

## 《原 著》

# $^{201}\text{TlCl}$ ・ $^{99\text{m}}\text{Tc-PYP}$ dual SPECT にて右室梗塞と 診断された症例の臨床的検討

桑野 浩彦\*      木村 元政\*      酒井 邦夫\*      石黒 淳司\*\*  
石田 均\*\*      岡部 正明\*\*

**要旨** 急性下壁心筋梗塞の診断で入院し、 $^{201}\text{TlCl}$ ・ $^{99\text{m}}\text{Tc-PYP}$  2 核種 SPECT (dual-nuclide SPECT, D-SPECT) を施行した症例を対象に、右室に  $^{99\text{m}}\text{Tc-PYP}$  の取り込みを認めた例 (PYP (+) 群) と認めない例 (PYP (-) 群) の臨床像を対比検討した。冠危険因子、狭心症歴、入院時血圧・心拍数・血行動態に群差はみられなかった。発症から入院までの時間は PYP (+) 群で有意に長く、急性期に冠動脈再疎通療法を施行された例が少なかった。PYP (+) 群の 8 例中 7 例で D-SPECT 後に初めて右室梗塞と診断された。PYP (+) 群は 3 病日以内にショックをきたす頻度が高く、入院期間も長かった。冠動脈造影所見より推定した責任冠動脈病変部位は、PYP (+) 群の 50% が右室枝より近位部であったが、PYP (-) 群では 18% に過ぎなかった。D-SPECT は下壁梗塞に合併する右室梗塞の診断にきわめて有用であり、発症早期の施行によりショックの予防に貢献する可能性が示唆された。

(核医学 31: 1185-1191, 1994)

## I. はじめに

Thallium-201・Technetium-99m pyrophosphate 2 核種 SPECT (dual-nuclide SPECT, 以下 D-SPECT) は急性心筋梗塞の診断に有用であり、一般に急性下壁心筋梗塞の約 30% に右室壁への  $^{99\text{m}}\text{Tc-pyrophosphate}$  (以下 PYP) の取り込みを認めると言われている<sup>1,2)</sup>。しかし、そのような症例の臨床的特徴は未だ不明である。われわれは、急性下壁心筋梗塞のうち、D-SPECT にて右室に PYP の取り込みを認めた症例の特徴を取り込みを認めなかった症例と対比し、D-SPECT の臨床的意義につき検討した。

## II. 対 象

対象は 1989～1992 年の間に急性下壁心筋梗塞の診断で立川総合病院心臓血圧センター循環器内科に入院し、D-SPECT を施行し得た連続の 19 例 (男性 12 例, 女性 7 例, 平均年齢 70±9 歳) である。うち 8 例で右室に PYP の取り込みを認め (以下 PYP (+) 群, Fig. 1, Table 1), 11 例で取り込みを認めなかった (以下 PYP (-) 群, Table 2)。

## III. 方 法

PYP (+) 群および PYP (-) 群において、既往歴 (冠危険因子・狭心症および心筋梗塞歴)、入院時所見 (発症から入院までの時間・心電図・心エコー図・CPK 値・心血行動態)、急性期治療法、入院後合併症 (ショック・不整脈・梗塞後狭心症・最大 CPK 値)、慢性期左心機能、入院期間および冠動脈造影上の責任冠動脈病変部位を比較検討した。心エコー図は東芝社製 160-A カラー Doppler 装置を用い、血行動態は 7 F Swan-Ganz

\* 新潟大学医学部放射線医学教室

\*\* 立川総合病院心臓血圧センター

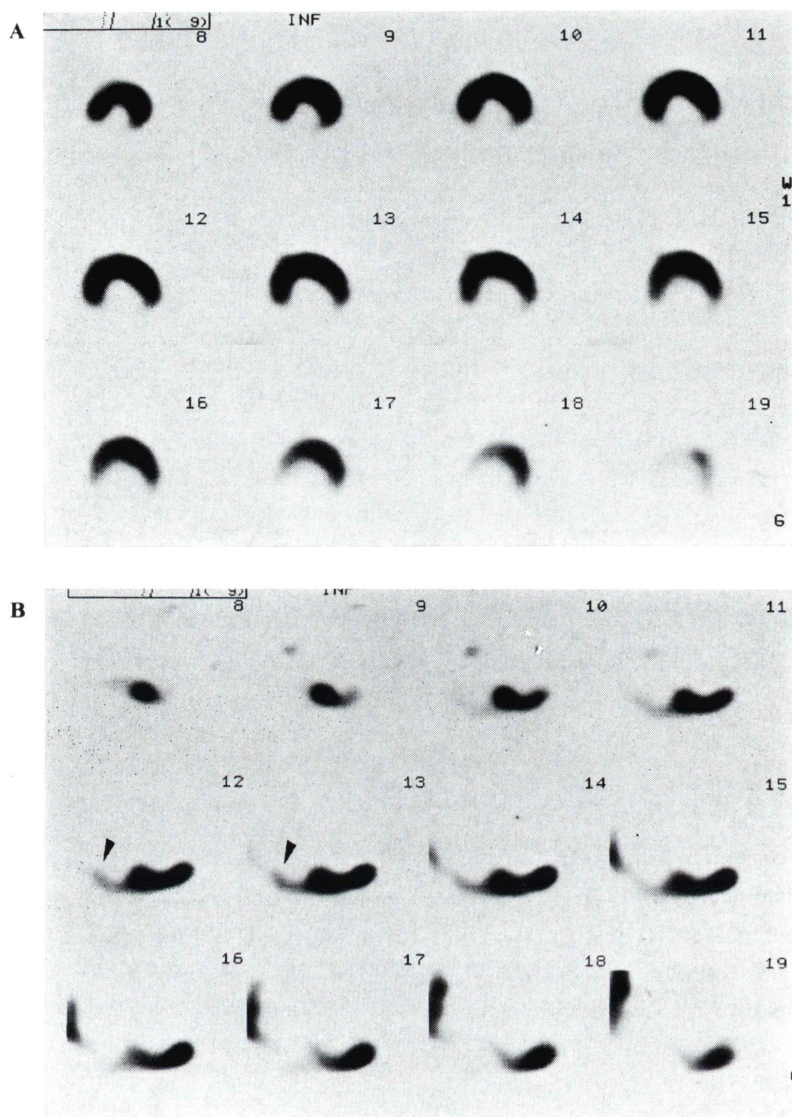
受付: 6 年 4 月 14 日

最終稿受付: 6 年 7 月 29 日

別刷請求先: 新潟市旭町通 1-754 (☎ 951)

新潟大学医学部放射線医学教室

桑 野 浩 彦



**Fig. 1** Representative Dual-SPECT imaging of patients with right ventricular involvement in acute inferior left ventricular infarction. (A:  $^{201}\text{TlCl}$  short-axis image, B:  $^{99\text{m}}\text{Tc-PYP}$  short-axis image,  $\blacktriangledown$ : PYP uptake in the right ventricle).

カテーテルを右頸静脈より挿入し、心係数は熱希釈法により測定した。D-SPECT は、 $^{201}\text{TlCl}$  111 MBq および  $^{99\text{m}}\text{Tc-PYP}$  555 MBq を静注 4 時間後に東芝社製ガンマカメラ 601E を用い、平均入院 3.8 日後 (PYP (+) 群  $4.3 \pm 0.9$ , PYP (-) 群  $3.3 \pm 0.4$ ;  $p < 0.01$ ) に撮影した。データは平均  $\pm$  標準偏差で表し、検定には unpaired student-T 検定を

用い、 $p < 0.05$  を有意とした。

#### IV. 結 果

##### 1. 既往歴

両群に年齢および性差は見られず、高血圧、喫煙、虚血性心疾患の家族歴などの冠危険因子や、狭心症・心筋梗塞歴に差を認めなかった (Table 3)。

**Table 1** Clinical profile of patients with <sup>99m</sup>Tc-PYP uptake in the right ventricle

| Case   | Age (yrs) / Sex | Time (hours) | Therapy     | CAG    | maxCPK (IU/ml) | Forrester | Prognosis |
|--------|-----------------|--------------|-------------|--------|----------------|-----------|-----------|
| 1. S.K | 74F             | 7            | direct PTCA | # 2    | 2090           | I         | Improve   |
| 2. O.T | 69M             | 3            | direct PTCA | # 1    | 4180           | I         | Improve   |
| 3. Y.Y | 79M             | 24           | Medical     | # 1    | 230            | I         | Improve   |
| 4. K.H | 68F             | 0            | Medical     | # 1    | 1210           | I         | Improve   |
| 5. K.Y | 78M             | 31           | Medical     | # 1    | 1750           | I         | Improve   |
| 6. T.K | 86M             | 9            | Medical     | unkown | 1010           | III       | Death     |
| 7. I.M | 64M             | 24           | Medical     | # 2    | 3193           | I         | Improve   |
| 8. O.M | 83F             | 3            | Medical     | unkown | 737            | I         | Improve   |

M = male, F = female, PTCA = percutaneous transluminal coronary angioplasty, CAG = coronary angiogram, CPK = creatinine phosphokinase.

**Table 2** Clinical profile of patients without <sup>99m</sup>Tc-PYP uptake in the right ventricle

| Case    | Age (yrs) / Sex | Time (hours) | Therapy     | CAG    | maxCPK (IU/ml) | Forrester | Prognosis |
|---------|-----------------|--------------|-------------|--------|----------------|-----------|-----------|
| 1. S.F  | 67M             | 2            | direct PTCA | # 2    | 4540           | I         | Improve   |
| 2. H.Y  | 66F             | 0.5          | direct PTCA | # 2    | 1371           | I         | Improve   |
| 3. K.T  | 71F             | 3            | direct PTCA | # 3    | 94             | I         | Improve   |
| 4. K.Y  | 56F             | 5            | PTCR        | # 4AV  | 280            | I         | Improve   |
| 5. T.S  | 68M             | 3            | direct PTCA | # 3    | 2350           | I         | Improve   |
| 6. K.S  | 76M             | 7            | direct PTCA | # 2    | 798            | I         | Improve   |
| 7. S.T  | 74M             | 6            | direct PTCA | # 1    | 3690           | I         | Improve   |
| 8. U.H  | 52M             | 6            | Medical     | # 3    | 1590           | I         | Improve   |
| 9. Y.Y  | 83M             | 24           | Medical     | unkown | 689            | I         | Improve   |
| 10. O.M | 49M             | 6            | ICT         | # 1    | 2780           | I         | Improve   |
| 11. W.S | 73F             | 1            | direct PTCA | # 3    | 1998           | I         | Improve   |

M = male, F = female, PTCA = percutaneous transluminal coronary angioplasty, PTCR = percutaneous transluminal coronary recanalization, ICT = intravenous coronary thrombolysis, CAG = coronary angiogram, CPK = creatinine phosphokinase

## 2. 入院時所見

発症から入院までの時間は **PYP (+)** 群で  $12.6 \pm 11.1$  時間と、**PYP (-)** 群の  $5.7 \pm 6.1$  時間に比べ長い傾向にあり、入院時 **CPK** 値は **PYP (+)** 群で  $1233 \pm 1377$  IU/ml、**PYP (-)** 群で  $276 \pm 233$  IU/ml と、**PYP (+)** 群で有意に高かった ( $p < 0.05$ , Table 4)。入院時血圧、心拍数には差を認めなかった。心電図で全例で四肢誘導 (II・III・aV<sub>F</sub>) に ST 上昇を認めたが、**PYP (+)** 群の 1 例で前胸部誘導 (V<sub>1-2</sub>) の ST 上昇を伴った。なお、右室梗塞を疑って右側胸部誘導所見を得たのは **PYP (+)** 群の 1 例のみであった。両群とも心エコー図にて左室下後壁の壁運動異常を高率に認めたが、

**Table 3** Background of patients with inferior acute myocardial infarction (AMI)

|                   | PYP (+)<br>(n = 8) | PYP (-)<br>(n = 11) |
|-------------------|--------------------|---------------------|
| Age (yr)          | 75.1 ± 7.2         | 66.8 ± 10.0         |
| Male              | 5 (63)             | 7 (64)              |
| Hypertension      | 4 (50)             | 7 (64)              |
| Smoking           | 4 (50)             | 7 (64)              |
| Hyperlipidemia    | 1 (13)             | 1 (9)               |
| Diabetes Mellitus | 1 (13)             | 6 (55)              |
| Obesity           | 0                  | 2 (18)              |
| Hyperurycemia     | 0                  | 1 (9)               |
| Family History    | 0                  | 2 (18)              |
| Angina pectoris   | 4 (50)             | 7 (64)              |
| OMI               | 0                  | 1 (9)               |

OMI = old myocardial infarction. Data are expressed as mean value ± SD or number (%) of patients.



**Table 4** Noninvasive and Hemodynamic data on admission

|                            | PYP (+)<br>(n = 8) | PYP (-)<br>(n = 11) | p value   |
|----------------------------|--------------------|---------------------|-----------|
| Admission (hrs)            | 12.6 ± 11.1        | 5.7 ± 6.1           | NS        |
| Systolic BP (mmHg)         | 127 ± 37           | 136 ± 21            | NS        |
| Diastolic BP (mmHg)        | 70 ± 31            | 72 ± 15             | NS        |
| HR (beat/min)              | 79 ± 23            | 75 ± 11             | NS        |
| CPK (IU/ml)                | 1233 ± 1377        | 276 ± 233           | p < 0.05  |
| ECG                        |                    |                     |           |
| ST elevation               |                    |                     |           |
| II III aVF                 | 8 (100)            | 11 (100)            |           |
| V1-2                       | 1 (13)             | 0                   |           |
| V3R-4R                     | (1)                | (0)                 |           |
| UCG                        |                    |                     |           |
| Inferior asynergy          | 7 (88)             | 10 (91)             |           |
| RV dilatation              | 1 (13)             | 0                   |           |
| Hemodynamics               |                    |                     |           |
| CI (l/min/m <sup>2</sup> ) | 2.6 ± 0.5          | 2.9 ± 0.8           | NS        |
| PASP (mmHg)                | 25 ± 7             | 21 ± 5              | NS        |
| PADP (mmHg)                | 11 ± 2             | 8 ± 3               | p < 0.05  |
| RA (mmHg)                  | 8 ± 2              | 3 ± 2               | p < 0.005 |
| RA/PADP                    | 0.7 ± 0.1          | 0.4 ± 0.4           | NS        |

BP = blood pressure, HR = heart rate, CPK = creatinine phosphokinase, ECG = electrocardiogram, UCG = ultrasonogram, CI = cardiac index, PASP = pulmonary artery systolic pressure, PADP = pulmonary artery diastolic pressure, RA = mean right atrial pressure, NS = not significant. Data are expressed as mean value ± SD or number (%) of patients.

**Table 5** Complications of inferior AMI

|                         | PYP (+)<br>(n = 8) | PYP (-)<br>(n = 11) |
|-------------------------|--------------------|---------------------|
| Hypotension<br>or Shock | 4 (50)             | 0                   |
| Arrhythmias             |                    |                     |
| VT/VF                   | 3 (38)             | 1 (9)               |
| AVB (≥ II°)             | 0                  | 1 (9)               |
| Sinus arrest            | 0                  | 1 (9)               |
| Angina pectoris         | 1 (13)             | 0                   |
| MaxCPK (IU/ml)          | 1800 ± 1237        | 1836 ± 1349         |
| Time (hrs)              | 19.5 ± 10.4        | 18.1 ± 13.0         |

VT/VF = ventricular tachycardia or ventricular fibrillation, AVB = atrio-ventricular block, CPK = creatinine phosphokinase. Data are expressed as mean value ± SD or number (%) of patients.

PYP (+) 群の 1 例で右室拡大を伴った。しかし、右室壁運動の異常を指摘された例はなかった。Swan-Ganz カテーテルを用いた CCU 入室時の血行動態については、心係数、肺動脈収縮期圧に差を認めなかったが、肺動脈拡張期圧および平均右房圧は PYP (+) 群で有意に高かった。両者はそれぞれ左室および右室の filling pressure と考えられるが、その比はそれぞれ  $0.7 \pm 0.1$  および  $0.4 \pm 0.4$  であり、有意差を認めなかった。

### 3. 急性期治療法

下壁心筋梗塞に対する急性期治療法として、PYP (+) 群では 8 例中 2 例にのみ direct PTCA (percutaneous transluminal coronary angioplasty) が施行されたが、PYP (-) 群では 11 例中 7 例に direct PTCA, 1 例に PTCR (percutaneous transluminal coronary recanalization), 1 例に t-PA (tissue-plasminogen activator) の静注が施行され、明らかに冠動脈再疎通療法施行例が多かった (Table 1, Table 2)。

### 4. 入院後合併症

入院後合併症は、PYP (+) 群の 8 例中 4 例で 1~3 病日に原因不明の一過性の低血圧あるいはショックを認めた (Table 5)。これらはいずれも輸液あるいはカテコラミンの使用で容易に改善した。また、PYP (+) 群の 3 例で直流通電を必要とする心室頻拍あるいは心室細動を認め、1 例で梗塞後狭心症を伴った。なお、血清 CPK の最大値は PYP (+) 群で  $1800 \pm 1237$  IU/ml, PYP (-) 群で  $1836 \pm 1349$  IU/ml と差がみられなかった。

Table 6 Site of coronary artery occlusion

| RCA       | PYP (+)<br>(n = 8) | PYP (-)<br>(n = 11) |
|-----------|--------------------|---------------------|
| Segment 1 | 4 (50)             | 2 (18)              |
| 2         | 2 (25)             | 3 (27)              |
| 3         | 0                  | 4 (36)              |
| 4AV       | 0                  | 1 (9)               |
| 4PD       | 0                  | 0                   |
| unknown   | 2 (25)             | 1 (9)               |

RCA = right coronary artery. Data are expressed as number (%) of patients.

## 5. 慢性期左室機能

19例中11例のみで慢性期(入院後平均24日目)に左室造影を施行し得たが、左室駆出率はPYP(+)群で $49.3 \pm 7.4\%$ 、PYP(-)群で $52.0 \pm 9.2\%$ と差はなかった。

## 6. 入院期間

入院期間はPYP(+)群で $51 \pm 28$ 日、PYP(-)群で $29 \pm 10$ 日とPYP(+)群で有意に長く( $p < 0.05$ )、PYP(+)群の1例は肺炎を合併し、117病日に死亡した。

## 7. 責任冠動脈病変部位

急性期あるいは慢性期に施行した冠動脈造影所見より心筋梗塞の責任冠動脈病変部位を推定したところ、PYP(+)群の8例中4例(50%)がAHA(American Heart Association)分類のsegment 1(第一右室枝より近位)であり、segment 3より末梢例は1例もなかった。しかしPYP(-)群ではsegment 2あるいはsegment 3が多く(計63%)、segment 1は2例(18%)に過ぎなかった(Table 6)。

## V. 考 察

急性下壁心筋梗塞において、左室後下壁のみならず右室壁にも<sup>99m</sup>Tc-PYPの取り込みを認める例があることは以前より知られているが、そのような症例の臨床的特徴については、planar像を用いた少数の報告のみである<sup>1-3)</sup>。それらによると、急性下壁心筋梗塞の30~40%に右室へのPYPの取り込みを認めるが、ショックの合併や予後についてはPYPの取り込みを認めない例と差は見られていない。右室梗塞の特徴については以前より多くの報告があり<sup>4-7)</sup>、ショックの合併

が多いとする報告<sup>4)</sup>と、多くないとする報告<sup>6)</sup>に分かれている。今回のわれわれのSPECTを使った検討では、PYP(+)群で8例中4例にショックを認め、PYP(-)群に比べ明らかに多かった。しかし、ショックが右室梗塞のみが原因とは限らず、発症から入院までの時間の差と冠動脈再疎通療法の効果<sup>8)</sup>も影響している可能性がある。心係数や最大CPK値には有意差を認めなかったが、再疎通療法によるCPKの上昇を考慮に入れると、PYP(+)群で心筋梗塞の範囲が広い可能性がある。Jeffreyらの報告<sup>5)</sup>でも、貫壁性の下壁梗塞に右室梗塞が合併するとされており、今回の結果と矛盾しない。慢性期左室駆出率については症例数が少なく、今後の検討が必要と考える。

冠動脈の閉塞部位と右室梗塞の関係については、第一右室枝より近位で多いとする報告が多いが<sup>7,10)</sup>、閉塞部位による違いがないとする報告もある<sup>3,5,6)</sup>。われわれの検討では近位部に多い傾向が見られ、解剖学的に妥当な結果となった。

右室梗塞の診断は一般に難しいと言われているが、血清CPK値<sup>8)</sup>、体表面心電図の右側胸部誘導<sup>10,11)</sup>、心エコー図<sup>12)</sup>、心プールシンチグラム<sup>13-15)</sup>の有用性についての報告がある。最も容易に施行でき、sensitivityおよびspecificityともに高いのは心電図の右側胸部誘導V<sub>4R</sub>と言われている。一方、<sup>99m</sup>Tc-PYPについては、specificityはきわめて高いがsensitivityは低いと報告されている<sup>14)</sup>。しかし、今回の検討ではPYP(+)群で主治医が右室梗塞を疑ったのは1例のみで、他の7例はD-SPECT後に初めて右室梗塞の診断が下されている。また前胸部誘導のみにST変化を示すような特殊例も存在し<sup>11)</sup>、そのような例における確定診断にきわめて有用と思われた。しかし、ショックの発生はD-SPECT撮像前である1~3病日が多いため、D-SPECTは急性期合併症の予防あるいは治療にはあまり貢献しなかった。ただ、ショックの発生以前にD-SPECTが施行されればショックが予防できる可能性があり、D-SPECTの撮像時期についての再検討が必要と思われた。

## VI. 結 論

1) D-SPECT にて右室に PYP の取り込みを認める例は、発症から入院までの時間経過が長く、冠動脈再疎通療法が施行される頻度が低かった。また、入院後にショックを合併する頻度が高く、入院期間も長かった。

2) 冠動脈造影所見上、右冠動脈の近位部閉塞例が多かった。

3) 心電図、心エコー図や血行動態に比較して D-SPECT は右室梗塞の診断にきわめて有用であった。

4) D-SPECT の撮像時期の工夫により、急性期合併症の予防あるいは治療に貢献する可能性が示唆された。

## 文 献

- Sharpe DN, Botvinick EH, Shames DM, Schiller NB, Massie BM, Chatterjee K, et al: The non-invasive diagnosis of right ventricular infarction. *Circulation* **57**: 483-490, 1978
- Wackers FJ, Lie FI, Solkole EB, Res J, Schoot JB, Durrer D: Prevalence of right ventricular involvement in inferior wall infarction assessed with myocardial imaging with thallium-201 and technetium-99m pyrophosphate. *Am J Cardiol* **42**: 358-362, 1978
- Forman MB, Wilson BH, Sheller JR, Kopelman HA, Vaughn WK, Virmani PR, et al: Right ventricular hypertrophy is an important determinant of right ventricular infarction complicating acute inferior left ventricular infarction. *J Am Coll Cardiol* **10**: 1180-1187, 1987
- Cohn JN, Guiha NH, Broder MI, Limas CJ: Right ventricular infarction. Clinical and hemodynamic features. *Am J Cardiol* **33**: 209-214, 1974
- Isher JM, Roberts WC: Right ventricular infarction complicating left ventricular infarction secondary to coronary heart disease. *Am J Cardiol* **42**: 885-894, 1978
- Ratliff NB, Hackel DB: Combined right and left ventricular infarction. Pathogenesis and clinicopathologic correlations. *Am J Cardiol* **45**: 217-221, 1980
- Andersen HR, Falk E, Nielsen D: Right ventricular infarction: size and topography in coronary heart disease: a prospective study comprising 107 consecutive autopsies from a coronary care unit. *J Am Coll Cardiol* **10**: 1223-1232, 1987
- Meinertz T, Kasper W, Schumacher M, Just H: The german multicenter trial of anisoylated plasminogen streptokinase activator complex versus heparin for acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* **62**: 347-351, 1988
- Strauss HD, Sobel BE, Roberts R: The influence of occult right ventricular infarction on enzymatically estimated infarct size, hemodynamics and prognosis. *Circulation* **62**: 503-508, 1980
- Braat SH, Brugada P, De Zwaan C, Dulk KD, Wellens HJ: Right and left ventricular ejection fraction in acute inferior wall infarction with or without ST segment elevation in lead V<sub>4R</sub>. *J Am Coll Cardiol* **4**: 940-944, 1984
- Geft IL, Shah PK, Rodrigues L, Hulse S, Maddahi J, Berman DS, et al: ST elevations in leads V<sub>1</sub> to V<sub>5</sub> may be caused by right coronary artery occlusion and acute right ventricular infarction. *Am J Cardiol* **53**: 991-996, 1984
- Bellamy GR, Rasmussen HH, Nasser FN, Wiseman JC, Cooper RA, et al: Value of two-dimensional echocardiography, electrocardiography, and clinical signs in detecting right ventricular infarction. *Am Heart J* **112**: 304-309, 1986
- Starling MR, Dellitalia LJ, Chaudhuri TK, Boros BL, O'Rourke RA: First transit and equilibrium radionuclide angiography in patients with inferior transmural myocardial infarction: Criteria for the diagnosis of associated hemodynamically significant right ventricular infarction. *J Am Coll Cardiol* **4**: 923-930, 1984
- Dellitalia LJ, Starling MR, Crawford MH, Boros BL, Chaudhuri TK, O'Rourke RA: Right ventricular infarction: Identification by hemodynamic measurements before and after volume loading and correlation with noninvasive techniques. *J Am Coll Cardiol* **4**: 931-939, 1984
- Dellitalia LJ, Lembo NJ, Starling MR, Crawford MH, Simmons RS, Lasher JC, et al: Hemodynamically important right ventricular infarction: follow-up evaluation of right ventricular systolic function at rest and during exercise with radionuclide ventriculography and respiratory gas exchange. *Circulation* **75**: 996-1003, 1987



## Summary

### Clinical Evaluation of Patients with Right Ventricular Infarction Detected by Dual SPECT Imaging of Thallium-201 and Technetium-99m Pyrophosphate

Hirohiko KUWANO\*, Motomasa KIMURA\*, Kunio SAKAI\*,  
Junji ISHIGURO\*\*, Hitoshi ISHIDA\*\* and Masaaki OKABE\*\*

*\*Department of Radiology, Niigata University School of Medicine*

*\*\*Cardiovascular Center, Tachikawa General Hospital*

We evaluated clinical significance of dual-nuclide SPECT imaging (D-SPECT) of thallium-201 and technetium-99m pyrophosphate (PYP) in patients of acute inferior left ventricular infarction with PYP uptake in the right ventricle (PYP (+) group) in comparison with those without PYP uptake (PYP (–) group). There was no difference in coronary risk factors, history of angina, blood pressure, heart rate, and hemodynamics on admission between PYP (+) group and PYP (–) group. The duration from onset to admission was longer in PYP (+) group and coronary reperfusion therapies were carried out in few cases. In 7 of 8 PYP-

positive patients, the diagnosis of right ventricular infarction was made only by D-SPECT. Four of 8 were complicated with shock within three days, and the duration of hospitalization was longer. Coronary angiography demonstrated many proximal lesions (50%) in PYP (+) group but few ones (18%) in PYP (–) group. D-SPECT was very useful for diagnosing acute right ventricular infarction, and it might contribute to the prevention of shock if performed within a few days.

**Key words:** Thallium-201, Technetium-99m pyrophosphate, Dual-nuclide SPECT, Right ventricular infarction, Shock.