

心プールシンチによる急性
右室梗塞の検討

Acute right ventricular
infarction: Assessment
with radionuclide ven-
triculoigraphy

小西 得司
山室 匡史
生田目 剛
矢田 隆司
二神 康夫
中野 赴
竹沢 英郎
前田 寿登

Tokuji KONISHI
Masashi YAMAMURO
Tsuyoshi NAMATAME
Takashi YADA
Yasuo FUTAGAMI
Takeshi NAKANO
Hideo TAKEZAWA
Hisato MAEDA

Summary

The clinical significance of right ventricular (RV) infarction has been neglected compared with left ventricular infarction. In recent years, however, the clinical importance of RV function in the treatment of myocardial infarction has been well recognized. We performed prospective radionuclide studies to assess the incidence and prognosis of RV infarction in 50 cases of initial acute myocardial infarction (25 cases of anterior and 25 of inferior infarction).

Radionuclide ventriculography was performed within the first two days after onset of symptoms, and repeated one-two weeks and one month after the attack, respectively. RV infarction was diagnosed by the presence of severe RV regional wall motion abnormalities and positive signs of at least one of the following diagnostic signs: ST elevation at V_{4R} in the ECG, positive 99m-technetium pyrophosphate myocardial scintigram at the RV free wall, and positive right heart catheterization findings.

Results were as follows:

1. RV infarction was documented in 15 of 25 cases with inferior infarction, but there were no cases in anterior infarction.
2. There were no remarkable changes of RV ejection fraction (EF) in anterior myocardial infarction during one month ($41\% \pm 8\%$ in acute phase and $43\% \pm 8\%$ in four weeks later). However, RVEF was markedly improved from $34\% \pm 11\%$ during first two days, to $38\% \pm 7\%$ during one-two weeks, and $39\% \pm 8\%$ four weeks after the attack, in cases of inferior infarction with RV infarction. Without RV infarction, RVEF in cases of inferior infarction did not show improvement.
3. In 11 of 15 cases with RV infarction, RV regional wall motion abnormalities improved to the normal range, which seemed to contribute to the improvement of RVEF.
4. Hemodynamic findings with Swan-Ganz catheters showed typical findings compatible with

RV infarction only in seven of 13 cases with RV infarction. Thus this finding implies that RV failure did not always accompany RV infarction.

5. Coronary arteriography revealed that right coronary arterial lesions proximal to the RV branch were documented in all 10 cases with RV infarction who had coronary arteriography.

RV infarction, caused by deranged coronary blood flow at the RV branch of the right coronary artery, showed marked improvement of RVEF during four weeks after the attack in prospective radionuclide studies. This finding was not seen in left ventricular infarction. The pathophysiological mechanism of improvement of RVEF in RV infarction would be the difference of its coronary circulation compared with that of the left ventricle.

More than half the cases with RV infarction did not show RV hemodynamic impairment; therefore, caution is needed for the therapy including application of inadequate preload reduction in cases of silent RV infarction.

Key words

Radionuclide ventriculography

Right ventricular infarction

緒 言

右室梗塞の存在は古くから知られていたが、急性心筋梗塞における臨床家の視点はもっぱら左室機能障害におかれ、右室に関しては病理学的な検討しか行われなかった。そのため、右室梗塞の臨床的意義およびその診断と治療法は、不明確なまま放置されていた。しかし1974年、Cohnら¹⁾により右室梗塞に基づく右室不全の特異な血行動態異常が報告されてから、臨床的に注目され、以後、核医学的検査²⁾、心電図検査³⁾、右心カテーテル検査、超音波検査⁴⁾等で、右室梗塞時、右室に見られる種々の異常が報告されている。

心筋梗塞の急性期治療上、右室梗塞の有無と右室機能障害の程度を出来るだけ早期に診断することは、輸液の問題、心原性ショックとの鑑別など、治療方針の決定に極めて重用である。今回我々は発症直後から急性右室梗塞の診断が可能であり、かつ右室駆出率の測定が容易な心電図同期心プールシンチグラフィを用いて検討を加えることが出来た急性心筋梗塞50例において、右室梗塞の発生頻度およびその自然経過について検討した。

対象ならびに方法

病歴および心電図所見により、陳旧性梗塞の合

併していない急性梗塞50例である(前壁梗塞25例, 下壁梗塞25例)。心筋梗塞の診断は、臨床症状、心電図所見、血清酵素の上昇をすべて満足する場合とした。心房細動等、心電図同期心プールシンチグラフィの困難な不整脈を有する例、発症後1ヵ月以内に死亡した例、および重症のためR.I.検査の困難な例は今回の検討には含まれていない。なお50例中38例は、急性期R.I.検査施行時、種々の薬剤が投与されていた。

心電図同期心プールシンチグラフィは、体内標識^{99m}Tc赤血球25mCiを投与し、平衡時、安静仰臥位にてmodified left anterior oblique viewにガンマカメラを設置し、64×64画素に1心拍28フレームのマルチゲート法にて、5分間撮像した。検査は発症後36時間以内および1ヵ月後で、下壁梗塞群では、全例、発症後7~14日後にも同様に検査を行った。得られた像より右房の重なりを避け、variable region of interest法により右室駆出率を測定した。右室局所壁運動は2名の検者により位相解析像および動画像より判定した。左室駆出率の測定および壁運動の診断は右室と同様の方法にて行った。急性期31例においてSwan-Ganzカテーテル検査を施行し、32例に心電図のV_{4R}を記録した。なお6例にgated single photon emission computed tomography (GSPCT)を、発症7日後又は1ヵ月後に行っ

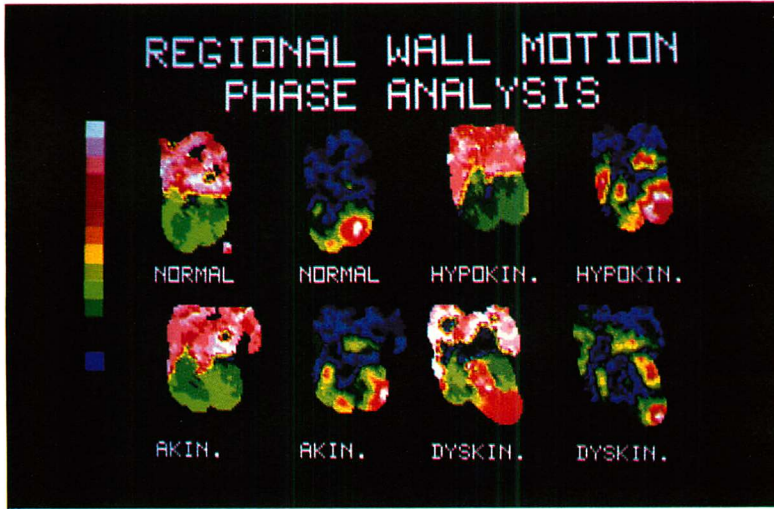


Fig. 1. An example of regional wall motion abnormality with phase images.

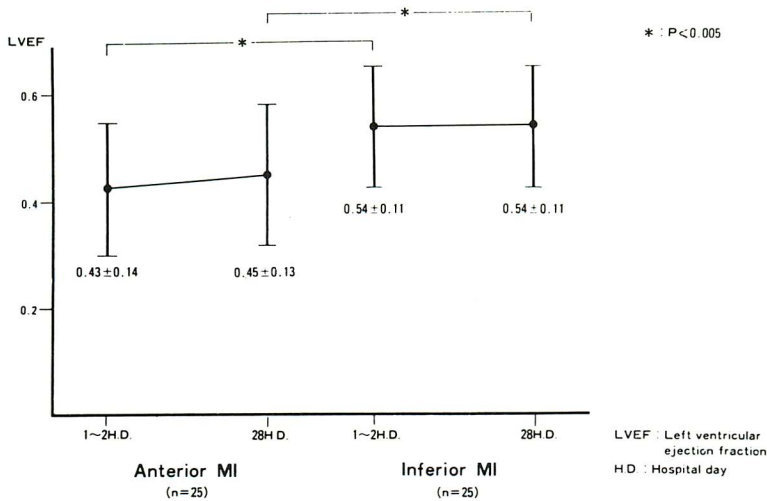


Fig. 2. Changes in left ventricular ejection fraction in anterior myocardial infarction and inferior myocardial infarction from the first or second hospital day to the 28th hospital day.

た. GSPECT の収集は対向回転型ガンマカメラを用い 6° ごとに 15 秒間, 1 心拍 14 フレームのマルチゲート法にて 180° 回転 (360 収集) し, 64 × 64 画素に撮像した. Shepp-Logan のフィルターを用い, スライス幅 5.4 mm で transaxial image を作製後, 左室長軸に沿った sagittal long axial

image を作製した.

右室局所壁運動診断の位相解析像は, 通常の左室梗塞と同様の所見⁵⁾により判定した. 即ち Fig. 1 に示すごとく, 正常, amplitude の低下した hypokinesis, amplitude が緑色以下に低下した akinesis, phase が正常部よりも 16 段階のカラー

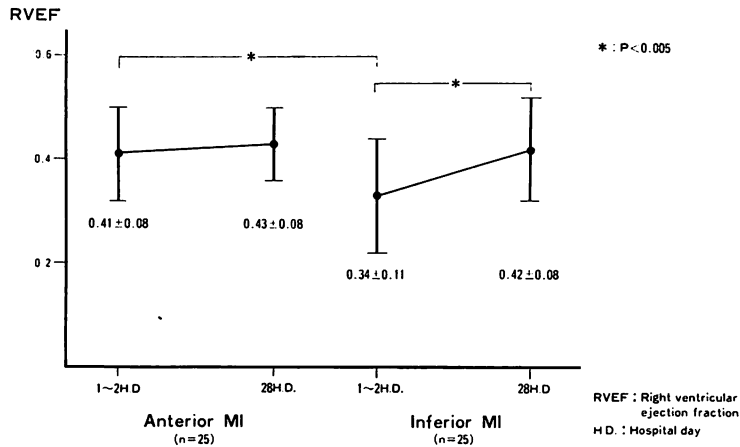


Fig. 3. Changes in right ventricular ejection fraction in anterior myocardial infarction and inferior myocardial infarction from the first or second hospital day to the 28th hospital day.

スケールで3色以上遅れた dyskinesia である。ここで示す phase image は -180° より $+180^\circ$ までの16段階に, amplitude image は最高値を白で16段階に標示した。

右室梗塞の診断は Klein ら⁶⁾および Dell'Italia⁷⁾ らの報告に従い, 心プールシンチグラフィにおいて akinesis または dyskinesia が存在し, かつ以下の3所見のうち, 少なくとも1つ以上を満足するものとした。即ち第一に心電図 V_{4R} にて ST が 0.05 mV 以上の上昇を示す。第二に Swan-Ganz カテーテル所見にて平均右房圧が 10 mmHg 以上, または右房圧 / 肺動脈楔入圧比が 0.8 以上である。第三にピロリン酸心筋シンチグラフィにて右室自由壁に Parkey II° 以上の集積を認める。以上の所見で 50 例の心筋梗塞例の prospective study を行った。

結 果

1. 左室駆出率は前壁梗塞群では, 急性期 $43 \pm 14\%$ から1ヵ月後 $45 \pm 13\%$ と有意の変化がなかった。同様に, 下壁梗塞群でも, 急性期と1ヵ月後では変化をみなかった (Fig. 2)。下壁梗塞群の左室駆出率は, 急性期および1ヵ月後共に前壁梗塞群より有意に高値を示した。

2. 前壁梗塞群の右室駆出率を Fig. 3 に示す。第1~2病日と1ヵ月後とで有意の変化を示さなかった。一方, 下壁梗塞群では, 第1~2病日 $34 \pm 11\%$, 第7~14病日 $38 \pm 7\%$, 第30病日 $42 \pm 8\%$ で, 急性期に比し, 1ヵ月後には有意の増加を示した。また下壁梗塞群では, 1~2病日の右室駆出率は, 前壁梗塞群に比し, 有意に低値を示したが, 1ヵ月後には, 差は認められなかった。

3. 上記の右室梗塞診断基準によれば, 下壁梗塞 25 例中 15 例に右室梗塞所見を認めた。発症1~2日には, 15 例中 12 例は右室の dyskinesia, 3 例は akinesis を示した。下壁梗塞で Swan-Ganz カテーテルを施行した 20 例では, 右室梗塞を合併した 13 例中 7 例が右室梗塞に一致した心内圧所見を示した。心電図の V_{4R} は下壁梗塞 22 例に記録されたが, 右室梗塞 14 例中 12 例で陽性, 2 例では陰性であった。逆に右室梗塞を合併しない下壁梗塞の 1 例が偽陽性を示した。ピロリン酸心筋シンチグラフィでは, 右室梗塞 4 例中 2 例が陽性であった。一方, 前壁梗塞 25 例では, 右室梗塞に一致する局所壁運動異常を認めた例はなかった。

4. 下壁梗塞例中, 右室梗塞を合併する 15 例, および合併しない 10 例につき, 右室駆出率の経

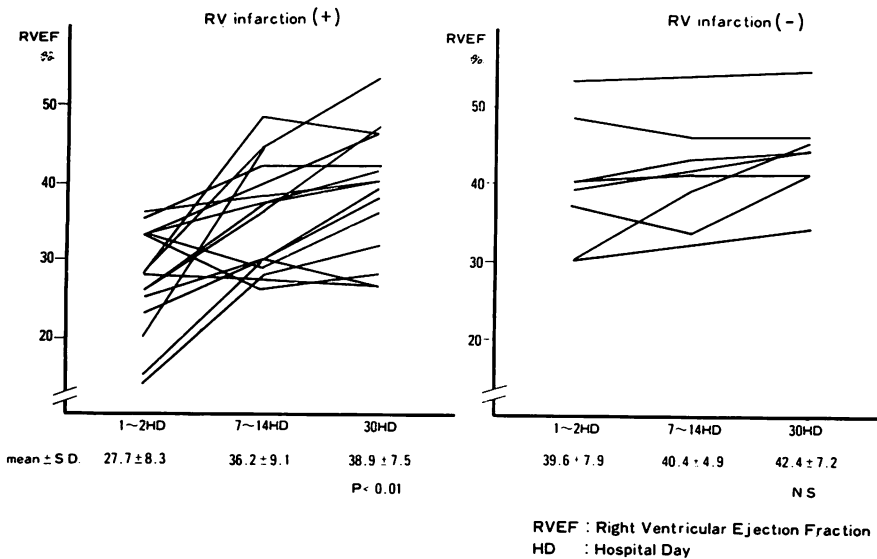


Fig. 4. Changes in right ventricular ejection fraction in cases of inferior infarction with and without right ventricular infarction from the first or second hospital day to the 28th hospital day.

過を Fig. 4 に示す。右室梗塞合併例では、右室駆出率は第1~2病日 $28 \pm 8\%$ から、第7~14病日 $36 \pm 9\%$ に、第30病日 $39 \pm 8\%$ と著明に改善した。なお当施設における正常20例の右室駆出率は $48 \pm 5\%$ である。一方、右室梗塞非合併例では、Fig. 4 左に示すごとく、第1~2病日、第7~14病日、第30病日とで、有意の変化を示さなかった。右室局所壁運動の経過は、急性期 dyskinesia を示した12例では、1ヵ月後2例が dyskinesia、2例が akinesia を示し、他はほぼ正常に復した。一方、急性期 akinesia を示した3例は、1ヵ月後正常に復した。つまり右室梗塞例は急性期右室駆出率の低下および高度の右室局所壁運動異常を齎すが、1ヵ月後は15例中11例がほぼ正常に回復した。

5. 下壁梗塞14例に施行した冠動脈造影では、右室梗塞合併10例全例に右冠動脈右室枝より近位部に責任病変があった。しかし右室梗塞非合併4例中、3例は右冠動脈右室枝より遠位部病変、他の1例は左回旋枝の病変であった。つまり右室梗塞の発生には、右冠動脈右室枝病変の関与が大

あると考えられた。

6. 定型的な右室梗塞の1例：症例は58歳、男性で、心電図は Fig. 5 に示す如く下壁梗塞所見を示し V_{4R} で ST の上昇を認める。第3病日に行われたピロリンサン心筋シンチグラフィは、Fig. 6 に示すごとく右室および左室後壁に集積を認める。右心カテーテル所見 (Fig. 7) では平均右房圧 11 mmHg, 平均肺動脈楔入圧 11 mmHg で、右室梗塞所見を示していた。本例の心プールシンチグラフィにおける phase image 所見 (Fig. 8) では、第1病日の右室駆出率は 25% であったが、第28病日には 39% とほぼ正常化した。右室の局所壁運動は、第1病日には軽度の右室位相の遅れと振幅の低下を認めるものの、第28病日には異常は軽快している。第7病日に行った GSPECT では、左室および右室ともに下壁の障害を認めた。すなわち右室は心尖より下壁にかけて運動振幅の低下ならびに同部の軽度の位相遅れを示し、これらは右室梗塞の所見と考えられた。

Fig. 9, 10 は他の右室梗塞例である。Swan-

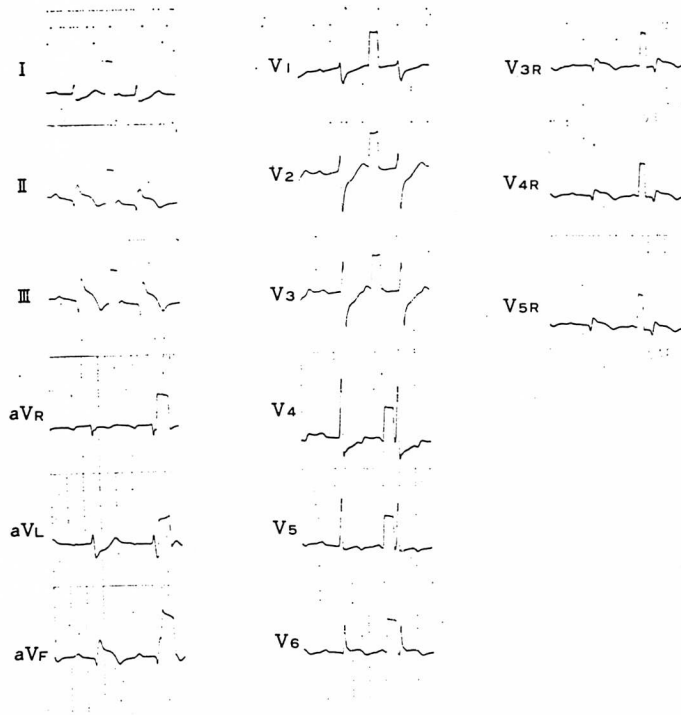


Fig. 5. Electrocardiogram of a 58-year-old man with right ventricular infarction.

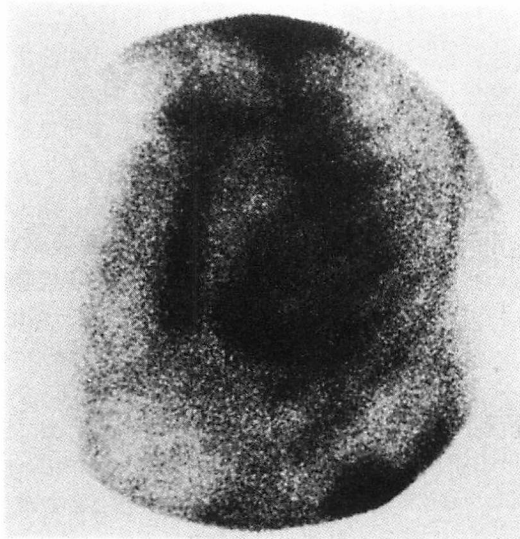


Fig. 6. ^{99m}Tc pyrophosphate image of the same case shown in Fig. 5.

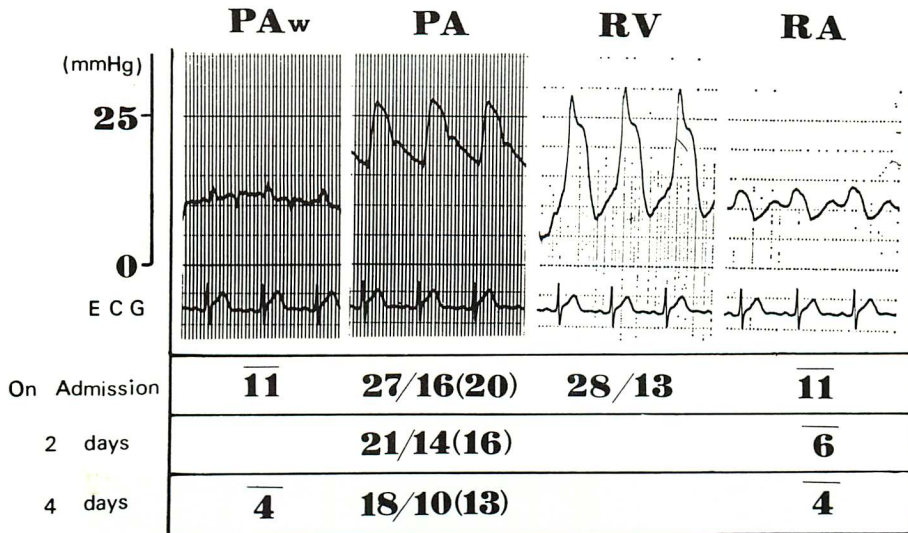


Fig. 7. Right heart catheterization findings in the case shown in Fig. 5.

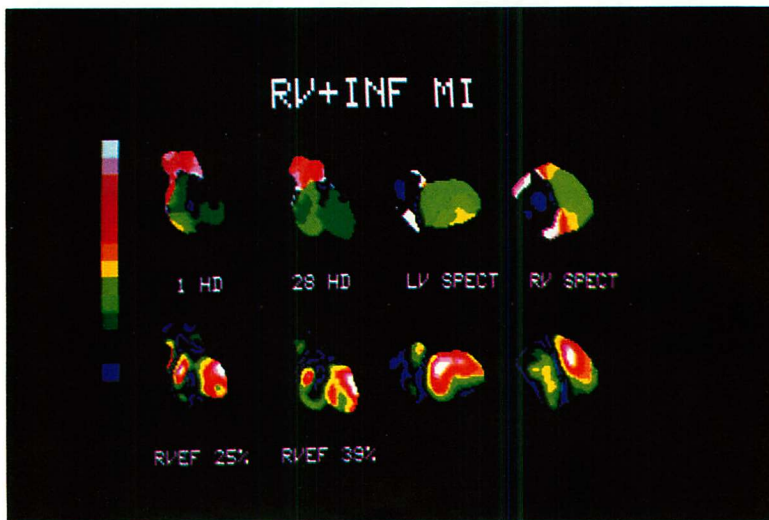


Fig. 8. Phase image findings in the case shown in Fig. 5.

Ganz の心内圧所見 (Fig. 9) とともに, phase image では定型的な右室梗塞を示し, 右室前壁に dyskinesis を認める (Fig. 10). 右室駆出率は第 2 病日, 15% から, 第 7 病日には 30%, 第 28 病日には 38% に改善している. それに伴い, 壁運動

異常もほぼ消失している.

考 察

1. 右室梗塞の概念
過去のイヌ開胸実験では, 右室自由壁の障害を

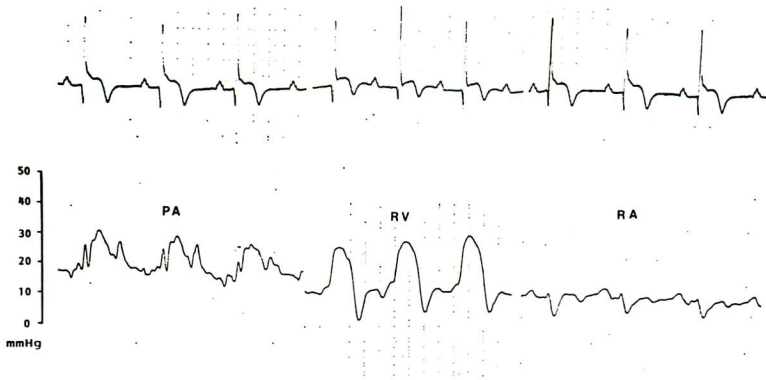


Fig. 9. Pressure tracings of a case with right ventricular infarction.

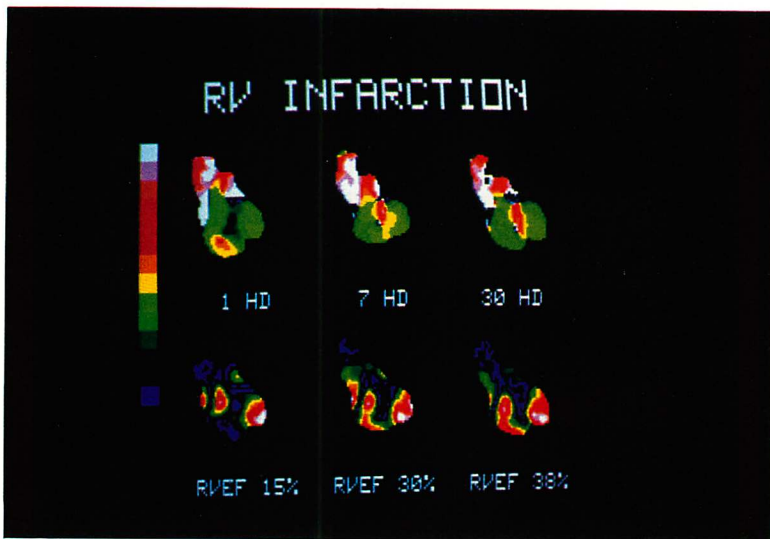


Fig. 10. Phase image findings in the case shown in Fig. 9.

作成しても、右室は心拍出量を保持することが可能であるとする報告¹⁷⁾があり、そのため右室梗塞はほとんど顧みられなかった。然し心外膜を保持した近年の閉胸実験では、右室の急激な障害時、右室のみではなく、左室にも障害を来すことが明らかになった。それゆえ、右室梗塞の有無と右室障害の程度を急性期に診断することは、心筋梗塞の治療上極めて重要となった。

2. 右室梗塞の診断

右室梗塞を理学的手法のみで診断することは困

難である。すなわち右室不全に基づく頸静脈圧の上昇および頸静脈波の変化等では、左心不全に基づく右心不全なのか否かを鑑別しなければならず、より客観的な診断法が必要となる。それに対し、近年、心疾患診断法の進歩により右室梗塞の診断基準が確立されつつあり、下壁梗塞に伴う右室梗塞を発見する頻度もかなり増えている。剖検における頻度は本来大きな変動はないはずであるが、急性心筋梗塞にて死亡した剖検例において、1963年、Laurie ら⁸⁾は、右室の繊維化を梗塞300

例中 9.4% にみたと報告している。しかし 1978 年, Isner ら⁹⁾は、酵素染色法も用い、下壁梗塞 65 例中 33 例に右室梗塞の合併をみたと報告している。

1974 年 Cohn ら¹⁰⁾は Swan-Ganz カテーテルを用いた検討で、78 例の心筋梗塞中 6 例 (8%) に右室梗塞に伴う重篤な右室不全を報告している。しかし最近、右室梗塞には右心カテーテル法のみでは診断しえない例、すなわち右室不全を伴わない多くの潜在性右室梗塞があるという事実を Stjauss ら¹¹⁾が報告した。Baigrie ら¹¹⁾は右室梗塞 29 例中、初回の右心カテーテルでは 8 例に右室梗塞に一致する所見をみたが、他の 21 例では、生理食塩水 1,000~1,500 ml 急速注入することにより、初めて右室梗塞に一致する所見を見出したと報告し、心カテーテル法による右室梗塞診断に対し問題を提起している。また Dell'Italia ら⁷⁾も同様に、右室梗塞 14 例中 8 例のみが初回右心カテーテルで右室梗塞所見を示したと報告している。つまり心カテーテル法では右室梗塞に基づく顕性の右室不全を診断しているだけである。しかし、不顕性右室梗塞の診断のため、心筋梗塞急性期に多量の輸液を行うことは、治療上、好ましいことではない。

右室梗塞の診断法として、次に心電図が注目された。1983 年, Klein ら⁶⁾は 110 例の急性下壁梗塞において 58 例に右室梗塞が合併し、 V_{4R} における ST の 0.05 mV 以上の上昇は、右室梗塞診断において sensitivity 82.7%, specificity 76.9%, pedcitive value 70% であると報告し、非観血的、かつ迅速に右室梗塞を診断する上に有用な所見であると報告している。本報告の結果も、右室梗塞の診断上、心電図所見の有用性は同様であった。しかしその欠点は、右室機能の障害程度が判定出来ないことである。

心電図同期心プールシンチグラフィにおける右室梗塞の診断基準に関しては、Starling ら¹²⁾が右室の拡大、右室局所壁運動異常、右室駆出率 40% 以下と述べている。さらに Hirsowitz ら¹³⁾,

Braat ら¹⁴⁾も同様な報告をしている。我々の右室梗塞例においても、全例、上記の診断基準を満足していたが、今回我々は、右室梗塞の診断に、右室拡大、右室駆出率 40% 以下という基準をあえて除外した。すなわち、多くの報告において、右室拡大は左室との面積比により判定しているが、撮像体位の良否や左室不全による左室拡大が存在する場合、その判定は問題である。また右室駆出率の低下も同様に、左室不全による右室駆出率の低下、特に Agarwel ら¹⁵⁾が報告している如く、心室中隔の虚血が右室駆出率に大きな影響を与えるため、それによる右室梗塞の判定には問題がある。事実、我々の症例においても、前壁梗塞 25 例中 7 例は右室駆出率が 40% 以下であった。我々が用いた右室自由壁局所壁運動異常は右室局所の虚血に基づく変化と考えられ、右室梗塞の診断上、最も信頼性が高いと思われるもので、事実、他の検査法によっても右室梗塞の存在が支持された。

3. 右室梗塞の頻度と予後

現在、下壁梗塞に合併する右室梗塞の頻度は、Baigrie ら¹¹⁾は 37 例中 29 例 (78%), Klein ら⁶⁾は 110 例中 58 例 (53%) と報告し、我々の結果も 25 例中 15 例 (60%) とほぼ同様であった。右室梗塞における右冠動脈右室枝の関与について、右室梗塞合併例中冠動脈造影施行例では、全例、右冠動脈の右室枝よりも近位部の病変を有していた。Braat らも¹⁴⁾も V_{4R} で ST の上昇していた 19 例全例が右冠動脈右室枝よりも近位部の病変を有し、 V_{4R} で ST の上昇のない例では、全例、右室枝より遠位部病変または左回旋枝病変であったと報告し、右室梗塞の発生には右室枝の血行障害が重要な因子となることを示した。

右室梗塞急性期の経過中に行った心プールシンチグラフィによる右室駆出率は、測定上、右房の重なりに多少の問題点¹⁶⁾があるが、右室梗塞合併例では発症直後から 1 ヶ月間に急速に改善した。しかし右室梗塞非合併例および前壁梗塞例では、急性期と 1 ヶ月後とのそれに有意差はなかった。

右室梗塞急性期の右室駆出率に関しては報告は少ないが, Klein ら⁶⁾は右室梗塞 37 例の心プールシンチグラフィで, 急性期の $21 \pm 8\%$ から, 1 ヶ月後には $43 \pm 9\%$ に改善したと報告し, 一方 Dell'Italia ら⁷⁾も急性期の $27 \pm 7\%$ から, 回復期には $36 \pm 9\%$ に改善されたと報告し, 我々の結果はそれらとほぼ同様であった. 我々は 1~2 週後にも検討したが, 多くの症例はこの時期にすでに改善をみており, この回復には局所壁運動異常の改善が大きく関与していた. 左室の梗塞では見られないこのような壁運動の改善が, 何故右室にのみ高頻度で見られるかということは疑問であるが, それは右室冠循環の特異性¹⁷⁾により解決されるものと考えられる. すなわち, 右室自由壁では単位心筋あたりの冠血流量が左室自由壁の 1.5 倍もあるが, 一方酸素消費量は 1/2 にすぎないこと, さらに右室は収縮期にも血流が保たれ, 左冠動脈からの側副血行が豊富であること, また心内膜から血流を受けていることが考えられている. このため, 右室梗塞では, 一度心筋壊死が生じて, 血行が再建されると, 壊死を免れた心筋が働らき始め, また右室は低圧系であるため, 壁運動が改善しやすく, これらが右室駆出率の回復の原因となると考えられる.

今回我々は右室梗塞の診断基準を Klein ら⁶⁾の報告に従って設けた. 本症の発生頻度は診断基準により異なるが, 心電図同期心プールシンチグラフィは, 心筋梗塞の発生直後から診断に応用出来, かつ右室機能を評価しうる点で, ピロリン酸心筋シンチグラフィや心電図よりも有用な方法であると考えられる.

要 約

従来見過ごされがちであった右室梗塞の診断上の問題点について, 心プールシンチグラフィを用い検討した.

1 ヶ月以上生存した急性心筋梗塞連続 50 例(前壁梗塞 25 例, 下壁梗塞 25 例)を対象とし, 発症 1~2 日後, 1~2 週後, 1 ヶ月後に心プールシン

チグラフィを施行した. 右室梗塞の診断基準は, 心プールシンチグラフィにおける高度の右室局所壁運動異常と, 以下の右室梗塞診断基準中, 1 つ以上を満足するものとした. すなわち, 1) に Swan-Ganz catheter によって求められる右室梗塞所見, 2) 心電図 V_{4R} での ST 上昇, 3) ピロリン酸心筋シンチグラフィの異常である.

1. 右室梗塞は前壁梗塞例には 1 例も認めなかったが, 下壁梗塞では 25 例中 15 例にみられた.

2. 右室駆出率は, 前壁梗塞群では急性期から 1 ヶ月後まで変化しなかったが, 下壁梗塞群では漸時改善した. 下壁梗塞中, 右室梗塞合併例の右室駆出率は, 1~2 週後にすでに著明に改善していた. 一方, 右室梗塞を伴わない下壁梗塞例ではほとんど変化しなかった.

3. 壁運動異常は 15 例中 11 例で 1 ヶ月後までに著明に改善した. この壁運動異常の改善と駆出率の改善には関係があった.

4. 右室梗塞中, Swan-Ganz カテーテル施行した 13 例中, 7 例が異常所見を示したのみで, 右室梗塞では右室不全を伴わない症例がかなり多かった.

5. 冠動脈造影を施行し得た右室梗塞 10 例は, すべて右冠動脈の右室枝より近位部に責任病変を認めた.

右室梗塞は右冠動脈の右室枝の血行障害により引き起こされ, 急性期には右室駆出率の低下を生じるが, 多くは 1 ヶ月以内に改善した. しかし右室梗塞の過半数が右室不全を示さず, 不顕性であるため, 血管拡張療法などには注意を要すると考えられた.

心プールシンチグラフィは, 単に診断のみに留まらず, 同時に駆出率の測定も可能な点で, 右室梗塞の評価には有用な方法である.

文 献

- 1) Cohn JN, Guiha NH, Broder MI, Limas CJ: Right ventricular infarction: Clinical and hemodynamic features. *Am J Cardiol* 33: 209-214, 1974
- 2) Rigo P, Murray M, Taylor DR, Weisfeldt ML,

- Kelly DT, Strauss HW, Pitt B: Right ventricular dysfunction detected by gated scintigraphy in patients with acute inferior myocardial infarction. *Circulation* **52**: 268-274, 1975
- 3) Candell-Riera J, Figueras J, Valle V, Alvarez A, Gutierrez L, Cortadellas J, Cinca J, Salas A, Rius J: Right ventricular infarction: Relationship between ST segment elevation in V_{4R} and hemodynamic, scintigraphic, and echocardiographic findings in patients with acute inferior myocardial infarction. *Am Heart J* **101**: 281-287, 1981
 - 4) Sharp DN, Botvinick EH, Sshames DM, Schiller NB, Massie BM, Chatterjee K, Parmley WW: The noninvasive diagnosis of right ventricular infarction. *Circulation* **57**: 483-490, 1978
 - 5) 小西得司, 山室匡史, 二神康夫, 中野 勉, 竹沢英郎, 前田寿登: 位相解析 (Phase および Amplitude) を用いた虚血性心疾患の診断. *Coronary* **2**: 219-225, 1985
 - 6) Klein HO, Tordjman T, Ninio R, Sareli P, Oren V, Lang R, Gefen J, Puzner C, Seigni ED, David D, Kaplinsky E: The early recognition of right ventricular infarction: Diagnostic accuracy of the electrocardiographic V_{4R} lead. *Circulation* **67**: 558-565, 1983
 - 7) Dell'Italia 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
 - 8) Laurie W, Wood JD: Infarction (ischemic fibrosis) in the right ventricle of the heart. *Acta Cardiol* **18**: 399-411, 1963
 - 9) Isner JM, Roberts WC: Right ventricular infarction complicating left ventricular infarction secondary to coronary heart disease. *Am J Cardiol* **42**: 885-894, 1978
 - 10) 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
 - 11) Baigrie RS, Haq A, Morgan CD, Rakowski H, Drobac M, McLaughlin P: The spectrum of right ventricular involvement in inferior wall myocardial infarction: A clinical, hemodynamic and noninvasive study. *J Am Coll Cardiol* **1**, 1396-1404, 1983
 - 12) Starling MR, Dell'Italia LJ, Chaudhuri T, Boros BL, O'Rourke RA, Heyl B, Patrick-Fischer S: 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
 - 13) Hirsowitz GS, Lakier JB, Marks DS, Lee TG, Goldberg AD, Gogstein S: Sequential radionuclide angiographic assessment of left and right ventricular performance and quantitative thallium-201 scintigraphy following acute myocardial infarction. *Am Heart J* **107**: 934-939, 1984
 - 14) Braat SH, Brugada P, Zwaan CD, Dulk KD, Wellens HJJ: Right and left ventricular ejection fraction in acute inferior wall infarction with or without ST segment elevation in V_{4R} . *J Am Coll Cardiol* **4**: 940-944, 1984
 - 15) Agarwal JB, Yamazaki H, Bodenheimer MM, Banka S, Helfant RH: Effects of isolated interventricular septal ischemia on global and segmental function of the canine right and left ventricle. *Am Heart J* **102**: 654-658, 1981
 - 16) Korr KS, Gandsman EJ, Winkler ML, Shulman RS, Bough EW: Hemodynamic correlates of right ventricular ejection fraction measured with gated radionuclide angiography. *Am J Cardiol* **49**: 71-77, 1982
 - 17) Ferlinz J: Right ventricular function in adult cardiovascular disease. *Prog Cardiovasc Dis* **25**: 225-267, 1982