

《原 著》

安静時 Tl-201 心筋 SPECT 像による 心筋 viability の評価

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

要旨 前壁心筋梗塞 19 例を対象として、安静時 Tl-201 心筋 SPECT 像の矢状面より Tl-201 摂取率を求め、左室造影より対応部位の shortening rate (SR) を radial method により求めた。

前壁の Tl-201 摂取率のプロフィールカーブは 7 例において平坦で、12 例において心基部から心尖部へと減少を示し、この 12 例中 9 例において SR が 0% となり、この部位の Tl-201 摂取率は $46.3 \pm 6.8\%$ (58–36) であった。SR = $-41.2 + 1.03\%$ Tl-uptake ($r=0.54$, $p<0.001$) と正の相関を示した。SR が 20% 以上の 90 ポイントのうち、87 ポイント (97%) までの Tl-201 摂取率が 60% 以上であり、Tl-201 摂取率が 60% 以上を示す 101 ポイントのうち、87 ポイント (86%) の SR が 20% 以上であった。

Tl-201 心筋 SPECT 像において、Tl-201 摂取率が 60% 以上の部位には、心筋 viability が確実にあると考えられた。

Tl-201 摂取率は、心筋 viability の定量的指標として有用と考えられた。

I. はじめに

再灌流療法により、急性心筋梗塞の虚血発作にさら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った¹⁾。この結果、広範な QS 領域や著明な酵素上昇にかかわらず、良好な壁運動を示す例が報告されるようになり、心電図による心筋 viability 評価の限界が明らかとなった²⁾。Tl-201 心筋 SPECT 像 (Tl-201 心筋像) を用いた心筋 viability 評価の報告は多いが、Tl-201 摂取率と壁運動の関係を検討した報告は少ない³⁾。今回、初回前壁梗塞を対象として、安静時 Tl-201 心筋 SPECT 像の矢状面より Tl-201 摂取率を求め、左室造影より radial method により対応部位の shortening rate (SR) を求め、Tl-201 摂取率による

心筋 viability 評価の可能性を検討した。

II. 対象と方法

心臓血管研究所において 1987 年から 1988 年に再灌流療法がなされた初回前壁心筋梗塞例のうち、最終残存狭窄が 75% 以下で運動負荷により前壁に虚血を生じない 19 例を対象とした。検査は急性心筋梗塞発生より 1 か月後の慢性期になされた。いずれの例も急性期に酵素の上昇と慢性期に胸部誘導の QS を示した。

Tl-201 心筋像は以下の手順で求めた。被検者を絶食安静に保ち、111 MBq (3 mCi) の Tl-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 度ごとに回転させ、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 秒ずつ撮像した。

* 心臓血管研究所

受付：3年3月5日

最終稿受付：3年5月7日

別刷請求先：東京都港区六本木7-3-10（〒106）

心臓血管研究所

田 中 健

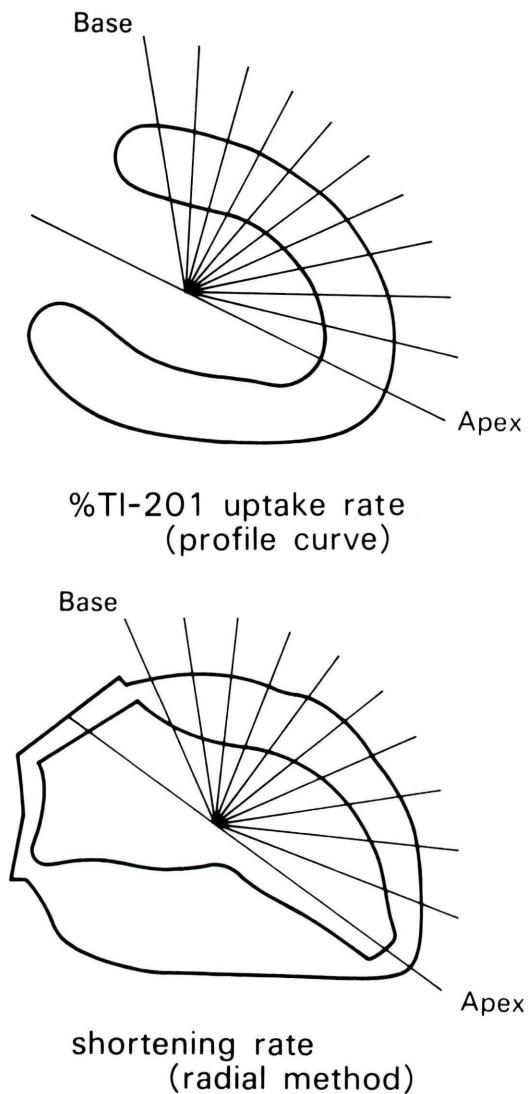


Fig. 1 Schematic outline for obtaining shortening rate and corresponding %Tl-201 uptake in the anterior wall. From left ventriculography shortening rate was obtained by radial method. From sagittal myocardial images corresponding %Tl-201 uptake was obtained by profile curve.

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。画像はカットオフ40%で表示した。

Tl-201 摂取率の評価のために、心筋像全体にお

ける Tl-201 摂取率の最高値を 100%とした。横断像より正中部矢状面を求め、この長軸の中点を中心として Tl-201 摂取率の 10 度ずつのプロフィール曲線を求めた。壁運動は同時期に行われた第一斜位左室造影により評価した。shortening rate (SR) は radial method により 10 度ずつのプロフィール曲線として求めた。なお本院では、SR が正常以下で 20%以上の壁運動が視覚的に軽度低下と診断されている (Fig. 1)。

このプロフィール曲線を用いて、心尖部を除いた前壁側の 10 ポイントにおける Tl-201 摂取率に対応する SR を求めた。SR が 0 に対応する Tl-201 摂取率を求め、SR が負に対応する点は検討から除いた。横軸に %Tl-201 uptake、縦軸に SR を表示し相関を求めた。

検定は t 分布によって行った。

III. 結 果

今回対象領域とした前壁における Tl-201 摂取率のプロフィール曲線は 7 例において低下しているが平坦で、12 例において心基部から心尖部へと減少を示した。この 12 例中 9 例において SR が 0% となった (Figs. 2, 3)。

前壁壁運動に SR が 0% となる部位を含まない 10 例の左心駆出率の平均は $61.6 \pm 6.5\%$ であった。SR が 0% となる部位を含む 9 例の左心駆出率の平均は $40.2 \pm 7.3\%$ ($p < 0.005$) と低く、壁運動の消失や奇異運動が認められた。

SR が 0% を示す部位の Tl-201 摂取率は $46.3 \pm 6.8\%$ (58–36) であった。SR と Tl-201 摂取率は $SR = -41.2 + 1.03\% \text{ Tl-uptake}$ ($r = 0.54$, $p < 0.001$) と正の相関を示した (Fig. 4)。

SR が 20% 以上の 90 ポイントのうち、87 ポイント (97%) までの Tl-201 摂取率が 60% 以上であった。Tl-201 摂取率が 60% 以上を示す 101 ポイントのうち、87 ポイント (86%) の SR が 20% 以上であった。逆に Tl-201 摂取率が 60% 未満の 34 ポイントのうち、31 ポイント (91%) の SR が 20% 未満であった。Tl-201 摂取率が 60% 以上では、SR が 0% を示す部位を認めなかった (Table 1)。

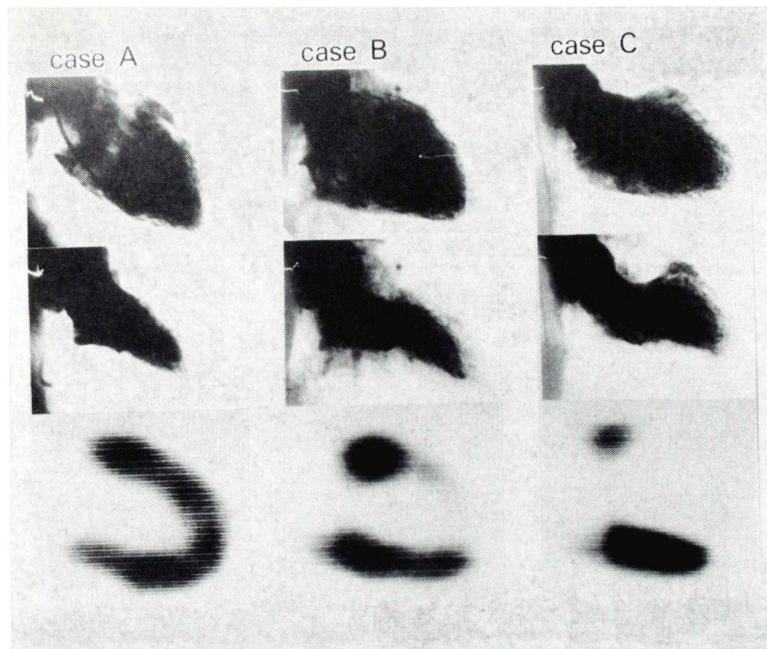


Fig. 2 Representative left ventriculogram and Tl-201 myocardial sagittal images. Case A showed slightly depressed anterior wall motion and partially depressed Tl-201 uptake in the sagittal images. Case B showed moderately depressed anterior wall motion. In the sagittal images %Tl-201 uptake progressively decreased from base to apex and at apex defect was suspected. Case C showed ventricular aneurysm and corresponding sagittal images showed massive defect in the anterior wall.

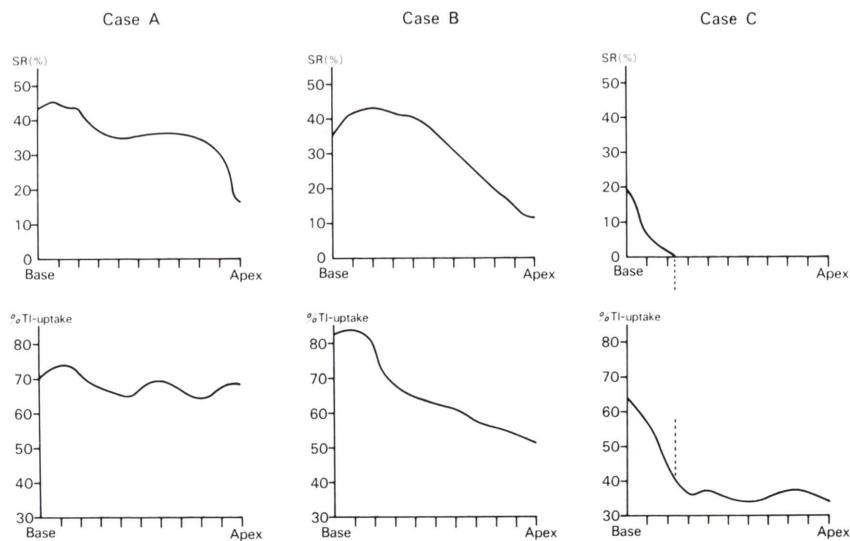


Fig. 3 Representative profile curve of shortening rate and corresponding profile curve of %Tl-201 uptake rate. Profile curve of Case A was flat and that of Case B and C were slant. In case C shortening rate took 0 and corresponding %Tl-201 uptake was showed.

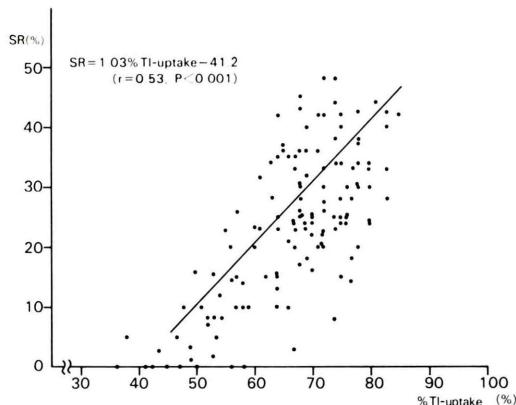


Fig. 4 Relationship between shortening rate and %Tl-201 uptake.

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、病理的には壁全体が壊死に陥っているとされた。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 の消失例がしばしば報告された^{4~6)}。最近は、PTCR 例において広範な QS や著明な酵素上昇にもかかわらず良好な壁運動を保つ例も報告されるようになった⁷⁾。これらの報告より、心電図の QS により定義された貫壁性梗塞領域が非可逆的な壁全体の纖維化に必ずしも対応せず、心電図の QS による心筋 viability 評価の限界は明らかと考えられている。

Tl-201 心筋像は、虚血性心疾患の診断に心電図や冠動脈造影法などとともに用いられている。当初は虚血の検出が主であったが、最近は心筋 viability の評価にも用いられるようになった⁸⁾。これに伴って、Tl-201 心筋像の正常の 2 標準偏差以下の領域や再分布を認めない固定性の欠損領域が梗塞領域とされた⁹⁾。しかし、再分布不十分例が問題となり、24 時間再分布像や安静時再分布像の必要性などが報告されるようになつた^{10~12)}。このことは、Tl-201 心筋像における従来の梗塞の定義が、病理的な壁全体の壊死に対応していない可

Table 1 The sensitivity and specificity of %Tl-201 uptake for SR

	%Tl-uptake	
	≥60%	<60%
SR ≥ 20%	87	3
SR < 20%	14	31
%Tl-uptake ≥ 60% for SR ≥ 20%		
Sensitivity	97% (87/90)	
Specificity	69% (31/45)	
Predictive value	86% (87/101)	

能性を示した。また梗塞という言葉には、壁全体の壊死を対応させ、心筋 viability の検討ではきわめて僅かな心筋の存在を問題にすることも混乱の一因と考えられた。これにもかかわらず、Tl-201 心筋像における取り込み低下域の意義や Tl-201 摂取率の意義を検討した報告は少ないままであつた¹³⁾。最近、Tl-201 心筋像の欠損域におけるきわめて微細な再分布も心筋 viability の所見とする報告が見られている¹⁴⁾。しかし、そのような部位がどの位に壁運動に寄与しているかの検討は少ない。特に壁運動の重なりが除ける心ピール SPECT 法を用いたり、鋭敏な左室造影による壁運動評価法を用いての報告はきわめて少ない¹⁵⁾。心臓の主たる働きは、血液を駆出することであるから、対象部位がどの程度の壁運動を有しているかの検討は重要である。Tl-201 摂取率と壁運動との対比が容易となる正中矢状面像は、この検討に適していると考えられる。

今回の検討例において、対象領域を灌流している冠動脈の狭窄は十分に改善し、検査は発症 1か月後になされているので、対象領域は虚血より十分に改善し安定している状態にあると考えられた。さらに対象領域は前壁に限定されているので、吸収の影響も同等で、壁運動を規定する第一因子は Tl-201 摂取率と考えられた。すなわち、虚血発作により心筋障害が前壁に生じても、軽度であれば一様で壁運動を保つが、高度となると心尖部ほど障害程度が高く、壁運動の消失や奇異運動が生じ易いと推定された。Tl-201 摂取率が SR と正の相関を示したので、Tl-201 摂取率はその部位の壁運

動の指標にもなり得ると考えられた。壁運動が存在する部位には心筋 viability が存在するといえるので、今回の検討例においては、Tl-201 摂取率が 60% 以上であれば確実にその部位に心筋 viability があり、Tl-201 摂取率が 40% 未満であれば確実にその部位に心筋 viability がなく、壁全体の壊死に対応すると考えられた。Tl-201 摂取率が 40% 以上で 60% 未満の領域の壁運動への寄与は少ないと予想される。

貫壁性梗塞部位を壁全体の壊死に対応させるなら、この部位の Tl-201 摂取率はゼロになると期待される。しかし放射性同位元素の散乱効果のため、Tl-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ので、一般的に Tl-201 を取り込まない部位を Tl-201 心筋像から求めるのは困難とされている。最近の詳細なファントム実験では、心筋 SPECT 像におけるカウントとファントムでの真の Tl-201 濃度との関係は、単純に原点は通らないが比例関係にあることが示されている¹⁶⁾。今回、SR と Tl-201 摂取率との間に正の相関が認められた。このことは、Tl-201 摂取率による残余心筋量評価の可能性を示し、Tl-201 摂取率による心筋 viability の定量評価の可能性を示すと考えられた。なお、今回は前壁を検討域としたので、比較的吸収の影響は少ないと考えられた。しかし、下壁など他の部位は吸収の影響が大きく、今回得られた Tl-201 摂取率と SR の関係はそのまま適用できないので、今後あらためて検討する予定である。

対象とした 19 例中 10 例は広範な QS にもかかわらず良好な心機能を保っていた。前壁の Tl-201 摂取率は低下していたが、60% 以上を示す領域を広範に有し、この部位の SR も正常以下であったが 20% 以上を示していた。急性期の酵素上昇は Tl-201 摂取率の低下している領域から放出され、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ないと推定された。これらより、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、急性期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 Tl-201 摂取率が 60% 以上であれば、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。Tl-201 心筋像の観点からは、Tl-201 摂取率が 60% 以上で正常以下の領域は非貫壁性梗塞として、40% 未満であれば貫壁性梗塞として支障ないと考えられた。視覚的評価においては、正常と欠損の間に位置する取り込み低下の領域が非貫壁性梗塞に対応すると考えられた。

V. 結 論

前壁では、貫壁性梗塞を心筋全層の壊死とするならば、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例が多く、Tl-201 摂取率が 40% 以下とすると確実と考えられた。また、Tl-201 摂取率が 60% 以上あれば、その部位の壁運動は存在し、心筋 viability が認められると考えられた。心筋 viability の定量的評価に、Tl-201 心筋 SPECT 像より求めた Tl-201 摂取率がきわめて有用と考えられた。

文 献

- Schwarz F, Schuler G, Katus H, et al: Intra-coronary Thrombolysis in Acute Myocardial Infarction Correlations Among Serum Enzyme, Scintigraphic and Hemodynamic Findings. Am J Cardiol **50**: 32-37, 1982
- 田中 健, 相澤忠範, 加藤和三, 他: PTCR 例の心電図 QS 領域における心筋 viability. 核医学 **27**: 1247-1253, 1990
- 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
- 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
- Conde CA, Meller J, Espinoza J, et al: Disappearance of Abnormal Q Waves after Aortocoro-

- nary Bypass Surgery. Am J Cardiol **36**: 889-893, 1975
- 6) Liu P, Kiess MC, Okada RD, et al: The persistent defect on exercise thallium imaging and its fate after myocardial revascularization. Does it represent scar or ischemia? Am Heart J **110**: 996-1001, 1985
 - 7) 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
 - 8) Pohost GM, Zir LM, Moore RH, et al: Differentiation of transiently ischemic from infarcted myocardium by serial imaging after a single dose of Thallium-201. Circulation **55**: 294-302, 1977
 - 9) Caldwell JH, Williams DL, Harp GD: Quantitation of size of relative myocardial perfusion defect by single-photon emission computed tomography. Circulation **70**: 1048-1056, 1984
 - 10) 田中 健, 木全心一, 広沢弘七郎, 他: 運動負荷試験における²⁰¹Tl 安静時心筋像と再分布心筋像の不一致. 核医学 **23**: 73-78, 1986
 - 11) 西村恒彦, 植原敏勇, 林田孝平, 他: 運動負荷心筋スキャンによる梗塞部位再分布に関する検討. 核医学 **24**: 1343-1350, 1987
 - 12) 武藤敏徳: 運動負荷 Tl-201 心筋 SPECT による遅延再分布の検討. 核医学 **25**: 639-645, 1988
 - 13) 大和田憲司, 渡辺直彦, 菅家道人, 他: 心筋 viability 評価における安静時²⁰¹Tl 心筋シンチグラフィの意義. 核医学 **27**: 1291-1299, 1990
 - 14) 大谷 弘, 玉木長良, 山下敬司, 他: 運動負荷²⁰¹Tl 心筋 SPECT の定量的解析法による心筋 viability の再評価—FDG-PETとの対比検討—. 核医学 **26**: 1389-1398, 1989
 - 15) 茂部 寛, 大島統男, 佐久間貞行: Tc-99m ピル SPECT と Tl-201 心筋 SPECT による左室心筋梗塞の評価—左室下壁・心基部中隔の検討—. 核医学 **27**: 379-391, 1990
 - 16) 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

Utility of Rest Tl-201 Myocardial SPECT Images for Estimating Myocardial Viability

Takeshi TANAKA, Tadanori AIZAWA, Kazuzo KATO, Ken OGASAWARA,
Hajime KIRIGAYA, Kiyoshi OKAMOTO and Hiromitsu HOSOI

The Cardiovascular Institute, Tokyo

Rest Tl-201 myocardial SPECT images were undertaken in 19 patients with anterior wall myocardial infarction under PTCR one month after the onset of acute myocardial infarction. The relationship between shortening rate (SR) of the left ventricle estimated by radial method and corresponding %Tl-201 uptake obtained by circumferential profile analysis was studied. For each patients 10 points on the anterior wall were taken into consideration.

Seven patients showed depressive flat profile curve and 12 patients showed slant curve, in which %Tl-201 uptake continuously decreased from base to apex.

Well correlation was obtained between SR and %Tl-201 uptake ($SR = -41.2 + 1.03\% \text{ Tl-201 uptake}$, $r = 0.54$, $p < 0.001$). Average %Tl-201 uptake corresponding to SR=0 was $46.3 + 6.8\%$ (36-58). The sensitivity of %Tl-201 uptake $\geq 60\%$ for $SR \geq 20\%$ was 97% (87/90) and specificity was 69% (31/45).

Tl-201 myocardial SPECT images were useful for estimating myocardial viability and %Tl-201 uptake was one of excellent parameters for quantitatively estimating myocardial viability.

Key words: Myocardial viability, Tl-201 myocardial SPECT images, %Tl-201 uptake, Shortening rate.