

左室局所壁運動からみた大動脈冠動脈バイパス 手術の左心機能に及ぼす効果について —安静時左心機能の再評価—

京都大学医学部心臓血管外科学教室（指導：伴 敏彦教授）

曾 根 田 純 一

〔原稿受付：昭和62年4月24日〕

Left Ventricular Performance before and after Coronary Artery Bypass Surgery

JUNICHI SONEDA

The Department of Cardiovascular Surgery, Faculty of Medicine, Kyoto University
(Director: Prof. Dr. TOSHIHIKO BANI)

Left ventricular performance at rest was studied and compared with before and after coronary artery bypass surgery by using left ventriculographies (RAO 30°) in 60 coronary bypass patients who all were free from intra- and post-operative complications.

Global and regional left ventricular functions were estimated: Global left ventricular function was evaluated with heart rates, arterial systolic pressure, left ventricular end-diastolic pressure, cardiac index, left ventricular end-diastolic volume (LVEDV), left ventricular end-systolic volume (LVESV), stroke volume index (SI), and ejection fraction (EF). Regional left ventricular function was assessed by the method of percent radial shortening and the idea of hyperkinesis.

Sixty patients were divided into three groups based on the severity of asynergy on the pre-operative regional wall motion. Group 1 consisted of 20 patients within normal ranges of regional wall motion; group 2, 28 patients with either anterior or inferior asynergy. The patients of group 2 were divided into 3 subgroups based on the site of asynergy; group 2a consisted of nine patients with anterior asynergy; group 2b, eleven patients with anterior asynergy and inferior hyperkinesis; group 2c, eight patients with inferior asynergy and anterior hyperkinesis; group 3, 12 patients with both anterior and inferior asynergy. The normal ranges of regional wall motion were derived from 20 patients without obvious heart disease.

Key words: Coronary artery bypass surgery, Regional left ventricular function, Percent radial shortening, Asynergy, Hyperkinesis.

索引語：大動脈冠動脈バイパス手術，局所左室壁運動，% radial shortening，異常壁運動，代償性亢進。

Present address: The Department of Cardiovascular Surgery, Faculty of Medicine, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto 606, Japan.

Regional wall motion: In group 1, regional wall motion was preserved normally even after the surgical operation. In group 2, the previous asynergy and hyperkinesis were normalized postoperatively. In group 3, regional wall motion was considerably improved, but never normalized. By this method, 67% of 60 coronary bypass patients could be detected their abnormalities without having exercise stress test.

Global left ventricular function: In group 1, the within normal preoperative left ventricular functions were preserved after operation. In group 2, the global preoperative left ventricular functions were estimated normally in spite of the asynergies. In this group, the postoperative improvement on the global left ventricular functions was not so prominent. But that of group 3 was statistically significant ($p < 0.05$) in LVEF and EF.

In conclusion, this study suggests that the regional analysis of left ventricular wall motion is very useful and more sensitive method in assessing the postoperative effects of CABG on the left ventricular performance especially at rest.

は し め に

大動脈冠動脈バイパス手術 (coronary artery bypass grafting, 以下 CABG) は虚血性心疾患に対する外科治療として確立され、その手術成績は安定してきている^{1,42)}。CABGの目的は狭心痛の寛解、左心機能の改善、延命効果である。CABGによる狭心痛の寛解については一般に認められるところであるが、この評価は主観的なものであり、左心機能の改善という客観的指標とは必ずしも一致しない。虚血性心疾患患者にとって、左心機能は長期生存率を左右する重要な因子である。したがって CABG の左心機能改善効果の検討は重要であるが、CABG の全体的な左心機能の改善効果についての報告はいまだ一致した見解が得られていない^{9,38)}。

この見解の相違は、虚血性心疾患では、術前の心筋障害の程度、血行再建による術後の回復も個々により異なり、したがって術後の左心機能の改善度は一様でない。さらに低左心機能のものは手術適応から除外され、検討対象例の約70%が術前の左心機能は正常ということも見解の差をもたらした原因と思われる⁹⁾。CABGの左心機能の改善効果をさらに詳細に検討するために二つの方法がとられている。一つは運動負荷法、心房ペースング負荷法、薬物負荷法などの負荷法で術前の障害を顕在化し比較する方法であり、他方は心筋梗塞の有無および狭心症の重症度によって対象患者の術前状態を分類し評価する方法である。

しかし負荷法には、対象疾患が虚血性のため、危険

のない安全かつ効果的な運動負荷量を決定しにくいという大きな問題がある。他方にも問題がある。元来、心筋梗塞患者での左心機能に差があるのに加えて、最近の、急性心筋梗塞に対する早期治療法としての冠動脈内血栓融解療法、冠動脈形成術の導入は、慢性期の左心機能に大きな影響を与え、単なる心筋梗塞の有無などによる左心機能の分類を無意味にしている。

このような現状から、本研究では、安静時左心室造影所見を再検討し、局所壁運動の異常、ことに壁運動の代償性亢進の有無に基づく新しい分類で、CABGの安静時左心機能に及ぼす効果を証明することを目的にした。この検討にて、この分類が CABG の安静時左心機能改善効果の判定に非常に有効であるとの結論を得た。

対 象

対象は昭和50年12月から昭和58年12月までの間に小倉記念病院心臓血管外科で待期的に CABG 単独手術が行われた60例である。これらの症例は、手術周囲心筋梗塞がなく、グラフトが開存していたものである。なお、術前後に後壁の壁運動の低下したものは含まれていない。これは左心機能の評価する場合右前斜位30° 一方向では後壁の影響があるため正確に評価できないといわれている^{5,10,34)} ためであり、術前術後とも後壁の壁運動の低下のないものを選ぶことで一方向の評価の不確定要素を除外した。術後のトレッドミル検査ではすべての症例で運動耐容能の増加がみられている。表1に示すように年齢は39歳から68歳 (平均54.1

表 1 対 象

男 女 比	47 : 13
平 均 年 令	54.1 ± 7.6 歳
陳旧性心筋梗塞	33 例 (55%)
平均冠動脈病変数	2.24 ± 0.76 本 / 人
平均グラフト本数	1.92 ± 0.81 本 / 人
体外循環時間	144 ± 60 分
術後 CPK 最高値	398 ± 222 IU/L
術後 CPK-MB 最高値	26.8 ± 26.1 IU/L
冠動脈病変数別	
1 枝病変	12
2 枝病変	18
3 枝病変	22
LMT 病変	8

歳)で、男性47人、女性13人であった。術前診断は狭心症27例、陳旧性心筋梗塞33例であった。病変枝数別では1枝病変12例、2枝病変18例、3枝病変22例、左冠動脈主幹部病変8例で平均冠動脈病変枝数は2.24本/人であった。

手術は中等度低体温の体外循環下に大伏在静脈を大動脈冠動脈間にバイパスした。平均体外循環時間は144分で平均グラフト本数は1.92本/人であった。バイパス箇所はニトログリセリン負荷左心室造影あるいは心筋シンチグラフィーで reversibility があるとされた領域の冠動脈であった。左冠動脈前下行枝、右冠動脈の血行再建は完全に行われた。術後の血清 CPK 値の最高値は平均 398 IU/L、CPK-MB 値のそれは 26.8 IU/L であった。

方 法

検査前24時間すべての薬剤を中止し、心臓カテーテル検査を血行動態の測定、冠動脈造影、左心室造影の順序で行った。カテーテル検査は手術前では3カ月以内、手術後では平均2カ月時に行われた。

左室局所短縮率の評価には主に Hermann¹⁸⁾、Leighton²⁵⁾ らの chord hemiaxis 法、Scampardosis³⁷⁾、Rickard³⁵⁾ らの radial hemiaxis 法、Chaitman⁶⁾、Pasternac³³⁾ らの regional E. F. 法と多種あり、長軸、中心、重ね合わせ法についても種々の方法が提唱されている^{14),25)}。そしてその方法の選択は結果を左右するといわれている。本研究に先立って上記の方法と視覚的定性的な AHA 分類と比較検討したが、radial hemiaxis shortening が視覚的定性的な AHA 分類と最

も良く一致した。そのため本研究においては左室局所壁運動の評価に Scampardosis³⁷⁾、Rickard³⁵⁾ の radial hemi-axis shortening の方法の変法を用いた。

すなわち図1のごとく、左室造影右前斜位 30°において拡張末期と収縮末期の心内膜辺縁をトレースし、それぞれの大動脈弁口の中点と心尖部を結ぶ線を長軸とした。拡張末期像と収縮末期像のそれぞれの長軸と長軸の中点を一致させ、一致させた長軸の中点を中心とした。大動脈弁口の中点を0°とし、そこから時計回りに 30°ごとに各像の辺縁を分割し、各々の拡張末期半径 (Rd) と収縮末期半径 (Rs) を求め、短縮率 (%) = (Rd - Rs) × 100 / Rd を計算した。その際 330°の短縮率は僧帽弁を含むため評価が困難であり検討から除外した。さらに期外収縮とその直後の心周期は除外し一心周期で検討した。

正常域は神経循環無力症 (NCA) 20例の各短縮率の平均値 (M) ± 標準偏差 (SD) と定義した。検討対象症例の個々の短縮率を正常域と比較し、M - SD × 1 以下に短縮率が減少したものを壁運動低下、M + SD × 1 以上に短縮率が増加したものを壁運動亢進とした。心周囲の 30° から 180° までを前壁領域、210° から 300° までを下壁領域とした。前壁、下壁のそれぞれに 3 か所以上の壁運動低下または亢進のあるものを異常壁運動 (asynergy) とした。

術前壁運動の asynergy の程度から、次のように分類した (図1)。

I 群 (20例) : 左室局所壁運動がどの部位でも低下していない正常壁運動群

II 群 (28例) : 前壁又は、下壁のいずれかに壁運動低下を認める部分的壁運動低下群

II 群は壁運動低下の部位と代償性壁運動亢進の有無からさらに 3 群に分類した。

II a 群 (9 例) : 前壁領域の壁運動低下のみを示すもの

II b 群 (11 例) : 前壁領域の壁運動低下に下壁領域の壁運動の亢進をともなったもの

II c 群 (8 例) : 下壁領域の壁運動低下に前壁領域の壁運動の亢進をともなったもの

III 群 (12 例) : 前壁と下壁の両方に壁運動の低下がある広範囲壁運動低下群

この分類による各群の対象症例を表2に示した。以下この分類に基づいて術前後の安静時左心機能の推移に検討を加えることとした。

左室局所壁運動に検討を加え、つぎに従来広く用い

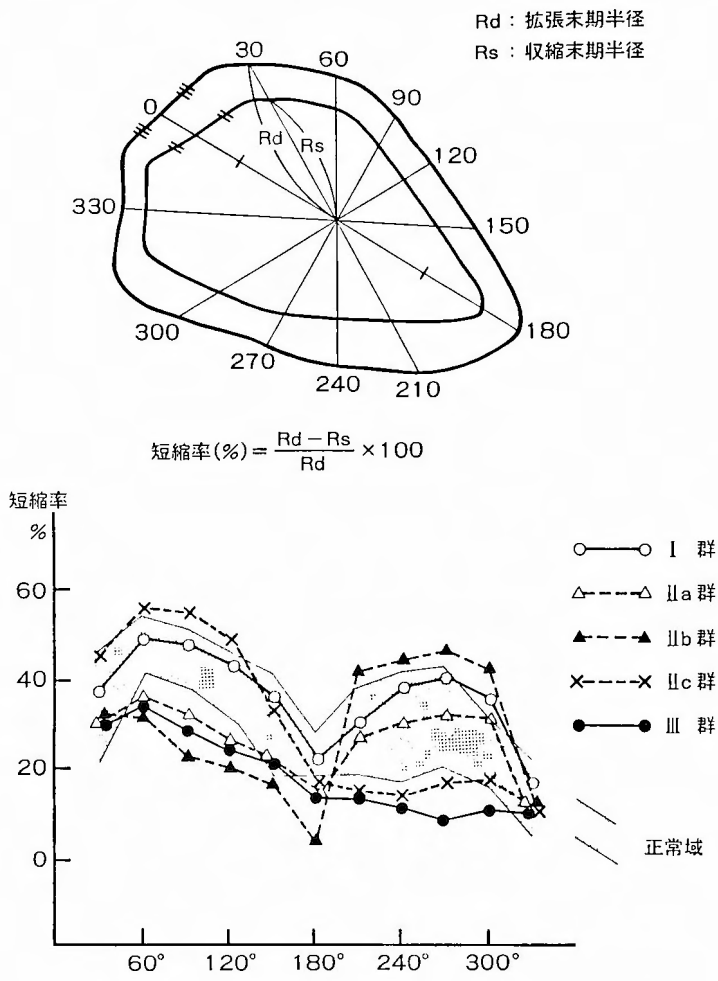


図1 Radial Hemiaxis shortening 法とそれによる術前壁運動の分類

表2 各群別の対象症例数

	I 群	II a 群	II b 群	II c 群	III 群
1 枝病変	4	4	2	1	1
2 枝病変	5	2	6	1	4
3 枝病変	7	3	2	4	6
LMT 病変	4	0	1	2	1
狭心症	9	6	4	5	3
陈旧性 心筋梗塞	11	3	7	3	9

られている全体的な (global) 左心機能, すなわち血行動態と左室容積にも検討を加えた. 血行動態の指標としては心拍数(H.R.), 大動脈収縮期圧(AoPs; mmHg),

大動脈拡張期圧 (AoPd; mmHg), 左心室拡張末期圧 (LVEDP; mmHg), 心係数 (C.I.; l/min/m²) を用いた. 心拍出量は Swan-ganz カテーテルによる熱希釈法で求めた. 冠動脈造影所見を Tagarno viewer を用いて解析し, 左心室造影を Oscom angiogram analyzer system を用いて解析した. 左室容積は延吉の方法で計算した^{3D)}. すなわち右前斜位一方向の左室造影を area-length 法で左室拡張末期容積 (LVEDV; ml/m²), 左室収縮末期容積 (LVESV; ml/m²) を求め, 1 回拍出係数 (S.I.; ml/beat/m²), 左室駆出率 (E.F.; %) を計算した. なお左室容積は体表面積で補正した.

統計処理は paired-t 検定で行い, 結果は M±標準誤差 (SE) で表した.

結 果

1) 局所壁運動の推移 (表 3)

I 群では (図 2), 術前後を通じて, 短縮率は全領域で正常域内にあった。

II a 群では (図 3), 術前前壁の短縮率が, 60° $36.0 \pm 3.7\%$, 90° $31.3 \pm 3.7\%$, 120° $26.3 \pm 3.7\%$, 180° $14.2 \pm 2.5\%$ と減少していた。しかしこの減少は $M -$

$SD \times 2$ を越えなかった。術後は短縮率が, 60° $43.4 \pm 5.3\%$, 90° $39.4 \pm 5.2\%$ ($p < 0.05$), 120° $32.4 \pm 5.2\%$, 180° $18.1 \pm 1.7\%$ ($p < 0.1$) とすべて増加し正常域内に回復した。

II b 群では (図 4), 術前前壁の短縮率が, 60° $32.0 \pm 3.2\%$, 90° $23.2 \pm 4.3\%$, 120° $20.4 \pm 4.2\%$, 150° $17.1 \pm 3.2\%$, 180° $13.7 \pm 1.7\%$ と減少がみられた。この減少は $M - SD \times 2.5$ 以上と II a 群より大であっ

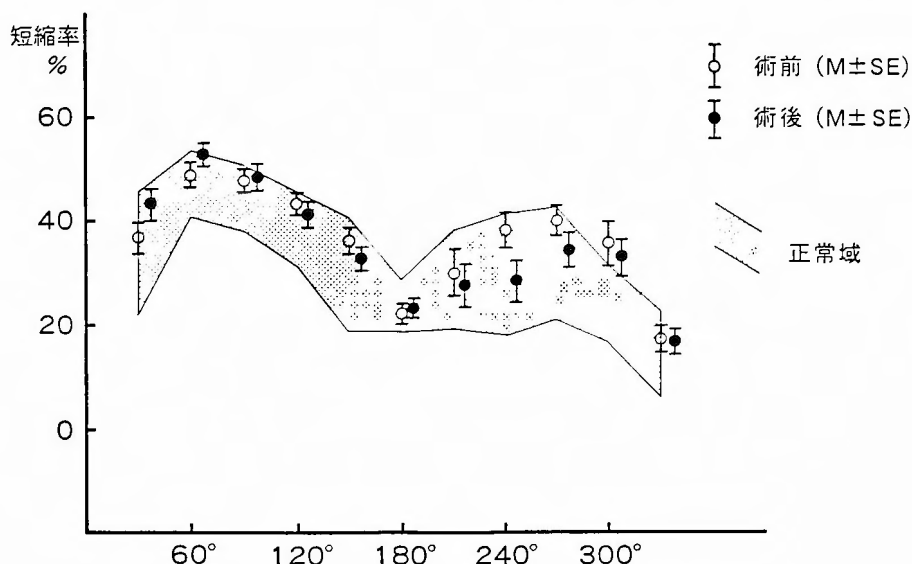


図 2 I 群における術前後の短縮率の推移

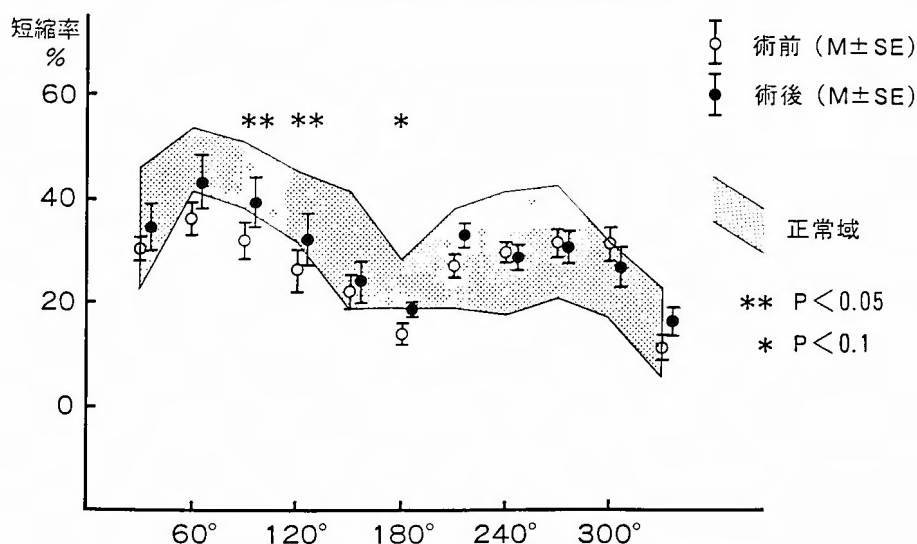


図 3 II a 群における術前後の短縮率の推移

表3 各壁運動の短縮率

	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
I 群 (N=20)											
術前	37.0±2.4	49.6±1.8	47.7±2.3	43.6±2.2	36.3±2.0	22.0±1.8	30.5±4.3	38.7±3.5	40.1±3.3	36.0±4.5	17.4±2.3
術後	43.9±3.3	53.0±2.3	48.4±2.7	41.2±3.1	33.1±1.7	23.1±1.7	28.1±4.4	29.0±4.5	34.6±3.2	33.5±3.4	17.0±2.5
	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	p<0.1	ns	ns	ns
II a 群 (N=9)											
術前	30.1±2.4	36.0±3.7	31.3±3.7	26.3±3.7	22.4±3.0	14.2±2.5	27.0±2.7	29.9±1.7	31.6±2.2	31.6±3.0	10.9±2.3
術後	34.5±4.4	43.4±5.3	39.4±5.2	32.4±5.2	24.2±4.2	18.1±1.7	32.9±2.3	29.2±2.9	30.8±3.2	27.0±3.7	16.4±2.6
	ns	ns	p<0.05	p<0.05	ns	p<0.1	ns	ns	ns	ns	ns
II b 群 (N=11)											
術前	31.0±2.6	32.0±3.2	23.2±4.3	20.4±4.2	17.1±3.2	13.7±1.7	41.1±1.4	44.4±2.2	45.7±2.7	42.1±2.2	13.3±1.5
術後	36.0±3.7	41.3±4.5	36.9±3.9	30.6±2.6	24.5±2.3	15.6±1.6	35.0±2.2	38.7±2.9	38.7±2.4	34.0±2.8	16.7±2.0
	ns	p<0.1	p<0.05	p<0.05	p<0.1	ns	p<0.05	ns	p<0.05	p<0.05	ns
II c 群 (N=8)											
術前	44.3±4.7	55.2±4.0	54.0±4.0	47.4±4.5	32.2±6.2	17.1±2.7	14.8±2.8	14.5±1.7	17.3±4.0	16.9±5.9	11.5±3.4
術後	39.3±2.7	46.9±3.2	40.0±4.8	34.9±5.2	28.2±4.6	15.0±1.8	30.7±2.3	32.7±3.2	35.5±3.9	34.8±4.8	13.9±2.9
	ns	p<0.1	p<0.05	p<0.1	ns	ns	p<0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.1	ns
III 群 (N=12)											
術前	29.4±2.3	34.6±3.2	28.8±2.7	24.7±2.6	22.1±2.3	14.4±2.1	14.4±4.3	11.8±3.4	9.2±2.9	11.2±1.9	10.9±2.4
術後	32.0±3.2	37.5±3.9	32.2±5.0	27.7±4.9	27.2±3.2	17.3±1.3	13.9±4.2	13.0±4.8	15.9±5.4	19.8±4.6	13.1±1.1
	ns	ns	ns	ns	ns	p<0.1	ns	ns	ns	p<0.05	ns
正常群 (N=20)											
M±SD	34.2±11.8	47.7±6.2	44.9±6.5	38.4±6.8	30.0±11.1	23.8±4.6	28.9±9.5	29.6±11.8	31.9±10.8	24.3±7.6	14.6±8.7

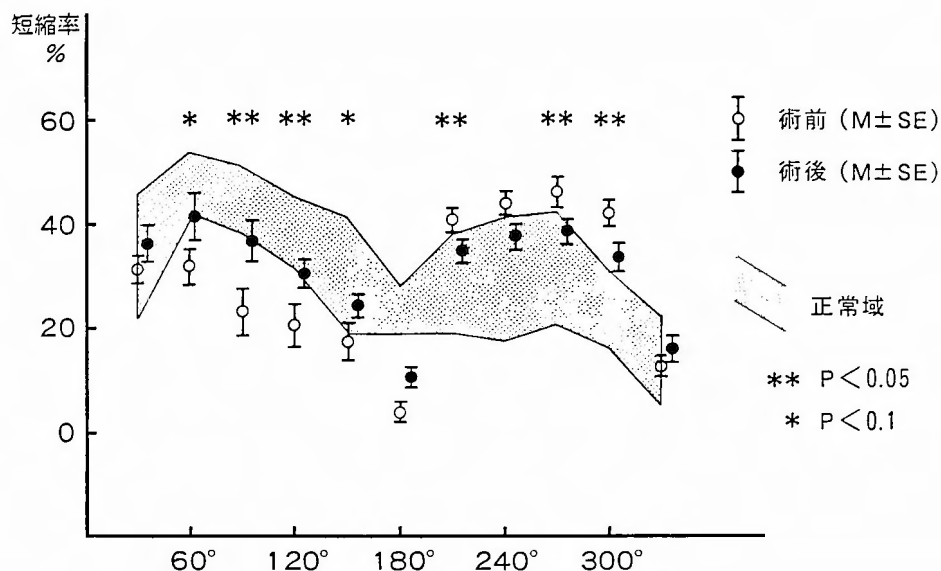


図4 IIb群における術前後の短縮率の推移

た. これに対して下壁では短縮率が, 210° $41.1 \pm 1.4\%$, 240° $44.4 \pm 2.2\%$, 270° $45.7 \pm 2.7\%$, 300° $42.1 \pm 2.2\%$ と正常域以上の増加を示した. 術後は, 減少していた前壁の短縮率は, 60° $41.3 \pm 4.5\%$ ($p < 0.1$), 90° $36.9 \pm 3.9\%$ ($p < 0.05$), 120° $30.6 \pm 2.6\%$ ($p < 0.05$), 150° $24.5 \pm 2.3\%$ ($p < 0.1$) と増加し正常域下限まで回復した. 一方, 増加していた下壁の短縮率は, 210° $35.0 \pm 2.2\%$ ($p < 0.05$), 240° $38.7 \pm 2.9\%$ (ns), 270°

$38.7 \pm 2.4\%$ ($p < 0.05$), 300° $34.0 \pm 2.8\%$ ($p < 0.05$) と正常域まで減少した. 全体の壁運動は正常化の方向へ改善した.

IIc群では(図5), IIb群とは逆に術前下壁の短縮率は, 180° $17.1 \pm 2.7\%$, 210° $14.8 \pm 2.8\%$, 240° $14.5 \pm 1.7\%$, 270° $17.3 \pm 4.0\%$, 300° $16.9 \pm 5.9\%$ と減少を示したが, 前壁の短縮率は 60° $55.2 \pm 4.0\%$, 90° $54.0 \pm 4.0\%$, 120° $47.4 \pm 4.5\%$ と正常域以上に増

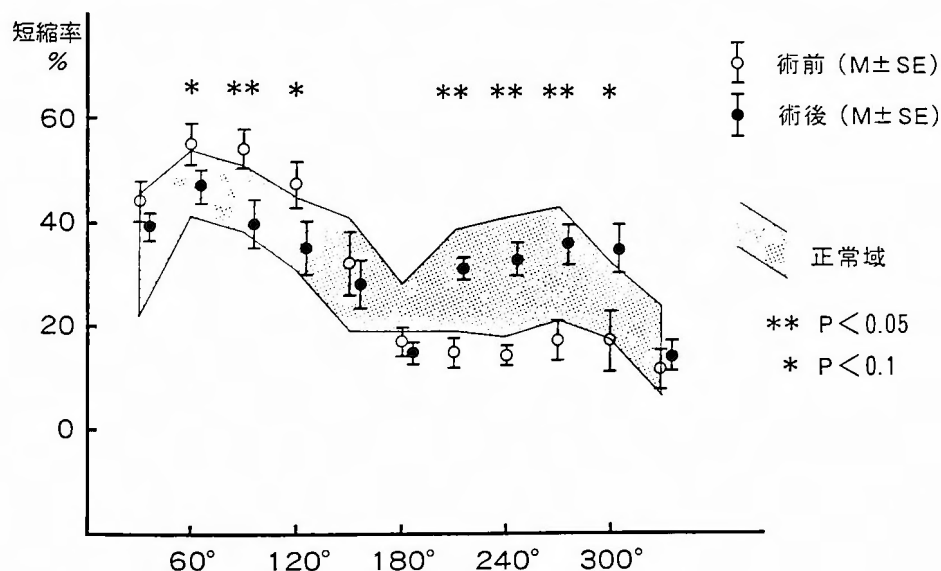


図5 IIc群の術前後の短縮率の推移

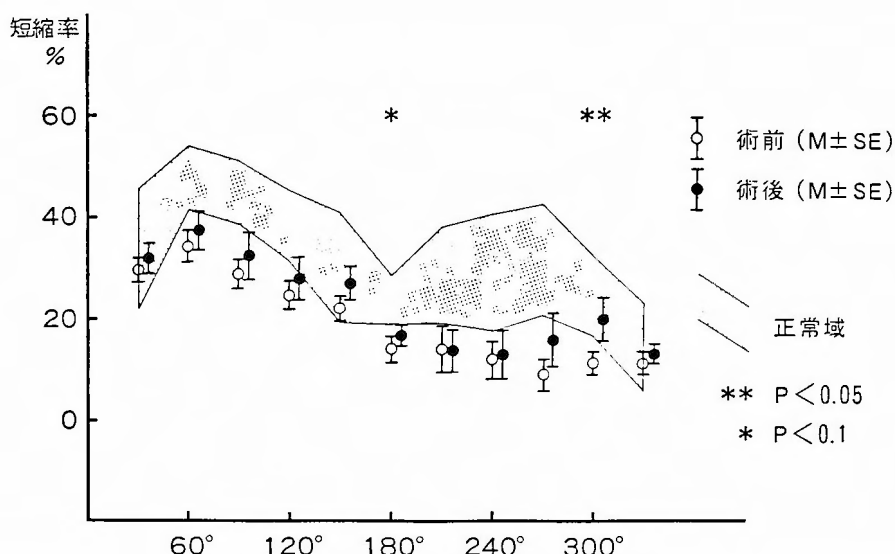


図6 III群における術前後の短縮率の推移

加していた。術後には、210° $30.7 \pm 2.3\%$ ($p < 0.05$), 240° $32.7 \pm 3.2\%$ ($p < 0.05$), 270° $35.5 \pm 3.9\%$ ($p < 0.05$), 300° $34.8 \pm 4.8\%$ ($p < 0.1$), 60° $46.9 \pm 3.2\%$ ($p < 0.1$), 90° $40.0 \pm 4.8\%$ ($p < 0.05$), 120° $34.9 \pm 5.2\%$ ($p < 0.1$) と全領域ですべて正常域内に回復した。

III群では(図6), 術前全領域の短縮率が30° $29.4 \pm 2.3\%$, 60° $34.6 \pm 3.2\%$, 90° $28.8 \pm 2.7\%$, 120° $24.7 \pm 2.6\%$, 150° $22.1 \pm 2.3\%$, 180° $14.4 \pm 2.1\%$, 210° $14.4 \pm 4.3\%$, 240° $11.8 \pm 3.4\%$, 270° $9.2 \pm 2.9\%$, 300° $11.2 \pm 1.9\%$ と減少していた。これが術後30° $32.0 \pm 3.2\%$ (ns), 60° $37.5 \pm 3.9\%$ (ns), 90° $32.2 \pm 5.0\%$ (ns), 120° $27.7 \pm 4.9\%$ (ns), 150° $27.2 \pm 3.2\%$ (ns), 180° $17.3 \pm 1.3\%$ ($p < 0.1$), 210° $13.9 \pm 4.2\%$ (ns), 240° $13.0 \pm 4.8\%$ (ns), 270° $15.9 \pm 5.4\%$ (ns), 300° $19.8 \pm 4.6\%$ ($p < 0.05$) と短縮率の増加がみられたものの、正常域までは回復しなかった。

以上の結果をまとめてみると次のようになる。I群では各領域の短縮率は術前、術後ともに正常域内にあった。IIa群では前壁の短縮率は減少していたが、この減少は $M-SD \times 2$ 以内と軽度であった。術後低下していた領域が正常域内に回復した。IIb群、IIc群では前壁又は下壁のいずれかの領域の短縮率が減少していたが、術後いずれも正常域までに回復した。また代償性の増加を示していた領域の短縮率は正常域まで低下した。しかし術前広範冠壁運動低下を示したIII群

では、術後局所壁運動の短縮率は回復したものの正常域までには至らなかった。

2) 血行動態及び左室容積(表4, 図7, 図8)

I群ではH.R. は 65.4 ± 3.4 回/分から 82.0 ± 3.3 回/分 ($p < 0.05$) と増加したが、AoPs, AoPd, LVEDP, C.I. はいずれも有意の変化を示さなかった。

LVEDV は $70.0 \pm 2.5 \text{ ml/m}^2$ から $62.3 \pm 3.6 \text{ ml/m}^2$ に ($p < 0.05$), S.I. は $48.5 \pm 1.7 \text{ ml/beat/m}^2$ から $43.4 \pm 3.2 \text{ ml/beat/m}^2$ へ減少した ($p < 0.05$) が、LVESV および E.F. は有意の変化はなかった。

IIa群ではH.R. は 71.6 ± 5.9 回/分から 80.0 ± 5.8 回/分 ($p < 0.05$) と増加したほか、LVESV が $35.8 \pm 3.1 \text{ ml/m}^2$ から $28.8 \pm 3.8 \text{ ml/m}^2$ ($p < 0.05$) と減少したのみで、それ以外のパラメーターには有意の変化はみられなかった。

IIb群ではH.R. の 67.9 ± 5.0 回/分から 83.2 ± 4.6 回/分 ($p < 0.05$) への増加、LVESV の $33.6 \pm 5.1 \text{ ml/m}^2$ から $27.6 \pm 4.0 \text{ ml/m}^2$ ($p < 0.05$) への減少、E.F. の $57.9 \pm 4.2\%$ から $63.5 \pm 2.4\%$ ($p < 0.05$) への増加がみられたのみであった。

IIc群ではH.R. は 75.9 ± 8.0 回/分から 87.5 ± 8.0 回/分 ($p < 0.05$) と増加した以外有意の変化はみられなかった。

III群ではH.R. は 73.6 ± 2.9 回/分から 88.9 ± 3.2 回/分 ($p < 0.05$) と増加し、AoPs は $155.4 \pm 9.1 \text{ mmHg}$

表 4 術前後の血行動態および左室容積の推移

	H. R. (回/分)	AoPs (mmHg)	AoPd (mmHg)	LVEDP (mmHg)	C. I. (l min/m ²)	LVEDV (ml/m ²)	LVESV (ml/m ²)	S. I. (ml beat/m ²)	E. F. (%)
I 群 (N=20)									
術 前	65.4±3.4	133.5±4.0	77.1±2.4	11.5±1.5	3.24±0.21	70.0±2.5	21.5±1.6	48.5±1.7	69.6±1.5
術 後	82.0±3.3	133.6±6.6	76.4±2.4	10.9±1.3	3.45±0.19	62.3±3.6	19.1±1.4	43.4±3.2	69.0±2.1
	<0.05	ns	ns	ns	ns	<0.05	ns	<0.05	ns
II a 群 (N=9)									
術 前	71.6±5.6	161.9±5.8	83.6±3.9	13.6±2.1	3.50±0.34	81.9±3.2	35.8±3.1	46.0±1.7	56.8±2.4
術 後	80.0±5.8	154.7±8.9	85.1±4.6	10.1±2.0	3.91±0.57	73.9±6.4	28.8±3.8	44.8±4.8	61.0±3.4
	<0.05	ns	ns	ns	ns	ns	<0.05	ns	ns
II b 群 (N=11)									
術 前	67.9±5.0	135.8±6.1	79.4±4.6	11.9±1.7	2.96±0.38	78.8±8.1	33.6±5.1	45.2±6.1	57.9±4.2
術 後	83.2±4.6	134.8±5.7	76.8±3.9	12.8±2.1	3.70±0.24	73.0±6.1	27.6±4.0	48.5±5.1	63.5±2.4
	<0.05	ns	ns	ns	ns	ns	<0.05	ns	<0.05
II c 群 (N=8)									
術 前	75.9±8.0	161.8±9.1	89.3±5.5	15.9±3.1	3.56±0.47	77.1±9.0	31.3±4.2	45.8±5.4	58.9±2.6
術 後	87.5±8.0	148.9±9.4	85.0±4.0	9.3±1.6	4.23±0.49	76.2±5.8	28.4±4.2	47.8±2.8	63.8±3.3
	<0.05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
III 群 (N=12)									
術 前	73.6±2.9	155.4±9.1	93.6±3.7	11.9±2.3	2.92±0.18	89.9±4.9	50.3±4.6	39.5±1.5	45.1±2.5
術 後	88.9±3.2	136.4±6.8	81.7±2.9	8.0±1.3	3.45±0.28	79.2±4.6	39.2±3.9	38.8±2.7	50.3±3.1
	<0.05	<0.05	ns	ns	<0.05	ns	<0.05	ns	<0.05

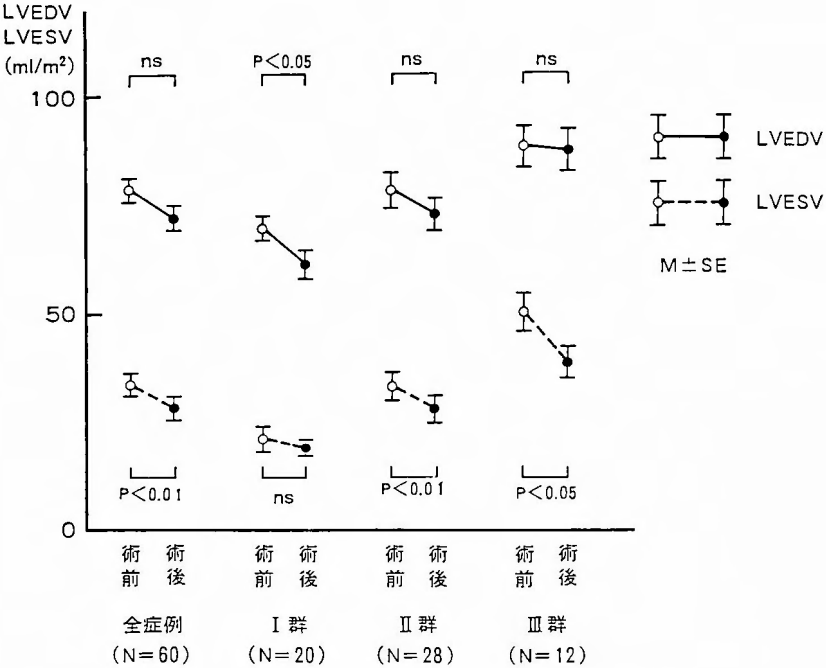


図7 I 群, II 群, III 群における術前後の左室容積の推移

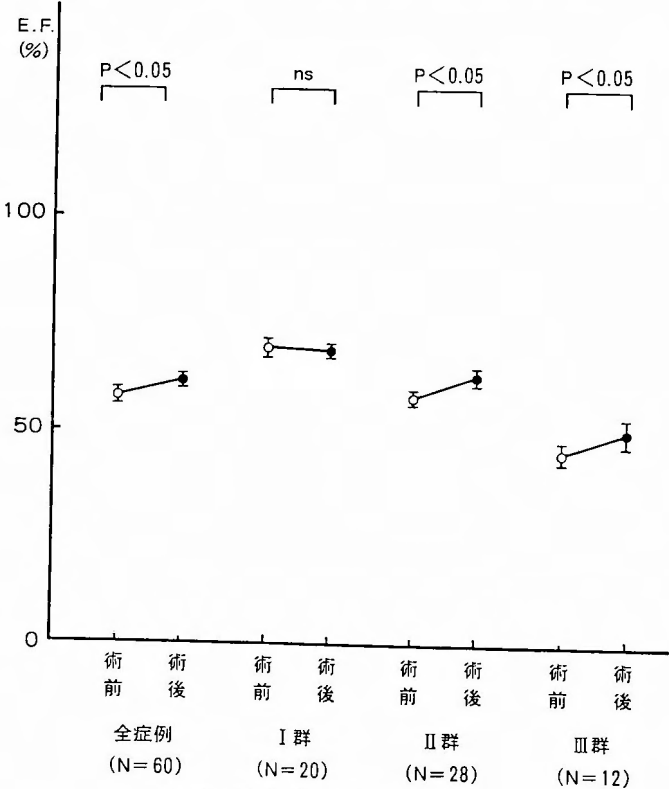


図8 術前後のEFの推移

から $136.4 \pm 6.8 \text{ mmHg}$ ($p < 0.05$) へと低下したが、AoPd と LVEDP には有意の変化を示さなかった。C. I. は $2.92 \pm 0.181 / \text{min} / \text{m}^2$ から $3.45 \pm 0.281 / \text{min} / \text{m}^2$ ($p < 0.05$) と増加した。LVESV が $50.3 \pm 4.6 \text{ ml} / \text{m}^2$ から $39.2 \pm 3.9 \text{ ml} / \text{m}^2$ へと減少 ($p < 0.05$) したものの、有意ではないが LVEDV が $89.9 \pm 4.9 \text{ ml} / \text{m}^2$ から $79.2 \pm 4.6 \text{ ml} / \text{m}^2$ に減少したため、S. I. の変化はみられなかった。しかし E. F. は $45.1 \pm 2.5\%$ から $50.3 \pm 3.1\%$ へ ($p < 0.05$) と増加した。

これらをまとめると次のようになる。I 群では術前後で血行動態及び左室容積等の全体的な左心機能は変化がみられなかった。この群の症例は狭心症の症例か小範囲の陳旧性心筋梗塞の症例であった。

II 群においては、術前、部分的な壁運動の低下がありながら左室容積の変化は軽度であり、全体的な左心機能の低下は認められなかった。それは II a 群の壁運動低下が血行動態及び左室容積を変化させるほどのものではないこと、II b, II c 群では壁運動の代償性亢進によって血行動態及び左室容積を正常に維持していたことによる。術後には LVESV の減少がみられたものの、全体としては大きな変化はなかった。すなわち I 群、II 群では全体的な左心機能の変化はみられず、これらを合計すると全症例の80%を占めた。

III 群では、術前明らかな血行動態の低下および左室容積の変化がみられ、E. F. 50%以下の12例の中11例がこの群に属していた。この群では不安定狭心症および頻回の心筋梗塞の既往歴を有する症例が含まれていた。このIII群では術後、AoPs の低下、C. I. の増加、さらに LVESV と E. F. の改善がみられたが、LVEDV は有意の変化がみられなかった。

これらの結果を見ると、全体的な左心機能である血行動態及び左室容積の改善がみられたのはIII群のみであった。

考 察

1. 左室局所壁運動について

本研究では、左室壁運動の異常、特に代償性亢進の有無に基づいて術前症例を分類し、これを用いて CABG の安静時左心機能改善効果を明らかにすることができた。この分類では各群に狭心症、陳旧性心筋梗塞が混在するという問題がある。

従来の報告では陳旧性心筋梗塞の有無によって分類するという方法がとられてきた。Chatterjee⁸⁾ は、CABG によって局所壁運動は pre-infarction syndro-

me と chronic ischemia without previous infarction とでは正常化し、陳旧性心筋梗塞では正常化しないとしている。しかし、本研究においては、陳旧性心筋梗塞であった症例でも I 群、II 群に属していたものは壁運動が正常化した。壁運動の異常については Herman¹⁵⁾ は asynergy の概念によって説明し、Ideker²⁰⁾ は心筋の繊維化によるものと説明した。asynergy が心筋の繊維化によるのであれば、この asynergy の部位は如何なる方法でも改善しないことになる。Ideker に対し、Banka²⁾, Dyke¹¹⁾, Klausner²³⁾, Helfant¹⁷⁾ らは心房ペーシング、ニトログリセリン負荷、期外収縮で左室の収縮形態が変化することから、asynergy は完全な繊維化によるものではないとしている。Johnson²²⁾, Leighton²⁶⁾, Slutsky⁴⁰⁾, Sniderman⁴¹⁾ らは、陳旧性心筋梗塞領域あるいは完全閉塞を示す冠動脈支配領域においても心筋収縮が存在すると報告している。これらのことが asynergy の reversibility の可能性を示唆している^{2, 11, 17, 22, 23, 26, 40, 41)}。したがって陳旧性心筋梗塞でも、既往歴による分類では、左心機能には個々の症例でかなりの違いがあり、これを一括して検討するには問題がある。最近の、急性心筋梗塞早期治療としての冠動脈内血栓融解療法、冠動脈形成術の導入は、慢性期の左心機能に大なる影響を与えている。今や、単なる陳旧性心筋梗塞の有無による分類は意味を持たないといえる。これらに対し、本研究では安静時左心機能を再検討し、局所壁運動、特に代償性亢進^{20, 42)}の有無に基づいて手術対象症例を分類した。この代償性亢進については、すでに服部¹⁶⁾, Stack ら⁴³⁾が心筋梗塞急性期においてみられると報告しているが、同じ現象が慢性期症例でも認められた。この分類は、従来の心筋梗塞の有無によるものよりも、CABG の左心機能改善効果の判定がより明確にでき、極めて有力な方法である。

2. 全体的な左心機能について

CABG の安静時の全体的な左心機能改善効果についての評価は一致した見解が得られていない^{8, 12, 21, 26, 27, 29, 30, 44, 45)}。虚血性心疾患の手術対象患者はその心筋障害部位および程度にかなりの差異があり^{8, 19, 28)}、これらが手術前の左心機能に大きな差を与えている。術後の左心機能は血行再建そのものよりも術前心機能に影響されるところが大きい。例えば I 群、II 群が多数を占めるグループを対象とした場合には、全体的な左心機能は術前術後を通じて正常範囲内に留まり改善しないと言う結果になる。逆に III 群が多数を占めるグルー

ブを対象とした場合には、それらは有意に改善するという結果になる。

Moraski²⁸⁾ は、心筋梗塞がなければ、冠動脈変の重症度にかかわらず E.F. と LVEDV は正常であると述べている。Besse⁴⁾、Field¹³⁾ らは、akinetie or hypokinetic area の範囲に比例して LVEDV の増加、E.F. の減少がみられると報告している。本研究でⅢ群については、この報告と全く一致した所見が得られた。しかし、Ⅱ群においては、部分的な壁運動の低下がありながら、彼らの見解と異なり左室容積の変化は軽度であった。その理由は、Ⅱa 群の壁運動は血行動態及び左室容積を変化させるほどのものではないこと、Ⅱb、Ⅱc 群では、壁運動の代償性亢進によって血行動態及び左室容積を正常に維持しているためと考えられた。

このような代償性亢進は、術後には低下していた領域の壁運動が回復すると共に消失する。全体的な左心機能は術後、数値的には変化しないが、代償性亢進なしには正常左心機能を保持することが可能になっていることであり、このことは左心機能の改善を意味している。ここにもこの分類の有用性が認められた。

3. 負荷法について

CABG の左心機能の改善効果を検討するためには運動負荷法、心房ペースング負荷法、薬物負荷法で術前の左心機能低下を顕在化し比較する必要がある^{3,7, 15, 21, 24, 32, 35, 38, 39)}といわれている。しかし運動負荷による左心機能を評価することには次のような問題がある。まず第一に対象疾患が虚血性のため、危険のない安全かつ効果的な負荷量が決定しにくいという問題がある。次に左心室造影で造影剤の増加、検査時間の延長化などの問題がある。検査時間、造影剤量の問題を解決するために心筋シンチグラフィ、超音波検査、RI angiography、冠血流量、心筋代謝産物の測定を用いることも推奨されている。心筋シンチグラフィ、超音波検査、RI angiography では冠動脈及びグラフトの状態が同時に評価できないという欠点がある。冠血流量、心筋代謝産物の測定では心筋全体の評価であって局所の評価でないという問題が残る。これらのことから、安静時左心室造影から得られる結果を解析することの重要性を示される。

健康人では運動負荷によって LVESV が減少し、E.F.が増加するが、狭心症では LVEDV と LVESVが増加し、E.F.が減少する。当然 LVESV の増加している部分壁運動低下群は、術前運動負荷で異常反応

を示す範疇に入るものと推測される。この群で術後壁運動が正常化したということは、運動負荷によって LVESV は減少し得るということで、術後左心機能の運動耐容能の正常化につながると推測された。もちろん、正常壁運動群も術前の運動負荷で異常反応を示すものと考えられ、CABG で左心機能の運動耐容能の正常化が起こるものと考えられる。このように安静時の機能で運動時の機能がある程度予測できることは臨床的に非常に有用である。

4. 本研究の限界について

この分類で対象例の2/3に CABG の改善効果を認めたが、本研究の限界は、残りの1/3を占める正常壁運動を示す時において改善効果を示すことができなかったことにある。これについては1/3収縮期、1/2収縮期、拡張期の解析を含めた検討が必要と考えている。また、今回の検討はグラフト閉塞症例、手術周囲心筋梗塞の症例は対象から除外した。これら除外例の検討を行うことも今後必要と考えている。

結 論

大動脈冠動脈バイパス手術の安静時左心機能に及ぼす効果について左室局所壁運動から分類し検討し次の結果を得た。

1. 局所壁運動、ことに代償性亢進の有無に基づいた分類を用いることで CABG の左心機能改善効果が安静時に対象例の2/3に認められ、この分類の有効性が証明された。
2. 部分的壁運動低下群の局所壁運動は術後は正常に回復したが、広範囲壁運動低下群では回復するものの正常までには至らなかった。
3. 術後の全体的な左心機能は正常群と部分的壁運動低下群では僅かの改善を示すのみで有意に改善したのは広範囲壁運動低下群であった。
4. 部分的壁運動低下群では術前左室容積、血行動態はほぼ正常に保たれているが、これは壁運動の代償性亢進によるものと考えられた。
5. 壁運動の低下した心筋においても術後に壁運動が改善するものがあり、全ての心筋が繊維化しているのではなく血行再建によって回復する可能性が認められた。
6. 術後壁運動が正常化することは術後の運動耐容能の改善の一要因であろうと推測された。

この稿を終えるにあたり、御指導、御校閲頂きました伴敏彦教授に深く感謝の意を表すると共に、データの提供及び解

析の御指導を頂きました小倉記念病院循環器科延吉正吉部長に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 伴 敏彦, 曾根田純一: A-C バイパスの現状. *CURRENT THERPY* **12**: 1643-1653, 1984.
- 2) Banka VS, Bondenheimer MM, Helfant RH: Determinants of reversible asynergy. The native coronary circulation. *Circulation* **52**: 810-816, 1975.
- 3) Berger BC, Watson DD, Burwell LR, et al: Redistribution of Thallium at Rest in Patients with Stable and Unstable angina and the Effect of Coronary Artery Bypass Surgery. *Circulation* **60**(5): 1114-1124, 1979.
- 4) Besse P, Pruvot C, Choussat A, et al: La fonction ventriculaire gauche du coronarien: relations entre les troubles de la cinétique ventriculaire et les altérations de la contractilité myocardique. *Arch Mal Coeur* **68**: 125-136, 1975.
- 5) Besse P, Legoff G, Charland R, et al: Evaluation angiographique quantitative des volumes et de la cinétique ventriculaires: etude critique. *Arch Mal Coeur* **67**: 1075-1085, 1974.
- 6) Chaitmann BR, De Mott H, Bristow JD, et al: Objective and subjective analysis of left ventricular angiograms. *Circulation* **52**: 420-425, 1975.
- 7) Caldwell JH, Stewart DK, Dodge HT, et al: Left ventricular volume during maximal supine exercise. *Circulation* **58**: 732-738, 1978.
- 8) Chatterjee K, Swan HJC, Parmley WW, et al: Influence of Direct Myocardial Revascularization on Left Ventricular Asynergy and Function in Patients with Coronary-Heart Disease-With and without Previous Myocardial infarction. *Circulation* **47**: 276-286, 1973.
- 9) Chesebro JH, Ritman EL, Frye RL, et al: Left Ventricular Performance Before and After Coronary Artery Bypass Surgery. *Circulation* **65** (sup III): 98-105, 1982.
- 10) Crochet D, Petitier H, De laquerenne J, et al: Lamesure des volumes ventriculaires gauches: proposition d'une méthode de calcul de facteur d'agrandissement simple et précise. *J Radiol* **61**: 141-144, 1980.
- 11) Dyke SH, Cohn PF, Gorlin R, et al: Detection of Residual Myocardial Function in Coronary Artery Disease Using Post-extra Systolic Potentiation. *Circulation* **50**: 694-699, 1974.
- 12) 遠藤真弘, 酒井 章, 他: 左室造影法と左室機能からみた手術の評価. *胸部外科* **27**(11): 826-845.
- 13) Feild BJ, Russel RO, Dowling JT, et al: Regional left ventricular performance in the year following myocardial infarction. *Circulation* **46**: 679-689, 1982.
- 14) Gelberg HJ, Brundage BH, Glantz S, et al: Quantitative Left Ventricular Wall Motion Analysis: A Comparison of Area, Chord and Radial Methods. *Circulation* **59**(5): 991-1000, 1979.
- 15) Gibson RT, Watson DD, Taylor GJ, et al: Prospective Assessment of Regional Myocardial Perfusion Before and After Coronary Revascularization surgery by Quantitative, Thallium-201 Scintigraphy. *The American College of Cardiology* **1**(3): 804-815, 1983.
- 16) Hattori R, Yosida T, Yui Y, et al: Lactate Metabolism in Acute Myocardial Infarction and Its Relation to Regional Ventricular Performance. *The American College of Cardiology* **5**: 1283-1291, 1985.
- 17) Helfant RH, Pine R, Meister SG, et al: Nitroglycerin to unmask Reversible asynergy. Correlation with post-coronary bypass ventriculography. *Circulation* **50**: 108-113, 1974.
- 18) Herman MV, Gorlin R: Implications of left ventricular asynergy. *Am J Cardiol* **23**: 538-547, 1969.
- 19) Herman MV, Heile RA, Klein MD, et al: Localized disorders in myocardial contraction asynergy and its role in congestive heart failure. *N Engl J Med* **277**: 222-232, 1967.
- 20) Ideker RE, Behar VS, Wagner GS, et al: Evaluation of asynergy as an indicator of myocardial fibrosis. *Circulation* **57**: 715-725, 1978.
- 21) 井上紀雄, 数井輝之, 泉山 修, 他: A-C バイパス術前後におけるベッシング負荷時の冠循環, 左心機能及び心筋代謝の検討—左冠動脈血行再建の効果と心筋梗塞既往の影響について—. *心臓* **19**(1): 34-42, 1987.
- 22) Johnson LL, Ellis K, Schmidt D: Volume ejected in early systole. A sensitive index of left ventricular performance in coronary artery disease. *Circulation* **52**: 378-389, 1975.
- 23) Klausner SC, Ratshin RA, Tyberg JV, et al: Similarity of changes in segmental contraction patterns induced by postextrasystolic potentiation and nitroglycerin. *Circulation* **54**: 615-623, 1976.
- 24) 小西 裕, 伴 敏彦, 岡本好史, 他: 心筋ポジトロン CT よりみた A-C バイパス術の効果. *胸部外科* **39**(9): 696-700, 1986.
- 25) Leighton RF, Wilt SM, Lewis RP: Detection of hypokinesis by a quantitative analysis of left ventricular cineangiograms. *Circulation* **50**: 121-127, 1974.
- 26) Leighton RF, Pollack M, Welch TG: Abnormal left ventricular wall motion at mid ejection in patients with coronary heart disease. *Circulation* **52**: 238-244, 1975.

- 27) Levine JA, Bechtel DJ, Cohn PF, et al: Ventricular function before and after direct revascularization surgery. A proposal for an index of vascularization to correlate angiographic findings. *Circulation* **51**: 1071-1078, 1975.
- 28) Moraski SE, Russel RO, Mc Smith K, et al: Left ventricular function in patients with and without myocardial infarction and one, two or three vessel coronary artery disease. *Am J Cardiol* **35**: 1-10, 1975.
- 29) 村上泰治, 今吉英介, 永瀬久嗣, 他: 左心局所心筋壁収縮率よりみた冠動脈疾患手術例の評価. 458-463, 1982.
- 30) 村中重信: 虚血性心疾患の術前・術後における左心機能に関する研究—左室 cineangiogram 中心として. *日胸外会誌* **28**: 292-311, 1980.
- 31) 延吉正清, 野坂秀行, 伊藤幸義, 他: シネアンジオグラムによる定量的左室造影法の容積補正率の検討—等比補正法と相似回転楕円体ファントムによる補正法との対比—. *心臓* **12**(7): 685-693, 1980.
- 32) 落 雅美: 冠動脈バイパス術の血行再建度評価法と術後心機能, *日胸外会誌* **33**: 2204-2218, 1985.
- 33) Pasternac A, Gorlin R, Sonnenblick EH, et al: Abnormalities of ventricular motion induced by atrial pacing in coronary artery disease. *Circulation* **45**: 1195-1205, 1972.
- 34) Rackley CE, Dodge HT, Coble YD Jr, et al: A Method for Determining Left Ventricular Mass in Man. *Circulation*. **29**: 666-671, 1964.
- 35) Rickards A, Seabra-Gomez R, Thurston P: The assessment of regional abnormalities of the left ventricle by angiography. *Eur J Cardiol* **5**: 167-182, 1977.
- 36) 榑原哲夫: A-C バイパス術後運動負荷時の心機能及び冠血流量の検討. *日胸外会誌* **33**: 353-362, 1985.
- 37) Scampacdonis G, Yang SS, Maranhao V, et al: Left ventricular abnormalities in prolapsed mitral leaflet syndrome. *Circulation* **48**: 287-297, 1973.
- 38) Sharma B, Goodnin JF, Raphael MJ, et al: Left ventricular angiography on exercise. A new method of assessing left ventricular function in ischaemic heart disease. *Br Heart J* **38**: 59-70, 1976.
- 39) Slutsky R, Battler A, Karliner JS, et al: First third ejection fraction at rest compared with exercise radiounclide angiography in assessing patients with coronary artery disease. *Radiology* **136**: 197-201, 1980.
- 40) Slutsky R, Karliner JS, Battler A, et al: Comparison of early systolic and holosystolic ejection phase indexes by contrast ventriculography in patients with coronary artery disease. *Circulation* **61**: 1083-1090, 1980.
- 41) Sniderman AD, Marpole D, Fallen EL: Regional contraction patterns in the normal and ischemic left ventricle in man. *Am J Cardiol* **13**: 484-489, 1974.
- 42) 曾根田純一, 伴 敏彦: A-C バイパス術の術前, 術後管理 手術 **40**: 1659-1664, 1986.
- 43) Stack RS, Phillip HR III, Crieron DS, et al: Functional Improvement of Jeopardized Myocardium following Intracardial Infarction. *The Journal of Clinical Investigation* **72**: 84-95, 1983.
- 44) Swan HJC, Chatterjee K: Objective evidence of improved left ventricular function following myocardial revascularisation. *Adv Cardiol* **11**: 141-150, 1974.
- 45) 田中信行, 大野猛三, 山口 保, 他: 左心局所心筋壁収縮率の定量化からみた Aorto-coronary Bypass の評価. *日胸外会誌* **29**: 1576-1584, 1981.
- 46) Snow JA, Baker LD, Leshin SJ, et al: Validation of the signal plane cineangiographic determination of canine left ventricular volume. II: Left ventricular dilatation. *Fed Proc* **28**: 517, 1969.