in children and adolescents. *Amer J Cardiol* **38**: 620, 1976