

《原 著》

PTCR例の心電図QS領域における
心筋viability

田中 健* 相澤 忠範* 加藤 和三* 小笠原 憲*
 桐ヶ谷 肇* 岡本 淳*

要旨 再灌流療法を施行した初回前壁心筋梗塞 20 例の梗塞部 TI-201 摂取率を TI-201 心筋 SPECT 短軸像のプロフィールカーブより求め心筋 viability の指標として検討した。対象を慢性期左心駆出率 (EF) が 50% 以上の心機能保持群 (A 群, 11 例 EF; $62 \pm 10\%$) と 50% 未満の心機能低下群 (B 群, 9 例 EF; $40 \pm 7\%$) とした。梗塞部 TI-201 摂取率は A 群では $65 \pm 7\%$ で正常より低く, B 群の $48 \pm 7\%$ より高値を示した ($p < 0.001$)。梗塞範囲は 214 ± 83 度と 243 ± 45 度で差を認めなかった。A 群では V 1-3 の QS は 2 例, V 1-4 の QS は 8 例, V 1-5 の QS は 1 例で, B 群ではそれぞれ 1 例, 7 例, 1 例であった。急性期における max GOT は A 群 322 ± 182 B 群 651 ± 382 であった ($p < 0.05$)。

梗塞部 TI-201 摂取率の差が両群間の心機能の差を, また心筋 viability の差を示すと考えられた。梗塞部心筋 viability 評価に梗塞部 TI-201 摂取率は有用と考えられた。

I. はじめに

心電図の QS 部位は貫壁性梗塞に対応し文字通り壁全体の壊死を反映していると理解されてきた¹⁾。しかし TI-201 心筋 SPECT 像により心筋局所の viability の評価が可能になると QS 部位に viability を認める例も少なからず報告されるようになった²⁾。また再灌流療法により急性心筋梗塞の虚血発作に晒された心筋を一部ではあるが壊死から救い得るようになり, 広範な QS 領域や著明な酵素上昇にかかわらず慢性期左心駆出率 (EF) が良好な例が報告されるようになった³⁾。今回再灌流療法を受けた初回前壁梗塞例を対象として心電図の QS で定義された梗塞領域における TI-201 摂取率を検討し心筋 viability の評価における TI-201 心筋 SPECT 像の有用性を認めたので報告する。

II. 対象と方法

心臓血管研究所において 1987, 8 年度に再灌流療法がなされた初回前壁心筋梗塞例 20 例を対象とした。これらは男性 16 例女性 4 例で平均 58 歳 (39-74) であった。

急性心筋梗塞発生より 1 か月後の慢性期に被検者を絶食に保ち安静時に 111 MBq (3 mCi) の TI-201 を静注し 10 分後より SPECT 像の撮像を行った。Siemens 社製回転型ガンマカメラ ZLC-75 に低エネルギー用汎用型平行ホール型コリメータを装着しオンラインでミニコンピュータ (SCINTIPAC 2400) に接続した。設定エネルギーレベルとウィンド幅は 75 keV で 20% とした。カメラを 5 度ごと回転させ LPO 40 度より RAO 35 度まで 180 度回転で合計 36 方向から各方向 20 秒ずつで撮像した。画像処理は 9 点スムージングを行い, Shepp and Logan フィルタ処理をし断層像を再構成した。定性的評価にはカットオフ 40% のマルチホームマトンカメラによる画像を用いた。定量的評価においては最高値を 100% とし, あらかじめ男女別に正常 20 例より求めた平均値より 2 標準偏差以下の TI-201 摂取率を示す領域を梗塞領域とした。

* 心臓血管研究所

受付: 2 年 5 月 14 日

最終稿受付: 2 年 7 月 12 日

別刷請求先: 東京都港区六本木 7-3-10 (☎ 107)

心臓血管研究所

田 中 健

心基部より心尖部へと求められた短軸断層像のうち梗塞領域を示す短軸断層像の中央に位置する断層像のプロフィールカーブを求めた。このカーブにおける最低値を梗塞部 TI-201 摂取率とし、また梗塞の範囲 (extent) を角度で表示した (Fig. 1)。

慢性期左心駆出率 (EF) は左室造影の第一斜位像より SIMPSON 法により求めた。同時期の心電図を用いて幅 1 mm 以上の QS を異常 QS とした。QS の異常範囲はこれを示す胸部誘導の数 (最大 6) をもちいて示した。壁運動の改善度は心臓部の超音波断層像を用いて評価した。発症 2 日後における梗塞部壁運動は全例で消失していた。慢性期において壁運動が正常から軽度低下にある場合を著明な改善、壁運動を認める場合を改善、また壁運動が消失したり異常運動を示す場合は改善を認めないとの三段階で評価した。

III. 結 果

対象を慢性期 EF が 50% 以上の心機能保持群 (A 群, 11 例 EF; $62 \pm 10\%$) と 50% 未満の心機能低下群 (B 群, 9 例 EF; $40 \pm 7\%$) の 2 群に分け、2 群の間で上記指標の比較を行った。

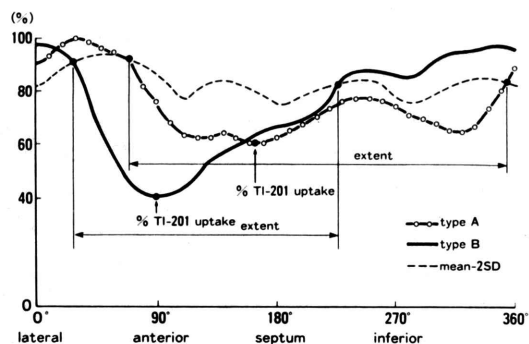


Fig. 1 Myocardial profile curve of type A and type B. Case 2 was chosen as typical case in group A and represented as type A. Case 3 as that in group B was represented as type B. In the figure profile curve of the patients and that of normal range were shown. Region under normal range was defined as region of infarction and extent of the region was represented. %TI-201 uptake in the region of infarction was obtained as the minimum %TI-201 uptake in the region.

梗塞部 TI-201 摂取率は A 群では $65 \pm 7\%$ で正常より低く、B 群の $48 \pm 7\%$ より高値を示した ($p > 0.001$)。梗塞範囲は 214 ± 83 度と 243 ± 45 度で差を認めなかった。A 群のプロフィールカーブにおける梗塞部は一様な低下であるが、B 群では辺縁部の取り込み低下程度は A 群と同程度であるが中央部に極めて低下した領域を認めるのを特徴とした。

壁運動は A 群では 4 例は著明な改善、5 例は改善、2 例では改善を認めなかった。B 群では 3 例が改善で、6 例では改善を認めなかった。A 群では V 1-3 の QS は 2 例、V 1-4 の QS は 8 例、V

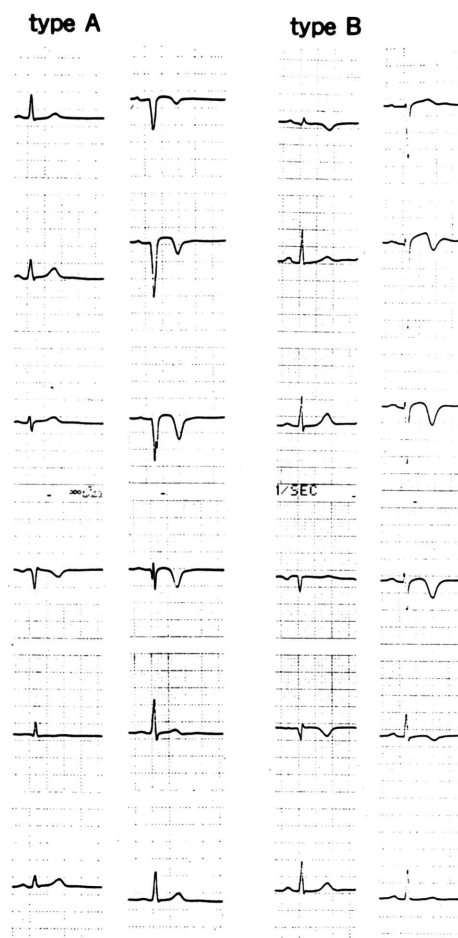


Fig. 2 ECG of type A and type B. Both ECG shows V1-4 QS and no significant differences were noted between both ECG.

Table 1 Data on patients under the study

Group A	Age/Sex	EF (%)	%TI-uptake	Extent (°)	QS	max GOT	Improvement of wall motion
case 1	60/F	55	60	260	V1-4	192	+
2	52/M	69	60	280	V1-4	544	++
3	74/M	66	65	290	V1-4	426	+
4	50/M	53	62	290	V1-5	362	-
5	60/F	56	78	100	V1-4	399	-
6	50/M	62	74	100	V1-3	345	++
7	62/F	69	68	80	V1-3	154	++
8	67/F	52	72	220	V1-4	514	+
9	56/M	68	64	180	V1-4	138	++
10	57/M	63	60	240	V1-4	278	+
11	59/M	54	58	300	V1-4	652	+
mean±SD		62±10	65±7	214±83		322±182	

Group B	Age/Sex	EF (%)	%TI-uptake	Extent (°)	QS	max GOT	Improvement of wall motion
case 1	55/M	43	54	290	V1-4	864	+
2	55/M	33	40	310	V1-4	1,074	-
3	58/M	41	41	200	V1-4	687	-
4	54/M	49	42	300	V1-5	1,276	+
5	67/M	47	58	240	V1-3	273	-
6	65/M	27	52	230	V1-4	172	-
7	61/M	44	48	220	V1-4	275	+
8	60/M	42	46	200	V1-4	647	-
9	39/M	36	54	200	V1-4	644	-
mean±SD		40±7	48±7	243±45		651±382	
p			<0.001	np	np	<0.05	

EF: ejection fraction

Improvement of wall motion. ++: well, +: slight, -: no.

1-5 の QS は 1 例で、B 群ではそれぞれ 1 例、7 例、1 例であった。GOT は A 群 322 ± 182 、B 群 651 ± 382 であった ($p > 0.05$)。

PTCR 後に広範な QS や著名な酵素上昇を示した前壁心筋梗塞の心機能保持群の SPECT 像における梗塞範囲は心機能低下群におけるのと同様に広範囲であったが梗塞部 TI-201 摂取率は正常より低い心機能低下群の TI-201 摂取率より有意に高い値を示した。

代表的な例として A 群の case 2 を type A として B 群の case 3 を type B として示す。心電図では同じような V1-4 の QS を認めたが type A の EF は 69% で、type B の EF は 41% であった。type A の TI-201 心筋像では欠損は心尖部に限ら

れたが、取り込み低下領域は心臓部を中心に広範に認められた。type B では欠損は心基部より心尖部へと広範に認められた。個々の短軸像における梗塞範囲はこの例では type A において広く認められた (Fig. 1, 2, 3, 4)。

IV. 考 案

従来より陳旧性心筋梗塞の客観的診断基準として心電図の QS が用いられ、QS 部位は貫壁性梗塞に対応し病的には壁全体が壊死に陥っているとされた。心電図の簡便性、精度と歴史的積み上げによりこの概念は不動のものとされてきた。しかし剖検例との比較において壁全体が壊死でなくとも QS を示す例や血行再建による QS 部位の壁

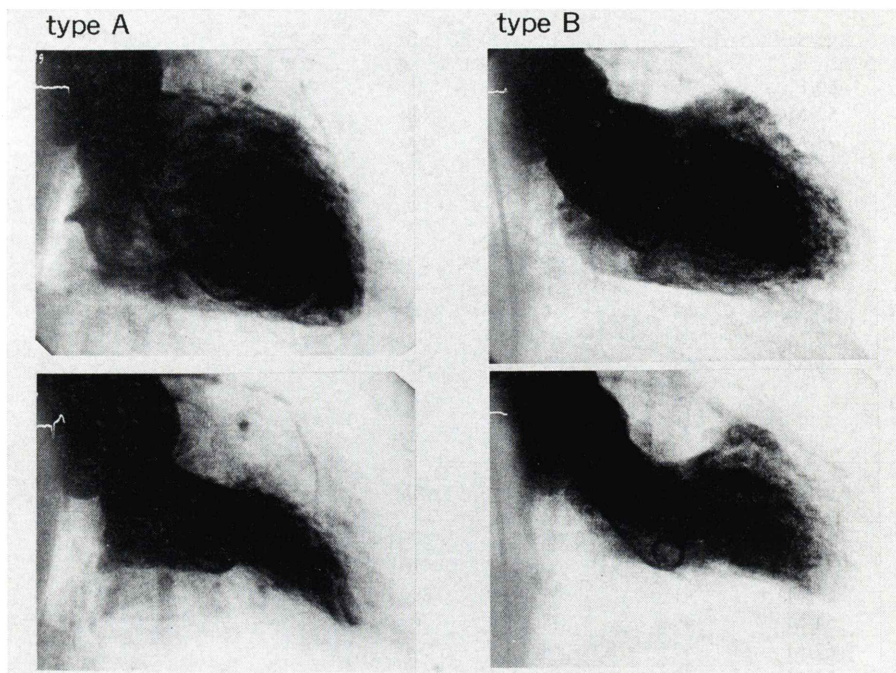


Fig. 3 Left ventriculogram of type A and type B. In type A anterior wall motion was almost normal and apical akinesis was noted. Type B showed typical aneurysm. Type A; EDVI 99, ESVI 30 EF 69%, Type B; EDVI 95, ESVI 56 EF 41%.

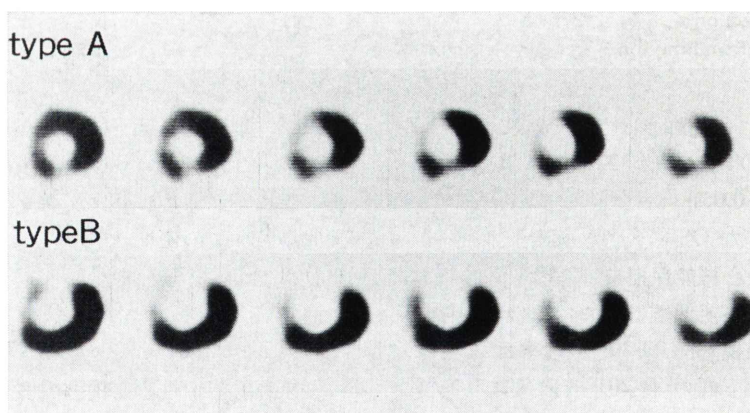


Fig. 4 Tl-201 myocardial coronal images of type A and type B. Representative coronal images, from basal region to apical region, were shown from left to right. In type A most part of abnormal region was hypoperfused region and defects were noted only in the apical anterior region. In type B defects were noted in the wide region, from the basal anterior to the apical region. Hypoperfused region was partially noted in the septal region.

運動改善例や QS の消失例がしばしば報告された。また TI-201 心筋 SPECT 像の発展とともに QS 部位に TI-201 摂取を認める例が時折報告された^{4,5)}。最近では PTCR 例において広範な QS や著明な酵素上昇にかかわらず良好な心機能を保つ例も報告されるようになった⁶⁾。これらの報告は心電図の QS により定義された貫壁性梗塞領域が文字通りの壁全体の壊死を示さずに viability を有する可能性と心電図による心筋 viability 評価の限界を示すものと考えられた⁷⁾。

貫壁性梗塞部位では TI-201 摂取が零と考えられるので心筋血流を直接画像化した TI-201 心筋像における梗塞領域のカウントも零であることが期待された。しかし放射性同位元素の散乱効果などのため TI-201 が存在しない部位に対応する心筋像にもカウントが計上される。したがって TI-201 を全く摂取しない部位を一般的に TI-201 心筋像から求めるのは困難であった。初期においてはファントムにおける欠損の大きさと画像における欠損の大きさを対応させるためには、一様な分布のファントムの場合には画像において 40-50% 以下を欠損とすればよいことが報告された⁸⁾。また臨床例においては梗塞領域は TI-201 心筋像において取り込みが正常の 2 標準偏差以下の領域としてなされ、TI-201 心筋像を用いて梗塞領域の全心筋に対する割合などが検討されてきた⁹⁾。しかし PTCA 例などにおいて正常の 2 標準偏差以下の領域における改善が時に報告された。このことは正常の 2 標準偏差以下の領域が貫壁性梗塞として文字通り壁全体の壊死に対応していないことを示唆した。しかし正常の 2 標準偏差以下の TI-201 摂取率の臨床的意義を検討した報告は少なく、最近のファントム実験の結果では心筋 SPECT 像におけるカウントとファントムでの TI-201 濃度との関係は単純な原点を通る比例関係でないことが示された^{10,11)}。

今回の結果心機能保持群の心電図の QS 範囲や心筋短軸像における梗塞範囲などは心機能低下群と差を示さず梗塞部 TI-201 摂取率は正常より明らかに低いものの、心機能低下群のそれより有

意に高値を示し、この部位の心筋は壁運動を示すので機能していると考えられた。すなわち梗塞部 TI-201 摂取率の差が両群間の心筋 viability の差に対応すると考えられた。急性期の著明な酵素上昇は TI-201 摂取率が正常の 2 標準偏差以下を示す領域から放出され、この領域では一部の心筋は壊死に至るが一部は壊死を免れていると推定された。すなわち放置すれば壊死に至る虚血にさらされた領域が再灌流された場合、一般的には一部の心筋が壊死に陥り酵素逸脱と心電図の QS が生じ壁運動が低下することが避けられない。しかし慢性期において TI-201 摂取率が 40-50% 以上であればここには心筋 viability が存在し壁運動が保たれている可能性が高いと考えられた。

臨床的な貫壁性梗塞と非貫壁性梗塞の区別は心電図における QS の有無でなされてきた。しかし今回の結果から貫壁性梗塞を心筋全層の不可逆的な壊死とするならばこれを心電図における QS 領域の有無で定義するのは不適なことが示された。また心筋像において正常の 2 標準偏差以下の領域を貫壁性梗塞領域として心筋全層の不可逆的な壊死に対応させることも不適と考えられた。TI-201 摂取率が 40-50% の領域を貫壁性梗塞とし心筋全層の不可逆的な壊死に対応させ、TI-201 摂取率が 40-50% 以上で正常の 2 標準偏差以下の領域では心筋 viability が存在するものと考えられた。TI-201 心筋 SPECT 像により残存心筋を定量的に評価しうると考えられた。

心筋梗塞例においては心尖部ほど TI-201 摂取率が低下している例が多く心室瘤例などでは心尖部を決め難く、このような例の TI-201 心筋 SPECT 像における梗塞領域の範囲を求めることは不可能と考えられる。これは短軸像のみによって構成される Bull's eye 法の欠点でもある。今回は TI-201 心筋 SPECT 像における梗塞部 TI-201 摂取率と心筋機能の関係を検討する目的であったので severity index などのような平均化したパラメータは用いなかった。また梗塞領域を従来の基準にしたがって TI-201 心筋 SPECT 短軸像を用いて決定し、このような梗塞領域の中央における値を梗

塞部 Tl-201 摂取率として求めた。本来三次元的なものを一点で代表させた今回の検討には限界があるので今後検討部位を増し正常の 2 標準偏差以下を示す Tl-201 摂取率の臨床的意義を明らかにする予定である。今回再灌流療法例を対象としたので心電図、Tl-201 心筋像と心機能の間で不一致が高頻度で認められたと考えられるので自然経過例も合わせて検討する予定である。

V. 結 論

貫壁性梗塞を心筋全層の不可逆的な壊死とするならば、これを心電図における QS 領域の有無や Tl-201 心筋 SPECT 像における正常の 2 標準偏差以下の領域で定義するのは不適な例が多いと考えられた。Tl-201 心筋 SPECT 像における Tl-201 摂取率は残存心筋の指標として有用と考えられた。

文 献

- 1) Sullivan W, Vlodaver Z, Tuna N, et al: Correlation of Electrocardiographic and Pathologic Findings in Healed Myocardial Infarction. *Am J Cardiol* **42**: 724-732, 1978
- 2) Keyes JW Jr, Brady TJ, Lonard PF, et al: Calculation of viable and infarcted myocardial mass from thallium-201 tomograms. *J Nucl Med* **22**: 339-343, 1981
- 3) Schwarz F, Schuler G, Katus H, et al: Intracoronary Thrombolysis in Acute Myocardial Infarction Correlations Among Serum Enzyme, Scintigraphic and Hemodynamic Findings. *Am J Cardiol* **50**: 32-37, 1982
- 4) Conde CA, Meller J, Espinoza J, et al: Disappearance of Abnormal Q Waves after Aortocoronary Bypass Surgery. *Am J Cardiol* **36**: 889-893, 1975
- 5) 西村恒彦, 植原敏男, 林田孝平, 他: ^{201}Tl 心筋シンチグラフィによる心筋梗塞の質的診断とくに梗塞部位における安静時再分布に関する考察. *心臓* **15**: 637-643, 1983
- 6) 滝沢明憲, 永尾正男, 山本一博, 他: 急性心筋梗塞における PTCA 療法の成績. *心臓* **19**: 843-849, 1987
- 7) Satler LF, Kent KM, Fox LM, et al: The assessment of contractile reserve after thrombolytic therapy for acute myocardial infarction. *Am Heart J* **111**: 821-825, 1986
- 8) 植原敏男: Single photon emission computed tomography (SPECT) による Tl-201 心筋シンチグラフィの定量診断——心筋 SPECT, planar 像の視覚的診断との対比を含めて——. *核医学* **24**: 99-113, 1987
- 9) Prigent F, Maddahi J, Garcia EV, et al: Comparative methods for quantifying myocardial infarct size by thallium-201 SPECT. *J Nucl Med* **28**: 325-333, 1987
- 10) 二瓶東洋, 中沢芳夫, 石橋 豊, 他: Tl-201 心筋シンチグラムの定量性の検討——左冠動脈結紮犬を用いて——. *核医学* **24**: 1351-1356, 1987
- 11) 大嶽 達, 渡辺俊明, 小坂 昇, 他: Thallium-201 心筋 single photon emission computed tomography の定量性の検討. *核医学* **25**: 255-264, 1988

Summary

Myocardial Viability in QS Region after PTCT

Takeshi TANAKA, Tadanori AIZAWA, Kazuzo KATOU, Ken OGASAWARA,
Hajime KIRIGAYA and Kiyoshi OKAMOTO

The Cardiovascular Institute, Tokyo, Japan

Myocardial viability after PTCT in patients with first anterior myocardial infarction was studied one month after the onset of acute myocardial infarction by profile curve of TI-201 coronal myocardial SPECT images.

Patients were divided into two groups according to left ventricular ejection fraction (EF), i.e. group A (EF more than 50%; 11 cases, EF; $62 \pm 10\%$) and group B (EF less than 50%; 9 cases, EF; 40.7%). Patients in group A showed an increase in serum GOT at the acute phase of acute myocardial infarction (322 ± 182 IU), decreased %TI-201 uptake in QS region ($65 \pm 7\%$) significantly less than the normal range, large size of region of infarction (214 ± 83 degree) and abnormal QS in ECG (V1-3QS; 2 cases, V1-4QS; 8 cases, V1-5QS; 1 case). Improvement of wall motion in region of infarction was noted in 9 cases. Patients in group B showed an increase in serum GOT (651 ± 382 IU p; ns), %TI-201 uptake in QS region ($48 \pm 7\%$ p>0.001) significantly less than the %TI-201 uptake in group A, size of defects (243 ± 45 p; ns) and abnormal QS in ECG (V1-3QS; 1 case, V1-4QS; 7 cases V1-5QS; 1 case). Improvement of

wall motion was noted in 2 cases.

The study showed that %TI-201 uptake in region of infarction in patients with well EF was significantly more than that in patients with depressed EF. Mechanism of maintaining well EF after PTCT was suggested as the following, i.e. in the region released from severe ischemic attack part of myocardium resulted in necrosis, accompanying elevation of serum enzyme and appearance of QS, though part of myocardium might be salvaged from necrosis and contribute to EF in chronic phase.

It has been generally thought that abnormal QS waves noted in anterior chest leads of ECG in chronic phase indicated transmural myocardial infarction in the anterior region. From this study it was concluded that QS region with %TI-201 more than 50% did not generally correspond to transmural myocardial necrosis and that for estimation of myocardial viability %TI-201 uptake might be more useful than ECG.

Key words: Myocardial viability, TI-201 myocardial SPECT images QS waves in ECG.