

《原 著》

心 RI アンジオグラフィによる右室局所壁運動の評価

西村 恒彦* 植原 敏勇* 内藤 博昭* 林田 孝平*

小塙 隆弘*

要旨 心 RI アンジオグラフィを用いて右室における局所壁運動の観察方法を開発し、各種心疾患に応用した。方法は RAO 30°, LAO 40° にて、それぞれ first pass, multi-gate 法を併用し、右室を ① inflow, ② sinus portion, ③ out flow, ④ septal, ⑤ lateral の 5 部位に、かつ収縮様式は normal から dyskinesis に到る 4 段階として右室局所壁運動の評価を行なった。

本法は、右心(圧、容量)負荷疾患や心筋梗塞症例にて右室梗塞合併症例にて威力を発揮した。とりわけ、右室梗塞症例では、心エコー図、右室造影所見と対比しても良好な結果が得られた。すなわち、右室梗塞症例における右室の拡大、収縮様式の低下を明瞭に捉えることができた。

今後、心 RI アンジオグラフィは、非観血的に両心室における形態、機能を評価する簡便な方法として有用な手段となると考えられる。

I. 緒 言

心 RI アンジオグラフィはシンチカメラとオンラインで持続したミニコンピュータシステムの活用により、心臓における形態のみならず心機能に関する指標の算出が可能であり臨床的に汎用されつつある。とくに、左室における局所壁運動、駆出分画などの計測に関しては、著者らの報告を始め^{1~3)}、心カテーテル検査と比較してもその精度が高く非観血的検査法としての有用性が確かめられている。

一方、心 RI アンジオグラフィの利点は、左室のみならず右室も同時に描出されることから、両心室の形態、機能の評価が、他の心臓における検査法に比較して簡便に得られることである。とくに、心筋梗塞において右室梗塞の合併の有無や右室負荷疾患において右室の局所壁運動を精度高く捉えることは、診断のみならず治療方針を決定す

る上にも重要である。

そこで、今回、心 RI アンジオグラフィによる右室局所壁運動の観察方法を開発し、各種心疾患に試み、右室造影、心エコー図などと併せ比較検討したので報告する。

II. 方法および対象

① データ収集

使用した装置はシンチカメラ (Ohio-Nuclear Σ410S 型) とオンラインで接続したミニコンピュータシステム (DEC, PDP 11/60, 128 kw) である。データ収集は、^{99m}Tc-アルブミンないし ^{99m}Tc-赤血球 (in vivo 標識) 15~20 mCi を被検者に急速静注後、先ず RAO 30° にて心電図同期下に List mode による first pass 法を施行、右心、左心通過時の数心拍にて frame mode に再構成した。次いで、LAO 40° にて frame mode による multi-gate 法を施行した。いずれも 64×64 マトリックスにて R-R 間隔を 10~20 フレームに分割した (Fig. 1).

② データ処理

データ処理は、得られた経時的心プールイメージにて、1) 拡張末期 (ED), 収縮末期 (ES) 像、2) Edge display, 3) cine display により局所壁運動を

* 国立循環器病センター放診部

受付：55年9月5日

最終稿受付：55年11月21日

別刷請求先：吹田市藤白台5-125（番565）

国立循環器病センター

西 村 恒 彦

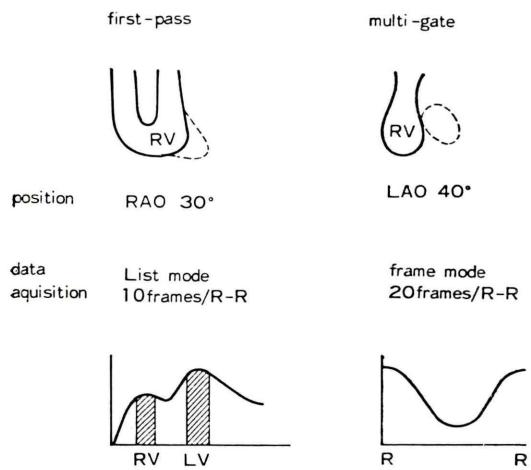


Fig. 1 Right ventricular wall motion by radionuclide cardioangiography (first pass and multi-gate methods)

総合的に判断した。

また、右室、左室における駆出分画はそれぞれ first pass, multi-gate 法から算次した^{1,2,4)}。

③ 局所壁運動の評価

心 RI アンジオグラフィによる両心室の局所壁運動の収縮様式、部位の評価は、左室に関しては、既に報告したように A.H.A. の基準³⁾に基づき、RAO, LAO にて収縮部位は segment 1~7 に、また収縮様式は normal, hypokinesis, akinesis, dyskinesis と区分した。一方、右室局所壁運動の評価に際しては、Fig. 2 の模式図に示すように、収縮部位は RAO にて、1) inflow, 2) sinus, 3) out flow portion と、LAO にて 4) septal, 5) lateral portion に区分した。また収縮様式は左室のそれと同様に 4段階とした。

これらの局所壁運動の評価に際しては、一部の症例にて右室造影、心エコー図所見などと対比した。

④ 対象

対象は各種心疾患48症例を選んだ。その内訳は心筋梗塞25症例(右室梗塞を合併した6症例を含む)、肺梗塞、閉塞性肺疾患など右心負荷10症例、うつ血型心筋症5症例および正常8症例である。

これらの症例の診断は、心電図、胸部レ線のみ

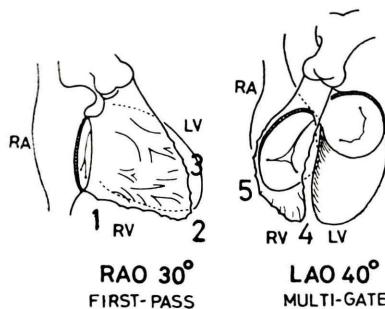


Fig. 2 Schema of right ventricle by radionuclide cardioangiography.

ならず、心カテーテル検査、心エコー図所見などにより、また右室梗塞合併症例は、急性期における脈波、圧データにて確診されているものである。

III. 結 果

① 各疾患群にて代表的な症例を呈示しながら心 RI アンジオグラフィによる右室局所壁運動の成績を示す。

A. 正常例

正常例における RAO 30°, LAO 40° による、ED, ES 像およびその Edge display を示す。RAO 30° では ED, ES 像にて右房、右室が交互に収縮し、かつ sinus portion にて収縮良好なことを認める。LAO 40° では septal, lateral portion ともに良好に収縮するのが認められる。一方、左室についてでは segment 1~7 にかけて全部位にて良好な収縮様式を認める (Fig. 3)。右室、左室駆出分画はそれぞれ 54%, 65% である。

また、右室造影では、正面像にて三尖弁の収縮期における動きが活発であり、側面像では右室前、下壁にわたり良好な収縮状態を認める (Fig. 4)。

B. 右室梗塞症例 (I)

下壁梗塞に合併した右室梗塞症例である。心 RI アンジオグラフィでは、左室は segment 4, 5, 7 にて akinesis を示し、とくに下壁部位に一致して dyskinesis であり心室瘤を認める。

右室は、RAO, LAO 像とともに、右室は軽度拡大し、sinus portion で hypokinesis を認める (Fig. 5)。

また、右室造影では、正面像にて sinus portion,

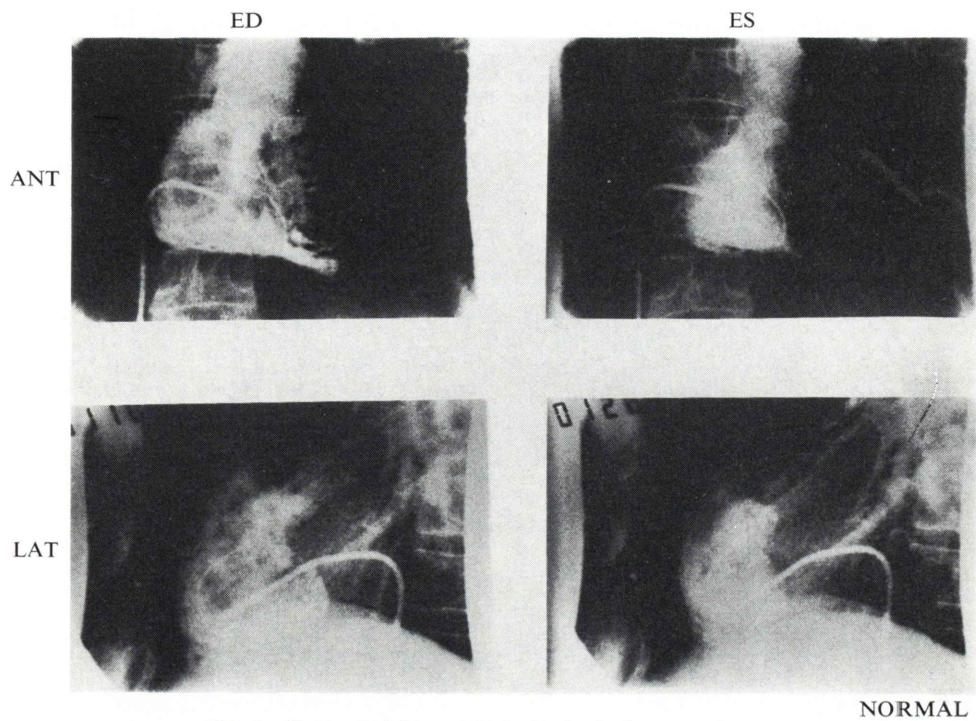


Fig. 4 Contrast right ventriculography in the normal case.

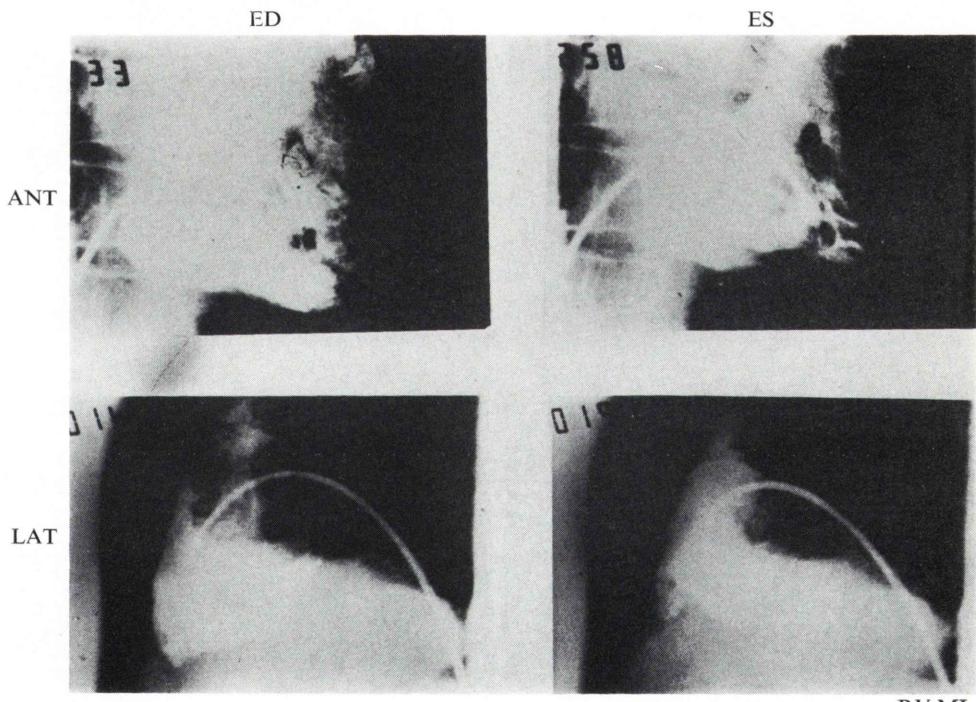


Fig. 6 Contrast right ventriculography in the right ventricular infarction. (Case 1)

側面像で右室下壁部位にて hypokinesis を認める (Fig. 6).

右室、左室駆出分画はそれぞれ 50%, 47% である。

C. 右室梗塞症例 (II)

急性期における臨床症状、脈波、圧データより後、下壁梗塞に右室梗塞の合併が疑われた症例である。

心 RI アンジオグラフィでは、RAO, LAO 像とともに正常例に比し右室が拡大し、右室 1~5 の各部位における hypo ~ akinesis を認める。一方、左室では segment 4, 5, 7 に一致して akinesis を認める (Fig. 7)。

右室造影では右室が拡大し、正側面像において、全部位における収縮低下を認める (Fig. 8)。

右室、左室駆出分画はそれぞれ 41%, 50% と、右室短軸方向にても、右室後壁から前壁にかけて収縮低下を認める。

D. 肺梗塞症例

$^{99m}\text{Tc-MAA}$ による肺シンチグラムにて肺塞栓

が確認された症例である。心 RI アンジオグラフィでは、RAO, LAO 像にて右室負荷に基づく右室の著明な拡大と右室全体にわたる収縮低下を認める。一方、左室における局所壁運動は segment 1~7 にかけて収縮良好である (Fig. 9)。

右室、左室駆出分画はそれぞれ 38%, 52% と右室駆出分画の低下を認める。

E. 左心室瘤症例

心筋シンチにて前側壁におよぶ広汎な欠損像を有し、左室造影にて壁在血栓を有した左心室瘤症例である。心 RI アンジオグラフィでは左室は拡大し、segment 2, 3, 4, 6 にかけて akinesis かつ一部 dyskinesis を有し心室瘤の存在を認める。しかし、右室における局所壁運動は、segment 1~5 にかけて正常例と同様の収縮様式である (Fig. 10)。

右室、左室駆出分画はそれぞれ 49%, 16% である。

肺梗塞を始め閉塞性肺疾患に基づく肺性心あるいは心房中隔欠損症など右室に圧、容量負荷をきたす疾患では右室は拡大し、右室全体に収縮低下を示す。一方、広汎な左心室瘤や心筋梗塞後左室

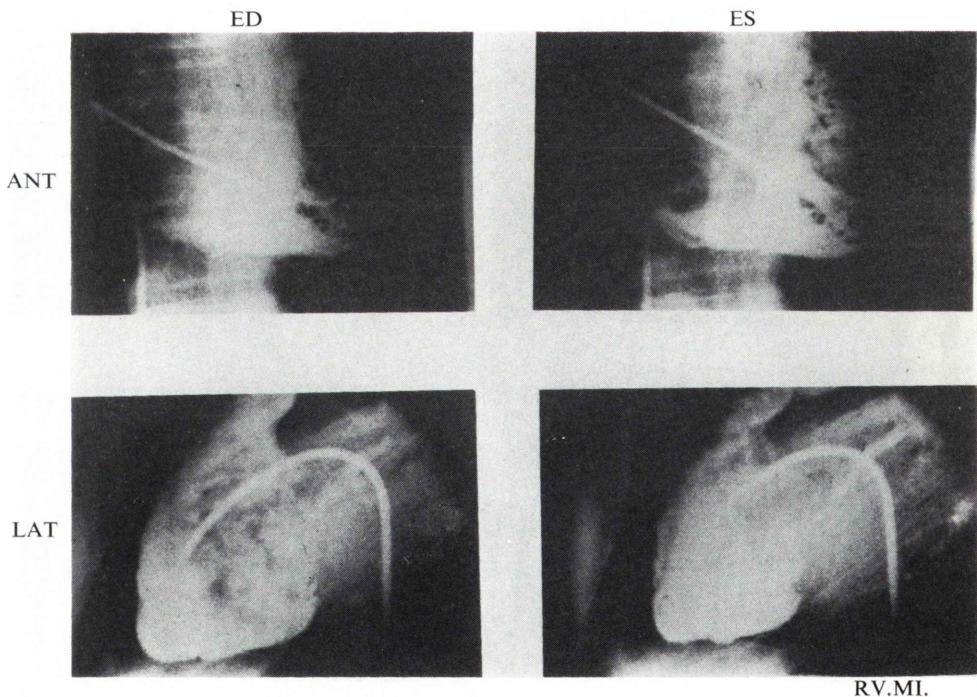


Fig. 8 Contrast right ventriculography in the right ventricular infarction. (Case 2)

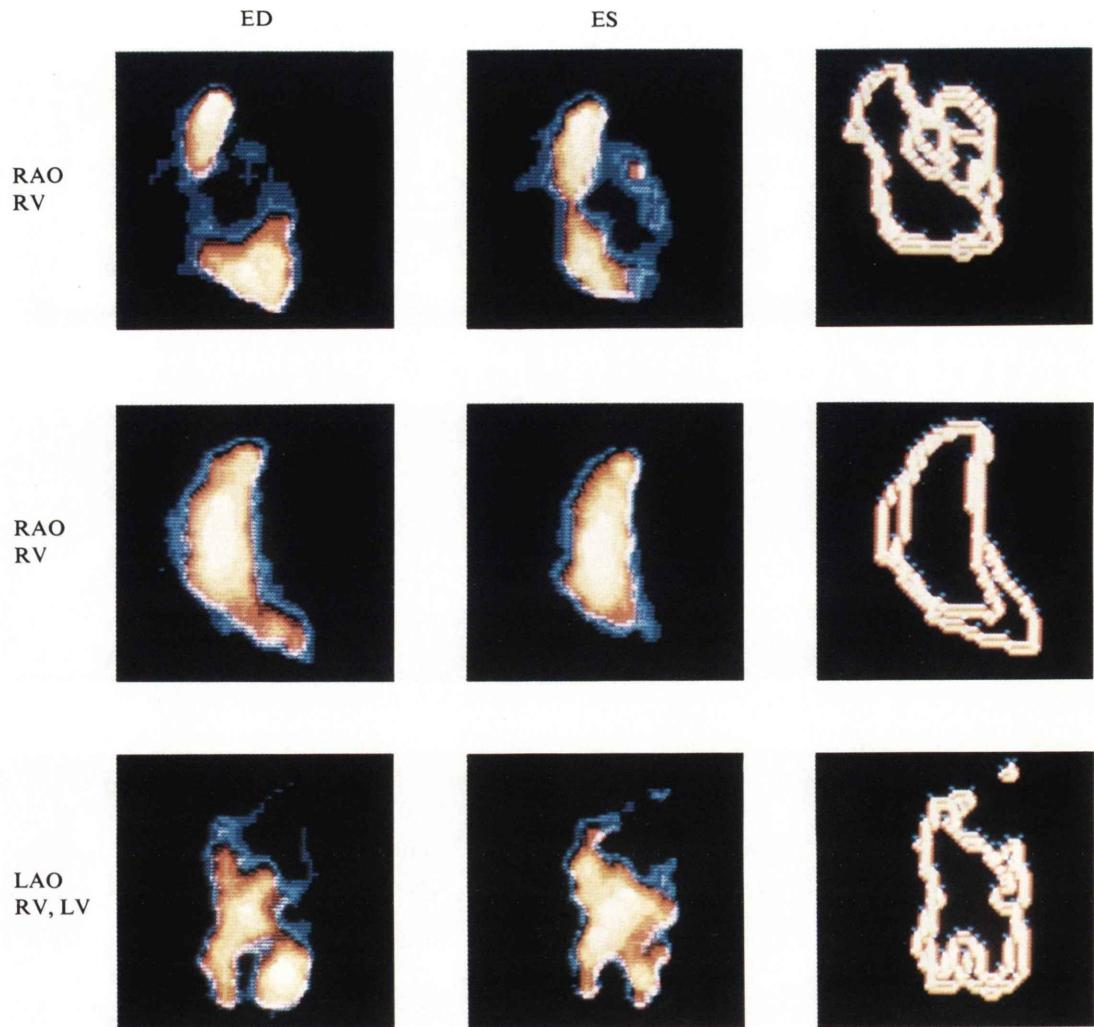


Fig. 3 Right ventricular wall motion in the normal case.

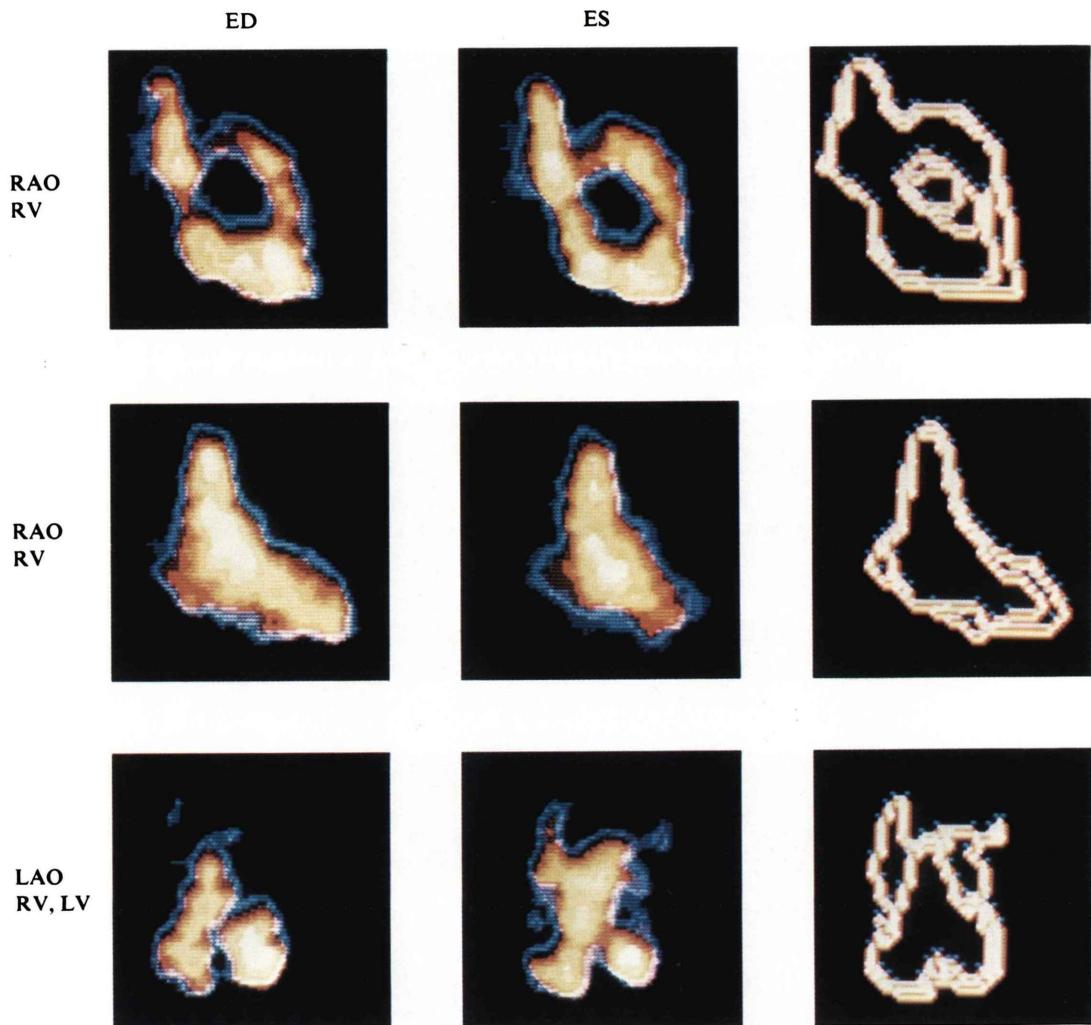


Fig. 5 Right ventricular wall motion in the right ventricular infarction case (Case 1)

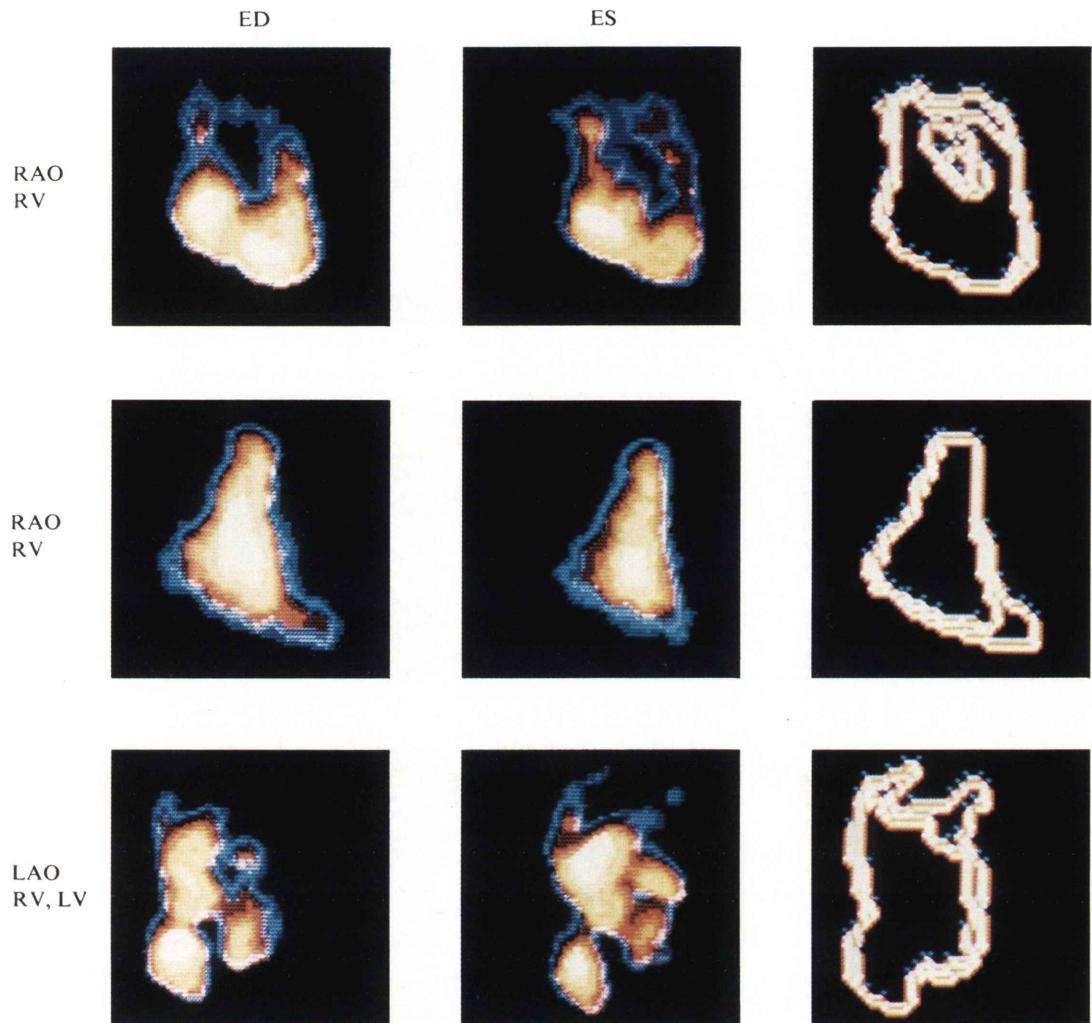


Fig. 7 Right ventricular wall motion in the right ventricular infarction case. (Case 2)

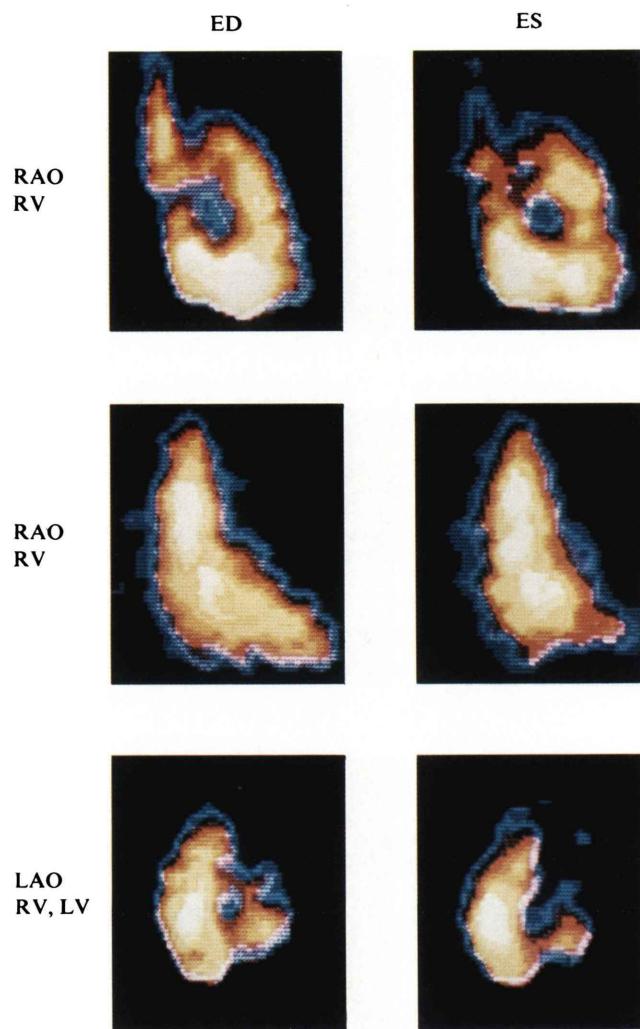


Fig. 9 Right ventricular wall motion in the pulmonary infarction case.

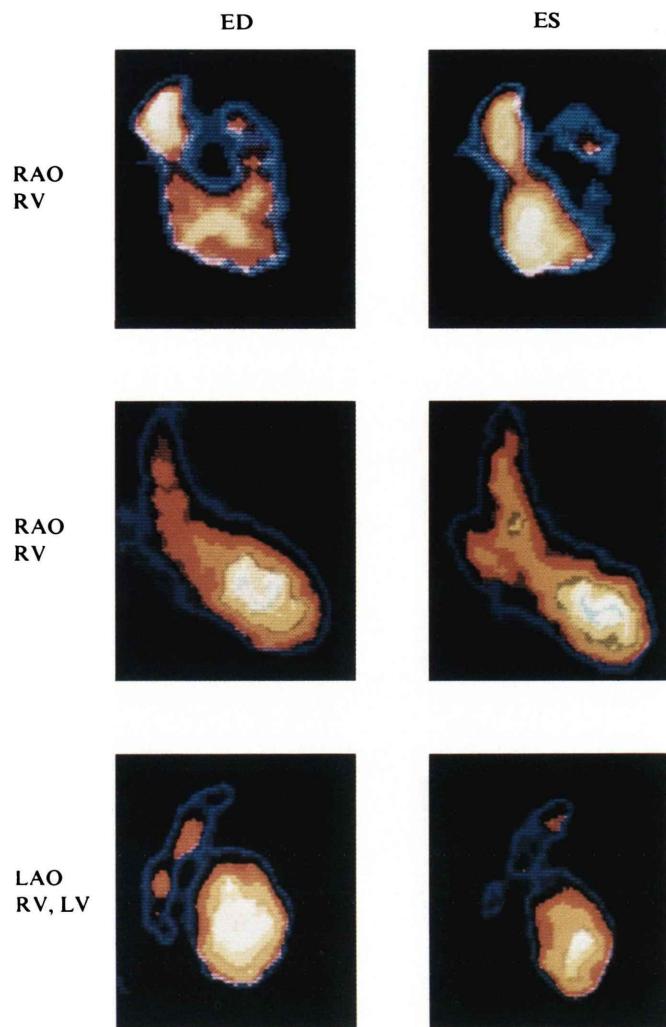
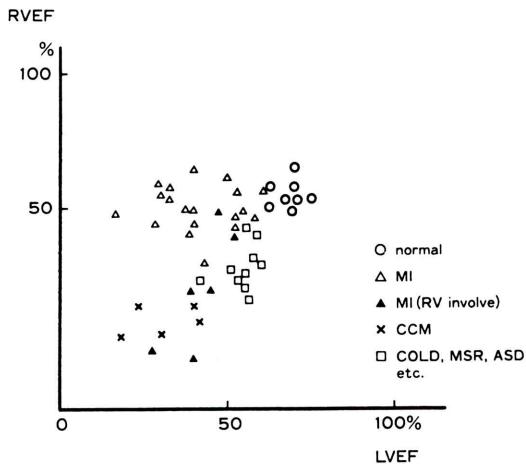
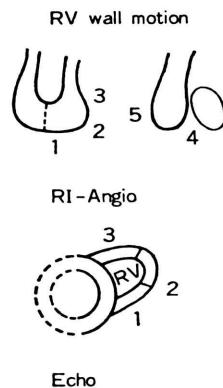


Fig. 10 Right ventricular wall motion in the left ventricular aneurysm case.

Table 1 Combined study of right ventricular infarction by radionuclide cardioangiogram and echocardiogram.

Case	Name	Age	E.F (%)		RV wall motion	
			LV	RV	RI Angio	Echo
1	O.S.	74	50	41	4.5 ↖ 1,2,3 ↓	1,2,3 ↓
2	M.A.	61	47	50	4 ↓ 1,2,3 ↖	1,2 ↓
3	W.M.	72	40	17	4.5 ↓ 1,2,3 ↓	1,2,3 ↓
4	M.T.	49	48	36	4.5 ↓ 1,2,3 ↓	1,2 ↓
5	K.M.	70	39	35	4.5 ↖ 1,2,3 ↖	1,2 ↓
6	K.Y.	52	27	18	4.5 ↓ 1,2,3 ↓	1,2,3 ↓

↓ none
↖ reduced

**Fig. 11** RV, LVEF in various heart diseases.

局所壁運動が generalized hypokinesis を呈する症例でも右室の局所壁運動は正常である。しかし、うつ血型心筋症例では、両心室における拡大と収縮低下が認められる。

また、全症例における右室、左室駆出分画の値を Fig. 11 に示す。右室梗塞症例を始め、右室負荷疾患群にて右室駆出分画の低下を認める。ところで、著者らの施設における右室、左室駆出分画の正常値は 17 症例（心機能正常）にて右室 $56 \pm 4.8\%$ 、左室 $62 \pm 5.3\%$ である。

② 右室梗塞症例における局所壁運動

急性心筋梗塞症例にて、急性期における圧、脈波データから右室梗塞の合併が疑われた 6 症例にて心 RI アンジオグラフィ、心エコー図による右室局所壁運動の成績を示す (Table 1)。

心エコー図による右室局所壁運動の観察は著者らの施設における朴らの成績⁶⁾に示すように、右室短軸方向にて、1) posterior, 2) free wall 3) anterior にまで収縮様式の異常が及ぶものとした⁶⁾。

全例、下後壁梗塞に伴う症例であるが両者の成績を比較してみると、心エコー図にて右室全周にわたり収縮低下を認める 3 症例 (case 1, 3, 6) では、心 RI アンジオグラフィでも右室全体の収縮低下を認め、かつ右室腔が拡大著明であり 2 例にて (case 3, 6)、三尖弁閉鎖不全の合併を認めた。しかし、右室自由壁、すなわち心エコー図にて 1) 2) に限局した 3 症例 (case 2, 4, 5) では心 RI アンジオグラフィにおける収縮低下は軽度であった。また、case 2 を除き全例にて右室駆出分画の低下を認めた。

一方、心筋梗塞症例のうち右室梗塞を合併していない 19 症例では、右室局所壁運動は、左心室瘤などの存在にかかわらず良好な収縮様式を示した。

IV. 考 案

心 RI アンジオグラフィでシンチカメラとオンラインで接続したミニコンピュータシステムの活用により非観血的に心臓における速い動態の観察や心機能の算出も可能なことから臨床的に汎用されつつある。とりわけ、心 RI アンジオグラフィによる左室における局所壁運動、心機能の評価は、心筋梗塞症例を始め、種々の負荷にも用いられ、左室造影に比較しても著者らの成績に示すように充分臨床的に用いることができる¹⁻³⁾。

しかし、右室の局所壁運動については、心 RI アンジオグラフィによる両心室の描出が、単に一回の注射のみで可能であるにもかかわらず未だ充分評価されていないのが現状である。

このことは、右室の形態が、左室に比較して肉柱形成が著るしいこと、また、その収縮様式が左室に多大の影響を受けることなどから右室造影からの収縮様式の評価も充分でなく、また右室駆出分画についてもその算出方法が確立されていないことからも窺い知ることができる^{7,8)}。

そこで、著者らは、心 RI アンジオグラフィにおいて、first-pass, multi-gate 法の利点を最大に利用することにより、RAO, LAO 2 方向から両心室の局所壁運動を観察せんとしたわけである。すなわち、右室における局所壁運動の評価方法については、前述したような問題点は有するが、Fig. 2 の模式図に示したように、5 つの部位にかつ dyskinesis から normal にいたる 4 段階の収縮様式に分けて評価した。これらの評価方法は単に、ED, ES 像やその Edge display のみならず cine display を併用することにより詳細に観察が行える利点を有する。

本法を各種心疾患に応用した結果、右心負荷疾患や右室梗塞症例の診断において威力を發揮することが示された。とくに、右室梗塞の合併は急性期心筋梗塞症例において、その治療方針決定の上からも重要である。右室梗塞の判定は、Swan Ganz カテーテル挿入下において右心系での圧上昇、脈波として deep y descent, dip and plateau

の存在などの客観的所見や、右心不全を主症状とする臨床所見から行われているのが現状である^{9,10)}が、本法の活用により急性期からの経過観察にも、心筋シンチグラフィ、右室駆出分画の測定^{11,12)}と併せ有用である。

著者らは 1980 年 1 月から 6 月までに経験した右室梗塞合併 6 症例を選んで、心エコー図右室短軸方向における観察と併せ対比し、本法の精度について検討した。Table 1 に示したように、心エコー図にて右室前壁まで収縮様式の低下を示す症例は、心 RI アンジオグラフィでも 1~5 の部位にて収縮低下を示し、また右室駆出分画も低値を示した。心エコー図にて右室自由壁に収縮低下がとどまる症例は前者に比し心 RI アンジオグラフィでも収縮低下は著しくなかった。他の症例に比較して case 2 における右室駆出分画が正常値に近いのは、心エコー図からの観察のように右室後壁に対し右室前壁が hyperkinetic な運動を示したことによると考えられる。

ところで、心 RI アンジオグラフィ、心エコー図、右室造影を比較すると、右室をそれぞれ異なった断面から観察しているため、その収縮様式の評価は規格化できないが、非観血的な前 2 者を組合わせることにより臨床的にはより精度高い情報が得られると考えられる。

今後、核医学的診断によるアプローチとしては、バイラテラルコリメータの使用による二方向同時シネ撮像と同様の観察あるいは、7 ピンホールコリメータ、RCT の導入による心エコー図と同様の断面像、さらには、これらのデータに基づいた右室立体構築の作成、その局所壁運動の観察などである。このような方法を駆使することにより左室のみならず右室における詳細な情報が得られれば、各種心疾患の両心機能、形態の把握に極めて有用となるであろう。

V. 結 論

① 心 RI アンジオグラフィを用いて右室局所壁運動の評価を各種心疾患にて行なった。方法は first pass, multi-gate 法を用い、それぞれ RAO

30°, LAO 40° にて施行した。

② 右室局所壁運動の評価は、1) ED, ES 像, 2) Edge display, 3) cine display を用い、右室は RAO, LAO にて 5 つの部位に、収縮様式は normal から dyskinesis の 4 段階とした。

③ 右心負荷疾患、右室梗塞症例で右室の拡大、収縮様式の低下を認め、本法がその非観血性と併せ臨床上有用な方法であることがわかった。

④ とくに、右室梗塞 6 症例について、心 RI アンジオグラフィおよび心エコー図右室短軸方向からの検索と併せ検討すると、両者による右室収縮部位、様式は良好な一致を認めた。

⑤ 本法は、両心室における局所壁運動のみならず心機能の算出が単に 1 回の静脈注射のみで行うことができ、今後、心 RI アンジオグラフィによる両心室の形態、機能の評価をルーチンワークとして使用できる。

最後に貴重な症例を御提供いただいた国立循環器病センターの諸先生に深謝いたします。

文 献

- 1) 西村恒彦、今井行雄、他：心 RI アンジオグラフィによる左室駆分画 (EF) の精度に関する検討 (I)—First pass 法について—。核医学 **17**: 53-58, 1980
- 2) 西村恒彦、香川雅昭、他：同上 (II)—MUGA 法

について—。核医学 **17**: 269-276, 1980

- 3) 西村恒彦、植原敏勇、他：心 RI アンジオグラフィによる心筋梗塞症例における局所壁運動の評価。核医学, **17**: 929-938, 1980
- 4) 植原敏勇、西村恒彦、他：心 RI アンジオグラフィによる右心機能の評価。核医学 **16**: 1214, 1979
- 5) A.H.A. Committee Report: A recording system on patient evaluated for coronary artery disease. Circulation **51**, April, p 1, 1975
- 6) 朴 永大、榎原 博、他：右室梗塞における右室壁動態の分析—主としてリアルタイムの断層心エコ一図法による研究—。日循誌 **44**: 111, 1980.
- 7) 中沢 誠：心血管造影法による右室容量計算と右室 performance の評価。心臓 **9**: 573-582, 1977
- 8) 島崎靖久、川島康生、他：心血管造影法による右心室容量計測に関する検討。心臓 **11**: 163-170, 1979
- 9) Cohn JN, Gaiha NH, et al: Right ventricular infarction clinical and hemodynamic features. Am J Cardiology **42**: 209-214, 1974
- 10) Isner IM, Roberts WC: Right ventricular infarction complicating left ventricular infarction secondary to CHD, Am J Cardiology **42**: 885-894, 1974
- 11) Wackers FJ, Lie KI, et al: Prevalence of right ventricular involvement in inferior wall infarction assessed with myocardial imaging with ²⁰¹Tl and ^{99m}Tc-pyrophosphate. Am J Cardiology **42**: 358-362, 1978
- 12) Tobinick E, Schelbert HR, et al: Right ventricular ejection fraction in patients with acute anterior and inferior myocardial infarction assessed by radionuclide angiography. Circulation **57**: 1078-1084, 1978

Summary

Noninvasive Assessment of Right Ventricular Wall Motion by Radionuclide Cardioangiography

Tsunehiko NISHIMURA, Toshiisa UEHARA, Hiroaki NAITO,
Kohei HAYASHIDA and Takahiro KOZUKA

*Department of Radiology and Nuclear Medicine, National Cardiovascular Center
Suita, Osaka, Japan*

Radionuclide cardioangiography is a useful method to evaluate the left ventricular wall motion in various heart diseases. It has been also attempted to assess the right ventricular wall motion simultaneously by radionuclide method.

In this study, using the combination of first-pass (RAO 30°) and multi-gate (LAO 40°) method, the site of right ventricle was classified in five. (1 inflow, 2 sinus, 3 outflow, 4 septal, 5 lateral) and the degree of wall motion was classified in four stages (dyskinesis, akinesis, hypokinesis, normal) according to the AHA committee report.

These methods were applied clinically to forty-eight patients with various heart diseases. In the cases with right ventricular pressure or volume

overload such as COLD, pulmonary infarction, the right ventricle was dilated and the wall motion was reduced in all portions. Especially, in the cases with right ventricular infarction, the right ventricular wall motion was reduced in the infarcted area. The findings of radiocuclide method were in good agreements with those of contrast right ventriculography or echocardiography.

In conclusion, radionuclide cardioangiography is a useful and noninvasive method to assess not only the left but also the right ventricular wall motion.

Key words: RV wall motion, RI cardioangiography, RV infarction, Echocardiography, RV graphy