原 著

虚血性心疾患例の超音波所見

——冠状動脈・左室造影・心電図・臨床症状との対比——

Echocardiographic Study on Coronary Heart Disease

Correlations of Cineangiography, Electrocardiography and Clinical Findings

工 藤 房 子*

FUSAKO KUDO, M.D.

虚血性心疾患81例の超音波所見を、心臓カテーテル・血管造影・心電図所見・臨床症状と対比検討を加え、以下の結論を得た。1) エコー上、左室壁に asynergy を認める場合は、当該部位支配血管に75%以上の狭窄病変を疑える。一方、CAG で75%以上の重症狭窄病変を有する例で、asynergy を示す割合は、LAD 病変の場合、IVS 35%, LVAW 92%で、RCAあるいはLCX 病変の場合、LVPW 33%であった。2) EKG 上の硬塞部位とエコー上の asynergy の部位との相関は、LVPW, LVAW 80%, IVS 43%で、前二者は良い相関を示した。3) 硬塞部心室壁は、asynergy を認めるほかに、典型例では収縮期壁厚増加なく、stick 状で非薄傾向を示した。非硬塞部心室壁エコーの動きは、左室自由壁と心室中隔とで異なり、後壁硬塞の場合、非硬塞部たる心室中隔に代償性亢進がみられたが、前壁中隔硬塞の場合、後壁に代償性亢進はみられなかった。4) 左心機能評価上、僧帽弁の b-b' step formation, mV_{CF} は有用な指標となり得る。5) 左心不全例、殊に前壁中隔硬塞の場合、4) の指標と共に、LVDd, EF, asynergy を有する壁割合において、左心不全の無い例に比し有意差がみられ、これらの値は、臨床経過を良く示し得た。6) 合併症検索に対してでも有用であった。

以上より、虚血性心疾患例に対する超音波検査は、非観血的に硬塞部を推定し、心機能を評価し得、経過観察面でも重要な情報を提供し、有用な検査法であることが確認された。

超音波が医学と結びつき、臨床的応用がなされ出したのは1940年代からで、透過法を利用した Dussik¹⁾ の脳内疾患の診断に始まり、1950年には Wild²⁾ により、1952年には本邦においても菊池・田中・和賀井等³⁾ により反射法を利用した診断法がとり入れられ、生体の種々な部位に実施検討が加えられた。循環器領域への応用は、1955年、Edler⁴⁾ により胸壁から僧帽弁運動が、Time position indication 法 (Ultrasound Cardiogram と命名された) によりとらえられた時点に始ま

る。心臓に対する超音波検査は、超音波の性質に由来する問題点、即ち肺や肋骨等の骨組織等、超音波ビームの減衰をきたす組織に取り巻かれており、ビーム入射部位が限られるという点に加えて、常に三次元的に動く心臓が対象物であるという取り合わせからくる approach の困難さがある。これらの問題点にもめげず、高速走査法等にみる機器、approach のめざましい発展と共に、安全で、手軽に繰返し非観血的に体外より心臓の構造物の動きそのものを real time にて観察できる唯一の方法として、現在、ますます循環器領域疾患の診断方法として、欠かせないものとなってきている。

* 順天堂大学医学部助手 (内科学教室・循環器)
Department of Internal Medicine, Juntendo
University, School of Medicine
(Dec., 14, 1977 受付)

CAG		+	—	total	
Clinical Diagnosis					
Angina Pectoris	M	14	0	14	18
	F	4	0	4	
acute MI	M	9 (7)	9 (4)	18	19 (11)
	F	0	1	1	
old MI	M	37 (7)	18	55	55 (11)
	F	0	18 (4)	0	
total		64 (14)	28 (8)	92 (22)	

表 1 Classification of cases

() 内 急性期・陳旧性期実施数

目的及び方法

1. 目 的

本論文は、現在、日常診療に利用されている超音波検査法を、虚血性心疾患例に実施し、ベッドサイド情報として部位診断、機能診断、及び予後に対し、どの程度有用であるのかを、主に観血的検査法である心臓カテーテル、心血管造影及び心電図、臨床症状と比較検討を加えたものである。現在、冠状動脈の描写は、超音波検査によって、極くまれに起始部近傍の動きをとらえ得る⁹⁾に過ぎず、冠状動脈全体の描写は不可能である。従って、冠状動脈の種々変化より生ずる心筋変化からくる間接所見である壁の変化等をとらえることになる。虚血性心疾患における超音波によりとらえられる情報の信頼性、有用性につき検討を加えた。

2. 対象および方法

対象：既往に狭心痛を有する例、あるいは心電図に虚血性変化を指摘された例で、冠状動脈造影により少なくとも1枝もしくはそれ以上に有意な狭窄病変を有する57例を対象とした。更に冠状動脈造影は実施されなかったが、臨床症状、心電図変化、酵素所見等より心筋硬塞の診断を受けた24例も加えた。年齢は前者は22歳から67歳、後者は31歳から73歳である。内訳の詳細は表1に示し

た。なお、心筋硬塞に関しては発作後第4週までを急性期、以後を陳旧性期とした。

方 法

装置：超音波：東芝製 SSL-51H 高速心臓超音波断層装置を用いた。振動子は周波数 2MHz、直径10mmで、断層用振動子は周波数 3MHz、直径10mm、曲率半径 75mmのものも使用した。なお、高速走査は機械的セクター方式で、繰返し周波数 3.6 KHz、30 フレーム/秒の画像が得られる。極近接方式である。高速度断層はブラウン管での動きの観察を十分にし、心長軸方向、水平断層像の収縮極期・拡張末期像を心拍同期させ、相当するビーム方向の UCG 像と共に記録した。一部例では8ミリシネフィルムによる記録も実施した。手動ではあるが、断層キモグラムによる動きの検討も加えた。

心血管造影・カテーテル検査：心血管造影には、Philips 社製 Cardiodiagnost を使用し、50コマ/秒を35mmの cine camera にて撮影した。圧測定のカテーテルは NIH のものを使用した。

体位：エコー記録は仰臥位を基準とし、UCG の場合、検出にくい例では左側臥位にて記録した。左室造影は第1斜位30°、第2斜位60°にて実施した。

記録方法 (UCG と断層図)：第3ないし第4肋間胸骨左縁より僧帽弁前尖の動きをとらえた

図 1

後、図1に示すように心長軸方向に沿いビームを動かし、Mモードスキャンを実施しつつ各部位について記録した。左室前壁検出の場合は、通例記録される左室短軸を記録した後、探触子を左側にずらし、心室中隔エコーが消失し、前胸壁寄りにあらわれる壁をとらえた。その他、症例、検出部位の相違により適当な部位からビームを入射した。

心室壁の動きに関しては、心室中隔 (IVS) は振幅 (SE) が 2 mm 以下を hypokinesis, 動きのない例は akinesis, 収縮期に前胸壁寄りに向かうものを dyskinesia あるいは paradoxical とした。なお 8 mm 以上は亢進とした。左室前壁 (LVAW) は動きのない例を akinesis, 収縮期に前胸壁に向かうものを dyskinesia とした。左室後壁 (LVPW) は収縮期振幅 (PWE) が 9 mm 以下を hypokinesis とし、動きのない例は akinesis, 収縮期に背方へ

K. H. 23Y-O M.

図 2 IVS : 心室中隔 Dd : 拡張終期径
LV : 左心室 Ds : 収縮終期径
LVPW : 左室後壁 SE : 中隔振幅
PWE : 後壁振幅

向かうものを dyskinesia とした。

計測に関しては、UCG 全て像を用いたが、この場合、エコーの立ち上がりから立ち上がりまでを計測した。しかし、心腔測定の場合は、IVS の左室側心内膜面の内側より LVPW 心内膜面の立ち上りとした。計測方法は図2に示したが、計測は心内膜面良好検出例のみとした。

左室容積の計算は、断層法により、ビーム位置の同定をし、腱索の部分での UCG 像より求めた。この場合、計算式は、心臓を回転楕円体と考え、左室長軸 (L) は短軸 (D) の 2 倍であるという仮定に基づいた下記式から求めた。

$$V = \frac{\pi}{6} D^2 L = \frac{\pi}{3} D^3 \approx D^3$$

駆出分画 (EF) は $\frac{Dd^3 - Ds^3}{Dd^3}$ として求めた

(Dd, Ds はそれぞれ Dd は拡張末期, Ds は収縮末期の左室短軸径を示す)。

左室内周短縮速度 (mean velocity of circumferential fiber shortening : mV_{CF}) は

$$mV_{CF} = \frac{Dd - Ds}{Dd \cdot dt} \quad (dt: \text{duration of shortening})$$

により求めた。

$$\left(\frac{\pi Dd - \pi Ds}{dt} \rightarrow \text{左室腔の大きさが変わらないよう } \pi Dd \text{ で割り, 上記式とする} \right)$$

図3 left ventriculogram (LVG)

断層像は、心臓全体としての動き、形態変化、とりわけ心室瘤、心腔内血栓、心外膜液貯留の有無をみるうえなどで参考とした。

左室造影所見：図3に示すように各 segment に分け、 asynergy の有無を検討したものを使用した。左室容積は第1斜位30°の像より Kennedy の式を用いて計算した。mV_{CF}を求める場合、造影実施前の大動脈波から駆出時間を測定して実施した。

成 績

1) 血行動態上の変化について

僧帽弁の b-b' step formation (拡張末期にみられる動きで図19等を参照)と左室拡張終期圧 (LVEDP) との対比を図4に示す。症例によりばらつきがみられるが、b-b' step formation を認めるものの平均値は 15.2mmHg と高く、認めない例の平均は 11.0mmHg と正常範囲内である。心カテーテル中、Handgrip による負荷テストを施行し、施行後の LVEDP も参考としたところ、b-b' step formation を認める例に負荷テスト後の EDP 上昇は著しく、図4にみるごとくである。b-b' step formation を認める例では平均 31mmHg まで上昇したが、認めない例では、平均は 18.3mmHg の上昇にとどまった。なお、左室瘤を有する例で、step formation を認めるものは10例中5例(50%)で、左室瘤のない例の46例中6例(13%)の検出率に比し、有意差はあるようである。左心不全例での検討は後述する。

図4 Relationship between step formation and LVEDP

2) 左室容積, EF, mV_{CF} について

虚血性心疾患例で、one dimensional study から心容積を求めることには問題がある。しかし、現在、無侵襲性の検査法である超音波計測は、ベッドサイド情報として大きい小さいかの判定が求められている。そうした点で役に立ち得るか否かという面から、左室造影 (LVG) との相関をみた。心室瘤の有無で区別をしてみた。

LVEDV (図5-a, 5-b)：心室瘤を有する例の相関係数は0.79, 有しない例では0.47である。

LVESV (図6-a, 6-b)：心室瘤を有する例の相関係数は0.71, 有しない例では0.59である。

EF (図7-a, b)：心室瘤例の相関係数は0.40, 有しない例では0.42である。

図 5-a

図 6-a

図 5-b

図 6-b

mV_{CF} (図8): 全例に求めたわけではないが、相関係数は0.79であった。

3) 冠状動脈の病変部位による壁変化、臨床症状との対比

(1) 左冠状動脈病変例

A) 心室中隔の動きについて

a) 冠状動脈造影 (CAG), 左室造影

(LVG) との対比

CAG, LVG を実施した 57 例中、左冠状動脈前下行枝 (以下 LAD) に 75 % 以上の有意狭窄病変を認めたものは 40 例、それ以下の狭窄病変例は 8 例であった (UCG 上, IVS の記録不良例, 肥大型心筋症例は除いた)。これらを中隔エコーの

図 7-a

図 8

図 7-b

septal echo movement	LAD lesion	
	over 75% stenosis	under 75% stenosis
normal	26	8
abnormal	14	0

表 2-a

posterior echo movement	LCX or RCA lesion	
	over 75% stenosis	under 75% stenosis
normal	16	21
abnormal	8	0

表 2-b

動きで分類したものが表 2-a であるが、75%以上の有意狭窄病変例 40 例中、異常な中隔の動きは 14 例 (35%) に認めた。75%以下病変例では中隔の動きは全例正常であった。

次に LAD 75%以上狭窄例を、狭窄の部位により第 1 心室中隔枝 (以下 S-1)

を分岐する前後、更に S-1 への副血行路の発達で分類したものが表 3 である。UCG による心室中隔の動きは、S-1 分岐前有意狭窄例 29 例では asynergy は 11 例 (38%) にみられ、分岐後狭窄例 11 例では 3 例 (27%) に認めた。S-1 分岐前病変例を S-1 への副血行路の発達度で

LAD over 75% stenosis above or below S-1			UCG findings						LVG findings				
			H	A	D	N	E	total	H	A	D	N	total
I) above S-1	a) collateral to S-1	⊕	1	3	2	4	1	11	4	1	0	6	11
	b) collateral to S-1	⊖	2	2	1	9	2	16	3	0	0	13	16
	c) collateral to other br.		0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	2
II) below S-1			0	2	1	7	1	11	4	2	0	5	11
total			3	7	4	23	4	40	11	3	0	26	40

表 3

H : Hypokinetic
D : DyskineticA : Akinetic
N : Normal

E : Exaggerated

分類すると、発達良好例 11 例中、asynergy は 6 例 (55%) にみられ、不良例、もしくは存在しない例 16 例中の asynergy は 5 例 (31%) であった。

同様の分類を CAG と LVG で対比してみると (表 3), S-1 分岐前有意狭窄例 29 例中、LVG により心室中隔に asynergy を認めるものは 8 例 (28%), 分岐後病変例で 6 例 (55%) である。S-1 への副血行路の有無では、発達良好例中の asynergy は 5 例 (45%), 不良例もしくは存在しない例では 3 例 (19%) であった。

UCG と LVG による心室中隔の動きの相関性をみると、41 例中一致したものは 28 例 (68%) であった。不一致例は、LVG 上 asynergy を示すが、UCG では正常例が 6 例、LVG 上は正常の動きで UCG 上 asynergy を示すものが 6 例であった。図 9 に急性前壁中隔硬塞例の発作後 6 病日目のエコー所見と CAG を示すが、心室中隔は菲薄化し、軽度 paradoxical movement を示す。CAG では S-1 起始部に 75% 狭窄を示した。

b) EKG との対比

この項では、血管造影未施行例も含めて検討した。

EKG で前壁中隔硬塞を示す例は、血

図 9-a T. K. 50YR M.
acute MI (anteroseptal)

管造影施行例 26 例を含め 43 例である。この内後壁硬塞を合併した 6 例を除く 37 例中、asynergy は 16 例 (43%) に認めた。後壁硬塞合併の 6 例での心室中隔の動きは、亢進が 3 例 (50%), asynergy 2 例 (33%), 正常 1 例 (17%) であった。

B) 左室前壁 (LVAW) の動きについて

LVAW は、LAD 75% 以上狭窄例 40 例中、13 例に検出し得た。13 例中、UCG 上 asynergy を認めた例は 12 例であり、LVG と比較すると、11 例 (92%) に一致をみた。このうち、EKG で前壁中隔硬塞を示した例は 8 例であった。

血管造影未施行 24 例中、LVAW は 6 例に検出したが、全例前壁硬塞例であり 2 例

図 9-b LCA (RAO)

を除き asynergy を認めた (67%)。

C) 心筋硬塞部の壁変化について

硬塞化した中隔では、図2の正常例にみられる心時相に対応する細かい動きが消失し、図9に示すように収縮期壁厚増加なく stick 状となり、厚さが減少する特徴がみられるようである。発作時からの時間経過は6日から6カ月位までのものにみられた。なお後壁硬塞と合併した3例では、心室中隔の動き自体は亢進していたが、中隔の厚さは収縮期に増加がみられなかった(図10)。

D) 非硬塞部の壁変化について

図10に示すごとく、前壁中隔硬塞例では、ばらつきはあるが、中隔振幅 (SE) は平均 0.22cm と低下しているが、後壁振幅 (PWE) は1.25cm と正常範囲の動きにとど

図 10 Echocardiographic wall movement—
infarcted wall amplitude and non
infarcted wall amplitude

まっている。後壁硬塞合併例の場合、SEは症例によりまちまちであるが、前述したごとく、亢進例50%、正常例17%で、asynergy は残る33%に認めただけであったが、これに反し、PWE は全例、正常より低下していた。前壁に心室瘤を認めた場合も、後壁に動きの亢進はみられなかった。

E) 臨床症状との対比

経過中、心不全をきたしたものは表4に示すごとく12例あり、そのうち、前壁硬塞は6例で、後壁との合併は2例であった。前壁硬塞例で心不全をきたしたものは認めなかったものに比し、左心室拡張終期径は5.9cm、左房径 (LAD) は3.8cmと拡大しており、EFは0.54、 mV_{CF} は0.69と有意に低下を認めた。僧帽弁の b-b' step formation の出現率は前者67%、後者26%と心不全例に多くなっている。UCG で検出し得た範囲内での asynergy を有する壁の割合は前者、42%と後者37%であった。

硬塞の部位別に上記値を比較すると、表4に示すように前壁中隔、後壁合併例が、機能上、最悪で、その後に前壁中隔硬塞例と続き、後壁硬塞例は前2者と比べ良い結果となっている。

infarcted lesion by EKG	case No.	age (mean)	LVDd(cm) (mean)	EF (mean)	mV _{CF} (circ/sec) (mean)	LAD (cm) (mean)	b-b/step (%) case total	wall asynergy (%) detected wall
with left heart failure								
posterior wall	4	65~69 (67)	4.4~5.2 (4.7)	0.43~0.76 (0.58)	0.44~1.4 (0.79)	2.2~4.8 (3.5)	25	44
anteroseptal wall	6	41~56 (50)	4.4~7.2 (5.9)	0.30~0.64 (0.54)	0.40~0.93 (0.69)	3.5~4.0 (3.8)	67	42
post + anteroseptal wall	2	51~58 (55)	5.6~7.2 (6.4)	0.26~0.51 (0.39)	0.28~0.76 (0.50)	3.2~4.5 (3.9)	50	80
without left heart failure								
posterior wall	13	40~73 (55)	3.7~5.6 (4.7)	0.43~0.86 (0.64)	0.61~1.63 (0.97)	2.9~4.0 (3.3)	27	45
anteroseptal wall	32	31~70 (51)	3.8~7.2 (5.0)	0.36~0.88 (0.63)	0.49~1.57 (0.97)	2.2~4.8 (3.3)	26	37
post + anteroseptal wall	3	59~62 (61)	5.4~5.6 (5.5)	0.40~0.59 (0.51)	0.51~0.92 (0.71)	3.3~4.0 (3.7)	100	75

表4 Echocardiographic measurements and indices in myocardial infarction with and without left heart failure

図 11

図11に、入院時、左心不全著明であった症例の経過表を示すが、左心不全軽快と共に、左房径、左心室拡張終期径 LVDd 共縮少し、EF 改善傾向が認められている。

(2) 後壁支配血管病変例

左心室後壁の血管支配に関しては、以前より種々な論議がなされてきており、現在は病理学的立場と臨床的立場、とりわけ angiologist との間に左冠動脈優位、右冠動脈優位の

分類について名称上の相異がみられるようである⁸⁾。

いずれにしても左室後壁は血管分布の違いであらわされる。本論文では、Schlesinger の分類⁷⁾で、右優位型、バランス型、左優位型に分けた(但し、本論文上の症例に左優位型はみられなかった)。

A) 左心室後壁の動きについて

a) CAG, LVG との対比

LVPW の動きに影響を与えるものとして、両血管を分けて検討した。その前に、超音波上、LCX あるいは RCA に75%以上の狭窄病変の有無で LVPW の動きをみてみたものが表 2-b である。75%以上狭窄例は24例あり、内、異常後壁運動エコーを示したものは8例(33%)であったが、75%以下病変例21例では、全て動きは正常であった。

1) 左廻旋枝病変

LCXのみの有意狭窄病変例は表5に示すごとく5例である。UCG 上 asynergy は1例(20%)に認められた。この1例の動きは LVG の結果とも一致しており、EKG 上も硬

case	asynergy by UCG	asynergy by LVG	post MI by EKG	dominant artery	collateral
(I) LCX over 75% stenosis					
1. case 44	+	+	+	R	+
2. 24	-	-	-	R	-
3. 54	-	-	-	R	-
4. 56	-	-	-	R	-
5. 50	-	-	-	B	-
(II) RCA over 75% stenosis					
1. case 4	+	+	+	R	-
2. 22	+	+	+	R	-
3. 10	-	-	-	R	-
4. 40	-	-	+	B	+
5. 37	-	-	-	B	-
(III) both LCX and RCA over 75% stenosis					
1. case 28	+	+	+	R	-
2. 46	+	+	+	R	-
3. 51	+	+	+	R	+
4. 53	+	+	+	R	+
5. 25	-	-	+	R	-
6. 14	-	+	-	R	+
7. 31	-	+	-	R	+
8. 3	-	-	-	R	+
9. 26	-	-	-	R	+
10. 33	-	-	-	R	-
11. 42	-	-	-	R	-
12. 52	-	-	-	R	+
13. 45	+	+	+	B	-
14. 20	-	-	+	B	-

表 5 Echocardiographic, cineangiographic and electrocardiographic correlations of the LVPW movement

R : right coronary artery B : balanced

塞所見を呈した唯1例であった。CAG 上は右優位型で副血行路の発達が良い例である。他の4例の血管支配は1例を除き右優位型であり、EKG 上硬塞所見は認めず、UCG、LVG 上も asynergy はみられなかった。

2) 右冠状動脈病変

RCAのみの有意狭窄病変は5例である(表5)。UCG 上 asynergyは2例(40%)に認められ、LVGの結果とも一致を示した。CAGでは右優位型で副血行路発達は不良で

あった。この2例はEKG 上も硬塞所見を示している。他の3例中2例はバランス型の血管支配で、1例はEKG 上は硬塞所見を示していた。3例とも、UCG・LVG 上とも正常の動きを示した。

3) 左廻旋枝、右冠状動脈病変合併例

両血管に有意狭窄病変を認めた例は14例あった(表5)。この内、UCG 上 asynergyを示した例は5例(36%)で、LVGの結果とも一致し、EKG 上も硬塞所見を呈していた。

図 12

副血行路との関連でみると、発達良好例は7例あったが、asynergyを示す2例もこの中に含まれている。EKG上貫壁性硬塞所見で、asynergyを認めない例は2例であった。

EKGで非硬塞例では、UCG上asynergyを認めた例はないが、LVGでは2例に認められた。図12は、陳旧性心筋硬塞（発作後5カ月）の超音波所見であるが、後壁から横隔膜部に至るまで、hypokineticである。CAGではLCXの100%狭窄であり、LVGではエコーと同様所見を呈した。

b) EKGとの対比（図13）

血管造影未施行例も含め、EKGで後壁のみに貫壁性硬塞所見を示すものは、23例あったが、内1例は後壁エコー記録不十分なため除外した。残る22例中、UCG上asynergyを示したものは16例（73%）と高率であった。

B) 心筋硬塞後の壁の変化について

後壁の場合、左室前壁や心室中隔と異なり、貫壁性硬塞となった場合もparadoxical movementを示す例は少なく、akinetikかhypokineticであり、あるいは収縮期時相がずれている感じの所見が得られた。後壁硬塞におけるPWEは平均0.77cmと、正常に比し明らかな低下を示す。

C) 非硬塞部の壁の変化について

後壁に硬塞を生じた場合、前壁中隔硬塞の場合

図 13

合と異なり、非硬塞部である中隔の動きは図10に示すごとく、平均0.81cmと亢進を示した。なお、後壁基部寄りに心室瘤を認めた1例の心室中隔の動きは、前壁中隔硬塞があるにもかかわらず亢進した（図14）が、他の後壁心室瘤例では正常範囲の心室中隔の動きであった。

D) 臨床症状との対比

後壁硬塞例で、経過中、左心不全をきたしたものは表4に示すごとく4例であった。他部位硬塞例に比し、左室径平均4.7cm、左房径平均3.5cmと拡大はなくEF、mV_{CR}も正常下限程度に位置している。僧帽弁のb-b' step formationも25%に認めたのみで、他部位硬塞例に比し低率であった。しかし、asynergyを示す壁割合としては、他部位例と同程度であった。左心不全を生じなかった例との比較でも、他部位硬塞例に比し、有意差はないようである。年齢が高齢であるという点のみが異なるところとなった。

図 14 K. E. 58Y-O M. old MI (extensive anterior+posterior)

long axis section

M.O. 59Y-O M.

EF は低下してきている．初期心室中隔エコーは亢進した動きを示し，その後正常化している．

(3) 心筋硬塞後合併症の検出について

I) 心嚢液貯留について

今回検討例で，心嚢液貯留をきたした例は1例しかとらえていない(図14)．本症例にしても，貯留液そのものは極くわずかと考えているが，検出可能である．

II) 左心室壁に血栓

左室造影の結果，5例に認められたが，エコーでとらえ得たものは1例で，血管造影施行前に疑いをもつことができた(図16)左室心尖方向に乳頭筋，腱索の動きと異なる層状エコーをとらえている．

III) 乳頭筋機能不全症

今回検討例中，本症例は1例のみに認めたが，通例の僧帽弁逸脱，腱索断裂例等に認められる所見を得られず，単に左心系腔拡大と僧帽弁の拡張期後退速度の増加，b-b' step formation をとらえたのみであった．

(4) 大動脈一冠状動脈バイパス術(A-C bypass) および心室瘤切除後症例に対する所見

図17-bは，狭心症で三枝狭窄を有し，RCAとLADに2本のバイパスを施行された例の手術後14病日目のエコー図である．術前，エ

図 15

図15は，入院時，著明な左心不全で，肺水腫をきたした症例の経過を示す．左心不全が軽快するにつれ，左心系腔が縮少してきているが，

T.K. 41Y-O M. angina pectoris
pre operation

図 17-a

コー、左室造影の結果から心室中隔の動きは正常であった(図17-a)が、手術後は hypokinetic となった。(図17-b)。CAG を施行したが、バイパス機能は良好であった(図18)。

図19-a, bは、LAD に100%の狭窄所見を示し、前壁心尖部に心室瘤を認め、心室瘤切除を施行された例の手術前後の超音波所見である。手術後、左心室短軸径は5.6cmから4cmと著明縮少し、長軸方向径も短縮している。本例では術前より僧帽弁に b-b' step formation を認められたが、術後も認められている。手術前後の左心室拡張終期圧は、術前20mmHg, 術後13mmHg という結果である。

(5) 病理との対比

症例は62歳男性で、既往に高血圧症を認め、1976年11月8日に心筋硬塞発作を生じ、即日入院となった患者である。入院時、血圧は100/80mmHgと低下傾向にあったが、左心不全徴候は認めなかった。心電図にて、II, III, aVF, V₄₋₆にQSパターン、V₁₋₂にR波低下、V₃にsmall q波を認め、その後V₃₋₆にST上昇が持続し、前壁心室瘤を疑っていたが、第50日目に突然肺水腫をきたし

T.K. 42 Y-O M. angina pectoris
(three vessel dis.) post A-C
bypass procedure

図 17-b

死亡した。

超音波所見(図20-a)は、発作後第22病日目のもので、左室内径は5.6cmと拡大し、心室中隔は1.2cmで、収縮、拡張期共壁厚不変で、壁の動きは亢進している。左室前壁エコーは、収縮、拡張期共0.7cmと菲薄化し、paradoxical movementを呈し、左室後壁は収縮期厚1.2cm、拡張期厚1.0cmで、PWEは0.8cmである。僧帽弁には拡張末期 b-b' step formationを認め、mV_{OF}は0.75circ/secであった。

病理所見では、図20-bに示すごとく冠状動脈は三枝共強い狭窄を示し、前壁中隔、後側壁に線維症を認め、壁は心尖部寄り前壁、中隔後壁共菲薄化しており、後側壁にかけ強い急性壊死所見が認められた。前壁心尖部、下壁に心室瘤形成を認める。

図 18 T.K. 42Y-O M. post A-C bypass surgery (1/6/77)

考 案

現状では、超音波による冠状動脈の直接描写は、特殊例を除き不可能である⁵⁾。従って、虚血性心疾患に対する超音波検査は、冠状動脈の種々変化により生ずる間接所見である壁変化、血行動態をとらえることになる。

冠状動脈にある程度以上の狭窄が加わると、その灌流域にあたる心筋は、多少にかかわらず虚血状態となり、その極限が貫壁性硬塞である。虚血の影響のあらわれ方としては、細胞内電極により観察した Kardesh 等の報告⁹⁾では、13分で脱分極時間の短縮が生じ、25分では全く放電しない状態になるとされている。光頭的にも、4時間後には壁に虚血の変化が出始め、1日目には凝固壊死像がみられるとされ、完全な線維化は3週間からとされている⁹⁾。また虚血ないし貫壁性硬塞によ

り、該当する心室壁部分に異常運動を生ずるといふ事実は、実験的にも報告されている¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾²⁴⁾。

虚血性心疾患、とりわけ心筋硬塞でのこうした変化をもとに、心室壁の動きを観察することで、冠状動脈の変化を間接的に知り得、壁変化、運動異常からくる左心機能低下を知り、対処することは、臨床上有用と考えられる。この場合、頻回に実施可能なエコー法による経過観察への approach は、種々制約がありながら有用視されてきている¹⁵⁾¹⁶⁾。

本論文では、こうした局所的壁運動異常の発見、左心機能把握に心エコー法は鋭敏であるか否かを、CAG, LVG, EKG のデータと比較し、更に臨床経過と比較検討を加えたわけであるが、以下、各々について考察を加えてみる。

1) CAG, LVG との対比

図 19-a E. A. 41YR M. old MI (anteloseptal)

図 19-b post aneurysmectomy 1/8/77

(↓ : b-b' step formation)

図 20-a N. I. 61YR M. acute MI (anterosepto-inferior)

図 20-b

- 2) EKG との対比
 - 3) 心筋硬塞部の壁変化
 - 4) 非硬塞部の壁変化
 - 5) 左心機能の反映
 - 6) 臨床症状の反映
 - 7) A-C bypass 術および心室瘤切除の反映
 - 8) 病理との対比
- 1) CAG, LVG との対比

LAD 病変により、左室前壁側壁、心室中隔、心尖部に虚血の影響が出てくるわけである。これら部位中、現在の超音波機器、技術によっては、左室前壁は全例に検出できないうらみがある。心尖部については、心尖拍動周辺よりビーム挿入は可能であるが、今回は検討するに十分な検出をしていないので省いた。

LAD に病変がある場合、上記各部位に asynergy をきたす率が高いわけであり、シネ CAG の結果では、硬塞化した場合、84%の高率に壁運動異常が指摘されている¹⁷⁾。今回の検討では LAD の狭窄度の違い、狭窄部位の違い、副血行路の発達の違いによるエコー上の壁変化をみてみたわけである。

心室中隔エコーをみると、LAD に75%以上の狭窄病変を有する場合、asynergy を認めた例は35% (LVG の結果: 35%) であったが、75%以下病変例には、asynergy は1例も認められていない。S-1 分岐前後の病変で区別すると、分岐前病変による asynergy の率は 38% (LVG: 28%)、分岐後病変による asynergy の率は 27% (LVG: 55%) と、さほど有意な差はみられなかった。Kerber 等²⁴⁾によるエコーを用いた急性実験によれば、proximal LAD で狭窄を加えた場合のみならず、distal LAD に狭窄を加えても、非虚血部位である proximal septal motion は低下するとしている。臨床的には Teichholz 等による報告¹⁸⁾では、S-1 分岐前後の病変で心室中隔エコーの動きに差が出てき、S-1 分岐前病変に asynergy は出現するとされている。今回の結果では、S-1 分岐前後の病変別による心室中隔の動きに大差はみられなかった。

次に心室中隔の動きに変化を与えるものとして、S-1 分岐前後病変のみでなく、S-1 への副血行路発達の有無で検討を加えたが、この面での有意差はみられなかった。

UCG と LVG による壁の動きの一致率は、68%と比較的高い相関となった。残る 30%の差は、第2斜位60°で撮影した心室中隔部分をみる LVG と、UCG および断層でみている面との違いがあると思われる¹⁹⁾。しかし one dimension ながら何ミリメートルの動きという単位でみる UCG と、超音波断層および LVG のように two dimension による判断とでは、判定が異なる可能性もあると思われる。

いずれにしても、CAG で LAD に有意狭窄を示さない例では、全て UCG 上は、正常の心室中隔運動を示しており、asynergy を認めた場合は、特別の疾患（肥大型、うっ血型心筋疾患、右心室容量負荷疾患、左脚ブロック、心臓手術後例等）を除いては、LAD に有意狭窄病変がひそんでいるとみて良いようである。しかし、LAD に有意狭窄病変を認めても、生き残り心筋が多い等の理由で、動きとしては正常の場合もあるわけで、IVS の場合、asynergy がないからといって、LAD 病変がないとはいえず、エコーのみでは診断は困難である。

左室前壁エコーは必ずしも全例に検出を試みたわけではないが、左室拡大例で検出しやすいようである。検出し得た13例中、LVG との一致は11例 (92%) に認め、CAG ではいずれも LAD 75%以上狭窄例であった。しかし、EKG では8例に貫壁性硬塞を認めたのみであった。この結果からみると、左室前壁の検出は、臨床上、CAG、LVG、EKG の結果と比較しても有用な情報を得られることになる。Corya 等²⁰⁾は、LVG、CAG との相関性よりも、EKG に示される硬塞所見を良く反映するとしているが、さらにデータを積み重ねる必要があると思われる。

左室後壁エコーの動きに関しては、RCA あるいは LCX に75%以上の狭窄病変を認めるものの33%に asynergy を検出したが、75%以下病変例

で異常後壁エコーを示した症例はみられなかった。LVPW エコーに異常を認められた8例は、CAGにて後壁支配血管に75%以上の狭窄が認められたことと共に、LVG上も同じく asynergy の認められている点で、UCG と血管造影の一致率は後壁に関しては、高いことが判明した。かつ、この8例は全て EKG 上、貫壁性硬塞の所見を示していた。LVGは、以上の8例の他に、さらに2例に asynergy を認めたが、それらは EKG 上貫壁性硬塞所見は示さなかった。asynergy の出現頻度は、RCA 単独狭窄例の40%が一番多く、次に両血管合併例の36%、最後に LCX 単独狭窄例の20%の順であった。副血行路発達は、asynergy を示した8例中、良好例3例(38%)、不良例5例(62%)であり、やや不良例に多いものの、IVS の場合と同様、有意差として認められるか否かは、症例も少ないしむずかしいと思われる。しかし、後壁の動きに関しては、超音波検査は、心室中隔エコーと比べた場合、前壁エコーと同じく、有利な情報を提供することが CAG, LVG との対比より判明した。

2) EKG との対比

EKG の変化と CAG, LVG との相関性については、さまざまな論文があるが、Williams¹⁷⁾によれば、前壁硬塞の84%、下壁硬塞の74%、多発性硬塞の93%に、EKG相当部位に asynergy を認められている。中には Bodenheimer 等²¹⁾によれば、前壁硬塞の100%、下壁硬塞の91%に該当部位に asynergy を認めるとしている。このように、EKG の貫壁性硬塞と asynergy の相関は高いわけであるが、CAG と EKG の相関をみると、問題は複雑化してくる。即ち CAG で75%以上の有意狭窄病変を示しても、EKG 上、貫壁性硬塞は示さなくなる例もある。反対に EKG 上、貫壁性硬塞を示しても、CAG では異常のみられない場合もまれにあるといった具合である。

EKG で前壁中隔硬塞を示した例の心室中隔エコーを検討した結果は、他部位硬塞合併の6例を除く37例中、asynergyは43%とほぼ半数近くに認められた。左室前壁エコーは13例に検出し、内12

例(86%)に asynergy を認めたが、2例では EKG 上硬塞所見を示すにもかかわらず正常の動きとしてとらえられた。

EKG上、後壁硬塞を示した例の後壁エコーは、73%の例に asynergy を認めている。

以上、まとめてみると、心電図上の硬塞部位と、エコー上 asynergy を示す部分とは、LVAW, LVPW については80%前後の高い相関を認めているが、心室中隔に関しては、約半数例で asynergy を認めたに過ぎず、心室中隔エコーから心筋硬塞の有無を推定する場合、asynergyを認めた場合は良いが、asynergyのない場合でも判定に十分注意する必要があると思われる。

3) 心筋硬塞部の壁変化

心筋硬塞部は病理学的には3週間で線維化すると考えられている⁹⁾。硬塞部位に対しての定性的診断は田中等²²⁾により感度断層の手法を取り入れて検討され始めている。Feigenbaum 等¹⁵⁾は硬塞心筋の性状を“dense echo”として表現している。

汎用機器を使用した今回の検討では、定性的診断はやや困難と考えられ、2次的変化である壁変化を検討するにとどまった。

硬塞化した心筋をとらえ得た場合、心室中隔においては図9-aにみるごとく、心時相に対応した動きの変化がみられず、収縮期壁厚増加なく、stick 状の動きとなり、厚みが減少する点が特徴的と思われる。本症例は、発症後第6病日目の前壁中隔硬塞例であるが、第60病日目の中隔エコーも同様所見であり、線維化した中隔そのものの表現とは異なる可能性も考えられた。左室前壁についても、ほぼ同様であるが、超音波機器の有する近距離分解能の低下のゆえか、心室中隔エコーよりさらに、壁内部の組織性状はわかりにくいようである。左室後壁に関しては asynergy を示す場合も、LVAW, IVS の動きのように paradoxical change を示すものは少なく、hypokinesis, akinesis のものが多く、dysynergy といっても収縮時相がずれているといった感を受けた。図14にみるごとく、心室瘤部は、断層法の使用が部位、大き

さともにとらえやすく²³⁾、検出にはMモードスキャンとの併用が重要と思われた。

4) 非硬塞部の壁変化

非硬塞部心筋の動きをみると、心室中隔と左室後壁とでは反応の仕方が異なる感を受けた。図10に示したように、前壁中隔硬塞例では、SEは平均0.22cmと低下するが、PWEは平均1.25cmと正常範囲にとどまった。一方、後壁硬塞例では、PWEは平均0.77cmと低下するが、これを代償する形でSEは0.81cmと亢進した状態を示す。このことはまた、前壁中隔硬塞に後壁硬塞が合併した場合の壁の動きにも認められた。合併例6例中、鮮明な記録の得られた5例では、PWEは全例1.0cm以下であったが、SEは2例を除き亢進していた。LVAWは3例に asynergy を認めている。以上より、非硬塞部心筋の動きといっても、心室中隔と左室前壁、後壁とでは、異なる動きを示し、代償性亢進は後壁硬塞の場合の心室中隔に認められた。文献的には、実験的に Kerber 等²⁴⁾が述べているところであり、臨床的にも Corya 等²⁵⁾も代償性亢進は中隔に生じやすいとしているが、藤井等の結果¹⁶⁾では、中隔、後壁共、相対的動運亢進を示すとしている。また Nieminen 等²⁶⁾は、非硬塞部は正常からの偏位は少ないが、左室拡張終期容量増大例に代償性亢進をみている。代償性亢進が心室中隔に認められる機序については不明だが、心室中隔は自由壁とは動きが異なる点があるのかもしれない。多発性硬塞が疑われる場合、心室中隔の動きに関しては、たとえ亢進していても硬塞を否定できないが、この場合、収縮期壁厚の増加のみられない点が参考となるかもしれない。

5) 左心機能との対比

左室容積に関しては、左室短軸径を使用した方が、長軸は短軸の2倍という仮定のもとに計測する方法²⁷⁾は、虚血性心疾患に应用する場合は、限界のある問題である²⁸⁾(将来、断層の分解能が向上すれば、LVGと同じような計測法は可能と思われる)。一応、LVGとの対比を示したが、相関係数は LVEDV 0.47, LVESV 0.59 と低い。か

えって、心室瘤を有するような壁運動異常の強いものの方に相関係数が高く出ているということは、それだけ asynergy のある例での正しい容積計測は、困難なことを示しているかもしれない。LVGと比較したわけであるが、LVGから容積を求める場合、造影剤の影響等で、必ずしも安静状態で検査を施行する超音波計測の結果と比較することには無理があると思われる。かつ、正常例より心予備力の低下した虚血性心疾患例に実施する点も考慮に入れなければならないと思われる。超音波計測は、非観血的に体外より心内腔を連続して観察できる唯一の方法であるので、経過観察の点からも、断層とUCGを併用し、各々の部位での径を算定し、その結果を表示することを重視すべきであると思われる。

mV_{CF}はUCG上の検討は有用視されており²⁹⁾、asynergyを有する場合でも心機能表示上、有用である³⁰⁾とされている。本検討例でもLVG、カテーテル検査との相関係数は0.79とやや良い状態が得られた。しかし、カテーテル検査で求めたmV_{CF}は、施行前の駆出時間を使用しており、スタンダードとなり得るか否かには問題があるし、造影剤の心機能に与える影響も当然、考慮されねばならない。エコー上、mV_{CF}の測定は比較的容易であり、心機能測定上、有用と思われた。

僧帽弁のb-b' step formationは、LVEDPとの関連その他によると言われている³¹⁾が、心機能低下例に認められることが多い。LVEDPで比較すると、b-b' step formationを認める例の平均は15.2mmHgと、認めない例の平均11.0mmHgに比し高いが、これを負荷テスト後のEDPと比較すると、さらに両者の差は顕著となることが判明した。かつ、左心不全例に認める率が高いこととあわせ、心予備力を示す1つの指標として、十分有用と考えられた。

6) 臨床症状の反映

経過中、左心不全をきたした例は11例あったが、左心不全のあるものとならないものとの差は、後壁硬塞例ではあまり著明ではなかった。それに比し前壁中隔例では、有意な差があり、心不全例の

左心系腔は拡大し、EF、 mV_{CF} は低下を示し、僧帽弁の b-b' step formation の出現率、asynergy を有する壁の割合も増加していた。前壁、後壁合併例では、左心系腔、EF、 mV_{CF} において有意差がみられた。

以上より、左心不全の徴候は、左室拡張終期径、左房径、駆出率、 mV_{CF} に有意にあらわれ、僧帽弁の b-b' step formation を有する壁の増加も参考指標としてみなせるようである。かつ、Russell 等³²⁾も述べているごとく、前壁と後壁硬塞とでは、血行動態的差異があり、前壁硬塞例にポンプ機能低下例が多いようである。前述した心室中隔の動き方が、心ポンプ機能の関与の仕方と関連があるのかもしれない。

心筋硬塞に伴う合併症に関しても、結果の項で述べたごとく、エコーは有用な診断法と言える。

7) A-C bypass および心室瘤切除の反映

心臓手術後（とりわけ弁置例）に、超音波上心室中隔に異常運動のくることが指摘されており³³⁾³⁴⁾、図17に示した例にみるごとくであるが、asynergyの改善の判定、および手術後の壁運動異常の判定には、超音波の所見は、さらに検討する必要があると思われる。この原因に関しては、明確な結論は出ていないが、心嚢膜切除等の影響も考えられる。但し、心室瘤切除後の左室腔の状態の把握には、有用と思われるし、手術後の心嚢液貯留等の情報も容易に得られる。図19に示した心室瘤切除後の例で、僧帽弁の b-b' step formation が残存した点に関しては、カテーテル上は LVEDP は 20mmHg から 13mmHg におちているわけであるが、切除部心筋の asynergy を左室造影で認められており、そうした点を反映している可能性も考えられた。

8) 病理との対比

エコー所見は、再発時はとらえ得ていないが、第22病日目のものと、剖検所見を対比してみた。病理所見で前壁中隔、後側壁に線維症を認めたが、壁エコーの性状から Feigenbaum 等の指摘する“dense echo”等¹⁵⁾を示唆する所見を示す像は得られなかった。しかし前壁における壁厚の減

少、前壁、中隔の収縮期壁厚増加のみられない点は、心筋性状の変化を間接的に示すものと思われる。心筋線維化等は、更に超音波機器の解像度のたかまった段階では、容易に示し得ると思われる²²⁾が、現在では、2次的変化である壁厚、動きの異常からの方がとらえ易いようである。本症例において、心室瘤形成を指摘できたのは前壁のみで、心尖、下壁は十分ビームが入らず検索できていない。組織性状の変化を超音波上示し得るのは、循環器領域においては、これからの問題と思われるが、高速走査による断層法の使用で、変化の範囲を示し得るため、将来、有用な検査法の1つとなり得ると思われる。

ま と め

虚血性心疾患例81例の超音波検査と、心カテーテル、血管造影、心電図所見、臨床症状と対比検討し、以下の結論を得た。

1) エコー上、左室壁に asynergy を認める場合は、当該部位支配血管に75%以上の狭窄病変を疑える。CAG で75%以上の重症狭窄病変を有する例で、エコー上、asynergy を認める率は、LAD 病変の場合、IVS 35%、LVAW 92%で、RCA あるいは LCX 病変の場合、LVPW 33%であった。LVG との一致率は、LAD 病変の場合、IVS 68%、LVAW 92%、RCA あるいは LCX 病変においては、LVPW 80%であった。LAD 病変の場合、狭窄部が S-1 分岐前後での IVS の動きに差はみられなかった。副血行路の発達の差による動きの違いはみられなかった。

2) EKG でみる硬塞部位とエコー上の asynergy の部位との相関は、LVPW、LVAW は約80%、IVS 43%で、LVPW、LVAWは良い相関を示した。

3) 硬塞部心室壁は、asynergyを認める以外に、典型例では収縮期壁厚増加なく、stick状で菲薄傾向となった。非硬塞部心室壁エコーの動きは、LVPW (LVAW) と IVS との間に差がみられた。後壁硬塞の場合は IVS に代償性亢進がみられたが、前壁中隔硬塞の場合、後壁に代償性亢進はみられなかった。この機序については不明だが、

IVS と自由壁との間に、心のポンプ機能維持の点で異なる働きのあることが示唆された。

4) 僧帽弁の b-b' step formation は、比較的 LVEDP の高いものにみられ、陽性例では、負荷テスト後の EDP 上昇も大きく、心予備力を示す 1 つの指標と思われた。

mV_{CF} は虚血性心疾患例においても、左心機能測定上の有用な指標となり得る結果を得た。

左室容積の算出にあたっては、虚血性心疾患例に用いる場合は、大中小の判定には役立つが、厳密な計測はむずかしく、今のところ短軸径長軸径測定値表示の方が有用と思われた。

5) 左心不全例では、左心系腔の拡大、EF, mV_{CF} の低下を認め、b-b' step formation, dysnergy を有する壁割合も増大しており、これら指標は、虚血性心疾患例の状態把握の良い指標となり得ると思われた。

6) 合併症に対する超音波検査は、おおむね有用であった。

A-C bypass 施行後、超音波検査により心室壁 asynergy の改善をみる場合は、手術操作による心臓自体の動きの変化もあり、注意を要する。心室瘤切除後の心室腔状態をみるうえで有用である。

稿を終えるにあたり、ご指導、ご校閲を賜りました北村和夫教授、超音波センターの和賀井敏夫教授、なおご協力を頂きました循環器の阿部博幸講師、病理学教室の滝和博助手に心から謝意を表します。

文 献

- 1) Dussik K.T.: *Ultraschallanwendung in der Diagnostik und Therapie der Erkrankungen des zentralen Nervensystems. Der Ultraschall in der Medizin*, 283, Pub. S. Hirzel Verlag, Zürich, 1949.
- 2) Wild J. J.: The use of ultasonic pulses for the measurement of biological tissues and the detection of tissue density changes. *Surgery*, **27**, 183, 1950.
- 3) 菊池喜充, 田中憲二, 内田六郎, 和賀井敏夫: 超音波による頭蓋内解剖学的異常検出について(第1報). *日本音響学会雑誌*, **8**(2), 111, 1952.
- 4) Edler I.: The diagnostic use of ultrasound in heart disease. *Acta Med. Scand., Suppl.* 308, 1955.
- 5) Weyman A.E., Feigenbaum H, Dillon J. C., et al.: Non-invasive visualization of the left main coronary artery by crosssectional echocardiography. *Circulation* **54**: 169-174, 1976.
- 6) 岡田了三: 冠状動脈分布と虚血性心疾患, *日本臨床*, **35**: 2486-2493, 1977.
- 7) Schlesinger M.J.: Relation of anatomical pattern to pathologic considerations of the coronaries. *Arch. Path.* **30**: 403, 1940.
- 8) Kardesh M., Hogancamp C.E., and Bing R.J.: The effect of complete ischemia on the intracellular electrical activity of the whole mammalian heart. *Circul. Res.* **6**: 715-720, 1958.
- 9) Mallory G.K., White P.D., and Salcedo-Salgar J.: The speed of healing of myocardial infarction. *Am. Heart J.* **18**: 647, 1939.
- 10) Prinzmetal M., Schwartz L.L., Corday E., et al.: Studies on the Coronary Circulation. VI. Loss of Myocardial Contractility after Coronary Artery Occlusion. *Ann. Intern. Med.* **31**: 429-449, 1949.
- 11) Stefan G., Bing R.J.: Echocardiographic Findings in Experimental Myocardial Infarction of the Posterior Left Ventricular Wall. *Amer J. Cardiol.* **30**: 629-639, 1972.
- 12) Heyndrickx G.R., Millard R.W., McRitchie R.J., et al.: Regional myocardial functional and electrophysiological alterations after brief coronary artery occlusion in conscious dogs. *J. Clin Invest* **56**: 978-985, 1975.
- 13) Wyatt H.L., Forrester J.S., da Luz P.L., et al.: Functional abnormalities in nonoccluded regions of myocardium after experimental coronary occlusion. *Amer. J. Cardiol* **37**: 366-372, 1976.
- 14) Vokonas P.S., Pirzada F.A., Hood W.B. Jr.: Experimental myocardial infarction. XII. Dynamic changes in segmental mechanical behavior of infarcted and non-infarcted myocardium.

- um. *Amer. J. Cardiol.* **37** : 853-859, 1976.
- 15) Feigenbaum H., Corya B.C., Dillon J.C., et al.: Role of echocardiography in patients with coronary artery disease. *Amer. J. Cardiol.* **37** : 775-786, 1976.
 - 16) 藤井諄一, 渡辺 熈, 加藤和三: 虚血性心疾患の診断. 治療における心エコー図の意義. *内科* **36** : 763-773, 1975.
 - 17) Williams R.A., Cohn P.F., Vokonas P.S., et al.: Electrocardiographic, arteriographic and ventriculographic correlations in transmural myocardial infarction. *Amer. J. Cardiol.* **31** : 595-599, 1973.
 - 18) Joffe C.D., Brik H., Herman M.V., and Teichholz L.E.: Echocardiographic diagnosis of left anterior descending coronary artery disease (abstr). *Amer J Cardiol* **35** : 146, 1975.
 - 19) Dortimer A.C., DeJoseph R.L., Shiroff R.A., et al.: Distribution of coronary artery disease. Prediction by echocardiography. *Circulation* **54** : 724-729, 1976.
 - 20) Corya B.C., Feigenbaum H. et al.: Anterior left ventricular wall echoes in coronary artery disease. *Amer. J. Cardiol.* **34** : 652-657, 1974.
 - 21) Bodenheimer M.M., Banka V.S., and Helfant R.H.: Q waves and ventricular asynergy: predictive value and hemodynamic significance of anatomic localization. *Amer. J. Cardiol.* **35** : 615-618, 1975.
 - 22) 田中元直, 引地久春: 心断層図とUCGによる診断. *現代医療* **9** : 727-737, 1977.
 - 23) Weyman A.E., Peskoe, S.M., Williams E.S., et al.: Detection of left ventricular aneurysms by cross-sectional echocardiography. *Circulation* **54** : 936-944, 1976.
 - 24) Kerber R.E., Marcus M.L., Wilson R., et al.: Effects of acute coronary occlusion on the motion and perfusion of the normal and ischemic interventricular septum: an experimental echocardiographic study. *Circulation* **54** : 928-935, 1976.
 - 25) Corya B.C., Rasmussen S., Knoebel S.B., et al.: Echocardiography in acute myocardial infarction. *Amer. J. Cardiol.* **36** : 1-10, 1975.
 - 26) Nieminen M., and Heikkila J.: Echoventriculography in acute myocardial infarction II: Monitoring of left ventricular performance. *Br. Heart J.* **38** : 271-281, 1976.
 - 27) Pombo J.F., Troy B.L., Russell R.O.: Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography. *Circulation* **43** : 480-490, 1971.
 - 28) Teichholz L.E., Kreulen T., Herman M.V., and Gorlin R.: Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic angiographic correlations in the presence or absence of asynergy. *Amer J Cardiol* **37** : 7-11, 1976.
 - 29) Fortuin N.J., Hood W.P., and Craige E.: Evaluation of left ventricular function by echocardiography. *Circulation* **46** : 26-35, 1972.
 - 30) Ludbrook P., Karliner J.S., Peterson K., et al.: Comparison of ultrasound and cineangiographic measurements of left ventricular performance in patients with and without wall motion abnormalities. *Br. Heart J.* **35** : 1026-1032, 1973.
 - 31) Konecke L.L., Feigenbaum H., Chang S., et al.: Abnormal mitral valve motion in patients with elevated left ventricular diastolic pressures. *Circulation* **47** : 989-996, 1973.
 - 32) Russell R.O., Hant D., and Rackley C.E.: Left ventricular hemodynamics in anterior and inferior myocardial infarction. *Amer. J. Cardiol.* **32** : 8-16, 1973.
 - 33) Burggraf G.W., Craige E.: Echocardiographic studies of left ventricular wall motion and dimensions after valvular heart surgery. *Amer. J. Cardiol.* **35** : 473-480, 1975.
 - 34) Kisslo J., Wolfson S., Ross A., et al.: Ultrasound assessment of left ventricular function following aortocoronary saphenous vein bypass grafting (abstr). *Circulation* **47**, **48** : Suppl III : III-156, 1973.

Summary

Echocardiographic Study on Coronary Heart Disease Correlations of Cineangiography, Electrocardiography and Clinical Features

Eighty patients with coronary heart disease were studied with echocardiography, which findings were compared with electrocardiograms, coronary angiograms, data by catheterisation and clinical features.

1) An asynergic wall detected by echocardiography was mostly a suggestion of a stenosis more than 75% of the lumen of a coronary artery supplying the wall. On the contrary, not all the cases which showed a similarly severe stenosis of the artery on coronary angiography appeared an asynergy of the wall: the echo motion of the septal wall was asynergic only in 35% of those revealing a severe stenosis of the left descending coronary artery, while the same pattern was found on the anterior wall of the left ventricle in 92% of the cases.

When the right or left circumflex coronary artery suffering from a severe stenotic change, 33% of these showed an asynergic echo motion on the posterior wall of the left ventricle.

2) In 80% of the anterior and posterior wall lesions of the left ventricle the localization by echocardiography well coincided with that of the electrocardiography. When the septal wall was affected the coincidence of both examinations became 43%.

3) The infarcted wall is not only asynergic, but it has to be left out of thickening of the systole, too. A certain exaggeration of the septal wall motion seen on the cases of the posterior infarction was regarded as a compensation for this. But the compensatory motion did occur nowhere in the cases of the anteroseptal infarction.

4) The mitral b-b' step formation and mean velocity of circumferential fiber shortening (mV_{CF}) were important indices for evaluating the function of the left ventricle.

5) Whether or not left heart failure is associated with the anteroseptal infarction made significant differences on the diastolic dimension of the left ventricle, on the mV_{CF} , on the ejection fraction, on the number of asynergic wall as well as on the mitral b-b' step formation.

6) Echocardiography was also evaluated in detectability of same complications associated with a myocardial infarction.

In conclusion, echocardiography is a useful non-invasive examination to find out the infarction zone, to evaluate the left ventricular function and to follow up a patient after an attack of an infarction.

FUSAKO KUDO, M.D.

*Department of Internal Medicine,
School of Medicine Juntendo University*