

《原 著》

僧帽弁膜疾患における右室負荷の検出

—RI アンジオグラフィと心筋シンチグラフィの比較—

林田 孝平* 西村 恒彦* 植原 敏勇* 下永田 剛*

要旨 僧帽弁膜心疾患 30 症例で、核医学的に右室負荷の評価を行った。右室負荷の指標として RI アンジオグラフィではファースト・パス法を用いた右室駆出率、心筋シンチグラフィでは Tl-201 の右室摂取度（左室に対する右室のタリウム摂取比：RVUR）を求め、心カテーテル法による平均肺動脈圧と比較した。右室駆出率と平均肺動脈圧との相関は、 $r = -0.727$ であり、RVUR と平均肺動脈圧（30 mmHg 以上）の相関は $r = 0.827$ であった。心筋シンチグラフィによる RVUR は、肺および左室のタリウム摂取に影響を受けるため平均肺動脈圧 30 mmHg 未満では右室負荷の判定は困難であった。自動注入器を用いた著者らの方法で RI アンジオグラフィによる右室駆出率は平均肺動脈圧に臨界値がなく右室負荷をよく反映していた。したがって早期の右室負荷の指標として右室駆出率を用いるべきである。

I. はじめに

僧帽弁心疾患では左房圧の上昇により肺靜脈血をきたし、肺の実質障害を引き起こす。病変が進行すれば右室に負荷がかかり、肺動脈圧・右室圧が上昇する¹⁾。このため肺の実質障害の進行は弁膜性心疾患の予後を左右するので、弁膜性心疾患では肺動脈圧あるいは右室圧負荷により肺の実質障害の広がりを予測することが大切である。右室負荷を評価する非観血的方法として心電図法、心エコー図法、ドップラー法、心臓核医学法がある。閉塞性肺疾患の右室負荷の判定において心筋シンチグラフィによる右室描出度が心電図、心エコー図法より sensitivity, specificity ともに高かったと Weitzenblum ら²⁾は報告した。また閉塞性肺疾患で心筋シンチグラフィによる右室描出度と、RI アンジオグラフィによる右室駆出率を比較し、両

者ともに右室負荷をよく反映していたと Berger ら³⁾は報告している。

今回、僧帽弁膜疾患において、肺の実質障害の広がりを予測するために心筋シンチグラフィ、RI アンジオグラフィで求めた右室負荷の指標のうち、どちらが早期に右室負荷を検出できるかを検討した。

II. 対 象

弁膜疾患の内訳は僧帽弁膜 18 例、僧帽兼大動脈弁 6 例、僧帽兼三尖弁 6 例の計 30 例で、平均年齢 46 ± 9 歳、男 14 例、女 16 例である。全症例とも心カテーテル法を施行し、心臓核医学との検査間隔は 2 週間以内である。

III. 方 法

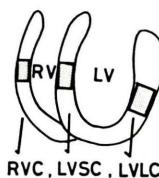
(1) 心筋シンチグラフィは、安静時に Tl-201 (=タリウム) 3 mCi を静注し、10-15 分後より、ANT, LAO-30°, LAO-45°, LAO-60°, L-LAT の 5 方向から撮像し、それぞれ 300 k カウントを収集した。定性的および定量的方法で右室描出度を判定した。定性的方法ではマルチイメジャーを用い

* 国立循環器病センター放射線診療部
受付：60 年 7 月 9 日

最終稿受付：60 年 12 月 6 日
別刷請求先：吹田市藤白台 5-7-1 (番号 565)

国立循環器病センター放射線診療部
林田 孝平

BEST SEPTAL LAO POSITION



$$RVUR(\%) = \frac{\overline{RVC} \times 2}{LVSC + LVLC} \times 100$$

Fig. 1 Calculation of right ventricular uptake rate (RVUR) by myocardial imaging in best septal LAO position.

RV: right ventricle

LV: left ventricle

RVC: right ventricular count

LVSC: left ventricular septal count

LVLC: left ventricular lateral count

LAO: left anterior oblique

て六切フィルムに撮像した5コマの心筋像において、右室と左室がよく分離した左前斜位方向(best septal LAO position)にてタリウムの右室の摂取度を左室と視覚的に比較した。すなわち、Cohenら⁴⁾の変法により右室負荷を次の4段階に分類した。0；右室への摂取がないもの、+1；わずかに右室への摂取があるもの、+2；右室への摂取があり左室より低いもの、+3；右室への摂取があり左室と等しいか高いもの、とし各症例とも3人の医師によりスコアを求めた。定量的方法では best septal LAO position にて右室、左室の自由壁・心室中隔の中央部にROIを設定しそれぞれのカウント数をピクセル数で除し平均のカウントを求めた(Fig. 1)。さらに左室の自由壁と心室中隔の平均カウントと右室カウントを比較し、右室摂取比(right ventricular uptake rate; RVUR)とした。

(2) RIアンジオグラフィ ファースト・パス法は、Tc-99m 赤血球 10-15 mCi/0.7-0.8 mlを自動注入器(注入速度4ml/秒)を用いて、右前斜位15°にて静注した⁵⁾。毎秒20フレームで20秒間のデータ収集を行い、植原ら⁶⁾の方法を用いて右室駆出率(right ventricular ejection fraction; RVEF)を求めた。

IV. 使用機種

シンチカメラは Ohio-Nuclear Sigma 410 S型で、心筋シンチグラフィでは高分解能コリメータ、RIアンジオグラフィ ファースト・パス法では高感度コリメータを装着した。データ処理には、シンチカメラとオンラインで接続した DEC PDP 11/128 kWを用いた。

V. 結 果

(1) 心筋シンチグラフィによる右室負荷の評価

定性的方法で右室摂取度とRVURを比較すると、+1は19例で61.5±9.9%，+2は8例で67.5±10.8%，+3は1例で82%であった(Fig. 2)。定量的方法により RVUR (x; %) と平均肺動脈圧 (y; mmHg)を比較すると、平均肺動脈圧 ≥30 mmHg の8例で $y=0.750x+34.8$, $r=0.827$, 平均肺動脈圧 <30 mmHg の22例で $y=0.503x+54.4$, $r=0.249$ であった(Fig. 3)。

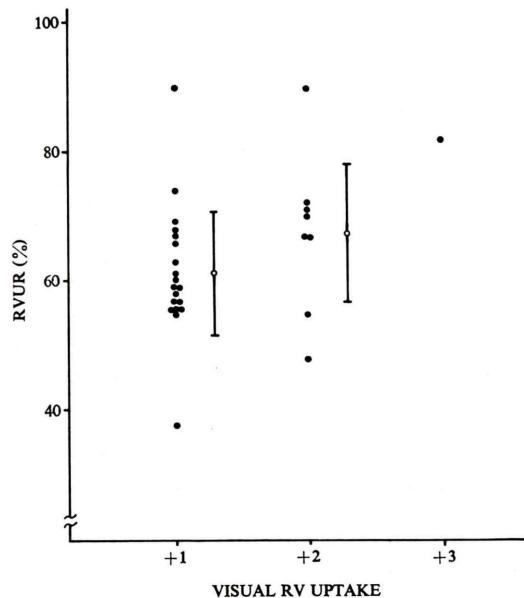


Fig. 2 Correlation between RVUR and degree of visual RV uptake by myocardial imaging.
RVUR: right ventricular uptake rate

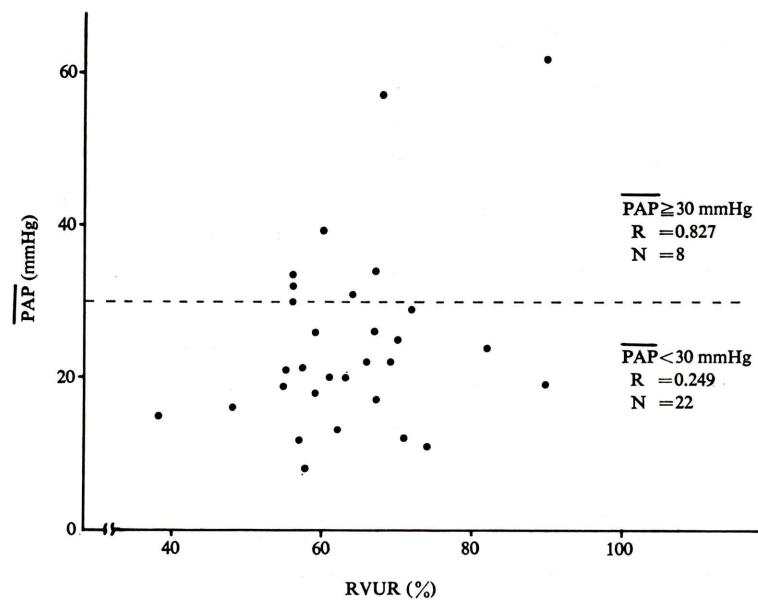


Fig. 3 Correlation between mean pulmonary arterial pressure ($\overline{\text{PAP}}$) and right ventricular uptake rate (RVUR).

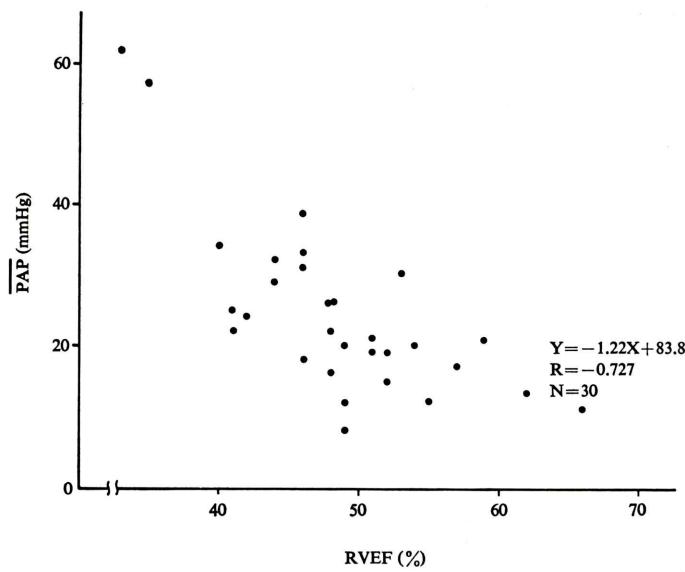


Fig. 4 Correlation between mean pulmonary arterial pressure ($\overline{\text{PAP}}$) and right ventricular ejection fraction (RVEF).

(2) RI アンジオグラフィによる右室負荷の評価

RVEF (x; %) と平均肺動脈圧 (y; mmHg) を比較すると, 30例で $y = -1.22x + 83.8$, $r = -0.727$ であった (Fig. 4).

VI. 考 察

弁膜疾患では, 血行力学的負荷により心房の拡大, 心室が拡大あるいは肥厚してくる。僧帽弁疾患では右室負荷により肺靜脈に基づく肺の実質障害の広がりを判定できる。このため弁膜疾患では右室負荷の評価が必要で, RI アンジオグラフィと心筋シンチグラフィのうちどちらの心臓核医学的指標が有用かを検討した。

心筋シンチグラフィではタリウムの分布が心筋の血流を反映するので, 左室に比し壁が薄い右室は安静時ではなんらかの負荷がなければ通常描出されない。右室が描出される例として生理的には運動負荷時, 頻脈時⁷⁾などがあり, 病的には閉塞性肺疾患, 先天性心疾患などがある。右室描出度が右室負荷にある程度一致することは知られているので⁸⁾, 本研究では僧帽弁膜疾患において検討した。右室の描出の観察では, 右室の拡大がある場合心臓は回転することが知られており, 右室と左室がよく分離できた best septal LAO position で行った。また, 心臓の回転を考慮し, 中隔・自由壁のカウントの平均値と右室カウントを比較した。定性的判定による右室負荷の判定で RVUR と比較したところ, +1 で $61.5 \pm 9.9\%$, +2 で $67.5 \pm 10.8\%$ と有意差を認めなかった。このことは, Ohsuzu ら⁹⁾も述べているように, 弁膜性心疾患において軽度の右室負荷の判定は, 視覚的に困難であることを裏づけていた。定量的方法による右室負荷の判定は, 平均肺動脈圧 ≥ 30 mmHg では $r = 0.827$ であったが, 平均肺動脈圧 < 30 mmHg では $r = 0.249$ であった。また平均肺動脈圧が正常でも RVUR が高い症例があり。この場合右室負荷ではなく, 左室のタリウム摂取の低下のためと考えられた。Khaja ら¹⁰⁾は, 弁膜性心疾患を含めた種々の疾患で, 安静時心筋シンチグラ

フィにて右室が描出されるのは右室収縮期圧 30 mmHg 以上とし, Owada ら¹¹⁾は右室摂取比と平均肺動脈圧 ≥ 12 mmHg と比較し, $r = 0.82$ の相関があったと報告している。このように右室負荷に応じて右室のタリウム摂取は高くなるが, RVUR は相対的な右室負荷の判定法のため, 左室心筋へのタリウム摂取の低下, 肺のタリウム集積の増加¹²⁾, 静注から撮像までの時間, 静注時の心拍数などが RVUR の精度を左右すると考えられる。ここで, 心筋シンチグラフィの右室摂取比を, 平均肺動脈圧 30 mmHg を境として 2群に分け比較したのは, (1) 平均肺動脈圧 30 mmHg 未満では RVUR の高い症例が多かったこと, (2) 僧帽弁膜疾患では右室描出を判定しにくいので Khaja ら¹⁰⁾の基準より高く設定したこと, (3) Fig. 4 の回帰式により, 後述の RVEF の正常範囲 (2SD) の下限値が平均肺動脈圧 27.7 mmHg にあたり 30 mmHg の近似値であることの理由によった。

RI アンジオグラフィファースト・パス法による右室負荷の判定は右室駆出率にて行った。ファースト・パス法は通常では右前斜位 30° の方向から行っているが, 右室拡大の症例では右室と右房の重なりが大きく本研究では右前斜位 15° にて行った。また弁膜性心疾患では右心系の拡大, 心房細動のためボーラス性が右室駆出率の精度を決定するのでファースト・パス法を行う際, 比放射能, 放射能量, 注入条件に留意する必要がある。われわれの施設では Tc-99m 赤血球 10-15 mCi を 0.7-0.8 mL の容量に調製し, RI アンジオセッテを用い自動注入器にて静注している。RI アンジオグラフィから求めた右室駆出率と心カテーテル法から求めた平均肺動脈圧との相関は $r = -0.727$ で, 心筋シンチグラフィによる RVUR の場合と異なり平均肺動脈圧に臨界値はなかった。Brent ら¹³⁾は閉塞性肺疾患で右室駆出率と平均肺動脈圧を比較し, 相関は $r = -0.81$ と高く, 右室駆出率は右室の afterload を反映していたと報告している。

右室負荷の指標の精度に影響する要因として右室駆出率ではファースト・パス法のボーラス性であり, RVUR では肺への集積, 左室の摂取などの

種々の因子がある。また Fig. 4 の回帰式によると平均肺動脈圧 30 mmHg は右室駆出率は 44.1% にあたる。右室駆出率の正常値は $56 \pm 5\%$ である¹⁴⁾ことにより、1 SD 以内の 51% を正常範囲とする、理論的には RI アンジオグラフィで右室駆出率 51–44.2% の範囲は心筋シンチグラフィでは右室負荷を検出できることになる。しかし実際には右室駆出率 51–44.2% の範囲では、11 例中 4 例は平均肺動脈圧 20 mmHg 以下であった。この事実を認めて、心筋や肺野との相対的なタリウム分布の観察による右室負荷の判定である心筋シンチグラフィによる RVUR に比し、RI アンジオグラフィによる右室駆出率は精度に影響される因子が少なく、また平均肺動脈圧において臨界値がなかった点で右室負荷を検出するための早期の指標として優れていると結論づけられる。

VII. まとめ

(1) 心筋シンチグラフィの右室負荷の判定において定性的方法では軽度の右室負荷の判定は難しく、定量的方法で RVUR と平均肺動脈圧は 30 mmHg 以上で正の相関があった。

(2) ボーラス性を考慮し、自動注入器を用いた RI アンジオグラフィの右室負荷の判定では、右室駆出率と平均肺動脈圧の相関が高かった。

(3) 弁膜性心疾患において、肺の実質障害の広がりを予測する目的で右室圧負荷を早期に判定するためには RI アンジオグラフィによる右室駆出率を用いるべきである。

文 献

- 1) 小塚隆弘、野崎公敏：心疾患のレントゲン診断第4版。南山堂、1985
- 2) Weitzenblum E, Moyses B, Dickele M, et al: Detection of right ventricular pressure overloading by thallium-201 myocardial scintigraphy. Chest **85**: 164–169, 1984
- 3) Berger HJ, Matthay RA: Non-invasive radiographic assessment of cardiovascular function in acute and chronic respiratory failure. Am J Cardiol **47**: 950–962, 1981
- 4) Cohen HA, Barid MG, Rouleau JR, et al: Thallium 201 myocardial imaging in patients with pulmonary hypertension. Circulation **54**: 790–795, 1976
- 5) 林田孝平、西村恒彦、植原敏勇、他：心 RI アンジオグラフィ ファーストパス法における注入手技の検討—自動注入装置の応用—。核医学 **21**: 367–370, 1984
- 6) 植原敏勇、西村恒彦、林田孝平、他：心 RI アンジオグラフィによる右室駆出率(RVEF)の検討—第一報、RVEF の算出および急速流入効果について—。核医学 **18**: 917–927, 1981
- 7) Cook DJ, Bailey I, Strauss HW, et al: Thallium-201 for myocardial imaging: Appearance of the normal heart. J Nucl Med **17**: 583–589, 1976
- 8) Kondo M, Kubo A, Yamazaki H, et al: Thallium-201 myocardial imaging for evaluation of right-ventricular overloading. J Nucl Med **19**: 1197–1203, 1978
- 9) Ohsuzu F, Handa S, Kondo M, et al: Thallium-201 myocardial imaging to evaluate right ventricular overloading. Circulation **61**: 620–625, 1980
- 10) Khaja F, Alam M, Goldstein S, et al: Diagnostic value of visualization of the right ventricle using thallium-201 myocardial imaging. Circulation **59**: 182–188, 1979
- 11) Owada K, Machii K, Tukahara Y, et al: Quantitative estimation of the right ventricular overloading by thallium-201 myocardial imaging. Jpn Cir J **46**: 715–724, 1982
- 12) 玉木長良、米倉義晴、山本和高、他：TI-201 心筋シンチグラフィにおける肺集積の意義—肺の間質性浮腫の評価—。核医学 **18**: 159–166, 1981
- 13) Brent BN, Berger HJ, Maffhary RA, et al: Physiologic correlates of right ventricular ejection fraction in chronic obstructive pulmonary disease: A combined radionuclide and hemodynamic study. Am J Cardiol **50**: 255–262, 1982
- 14) 西村恒彦、植原敏勇、林田孝平、他：心プール・シンチグラフィを用いた心筋梗塞症における両心機能の評価—駆出分画、容積、位相差の算出を用いて—。核医学 **21**: 1403–1411, 1984

Summary

Detection of Right Ventricular Pressure Overloading Comparing of Right Ventricular Uptake Rate (RVUR) and Right Ventricular Ejection Fraction (RVEF)

Kohei HAYASHIDA, Tsunehiko NISHIMURA, Toshiisa UEHARA
and Tsuyoshi SHIMONAGATA

Department of Diagnostic Radiology, National Cardiovascular Center, Suita, Osaka

In thirty cases of valvular disease (18 cases of mitral, 6 cases of mitral with aortic, 6 cases of mitral with tricuspid disease), RVEF from radionuclide angiography and RVUR from myocardial scintigraphy were obtained to detect right ventricular overloading (RVOV). RVUR was ratio of thallium-201 uptake of right ventricle (RV) comparing that of left ventricle (LV). Correlation between RVEF and mean pulmonary arterial pressure (mPAP) from a catheterization, there was good correlation with $r = -0.727$, $n = 30$; correla-

tion between RVUR and mPAP, there was good correlation with $r = 0.827$, $n = 8$ ($mPAP \geq 30$ mmHg) and poor correlation with $r = 0.249$, $n = 22$ ($mPAP < 30$ mmHg).

In contrast to limitation in evaluation of RVOV by RVUR, RVEF was sensitive parameter to detect RVOV. In conclusion, RVEF should be used to evaluate RVOV in mitral valvular diseases.

Key words: Right ventricular overloading, Radionuclide angiography, Myocardial scintigraphy, Mitral valvular disease.