

## 《原 著》

## 左心・右心駆出カウント比による逆流率，短絡率の測定

足立 晴彦\* 大友 敏行\*\*\* 鳥居 幸雄\*\* 宮永 一\*  
 岡本 那雄\* 石津 徹幸\*\* 高木 研二\*\*\* 勝目 紘\*  
 国重 宏\*\*\* 落合 正和\*\* 伊地知浜夫\*

**要旨** 大動脈弁，僧帽弁閉鎖不全症における逆流率および心房中隔欠損症における短絡率を平衡時心電図同期心プールシンチグラムより測定する方法を工夫した。

左心室・右心室の放射能測定係数を正常対照者で求めた平均値 1.48 を採用すると，左心室，右心室の駆出カウント比 (SC ratio) から，逆流率  $RF=1-1.48/SC \text{ ratio}$ ，短絡率  $SR=1-SC \text{ ratio}/1.48$  で求められる。

本法と観血的方法で求めた値は近似し，これらの疾患の非観血的定量診断を行う上で有用と考えられた。

## I. 緒 言

大動脈または僧帽弁閉鎖不全症の臨床診断は間接的評価法でなされることが多い。逆流率から判定する定量的評価法としては Fick 法と面積—長さ法とから逆流量 (率) を算出して行う方法<sup>1)</sup>が採用されているものの侵襲性，煩雑性のため利用しにくい。左右短絡を有する先天性心疾患においても短絡率を求め重症度を判定することが手術の適応，予後を決定する上で重要とされている。

最近，平衡時心プールシンチグラフィから心弁膜逆流度を評価する試みが報告<sup>2-3)</sup>されてきているが，今回著者らはこれらの報告とは若干異なる方法で逆流率，および短絡率を測定する方法を工夫し検討したので報告する。

## II. 方 法

<sup>99m</sup>Tc in vivo 赤血球標識による平衡時心プールシンチグラフィを被検者を仰臥位にして行っ

\*京都府立医科大学第二内科，RI 室

\*\*京都府立洛東病院循環器内科，RI 室

\*\*\*松下病院第三内科，RI 室

受付：56年1月16日

最終稿受付：56年3月10日

別刷請求先：京都市上京区河原町広小路梶井町 465

(☎602)

京都府立医科大学第二内科

足立 晴彦

た。シンチカメラの位置は左心室，右心室が最も明瞭に分離できる左前斜位 (多くの場合 40° ないしは 45° であった) に選択した。データ採取は心電図 R 波をトリガーとしたいわゆるマルチゲート法で行い，ミニコンピュータの磁気ディスクに 64×64 のマトリックスサイズで約 400 心拍のデータを加算集録した。拡張終期の心イメージにライトペンにて左心室 (LV)，右心室 (RV) の関心領域を設定し，両心室の Time-activity curve を作製した (Fig. 1)。ついでカーソルにて拡張終期 (Curve の初期の最高点) と収縮終期 (Curve の最低点) のカウント数を求め，その差を駆出カウント数 (Stroke count=SC) とし，両心室の SC の比， $SC \text{ ratio}=SCL/SCR$  を算出した。

## 1) 大動脈弁，僧帽弁閉鎖不全症の逆流率の算定

LV, RV の駆出量を  $SV_L, SV_R$  とすると逆流率 (Regurgitant fraction=RF) は， $RF=(SV_L-SV_R)/SV_L=1-SV_R/SV_L$  で与えられる。一般に RI では容量変化をカウント変化として把握しているものの，両者は理想的な測定条件下でのみ一致するものと考えられる。そこで LV と RV の駆出カウント比 ( $SCL/SCR=R$ ) と駆出容量比 ( $SV_L/SV_R$ ) の関係を  $R=SCL/SCR=m \cdot SV_L/SV_R$  とおくと  $RF=1-m/R$  となる。ここで  $m$  は測定条件に関連する係数であり，個々の測定により変動し一定

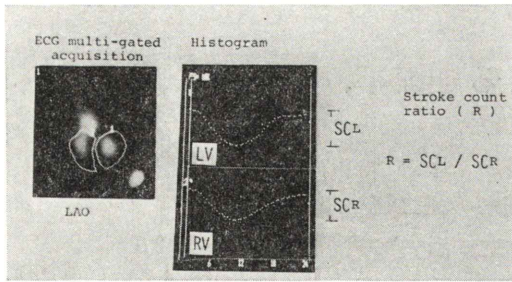


Fig. 1 Left ventricular and right ventricular stroke counts (SCL, SCR) were measured from ECG gated blood pool scintigram. The ratio of SCL to SCR was used as an index of regurgitation or of shunt.

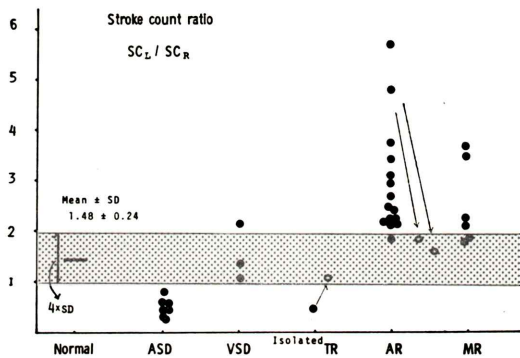


Fig. 3 Stroke count ratio in regurgitant and shunt disease. SC ratio,  $1.48 \pm 0.24$  (mean  $\pm$  SD) in 21 normal subjects, increased in aortic regurgitation (AR) and mitral regurgitation (MR), and decreased in atrial septal defect (ASD) and tricuspid regurgitation (TR). Open circles with the arrows represent the data after surgical repair.

値を得るのは困難であるが、左心、右心駆出容量の等しい場合 ( $SV_L/SV_R=1$ )、すなわち正常者における  $SCL/SCR$  に近似すると考えられる。後述のごとく正常者21名の SC ratio の平均値は 1.48 でありこの値を測定係数  $m$  として採用した。従って最終的に逆流率は  $RF=1-1.48/R$  で与えられる。同様の原理から三尖弁閉鎖不全症の逆流率は  $RF=1-R/1.48$  で算定される。

2) 心房中隔欠損症の左右短絡率の算定

逆流率の算定と同様にして短絡率 (Shunt

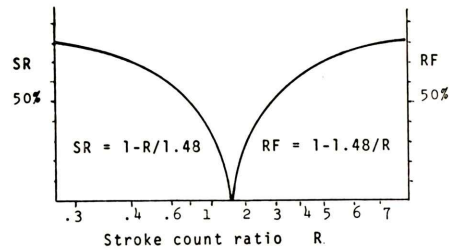


Fig. 2 Nomogram to obtain regurgitant fraction (RF) and shunt ratio (SR).

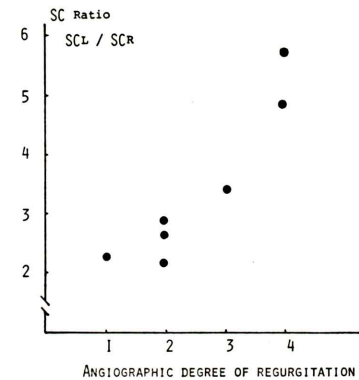


Fig. 4 Comparison of the stroke count ratio with the angiographic assessment of the severity of valvular regurgitation.

There was a good agreement between SC ratio and the angiographic grading.

ratio=SR) は  $SR=(SV_R-SV_L)/SV_R=1-SV_L/SV_R=1-R/m=1-R/1.48$  で与えられる。

Fig. 2 は逆流率、短絡率を求めるノモグラムである。SC ratio (横軸) により、右側は逆流率 RF を、左側は短絡率 SR を求めることができる。

III. 結果

正常対照者21名の SC ratio は  $1.48 \pm 0.24$  (Mean  $\pm$  SD) であり、心房中隔欠損症 (ASD)、三尖弁閉鎖不全症 (TR) では低値、大動脈弁閉鎖不全症 (AR)、僧帽弁閉鎖不全症 (MR) では高値をとった (Fig 3)。AR, MR 群のうち RI 法とほぼ同時期に心血管造影法を施行し得た症例について Sellers の逆流度評価<sup>4)</sup> と SC ratio を比較すると、逆流が高度となるに従い SC ratio が高くなった

**Table 1** Radionuclide assessment of valvular regurgitation and comparison with invasive method

No.	Pa-tient	Dx.	SC ratio	Radio-nuclide RF (%)	Inva-sive* RF (%)	Angio-graphic** degree
1	ES	MR	2.23	34	—	1
2	KK	ASR	2.20	33	25	2
3	MN	AR	2.66	44	—	2
4	AN	ASR	2.90	49	—	2
5	AT	MR	3.40	56	—	3
6	YK	AR	4.86	70	—	4
7	AO	AR	5.74	74	80	4
8	SF	AR	2.35	37	47	2
9	NM	AR	3.33	55	59	3

\* (COA—COF)/COA×100, where COA is cardiac output measured by ventriculography and COF by Fick method.

\*\* Criteria proposed by Sellers and associates.

**Table 2** Comparison of radionuclide shunt ratio with invasive shunt ratio in the patient with atrial septal defect

No.	Patient	Dx.	SC ratio	Radio-nuclide SR (%)	Invasive* SR (%)
1	WK	ASD	0.48	68	71
2	YT	ASD	0.44	70	59
3	YK	ASD	0.53	64	69
4	AK	ASD	0.52	65	57
5	YN	ASD	0.28	81	77
6	KS	ASD	0.35	76	64

\* (Qp—Qs)/Qp×100, where Qp and Qs are pulmonary and systemic blood flow respectively.

(Fig. 4, Table 1). 本法による逆流率，短絡率を観血的方法で求めた値と比較すると両者はほぼ近似した (Table 1, 2).

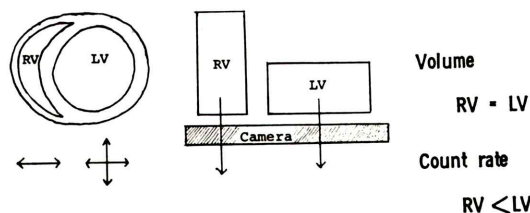
#### IV. 考 案

正常状態での左心室，右心室の駆出量は厳密には等しいとは考えられず生理的には beat by beat で異なるとされているが，この差異は僅少であり，臨床的には等しいものとして扱うことが可能である。しかし容量変化をカウント数の変化としてみる場合にはガンマ線の物理的特性，すなわち飛翔

距離，組織吸収による減弱の差異により両心室の駆出カウント数は必ずしも一致しない。これは正常例での駆出カウント比が1ではなかったことから示されたごとくである。それゆえ，逆流率，短絡率の算定の場合には，厳密には個々の測定における両心室からの放射能の減弱を考慮すべきであるが，この見積りは実際上困難であり，著者らは正常駆出カウント比が平均的な両心室からの放射能減弱を示す係数とみなし補正することでこれを解決した。

Rigo および Bough らによる正常駆出カウント比はそれぞれ 1.15±0.13, 1.00±0.08 であり，この場合には両心室の容量変化とカウント数の変化はほぼ等しいので逆流率，短絡率の算定は補正を必要とせず容易である。しかし著者らの種々の技術的検討からは両心室の駆出カウント数は一致せずこの理由について以下に考察した。

逆流，短絡の他に駆出カウント比を決定する要因として (1)関心領域の設定 (2)バックグラウンドの関与 (3)両心室の解剖学的，生理学的相違をあげることができる。左前斜位では関心領域の設定は左心室が比較的容易であるのに反して右心室は肺動脈弁の位置が不明瞭であり設定には細心の注意を要した。本法での心室に対するバックグラウンドは肺および心房であるが駆出カウント数は拡張終期から収縮終期のカウント数を差引いて求めているので，心周期で変化の少ない肺の関与は極めて少ないと考えられる。心房との分離が比較的困



**Fig. 5** Geometrical difference of ventricles. Although the stroke volume of ventricles is almost equal, stroke counts of right ventricle (RV) are smaller than those of left ventricle (LV) since RV contracts more transversely, whereas LV dose uniformly in direction.



難である右心側では右心房由来の放射能の介入を、ある程度考慮する必要がある。しかし右心房自体の収縮は右心室の収縮に比べてかなり小さいのでその関与は大ではない。左心室が前後左右方向に求心性に収縮するのに対し右心室は中隔側への収縮が大であると考えられる (Fig. 5)。それ故駆出量は等しくとも駆出カウント数は、シンチカメラまでの距離の相違により、右心室は左心室よりも小となる。この関係は個々の例で心臓の位置、形態、収縮様式さらに心臓からシンチカメラまでの組織吸収により変動し、これが正常駆出カウント比が1以上であり、また分散した理由と考えられる。

本法は心弁膜逆流症、短絡疾患の非観血的診断法の少ない現状において、逆流率、短絡率の算定

による定量的診断法として有用である。

#### 文 献

- 1) Sandler H, Dodge HT, Hay RE, et al: Quantitation of valvular insufficiency in man by angiocardiology. *Amer Heart J* **65**: 501, 1963
- 2) Rigo P, Alderson PO, Robertson RM, et al: Measurement of aortic and mitral regurgitation by gated cardiac blood pool scans. *Circulation* **60**: 306, 1979
- 3) Bough EW, Gandsman EJ, North DL, et al: Gated radionuclide angiographic evaluation of valve regurgitation. *Amer J Cardiol* **46**: 423, 1980
- 4) Sellers RD, Levy MJ, Amplitz K: Left retrograde angiocardiology in acquired cardiac disease. Technique, indications and interpretations in 700 cases. *Amer J Cardiol* **14**: 437, 1964

#### Summary

### Measurement of Regurgitant Fraction and Shunt Ratio by Left and Right Ventricular Stroke Count Ratio

Haruhiko ADACHI\*, Toshiyuki OHTOMO\*\*\*, Yukio TORII\*\*, Hajime MIYANAGA\*, Kunio OKAMOTO\*, Tetsuyuki ISHIZU\*\*, Kenji TAKAGI\*\*\*, Hiroshi KATSUME\*, Hiroshi KUNISHIGE\*\*\*, Masakazu OCHIAI\*\* and Hamao IJICHI\*.

\*Kyoto Prefectural University of Medicine, Dept. of Medicine

\*\*Kyoto Prefectural Rakuto Hospital, Cardiovascular Division

\*\*\*Matsushita Hospital, Dept. of Medicine

Quantitative assessment of aortic or mitral regurgitation and cardiac shunt in atrial septal defect is not so easy and usually based on clinical evaluation, supplemented by indirect techniques. For a more precise evaluation, a simultaneous measurement and a comparison of stroke volumes determined by cardiac catheterization and angiography are required.

The stroke count ratio (SC ratio) for left and right ventricular end-diastolic, end-systolic count differences obtained from LAO multigated cardiac blood pool scintigram, was used to determine valvular regurgitant fraction or shunt ratio. Regurgitant fraction (RF) or shunt ratio (SR) was given by the formula:  $RF=1-1.48/SC$  ratio,

$SR=1-SC$  ratio/1.48. These were derived by assuming that an excess of stroke counts was due to regurgitant or shunt flow, and that the coefficient in counting ventricular radioactivity was 1.48, which was adopted mean value of SC ratio in normal subjects. Agreement was found between RF or SR obtained by this formula and by the invasive method.

This technique may be useful for non-invasive and quantitative assessment of the severity of valvular regurgitation and cardiac shunt.

**Key words:** ECG gated radionuclide angiocardiology, Stroke count ratio, Valvular regurgitation, Shunt ratio