

《原 著》

1 枝病変心筋梗塞症における運動負荷時非梗塞部 ST 低下と Tl-201 心筋イメージ所見の対比

片岡 一*,† 大窪 利隆* 高岡 茂* 田渕 博己*
中村 一彦* 橋本 修治*

要旨 1 枝病変心筋梗塞症患者を対象として、慢性期に施行した運動負荷心電図の非梗塞部 ST 低下に及ぼす梗塞巣の拡がりの影響を負荷 Tl-201 心筋イメージング所見を分析することで検討した。対象は前壁梗塞 15 例、下壁梗塞 16 例で、仰臥位エルゴメータにより負荷を加え、負荷心電図を記録するとともに、直後と 3 時間後に多方向の Tl-201 心筋イメージをえた。

非梗塞部 ST 低下は前壁梗塞の 13.3%、下壁梗塞の 31.3% にみられた。心筋イメージの ²⁰¹Tl 集積低下域と ST 低下との関連をみると、前壁梗塞では有意でなかったが、下壁梗塞の前胸部 V₁~V₄ 誘導での ST 低下は、下部心室中隔の ²⁰¹Tl 集積低下を有する症例に多く、ST 非低下群と有意差を認めた (80% vs. 9.1%, $p < 0.05$)。

以上、1 枝病変心筋梗塞症例の非梗塞部 ST 低下は心筋イメージの ²⁰¹Tl 集積低下域の拡がりに関連することが示された。

I. 結 言

心筋梗塞後患者の運動負荷心電図の非梗塞部 ST 低下は多枝病変に多く、梗塞再発や心室細動、突然死の合併頻度が高いため、予後不良の徴候と言われている¹⁻³⁾。したがって、初回心筋梗塞症患者の予後を知る上で、多枝病変の有無を診断することは重要で、ことに日常診療の場で運動負荷心電図の果たす役割は大きいといえる。初回心筋梗塞における運動負荷心電図の多枝病変の診断鋭敏度は良好であるが、責任冠動脈以外に有意狭窄のない 1 枝病変心筋梗塞症患者の運動負荷心電図においても非梗塞部 ST 低下を認めることがあり⁴⁻¹²⁾、多枝病変との鑑別において注意を要する。

しかしながら、1 枝病変心筋梗塞症患者の非梗塞部 ST 低下について詳細に分析した報告は少ない。そこで本研究では、1 枝病変心筋梗塞症例を対象として、慢性期に施行した運動負荷 12 誘導心電図の非梗塞部 ST 低下の特徴や機序につき、主として運動負荷 Thallium (Tl)-201 心筋イメージの所見と対比することで検討した。

II. 対象と方法

対象は冠動脈造影上、責任冠動脈以外の主要冠動脈に有意狭窄をもたない初回発作の 1 枝病変心筋梗塞症患者で、以下の項目に該当する症例は除外した。(1) 安静時 12 誘導心電図で非梗塞部における誘導 (前壁梗塞で II, III, aV_F, 下壁梗塞で前胸部 V₁~V₄ 誘導) で ST, T 変化を認めるもの、(2) 左、右心室肥大の症例、(3) 伝導障害を有するもの、(4) 検査の 3 週間以内にジギタリス製剤の投与をうけたもの、(5) 3.5 mEq 以下の低カリウム血症、(6) 虚血性心疾患以外に器質的心疾患を有するもの。以上の基準により選択された対象は、前壁梗塞 15 例、下壁梗塞 16 例の計 31 例で、男 28 例、

* 鹿児島大学医学部第二内科

† 現大分医科大学第二内科

受付: 61 年 1 月 17 日

最終稿受付: 61 年 6 月 6 日

別刷請求先: 大分県大分郡挾間町医大ヶ丘 1-1506

(☎ 879-56)

大分医科大学第二内科

片 岡 一

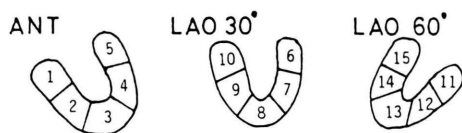


Fig. 1 Schematic representation showing the myocardial segments in Tl-201 myocardial image. ANT: anterior, LAO: left anterior oblique.

女 3 例, 平均年齢 53.8 ± 9.3 歳 (31 歳 ~ 69 歳) である。前壁心筋梗塞症例は, 全例, 心筋梗塞の典型的臨床症状の既往に加え, 心電図の前胸部誘導にて異常 Q 波を呈した。異常 Q 波の拡がり, $V_1 \sim V_2$ が 2 例, $V_1 \sim V_3$ が 9 例, $V_1 \sim V_4$ が 4 例であった。下壁心筋梗塞症例は, 全例, 右冠動脈病変によるもので, 下壁誘導にて異常 Q 波を有する 10 例と, 急性期に当科関連病院に収容され, 血清 CPK 値の上昇と慢性期の冠動脈造影の冠狭窄部位により下壁心筋梗塞と診断されたが, 下壁誘導にて異常 Q 波のない 6 例の計 16 例である。

運動負荷 Tl-201 心筋イメージングは仰臥位エルゴメータ使用による多段階の亜最大運動負荷にて施行した。運動負荷は, 15 watt で 1 分間のウォーミングアップの後, 40 ~ 50 watt より開始し, 3 分ごとに 20 watt ずつ増量した。負荷の終点は年齢別予測最大心拍数の 80 ~ 85%, 狭心痛の出現, 呼吸困難, 下肢倦怠感, 重篤な不整脈, 血圧の異常反応などで, 終点で Tl-201 2 ~ 3 mCi を静脈内投与し, 投与後さらに 1 分間, 同一強度の運動を継続したのち中止した。コンバージングコリメータを装着したガンマカメラにより, 負荷終了後 5 ~ 10 分の初期像を正面, 左前斜位 30 度, 60 度の 3 方向で撮像し, 3 ~ 4 時間後には再分布像をえた。Fig. 1 に示すセグメント分類に従い, 心筋イメージをおのおの 5 つのセグメントの計 15 セグメントにわけ評価した。心筋イメージの読影には習熟した複数の医師により各セグメントにおける ^{201}Tl 取り込みの低下および再分布の有無を視覚的に判定した。

運動負荷 12 誘導心電図は心筋イメージング施行時に, Mason-Likar の方法¹³⁾に準じて 10 mm を

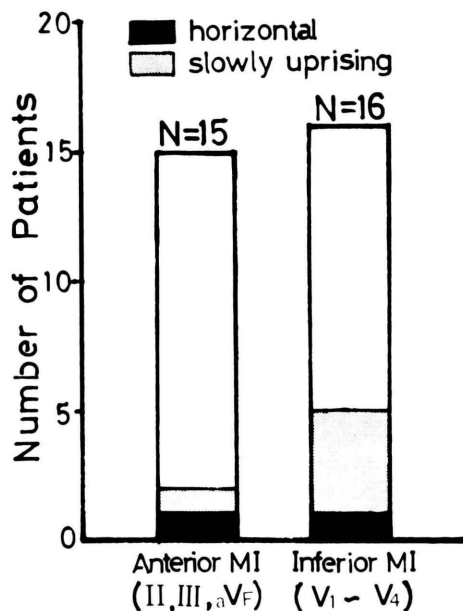


Fig. 2 Incidence of ST-segment depression in the leads opposite to the infarcted wall in one-vessel old myocardial infarction.

1 mV として記録した。負荷開始前の安静時, 負荷直後, および中止後 2 分ごとに, 有意の ST 変化が消失するまで, 3 ~ 8 分まで記録した。心電図 ST 偏位の判定は Ellestad らの診断基準¹⁴⁾に従った。すなわち, PQ interval を基準線として任意の誘導における 1 mm 以上の horizontal あるいは downsloping の ST 低下, あるいは J point より 0.06 秒における 1.5 mm 以上の slowly uprising の ST 低下を陽性とした。ST 上昇については J point にて判定し, 安静時 ST レベルと比べて 1 mm 以上上昇し, 0.04 秒時点でも同様に上昇の認められるものを有意とした。非梗塞部 ST 変化は下壁梗塞では前胸部 $V_1 \sim V_4$ 誘導での, 前壁梗塞では下壁誘導 II, III, aVF での ST 低下の有無を評価した。

冠動脈造影は Sones 法¹⁵⁾にて施行し, 内径の 70% 以上の狭窄をもって有意とし, AHA 分類¹⁶⁾に従い評価した。また側副血行路の有無についても判定した。

左室駆出率は心拍同期による平衡時心ブールイ

Table 1 Incidence of the ST depression in each lead on 12-lead ECG

	I	aV _L	aV _R	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆	II	III	aV _F
Anterior OMI (N=15)	0	0	0	—	—	—	—	0	0	1	2	1
Inferior OMI (N=16)	1	1	0	0	0	1	5	2	0	—	—	—

Table 2 Association of the ST depression and myocardial defect

Segment number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Anterior OMI															
ST ↓ (II, III, aV _F)															
Presence (N=2)	0	0	1	2	1	2	2	1	0	0	0	0	1	2	3
Absence (N=13)	0	1	6	2	0	0	0	7	5	7	0	0	8	11	5
P value	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Inferior OMI															
ST ↓ (V ₁ -V ₄)															
Presence (N=5)	5	5	2	0	0	0	0	3	4	3	4	5	4	0	0
Absence (N=11)	9	9	6	0	0	0	3	4	1	1	7	7	5	0	0
P value	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	.05	NS	NS	NS	NS	NS	NS

メージングにより求めた。Tc-99m-in vivo 標識赤血球 15~20 mCi を用い、静注後に左室と右室の明瞭に分離される modified LAO 方向にて安静時 3 分間、運動負荷時 2 分間撮像し、conventional な方法にて左室駆出率を求めた。

有意差の検定には、student t test ならびに Fisher の直接確率検定を用いた。

III. 結 果

1. 負荷心電図の非梗塞部 ST 低下所見

Figure 2 は非梗塞部 ST 低下の出現頻度を示す。運動負荷中の最大到達心拍数は前壁梗塞群で毎分 121.9 ± 10.1 、下壁梗塞群で毎分 121 ± 10.7 であり、両群間で有意差はなかった。前壁梗塞での下壁誘導 (II, III, aV_F) の ST 低下の出現頻度は 2 例 (13.3%) で、様式別には horizontal 型 ST 低下, slowly uprising 型 ST 低下がおおの 1 例ずつであった。下壁梗塞群での前胸部誘導 (V₁~V₄) での ST 低下の出現は 5 例 (31.3%) で、様式別には horizontal 型 ST 低下 1 例, slowly uprising 型 ST 低下 4 例であった。

ST 低下の程度と持続時間をみると、程度は horizontal 型 ST 低下を呈した症例で 1~1.5 mm,

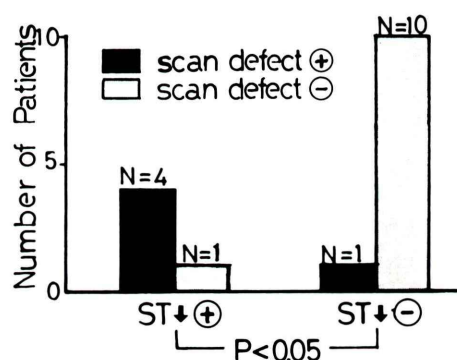


Fig. 3 Association of precordial ST-segment depression and inferoseptal myocardial defect in one-vessel old myocardial infarction.

slowly uprising 型 ST 低下を呈した症例で 1.5~2.0 mm であった。持続時間は、下壁梗塞の horizontal 型 ST 低下を呈した 1 症例で負荷後 3 分まで有意の ST 低下が持続したが、他の症例では負荷直後でのみ記録された。

Table 1 は心電図における ST 低下の出現を誘導部位別にみたものである。下壁梗塞例での非梗塞部 ST 低下は前胸部 V₄ 誘導にて頻度が高かった。

Table 3 Comparison of the clinical data between the patients with and those without precordial ST depression in inferior OMI

	With precordial ST depression (N=5)	No precordial ST depression (N=11)	P value
Male/Female	5/0	9/2	NS
Mean Age	52.6±8.7	57.7±8.8	NS
<i>CAG</i>			
50% narrowing in			
LAD	2 (40%)	2 (18.2%)	NS
LCx	0 (0%)	4 (36.4%)	NS
Collateral vessels to RCA	3 (60%)	1 (9.1%)	NS
<i>ECG</i>			
End-point			
HR (Max)	126±8.4	119±11.2	NS
Chest pain	0 (0%)	1 (9.1%)	NS
Leg fatigue	1 (20%)	3 (27.3%)	NS
Inferior leads			
Abnormal Q	5 (100%)	5 (45.5%)	NS
ST elevation (≥ 1 mm)	2 (40%)	0 (0%)	NS
<i>Myocardial image</i>			
Defect in			
Inferoseptal (segment 9)	4 (80%)	1 (9.1%)	P<0.05
Basal posterolateral (segment 11)	4 (80%)	7 (63.6%)	NS
Other segments			NS
Redistribution	0 (0%)	1 (9.1%)	NS
Defect extension	6.4±0.9	4.45±2.1	P<0.1
<i>Blood pool scan</i>			
LVEF at rest	48.4±9.4	47.7±11.6	NS
Stress LVEF	51.0±12.4	53.9±6.7	NS
ΔLVEF	2.64±7.21	4.53±7.3	NS

Abbreviations: OMI; old myocardial infarction, CAG; coronary arteriogram, LAD; left anterior descending coronary artery, LCx; left circumflex coronary artery, RCA; right coronary artery, HR; heart rate, LVEF; left ventricular ejection fraction.

2. 非梗塞部 ST 低下と ²⁰¹Tl 心筋イメージ所見との関連

Table 2 は心筋シンチ像の ²⁰¹Tl 集積低下域と負荷心電図の非梗塞部 ST 低下との関係を前壁梗塞と下壁梗塞とで各セグメントごとに検討したもので、数字は心筋イメージで ²⁰¹Tl 集積低下を呈した症例数をあらわしている。前壁梗塞では有意な関連はみられなかったが、下壁梗塞群においてはセグメント 9 で有意な関連がみられた。つまり Fig. 3 にみられるように、下壁梗塞例のうち前胸部誘導にて ST 低下を呈した症例でのセグメント 9 での ²⁰¹Tl 集積低下の出現は 5 例中 4 例 (80%) で、ST 低下のない症例での 11 例中 1 例 (9.1%)

に比し、有意に高い出現頻度であった。

3. 下壁梗塞症例における ST 低下例と非低下例の比較

下壁梗塞症例について前胸部 ST 低下と Tl-201 心筋イメージのセグメント 9 との関係が示唆されたが、それ以外の臨床的背景の影響を検討するため、下壁梗塞症例を前胸部 ST 低下の有無により低下群と非低下群にわけ比較した。Table 3 に示すように、負荷中の到達最大心拍数に有意差はなく、低下群に女性は含まれていない。心電図所見のうち、reciprocal な変化の影響をみると、前胸部 ST 低下群のうち、梗塞部誘導にて ST 上昇を呈したのは 2 例 (40%) で、ST 非低下群に比べ

Table 4 Clinical data of the patients with precordial ST depression in inferior myocardial infarction due to single-vessel right coronary artery disease

Case	Age	Sex	Electrocardiogram		Perfusion defect on myocardial scintigram (segment number)	Coronary arteriogram	
			ST ↓ in precordial leads (type of ST depression)	ST ↑ in infarct-related leads (mm)		% narrowing of left coronary artery	Collateral to right coronary artery
1	47	Male	V ₄ (slowly uprising)	No elevation	1, 2, 9, 10, 11, 12	Normal	Absence
2	43	Male	V ₂ -V ₄ (horizontal)	2 mm	1, 2, 3, 8, 9, 11, 12	Normal	Presence
3	50	Male	V ₄ -V ₅ (slowly uprising)	No elevation	1, 2, 8, 9, 10, 11, 12	50% (LAD7)	Presence
4	59	Male	V ₄ (slowly uprising)	1.5 mm	1, 2, 8, 9, 10, 12	Normal	Absence
5	64	Male	V ₄ -V ₅ (slowly uprising)	No elevation	1, 2, 3, 11, 12	50% (LAD7)	Presence

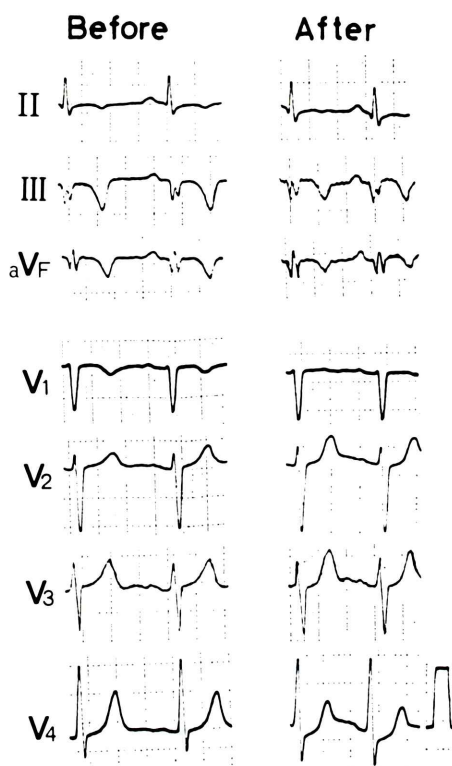


Fig. 4 Electrocardiogram before and immediately after exercise testing in a 47 year-old male with one-vessel old inferior myocardial infarction. Before exercise, the ST-segment in precordial V₁ to V₄ leads is normal, but immediately after exercise 1.5 mm slowly uprising ST depression is shown in V₄ lead.

や高い頻度ではあるが有意差はなかった。先に述べたごとく、低下群では心筋イメージ上、有意にセグメント9の²⁰¹Tl集積低下域の出現頻度が高かった。また、後壁へ及んだ²⁰¹Tl集積低下域の前胸部ST低下への影響をみるため、心基部よりの後側壁であるセグメント11における²⁰¹Tl集積低下の出現頻度を比較すると、ST低下群で、80%、非低下群で63.6%であり両群間で有意差を認めなかった。²⁰¹Tl集積低下域は、ST低下群で大になる傾向にあった。心プーリイメージングより求めた安静時左室駆出率は両群で有意差はなかった。負荷心プーリイメージングはST低下群の全例、

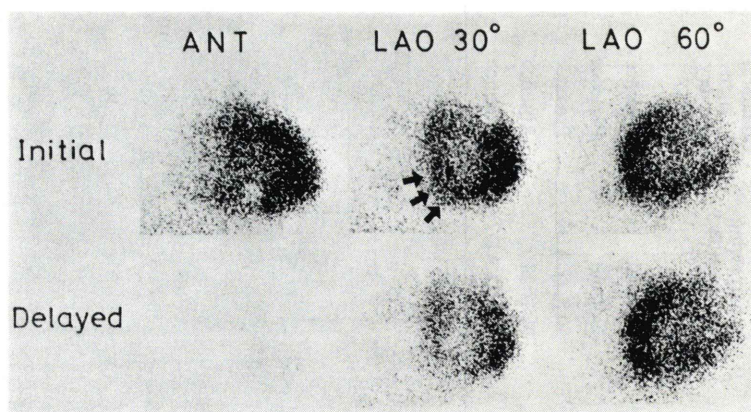


Fig. 5 Thallium-201 images from the patient whose electrocardiogram is illustrated in Fig. 4. Initial images show a myocardial defect extending from the inferior wall to inferoseptal wall (arrows). There is no redistribution into this defect in delayed image.

非低下群の7例で施行したが、負荷により5%以上の駆出率の低下を呈した症例は両群ともみられなかった。

Table 4 は前胸部 ST 低下のみられた5症例の内訳を示したものである。負荷心電図上の ST 低下は V_4 誘導に出現することが多く、それよりも右側胸部誘導で ST 低下がみられたのは1例のみであった。セグメント9の ^{201}Tl 集積低下と関連して前胸部 ST 低下を呈したのは4症例であり、これら4症例のうち、3症例は冠動脈造影所見上、梗塞部責任冠動脈以外の冠動脈にはほとんど冠硬化性病変を認めなかった。またこの4症例のうち、負荷心電図上、梗塞部誘導で ST 上昇を呈したのは2例であった。

最後に症例を呈示する。Fig. 4 は47歳、男性の負荷心電図である。負荷直後に前胸部 V_4 誘導で1.5 mm の slowly uprising 型 ST 低下を認めた。下壁誘導では有意な ST 上昇は認めなかった。Fig. 5 は同症例の負荷 Tl-201 心筋イメージであるが、矢印に示すごとく、セグメント9の ^{201}Tl 集積低下域を認めた。Fig. 6 は43歳、男性の負荷心電図である。負荷後3分の記録まで $V_3 \sim V_5$ で horizontal 型 ST 低下を認めた。また下壁誘導の

III, aV_F では2 mm におよぶ ST 上昇を呈した。

Fig. 7 は同一症例の負荷 Tl-201 心筋イメージであるが、矢印のセグメント9に ^{201}Tl 集積低下域を認めた。なお2症例とも冠動脈造影上、右冠動脈以外の冠血管にはほとんど動脈硬化性病変はなかった。

IV. 考 案

心筋梗塞症患者の予後は罹患冠動脈数や心機能の程度に左右される。責任冠動脈以外の有意冠狭窄の有無を知ることは、外科的方法を含めて治療方針を決定する上で重要である。ことに運動負荷心電図は冠動脈病変を推定する上で簡便かつ有力な検査法であり、臨床にかかせない。初回心筋梗塞後患者の運動負荷心電図の非梗塞部 ST 低下は多枝病変に多く、予後不良の徴候とされているが¹⁻³⁾、責任冠動脈以外に有意狭窄のない1枝病変心筋梗塞症患者の運動負荷心電図の非梗塞部 ST 低下もよく経験され、ことに reciprocal な ST 変化との関係で論じられることが多い。しかしながら、梗塞巣の解剖学的拡がりがあるような ST 偏位と関連している可能性もあり、その機序については明らかでない。これまでの報告をみると、

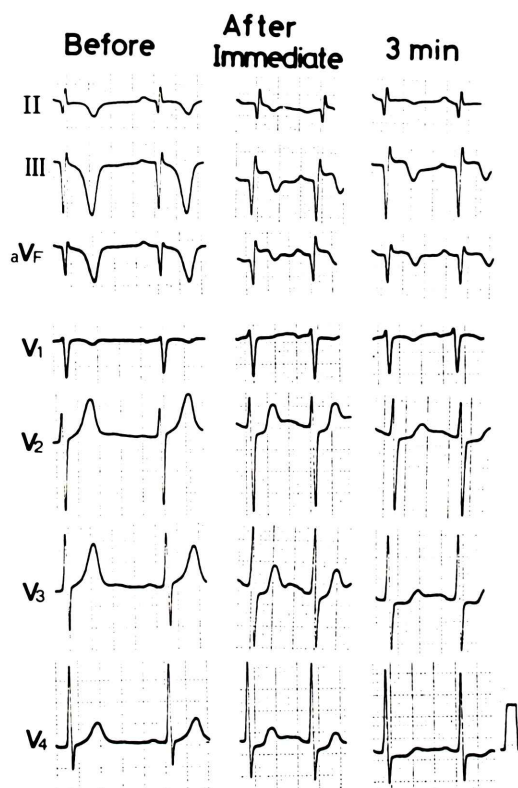


Fig. 6 Electrocardiogram before, immediately and 3 minute after exercise testing in a 43 year-old male with one-vessel old inferior myocardial infarction. Before exercise, the ST segment in precordial leads V₁ to V₄ is normal, but post-exercise electrocardiogram shows horizontal ST depression in V₃ to V₄ leads. Inferior leads III and aV_F show 2 mm ST elevation.

1 枝病変心筋梗塞症患者的非梗塞部誘導での ST 低下につき、梗塞巣の解剖学的拡がりとの関係で検討した報告は少ない。

ところで心電図の ST 低下と心筋虚血巣との関係を詳細にみるためには、体表面心電図の電極と解剖学的な虚血巣の拡がりとの位置関係をより正確に把えることが必要となる。冠動脈造影は解剖学的な冠狭窄部位を明らかにするが、虚血巣の解剖学的拡がりを把握するには十分とはいえない。TI-201 心筋イメージングは非侵襲的に局所心筋血流を可視的に評価可能とし、梗塞巣の解剖学

的な拡がりを知る上で不可欠な検査法といえる。そこで本研究では、1 枝病変心筋梗塞を対象として、慢性期に施行した運動負荷心電図と運動負荷 TI-201 心筋イメージ所見とを対比することで、責任冠動脈以外に有意狭窄をもたない初回心筋梗塞の非梗塞部 ST 低下の分析を試みた。

1. 非梗塞部 ST 低下の出現頻度

初回心筋梗塞における負荷心電図の多枝病変の診断鋭敏度は良好であるが、責任冠動脈以外に有意狭窄のない 1 枝病変心筋梗塞症患者的運動負荷心電図での ST 低下もしばしば経験される。前壁梗塞では、報告者により誘導法や ST 偏位の診断基準に相違はあるが、7.9%~36.3%⁴⁻¹²⁾と報告されている。著者らの今回の検討では 13.3%で諸家の報告と比べてもあまり差のない頻度であった。また初回下壁梗塞の運動負荷心電図の胸部誘導における ST 低下の出現頻度は、冠動脈造影所見と対比した報告で Castellanet ら⁴⁾は CM₅ の 1 誘導あるいは CM₅, III, V₁ の 3 誘導心電図で 10%、Chaitman ら⁶⁾は CM₅ の 1 誘導で 7%、Tubau ら⁷⁾は多誘導心電図で 17%であったとしている。齊藤ら¹⁰⁾は右冠動脈あるいは左回旋枝に梗塞責任血管を有する下、後、側壁梗塞で、負荷心電図の胸部誘導で ST 低下を呈した症例が 42%にみられたと報告している。著者らの検討でも、右冠動脈病変による下壁梗塞の慢性期運動負荷心電図における前胸部誘導の ST 低下の出現頻度は 31.3%であり、必ずしも少ない頻度ではなかった。

2. 非梗塞部 ST 低下の機序

従来より、心筋梗塞症の急性期における非梗塞部 ST 偏位について検討した報告は多いが、1 枝病変心筋梗塞の慢性期運動負荷心電図の非梗塞部 ST 偏位の機序についての検討は少ない。

佐藤ら¹²⁾は初回前壁梗塞における運動負荷心電図の下壁誘導の ST 低下の機序につき検討している。彼らは梗塞部の責任冠動脈以外に有意冠狭窄を認めない症例で、36.5%に下壁誘導での ST 低下を認めたと報告しており、非梗塞部 ST 低下の機序として、I, aV_L 誘導での ST 上昇の reciprocal change の可能性を示唆している。本研究

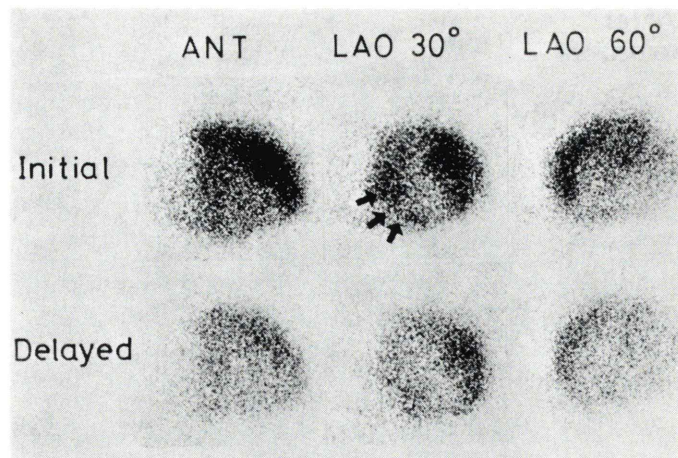


Fig. 7 Thallium-201 myocardial images from the same patient in Fig. 6. Arrows indicate a defect in the inferoseptal wall of the left ventricle. There is no redistribution into this defect in delayed image.

では、前壁梗塞例の運動負荷心電図で、下壁誘導の ST 低下を呈した症例が少なく、さらに症例を重ねて検討する必要があるが、下壁誘導で ST 低下をみた 2 症例はともに左室側壁に相当すると思われるセグメント 7 に ^{201}Tl 集積低下域を認めたが、ST 低下のない症例では同部位の集積低下はなかった。急性期にみられる前壁梗塞の下壁誘導での ST 低下の機序として、左室側壁、下壁へ及んだ梗塞巣の拡がりの影響を指摘する報告¹⁷⁾があるが、慢性期においても、側壁に及んだ梗塞周辺の虚血巣の拡がりか負荷心電図の下壁誘導の ST 低下を生ぜしめた可能性も考慮する必要がある。なお、佐藤ら¹²⁾は I, aV_L 誘導での ST 上昇の reciprocal change の可能性を指摘しているが、著者らの 2 症例では、いずれも I, aV_L 誘導の ST 上昇はみられなかった。

本研究では責任冠動脈以外に有意狭窄のない下壁梗塞症患者の運動負荷心電図において前胸部 ST 低下をきたす症例の頻度が高かった。胸部誘導のうち V_5 , V_6 誘導は心尖部付近の虚血を反映して、前壁梗塞あるいは下壁梗塞でも ST 低下が出現する可能性がある。これに対して、前胸部 $\text{V}_1 \sim \text{V}_4$ 誘導での ST 低下は左冠動脈前下行枝病変の存在の可能性を高くするため、これらの誘導

に及ぼす下壁梗塞の影響を分析することは意義深いと思われる。

下壁梗塞における負荷心電図の前胸部 $\text{V}_1 \sim \text{V}_4$ 誘導での ST 低下の機序としては、まず ST 低下が梗塞部誘導での ST 上昇の reciprocal な変化である可能性がある。しかし症例で呈示したように、梗塞部 ST 上昇を伴った症例もあれば、伴わないものもある。12誘導心電図を用いた本研究では非梗塞部 ST 低下例のうち梗塞部 ST 上昇を認めたのは 40% であり、ST 非低下例と有意差はなく、reciprocal な変化のみでは説明しにくいと思われる。ただ運動負荷体表電位図による検討¹⁸⁾ではないため、ST 偏位の空間的拡がりをみるには十分とはいえず、たとえば II, III, aV_F などの下壁誘導において ST 上昇がなくとも体表電位図の背中の誘導などで左室後壁の異常を反映して ST 上昇が生じている可能性もあり、前胸部誘導の reciprocal な ST 低下を完全には否定しえない。つまり左室後壁の虚血はベクトル心電図学的な原理からみても前胸部誘導において reciprocal な ST 偏位を生ぜしめる可能性がある¹⁹⁾。たとえば、左室後壁の心筋虚血の前胸部誘導の ST 低下に与える影響について急性心筋梗塞で検討した報告の中には、心基部よりの後側壁の壁運動異常と前胸

部 ST 低下との関連を指摘した論文がみられる²⁰⁾。本研究でも、前胸部 ST 低下と心基部よりの後側壁での²⁰¹Tl 集積低下との関連を検討したが有意な関連はみられなかった。背方への ST 偏位の前胸部 ST 低下に及ぼす影響については、さらに体表面電位図などの手法も取りいれて検討する必要がある。

つぎに、梗塞部責任冠動脈病変以外の冠動脈病変による遠隔部の心筋虚血を反映した可能性も考えられる。しかしながら、責任冠動脈以外の冠動脈病変をみると、2症例で左前下行枝に50%の狭窄を認めたものの、他の3症例はほとんど冠動脈硬化を認めず、遠隔部の虚血を生じた可能性は低いと考えられた。運動負荷 Tl-201 心筋イメージ上も、梗塞部と離れた遠隔部心筋に虚血性変化を認めなかった。

最も高い可能性としては、前胸部 V₁～V₄ 誘導での ST 低下が、セグメント9の²⁰¹Tl 集積低下の有無と有意に関連したことより、下壁心筋梗塞のセグメント9への解剖学的拡がりが前胸部誘導での ST 低下を生ぜしめたことが考えられた。つまりセグメント9は左前斜位方向で撮影される心尖部よりの心室中隔であり、Rigo ら²¹⁾の心筋イメージと解剖学的部位とを対比させた報告をみると下部心室中隔に相当する。コリメータの撮影方向を考慮すると、同部位は前胸壁に近接して位置しており、前胸部誘導の ST 偏位に影響したものと考えた。本研究で、下壁梗塞の前胸部 ST 低下の出現は V₄ 誘導で高かったが、この理由の1つとしては、ST 偏位の程度は R 波高に影響されとの報告^{22,23)}があり、R 波高の高い V₄ 誘導において、高頻度に ST 低下が出現したものと解釈した。さて、1枝病変下壁心筋梗塞症の運動負荷心電図で、II, III, aV_F 誘導で ST 低下もなく、前胸部誘導のみで ST 低下が出現しうるか否かは興味あるが、これまでの報告では、梗塞部誘導の ST 上昇に関する検討が多く²⁴⁾、低下については、著者らがしらべた範囲では少なく必ずしも明らかでない。Adams ら²⁵⁾の報告をみると、3例の右冠動脈病変による1枝病変心筋梗塞症のうち、

2例で前胸部 V₃～V₄ で ST 低下をみているが、そのうち1例で II, III, aV_F に ST 低下がみられている。著者らの症例では梗塞部誘導で ST 低下を呈した症例はなく、前胸部誘導での ST 低下は、梗塞周辺の虚血を反映したものと考えた。

下壁梗塞に伴う前胸部 V₁～V₄ 誘導での ST 低下については、急性期の心電図においても議論されてきた。その機序として、梗塞部 ST 上昇の reciprocal な変化の反映²⁶⁾、左前下行枝病変の有無との関連²⁷⁾、梗塞巣の大きさとの関係^{28,29)}、梗塞巣の解剖学的拡がりとの関連³⁰⁻³²⁾が指摘されている。このうち梗塞巣の解剖学的拡がりとの関連を指摘した報告によると、下部心室中隔^{31,32)}あるいは後側壁³⁰⁾への梗塞巣の拡がりが前胸部 ST 低下と密接に関連したと述べている。以上のことは、本研究の1枝病変下壁梗塞の慢性期運動負荷心電図でみられた前胸部 ST 低下も、急性期において梗塞巣の拡がりが前胸部 ST 低下に影響したとする報告と、同様な機序が働いたことを推定させる。

さて、1枝病変下壁梗塞の負荷心電図の前胸部 ST 低下に、梗塞巣内あるいは周辺の可逆性虚血の有無が関与したか否かは興味ある問題である。Kaul ら³³⁾は、1枝病変心筋梗塞症例においても、planar の負荷 Tl-201 心筋イメージ上、再分布がしばしば認められ、可逆性虚血の診断において、負荷心電図の ST 低下と比べて診断精度は良好であったと報告しているが、本研究では ST 低下をきたした症例でも planar Tl-201 心筋イメージ上、再分布は明らかでなかった。二神ら¹¹⁾は、Tl-201 single photon emission computed tomography を用いて梗塞心の負荷心電図の ST 偏位を検討しているが、1枝病変心筋梗塞例で負荷心電図上 ST 低下をみた症例では、梗塞部位と同一冠動脈支配域で再分布をみることが多いと述べている。Planar Tl-201 心筋イメージングは Tl-201 single photon emission computed tomography に比べて診断精度が劣るため³⁴⁾、本研究では梗塞巣内あるいはその周辺に生じた可逆性虚血をとらえきれなかった可能性がある。

3. 臨床的意義

本研究でみられたように、1 枝病変心筋梗塞の負荷心電図においても、非梗塞部 ST 低下をみることが多いが、その機序として、従来より指摘されている梗塞部 ST 上昇の reciprocal な変化を反映した所見と考える以外にも、梗塞巣の解剖学的な拡がりの影響も考慮すべきと思われる。また、今回対象とした症例においては、1 枝病変心筋梗塞症の負荷心電図にみられる非梗塞部 ST 低下は、その様式や程度からも³⁵⁻³⁷⁾、強い心筋虚血を反映したものではないと推定された。運動負荷に対する心プールイメージングの左室駆出率の反応をみても、安静時に比べ 5% 以上の駆出率の低下をきたした症例はなく、多枝病変の初回梗塞例にみられる反応^{38,39)}とは異なっていた。以上より、1 枝病変心筋梗塞患者の負荷心電図にみられる非梗塞部 ST 低下は、臨床的には高度の心筋虚血を反映した所見ではないと解釈したが、多枝病変心筋梗塞との鑑別において注意を要するものと考えられた。

V. 結 語

1 枝病変心筋梗塞の運動負荷心電図の非梗塞部 ST 低下に及ぼす梗塞巣の拡がりの影響を負荷 TI-201 心筋イメージ所見と対比することで検討したところ、下壁梗塞では下部中隔に拡がった梗塞巣が負荷心電図の前胸部 V₁~V₄ 誘導の ST 低下をきたすことがあり、負荷心電図の解釈上、注意すべきと考えられた。

文 献

- Markiewicz W, Houston N, DeBusk RF: Exercise testing soon after myocardial infarction. *Circulation* **56**: 26-31, 1977
- Smith JW, Dennis CA, Gassmann A, et al: Exercise testing three weeks after myocardial infarction. *Chest* **75**: 12-16, 1979
- Koppes GM, Kruyer W, Beckmann CH, et al: Response to exercise early after uncomplicated acute myocardial infarction in patients receiving no medication: Long-term follow-up. *Am J Cardiol* **46**: 764-769, 1980
- Castellane MJ, Greenberg PS, Ellestad MH: Comparison of S-T segment changes on exercise testing with angiographic findings in patients with prior myocardial infarction. *Am J Cardiol* **42**: 29-35, 1978
- Weiner DA, McCabe C, Klein MD, et al: ST segment changes post-infarction: Predictive value for multivessel coronary disease and left ventricular aneurysm. *Circulation* **58**: 887-891, 1978
- Chaitman BR, Waters DD, Corbara F, et al: Prediction of multivessel disease after inferior myocardial infarction. *Circulation* **57**: 1085-1090, 1978
- Tubau JF, Chaitman BR, Bourassa MG, et al: Detection of multivessel coronary disease after myocardial infarction using exercise stress testing and multiple ECG lead systems. *Circulation* **61**: 44-52, 1980
- Starling MR, Crawford MH, Richards KL, et al: Predictive value of early postmyocardial infarction modified treadmill exercise testing in multivessel coronary artery disease detection. *Am Heart J* **102**: 169-175, 1981
- Fukui S, Sato H, Ogidani N, et al: Clinical significance of exercise-induced ST changes in patients with prior myocardial infarction. *Jpn Circ J* **45**: 1131-1137, 1981
- 斉藤宗靖, 丸谷公一, 小川久雄, 他: 急性心筋梗塞患者のリハビリテーション諸動作でみられる ST 変化の意義. *心臓* **15**: 194-200, 1983
- 二神康夫, 浜田正行, 牧野克俊, 他: 心筋梗塞後患者における運動負荷心電図 ST 変化の臨床的意義. *核医学* **21**: 241-251, 1984
- 佐藤邦友, 扇谷信久, 加納繁美, 他: 前壁梗塞における運動負荷時下壁誘導 (III, aV_F) での ST 低下の臨床的意義. *呼と循* **33**: 1017-1023, 1985
- Mason RE, Likar I, Biern RO, et al: Multiple-lead exercise electrocardiography: Experience in 107 normal subjects and 67 patients with angina pectoris, and comparison with coronary cinearteriography in 84 patients. *Circulation* **36**: 517-525, 1967
- Ellestad MH: Electrocardiographic patterns and their significance. In: Stress testing, 2nd ed, Ellestad MH, eds, FA Davis Company, Philadelphia, pp. 189-272, 1980
- Sones FM Jr, Shirey EK: Cinecoronary arteriography. *Mod Conc Cardiovasc Dis* **31**: 735-741, 1962
- AHA Committee Report: A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. *Circulation* **51**: 5-40, 1975
- Haraphongse M, Tanomsup S, Judgutt BI: Inferior ST segment depression during acute anterior myocardial infarction: Clinical and angiographic correlations. *J Am Coll Cardiol* **4**: 467-476, 1984
- Kubota I, Ikeda K, Ohyama T, et al: Body surface

- distributions of ST segment changes after exercise in effort angina pectoris without myocardial infarction. *Am Heart J* **110**: 949-955, 1985
- 19) Castellanos A, Myerburg RJ: The resting electrocardiogram. In: *The Heart*, 6th ed, Hurst JW, eds, McGraw-Hill Company, New York, pp. 206-229, 1985
- 20) Pierard LA, Sprynger M, Gilis F, et al: Significance of precordial ST-segment depression in inferior acute myocardial infarction as determined by echocardiography. *Am J Cardiol* **57**: 82-85, 1986
- 21) Rigo P, Bailey IK, Griffith LSC, et al: Value and limitations of segmental analysis of stress thallium-201 myocardial imaging for localization of coronary artery disease. *Circulation* **61**: 973-981, 1980
- 22) Gerson MC, Morris SN, McHenry PL: Relation of exercise-induced physiologic S-T segment depression to R wave amplitude in normal subjects. *Am J Cardiol* **46**: 778-782, 1980
- 23) Hakki AH, Iskandrian AS, Kutalek S, et al: R wave amplitude: A new determinant of failure of patients with coronary heart disease to manifest ST segment depression during exercise. *J Am Coll Cardiol* **3**: 1155-1160, 1984
- 24) Chahine RA, Raizner AE, Ishimori T: The clinical significance of exercise-induced ST-segment elevation. *Circulation* **54**: 209-213, 1976
- 25) Adams K, Perry JR, Popio K, et al: Positive treadmill stress tests post myocardial infarction in patients with single-vessel coronary disease. *Am Heart J* **109**: 251-258, 1985
- 26) Ferguson DW, Pandian N, Kioschos JM, et al: Angiographic evidence that reciprocal ST-segment depression during acute myocardial infarction does not indicate remote ischemia: Analysis of 23 patients. *Am J Cardiol* **53**: 55-62, 1984
- 27) Salcedo JR, Baird MG, Chambers RJ, et al: Significance of reciprocal ST depression in anterior leads in acute inferior myocardial infarction: Concomitant left anterior descending coronary artery disease? *Am J Cardiol* **48**: 1003-1008, 1981
- 28) Gibson RS, Crampton RS, Watson DD, et al: Precordial ST-segment depression during acute inferior myocardial infarction: Clinical, scintigraphic correlations. *Circulation* **66**: 732-741, 1982
- 29) Ong L, Valdellon B, Coromilas J, et al: Precordial S-T segment depression in inferior myocardial infarction: Evaluation by quantitative thallium-201 scintigraphy and technetium-99m ventriculography. *Am J Cardiol* **51**: 734-739, 1983
- 30) Goldberg HL, Borer JS, Jacobstein JG, et al: Anterior S-T segment depression in acute inferior myocardial infarction: Indicator of posterolateral infarction. *Am J Cardiol* **48**: 1009-1015, 1981
- 31) Boden WE, Bough EW, Korr KS, et al: Inferoseptal myocardial infarction: Another cause of precordial ST-segment depression in transmural inferior wall myocardial infarction? *Am J Cardiol* **54**: 1216-1223, 1984
- 32) Lew AS, Weiss T, Shah PK, et al: Precordial ST segment depression during acute inferior myocardial infarction: Early thallium-201 scintigraphic evidence of adjacent posterolateral or inferoseptal involvement. *J Am Coll Cardiol* **5**: 203-209, 1985
- 33) Kaul S, Keiss M, Liu P, et al: Comparison of exercise electrocardiography and quantitative thallium imaging for one-vessel coronary artery disease. *Am J Cardiol* **56**: 257-261, 1985
- 34) 二神康夫, 浜田正行, 市川毅彦, 他: 心筋梗塞患者の多枝病変検出における運動負荷 ^{201}Tl 心筋 single photon emission computed tomography の有用性と限界. *核医学* **20**: 1339-1348, 1983
- 35) Goldschlager N, Selzer A, Cohn K: Treadmill stress tests as indicator of presence and severity of coronary artery disease. *Ann Int Med* **85**: 277-286, 1976
- 36) Goldman S, Tselos S, Cohn K: Marked depth of ST-segment depression during treadmill exercise testing. *Chest* **69**: 729-733, 1976
- 37) Sanmarco M, Pontius S, Selvester R: Abnormal blood pressure response and marked ischemic ST-segment depression as predictors of severe coronary artery disease. *Circulation* **61**: 572-578, 1980
- 38) Wasserman AG, Katz RJ, Cleary P, et al: Non-invasive detection of multivessel disease after myocardial infarction by exercise radionuclide ventriculography. *Am J Cardiol* **50**: 1242-1247, 1982
- 39) 栗原 正, 成田充啓, 村野謙一, 他: 運動負荷心ブールイメージングによる陳旧性心筋梗塞における心予備能の検討. *核医学* **20**: 399-406, 1983

Summary

Correlation between Tl-201 Myocardial Scintigraphic Findings and Exercise-induced ST Depression in Non-infarct-related Leads in Old Myocardial Infarction with One-vessel Coronary Disease

Hajime KATAOKA^{*,**}, Toshitaka OHKUBO^{*}, Shigeru TAKAOKA^{*},
Hiromi TABUCHI^{*}, Kazuhiko NAKAMURA^{*} and Shuji HASHIMOTO^{*}

^{*}Second Department of Internal Medicine, Kagoshima University, Kagoshima

^{**}Second Department of Internal Medicine, Medical College of Oita, Oita

The influence of the infarct extension on the exercise-induced ST depression in non-infarct-related leads, i.e., II, III and aV_F in anterior old myocardial infarction (OMI) and V₁ to V₄ in inferior OMI, was evaluated in the patients with OMI without significant stenosis other than infarct-related coronary artery. Study population were 15 patients with anterior OMI due to anterior descending coronary artery disease and 16 with inferior OMI due to right coronary artery disease. Stress thallium-201 myocardial images were obtained in anterior, 30° and 60° left anterior oblique views, immediately and 3 to 4 hour delayed after submaximal exercise stress using bicycle ergometer. Exercise 12-lead electrocardiogram was recorded simultaneously during myocardial imaging. Significant ST depression was defined as ≥ 1 mm of the horizontal or downsloping ST depression or ≥ 1.5 mm of the uprising ST depression 60 msec after the J point.

ST depression in non-infarct-related leads was observed in 2 of 15 (13.3%) in anterior OMI and

5 of 16 (31.3%) in inferior OMI. In anterior OMI, no significant association was found between the ST depression and the infarct extension. However, significant relationship was found between the precordial ST depression and inferoseptal defect on myocardial image in inferior OMI. That is, incidence of the exercise-induced precordial ST depression was significantly higher in the patients with inferoseptal defect compared with those without it (80% vs. 9.1%, $p < 0.05$). Exercise-induced ST elevation in the infarct-related leads or infarct size did not significantly affect the exercise-induced precordial ST depression.

Thus, infarct extension from the inferior wall into the inferoseptal wall may affect the exercise-induced ST displacement in OMI with one-vessel coronary artery disease and caution is needed to interpret such ST displacement.

Key words: Exercise induced ST depression, One-vessel old myocardial infarction, Tl-201 myocardial image.