

《原 著》

慢性期心筋梗塞における安静時 Tl-201 肺内
取り込みの臨床的意義

田中 健* 相澤 忠範* 加藤 和三* 岡本 淳*
 北原 公一** 鈴木 紳** 小船井良夫** 広沢弘七郎**
 上田 英雄**

要旨 臨床的に安定した慢性期心筋梗塞 159 例を対象として Tl-201 肺内取り込みの病態を検討した。定量的評価は正面像における Tl-201 肺内取り込み最高カウントと Tl-201 心筋内取り込み最高カウントとの比 (lung heart ratio: LHR) を用いた。

mPw = $2.7 + 10.5 \text{ LHR}$ ($r = 0.52$, $n = 102$, $p < 0.001$) EF = $84.9 - 52.2 \text{ LHR}$ ($r = -0.61$, $n = 159$, $p < 0.001$)

mPw: 平均肺動脈楔入圧, EF: 左心駆出率

Tl-201 肺内取り込みは肺動脈楔入圧の上昇や左心駆出率の低下と共に下肺野から増大し、時には心筋像と同程度以上となることが示された。しかし急性期心筋梗塞例と比較すると同じような Tl-201 肺内取り込みであっても肺血行動態の悪化程度はより軽度であった。

Tl-201 肺内取り込みは心不全における肺鬱血の定量的評価方法として有用と考えられた。肺血行動態と密接な関係を有するが、これ以外の因子も関与していることが示された。

I. はじめに

心不全における肺鬱血は通常胸部写真や聴診により評価されてきた¹⁾。最近 Tl-201 肺内取り込みは心不全による肺鬱血と関連することなどが報告されてきた²⁾。著者らは急性心筋梗塞における Tl-201 肺内取り込みを検討し、この増大は肺血行動態の悪化と密接な関係にあり、Tl-201 肺内取り込みが心筋像以上となると予後が極めて不良であったことを報告した³⁾。今回慢性期心筋梗塞例における Tl-201 肺内取り込みと肺血行動態との関係や心筋梗塞の急性期から慢性期への Tl-201 肺内取り込みの変化を検討したので報告する。

II. 対象と方法

慢性期心筋梗塞例として昭和57年度に榊原記念病院において、また昭和62年度に心臓血管研究所において精査なされた 159 例を対象とした。このうち 102 例において肺血行動態が評価された。既に報告した急性心筋梗塞例の結果を比較のために用いたが、対象53例中23例で急性期の肺血行動態が測定され、20例で経過観察がなされた。

Tl-201 肺内取り込みの評価は急性心筋梗塞が慢性期となり胸部写真の肺野所見が正常化し 500 m 歩行が問題なく行い得た状態で以下の手順でなされた。当日の朝食を中止して被検者を臥位に保ち 74 MBq (2 mCi) の Tl-201 を静注し 5 分後より心筋像を撮像した。この後、静注からは 20 分後に正面位で左右両肺野が対称に入るように多目的低エネルギー・パラレルホール・コリメータを装着したガンマカメラを設定した。ウインドレベル 80 keV, ウインド幅 20%, プリセットタイム 5 分の 128×128 マトリックスサイズで Tl-201 肺内取り

* 心臓血管研究所

** 榊原記念病院*

受付: 2 年 6 月 5 日

最終稿受付: 2 年 9 月 27 日

別刷請求先: 港区六本木 7-3-1 (☎ 106)

心臓血管研究所

田 中 健

込み像を撮像した。心筋像の最高カウント部を100とし、正常域は80以上として赤色に、20以下をカットオフし黒色に、80~20の間は赤~青色で表示した。TI-201 肺内取り込み最高カウントとTI-201 心筋内取り込み最高カウントをブラウン管上の等カウトラインを利用して得た。この比(lung heart ratio: LHR)を用いて定量的評価を行った。TI-201 肺内取り込みは心筋像と同程度以上($LHR \geq 0.8$)をG-2, 異常だが心筋像以下($0.8 > LHR \geq 0.6$)をG-1 また($0.6 > LHR$)をG-0と3段階に分類した。なお別に行った正常80例中95%がG-0に属していたのでG-0を正常群と考えた。

TI-201 肺内取り込み像の撮像後に720 MBq (20 mCi)のTc-99m HSAを静注し心プール法により左心駆出率(ejection fraction; EF)を求めた。肺血行動態の評価として肺動脈楔入圧, 肺動脈圧と心係数をTI-201 肺内取り込み評価後1週間以内に心カテーテル法により求めた。また20例においては急性期から慢性期にかけてのTI-201 肺内取り込みの変化を検討した。

有意差検定はt分布によって行った。

III. 結 果

検査は発症より平均1.5か月後になされた。対象159例の年齢は平均64歳(42~75)で男性が123例, 女性が36例で急性期入院例は84例であった。また前壁梗塞が96例, 下壁梗塞が38例, 側壁梗塞が24例であった。

TI-201 肺内取り込み(LHR)と平均肺動脈楔入圧(mPw)および左心駆出率(EF)の間には以下の相関が得られた。

$$mPw = 2.7 + 10.5 \text{ LHR}$$

$$(r = 0.52, n = 102, p < 0.001)$$

$$EF = 84.9 - 52.2 \text{ LHR}$$

$$(r = -0.61, n = 159, p < 0.001)$$

慢性期例においてTI-201 肺内取り込みは肺血行動態や左心駆出率の低下とともに下肺野から増大し, 時にはTI-201 心筋像と同程度以上となる傾向が示された。各G-間でも心係数を除く指標は

有意な差を示した。しかし急性期例の結果と比較すると同じようなTI-201 肺内取り込みであっても肺血行動態の悪化はより軽度であった。G-2に14例が属したが全例が無症状で7例は $EF > 40\%$ であった。

急性期G-2に属した例では死亡例を除くといずれにも改善が認められたが, 正常には至らなかった。急性期G-1に属した例でも改善が認められたが有意ではなかった。

IV. 考 案

肺鬱血は通常は胸部写真や聴診により評価されているが定量的評価は困難であった。TI-201 肺内取り込みはTI-201 心筋像を評価するに際してバックグラウンドとして扱われてきた⁴⁾。最近になり運動負荷時におけるTI-201 肺内取り込み増大と運動時心機能低下との関係が報告されるようになった^{5,6)}。安静時TI-201 肺内取り込みに関する報告は少ないが, 正常ではTI-201 肺内取り込みは極めて少なくこの増大は左心不全の存在, 肺動脈楔入圧の上昇また左心駆出率の低下などと相関し胸部写真の肺鬱血と関連することなどが示されている^{7,8)}。TI-201の肺よりのwashout またTI-201 肺内取り込みと肺血管外水分量との関係なども検討されている^{9,10)}。著者は急性心筋梗塞例で検討しこれは肺血行動態の悪化とともに増大し心筋像と同程度以上の場合には重篤な状態にあることを報告した¹¹⁾。

今回の結果でもTI-201 肺内取り込みの増加は肺動脈楔入圧の上昇や左心駆出率の低下とと相関を示した。またTI-201 肺内取り込みは下肺野より増加しやがて肺野一様になることも示された。急性期に増大を示したTI-201 肺内取り込みは慢性期には改善を示した。

しかし同じようなTI-201 肺野取り込みにも拘らず急性期と慢性期とで対応する肺血行動態が異なった。急性期例と異なり臨床的に無症状であってもTI-201 肺内取り込みが著名な例を認めた。これらは心不全からの改善が不十分と考えられた。また著者は経過観察を行った非貫壁性急性心筋梗

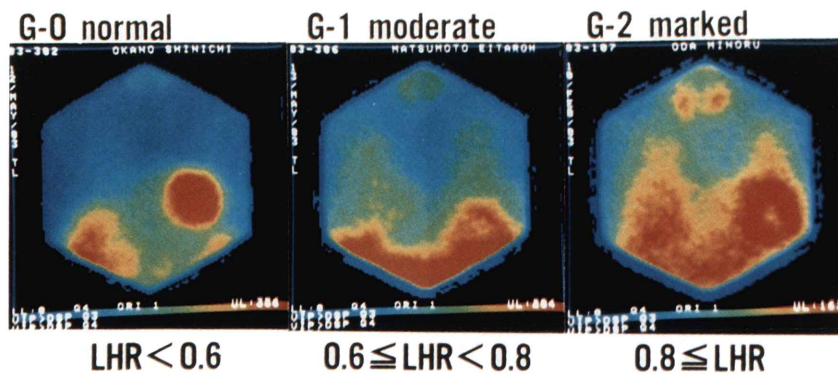


Fig. 1 Tl-201 lung uptake in patients with chronic phase of myocardial infarction. Various degree of Tl-201 lung uptake were noted. Tl-201 lung uptake was compared with Tl-201 myocardial uptake and were classified to 3 grades, i.e. G-0; normal range, G-1; moderate increase less than myocardial uptake and G-2; marked increase more than myocardial uptake. Tl-201 lung uptake was estimated by comparing maximal lung counts with maximal myocardial counts (thallium lung heart ratio: LHR). Tl-201 did not accumulate uniformly through the lung field and usually maximal Tl-201 lung counts were noted in the basal zone of right lung. Tl-201 uptake increased in proportion to hemodynamic deterioration.

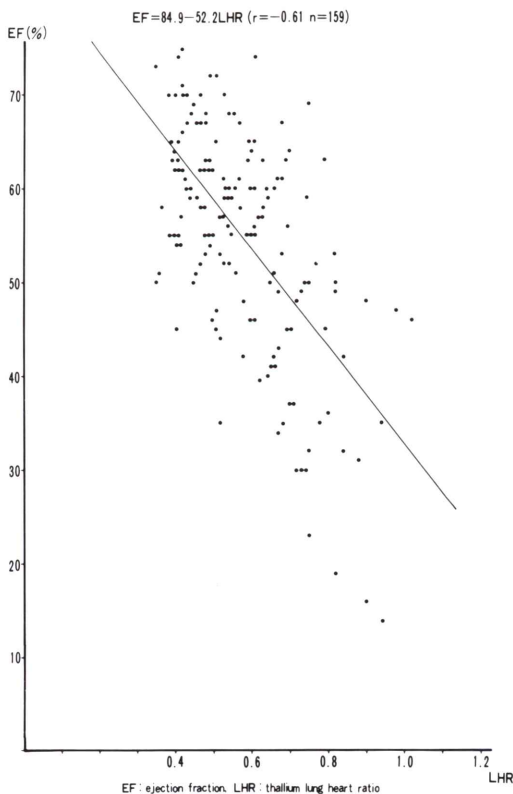


Fig. 2 Correlation between mean pulmonary artery wedge pressure and LHR.

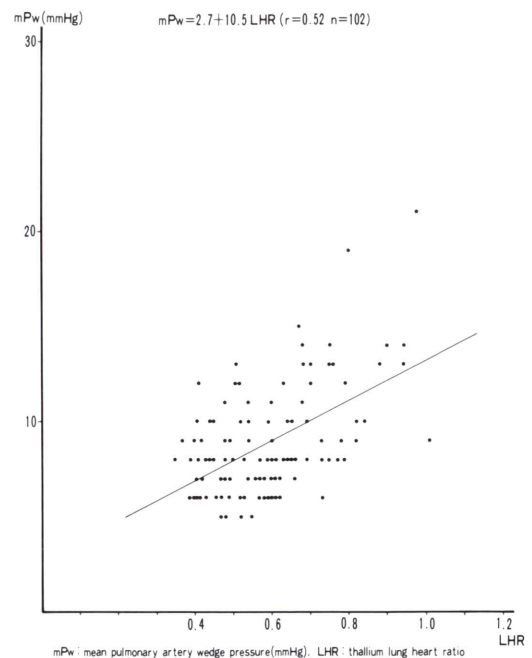


Fig. 3 Correlation between ejection fraction and LHR.

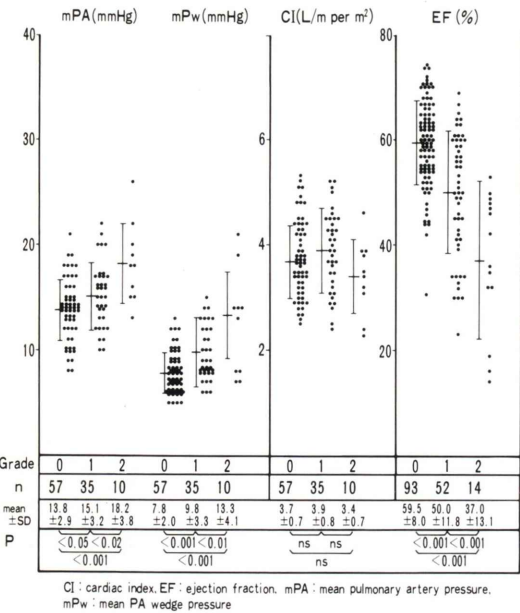


Fig. 4 Hemodynamics in G-0, G-1 and G-2 in patients with chronic phase of myocardial infarction.

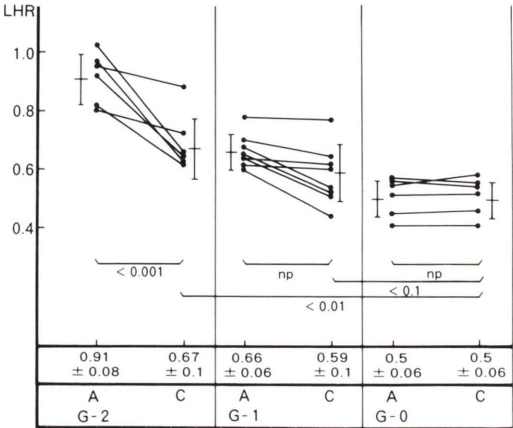


Fig. 5 Serial change of LHR after acute myocardial infarction.

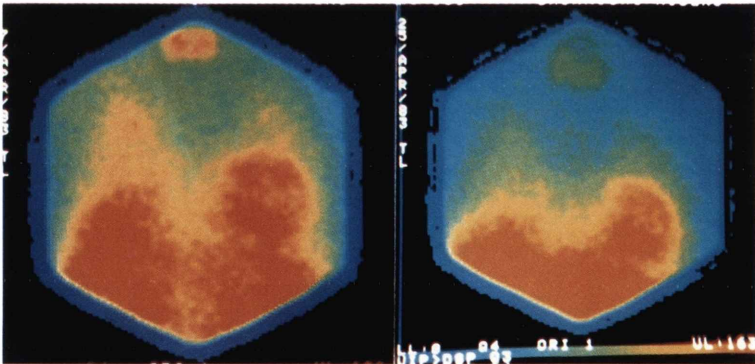


Fig. 6 Improvement of Tl-201 lung uptake in convalescent phase. The patients showed markedly increased Tl-201 lung uptake in acute phase of myocardial infarction (LHR=0.96). After 18 days patient complained of no symptom and showed improvement of Tl-201 lung uptake, however Tl-201 lung uptake in convalescent phase was beyond normal range (LHR=0.63).

Table 1 Hemodynamics in G-0, G-1 and G-2 in patients with chronic phase of myocardial infarction and with acute phase of myocardial infarction

	n	mPA (mmHg)	mPw (mmHg)	CI (ℓ/m per m^2)	n	EF (%)
G-0 chronic phase	57	13.8 ± 2.9 ***	7.8 ± 2.0 *	3.7 ± 0.7 ***	93	59.5 ± 8.0 *
G-0 acute phase	7	16.3 ± 5.2 ***	11.1 ± 4.2 *	3.1 ± 0.7 ***	14	51.3 ± 8.8 *
G-1 chronic phase	35	15.1 ± 3.2 *	9.8 ± 3.3 *	3.9 ± 0.8 ***	52	50.0 ± 11.8 *
G-1 acute phase	7	22.4 ± 2.2 *	16.9 ± 4.1 *	3.0 ± 0.8 ***	21	42.7 ± 8.7 *
G-2 chronic phase	10	18.2 ± 3.8 *	13.3 ± 4.1 *	3.4 ± 0.7 ***	14	37.0 ± 13.1 *
G-2 acute phase	9	28.6 ± 5.1 *	21.1 ± 4.7 *	2.6 ± 0.9 ***	18	23.3 ± 7.2 *

* : $P < 0.001$, ** : $P < 0.01$, *** : $P < 0.05$

chronic phase : chronic phase of myocardial infarction

acute phase : acute phase of myocardial infarction

mPA : mean pulmonary artery pressure, mPw : mean PA wedge pressure

CI : cardiac index, EF : ejection fraction

塞例において発症直後の mPw は 22 mmHg と高いが TI-201 肺内取り込みは主として下肺野に認め、mPw は発症当日中に 10 mmHg へと改善し、以後安定していたが 3 日目には上肺野を主とする TI-201 肺内取り込みとなった例を報告した¹²⁾。

これらより TI-201 肺内取り込みは肺動脈楔入圧と密接な関係にあるがこれ以外の因子も深く関与していると考えられた。TI-201 肺内取り込みは低心機能例で高頻度に認められ、潜在性心不全の指標と考えられるのでその病態を明らかにすることは極めて重要と考えられる。慢性期に TI-201 肺内取り込みを認める例は心不全からの改善が不十分で、無症状であっても十分な治療が必要と考えられた。

従来より心不全の進行により肺血管内水分が肺血管外へ移行しこれが間質に貯留する状態が臨床的に肺鬱血と表現されている。また臨床症状は肺血管外水分のリンパによる排泄と密接な関係がありリンパによる排泄が十分であると無症状であるが肺血管外水分の増大が急速に進行しリンパによる排泄が不十分であると肺水腫となり重篤な状態となるとされている。肺血管内水分の肺血管外への移行は肺血管内圧、肺間質圧、肺血管浸透圧、肺間質浸透圧、透過係数などさまざまな因子によって規定されることが知られている¹³⁾。臨床例の心不全における肺血管外水分量に関しては、胸部

写真の変化と関連させて多くの報告があり異常陰影は肺鬱血を反映することや急性心筋梗塞例では肺血行動態に遅れて所見が変化することなどが明らかにされている^{14,15)}。これらのことから TI-201 肺内取り込みは肺鬱血と強い関連にあることが推定される。

TI-201 肺内取り込みの病態を明らかにするためには肺血管外水分量との関係を検討することが重要と考えられる。しかし従来の肺血管外水分量の臨床的評価方法は色素法であり、これは肺野全体に対するもので局所肺血管外水分量の測定法は未確立なままである¹⁶⁾。したがって現時点では臨床的に局所肺血管外水分量と TI-201 肺内取り込みの関係を検討することは困難である。TI-201 肺内取り込みの評価は非観血的で容易なので臨床経験を増してこの病態評価を行うことも有用と考えられる。

V. 結 論

慢性期心筋梗塞例において TI-201 肺内取り込みの増加は肺動脈楔入圧の上昇や左心駆出率の低下とと相関を示した。

TI-201 肺内取り込みは心不全の定量的な病態評価に役立つと考えられた。

謝辞：多くの協力を頂いた榊原記念病院菊川紀子、菅

野和之, 高田明子技師の方々に厚くお礼申し上げます,

文 献

- 1) Logue RB, Rogers JV, Gay BB: Subtle roentgenographic signs of left heart failure. *Am Heart J* **65**: 464-473, 1963
- 2) 藤井忠重, 金井久容, 田中正雄, 他: 心疾患における ^{201}Tl 肺集積の血行動態的意義. *核医学* **26**: 601-610, 1989
- 3) 田中 健, 木全心一, 広沢弘七郎, 他: 急性心筋梗塞における Tl-201 肺内取り込み——thallium lung uptake images (TLI) による評価——. *核医学* **22**: 321-330, 1985
- 4) Narahara KA, Hamilton GW, Williams DL, et al: Myocardial imaging with thallium-201: an experimental model for analysis of the true myocardial and background image components. *J Nucl Med* **18**: 781-787, 1977
- 5) Boucher CA, Zir LM, Beller GA, et al: Increased lung uptake of thallium-201 during exercise myocardial imaging. Clinical, hemodynamic and angiographic implications in patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol* **46**: 189-196, 1980
- 6) Kushner FG, Okada RD, Kirshenbaum HD, et al: Lung thallium-201 uptake after stress testing in patients with coronary artery disease. *Circulation* **63**: 341-347, 1981
- 7) Tamaki N, Itoh H, Ishii Y, et al: Hemodynamic significance of increased lung uptake of thallium-201. *AJR* **138**: 223-228, 1982
- 8) 藤井忠重, 平山二郎, 金井久容, 他: 各種心肺疾患における ^{201}Tl 肺摂取率の算定. *核医学* **20**: 159-170, 1983
- 9) Bingham JB, Strauss HW, McKusick KA, et al: Thallium-201 clearance from myocardium and lungs following injection at stress. *J Nucl Med* **19**: 751, 1978
- 10) 藤井忠重, 平山二郎, 金井久容, 他: 肺血管外スペースにおける ^{201}Tl 集積の定量的評価. *核医学* **19**: 1167-1177, 1982
- 11) Tanaka T, Kimata S, Hirose K, et al: On the significance of estimating thallium lung uptake images in patients with acute myocardial infarction. *J Nucl Med* **25**: 87, 1984
- 12) 田中 健, 伊藤幸義, 高山泰雄, 他: Tl-201 心筋像で経過観察し得た非貫至性心筋梗塞肺水腫合併例の一例. *呼と循* **34**: 89-96, 1986
- 13) Ingram RH, Braunwald E: Pulmonary edema: Cardiogenic and noncardiogenic forms. *Heart Disease 1st ed.* Braunwald E. W.B. Saunders Company Philadelphia, 1980 p. 571
- 14) Kostuk W, Barr JW, Simon AL, et al: Correlations between the chest film and hemodynamics in acute myocardial infarction. *Circulation* **48**: 624-632, 1973
- 15) Biddle TU, Khanna PK, Yu PN, et al: Lung water in patients with acute myocardial infarction. *Circulation* **49**: 115-123, 1974
- 16) Sibbald WJ, Warshawski FJ, Short AK, et al: Clinical studies of measuring extravascular lung water by the thermal dye technique in critically ill patients. *Chest* **83**: 725-731, 1983

Summary

Thallium-201 Lung Uptake in Patients with Chronic Phase of Myocardial Infarction

Takeshi TANAKA*, Tadanori AIZAWA*, Kazuzo KATOU*, Kiyoshi OKAMOTO*,
Kouichi KITAHARA**, Shin SUZUKI**, Yoshio OBUNAI**,
Koushichiro HIROSAWA** and Hideo UEDA**

**The Cardiovascular Institute*

***Sakakibara Memorial Hospital*

To study pathophysiological significance of Tl-201 lung uptake in coronary artery disease Tl-201 lung uptake was studied in 159 patients with chronic phase of myocardial infarction. Tl-201 lung uptake images were collected after rest Tl-201 myocardial imaging. Tl-201 lung uptake was estimated by comparing maximal lung counts with maximal myocardial counts (thallium lung heart ratio: LHR). Good correlation between LHR and mean pulmonary artery wedge pressure (mPw) and between LHR and left ventricular ejection fraction (EF) were obtained, ($mPw = 2.7 + 10.5 \text{ LHR}$ $r = 0.52$ $n = 102$, $p < 0.001$, $EF = 84.9 - 52.2 \text{ LHR}$ $r = -0.61$ $n = 159$, $p < 0.001$). It was noted that Tl-201 did not accumulate uniformly through the lung field and usually maximal Tl-201 lung uptake was noted at the basal zone of the right lung. Tl-201 lung uptake in the upper zone of the right lung increased in proportion to the hemodynamic deterioration. Interesting differences were noted between Tl-201 lung uptake in patients with chronic phase of myocardial infarction and that in

patients with acute phase of myocardial infarction. The prognosis and clinical status of patients with markedly increased Tl-201 lung uptake ($LHR > 0.8$) in chronic phase were more excellent than the patients with similar Tl-201 lung uptake in acute phase. Hemodynamic parameters in patients with markedly increased Tl-201 lung uptake ($LHR \geq 0.8$) in chronic phase were significantly better than in those in acute phase. Patients with markedly increased Tl-201 lung uptake ($LHR > 0.8$) in acute phase showed improvement of Tl-201 lung uptake in convalescent phase.

Close relation between Tl-201 lung uptake and pulmonary congestion was noted. There might be many factors determining Tl-201 lung uptake in addition to hemodynamic parameters. Tl-201 lung uptake is useful for quantitative estimation of congestive heart failure, further study will be necessary to clarify the relation between Tl-201 lung uptake and extravascular pulmonary water.

Key words: Tl-201 lung uptake, Congestive heart failure.