

《原 著》

心プールシンチグラフィによる三尖弁逆流量の
絶対値算出に関する検討

清 水 光 春*

要旨 平衡時心プールシンチグラフィにおけるカウントベース法を用いた容量算出法を応用し、三尖弁逆流量の絶対値算出法を考案するとともに、臨床例にも適用した。まず、非逆流群 56 例において左室一回拍出量 (LVSV) と右室一回拍出量 (RVSV) との関係性を求めたところ、安静時 $r=0.881$ 、運動負荷時 $r=0.884$ といずれも $p<0.001$ の有意な相関関係を認めた。次に、三尖弁閉鎖不全症を有するのべ 27 例の TR 群において、上記で得られた相関式を用いて RVSV を補正することにより、三尖弁逆流量の絶対値 (TRV) を算出した。TRV および三尖弁逆流分画 (TRF) をドブラ法から求めた逆流度別に比較したところ、少なくとも逆流度 III・IV 度の重症群と逆流度 I 度、II 度の軽症群とが識別可能であった。心プールシンチグラフィにより、三尖弁逆流量の絶対値が算出でき、臨床的有用性は高いと考えられる。

(核医学 32: 1-8, 1995)

I. 緒 言

三尖弁閉鎖不全症は、僧帽弁狭窄症や僧帽弁閉鎖不全症などの右心系に負荷をきたす疾患に合併しやすく、重症例では右心不全の原因ともなる。その重症度を把握しておくことは臨床上重要なことであり、これまで主として心エコー法や右室造影法による逆流度によって評価されてきた。近年、平衡時心プールシンチグラフィにおける左心室と右心室の駆出カウント比を利用することにより、弁逆流率の算出が可能となり、僧帽弁、大動脈弁さらには三尖弁にも応用されている¹⁻⁷⁾。しかし、この方法は、あくまでも弁逆流率の算出法であり、弁逆流量の絶対値を算出する方法ではない。また、心エコー法や右室造影法によっても弁

逆流量の絶対値を算出する方法は今のところ確立されていない。今回著者は、平衡時心プールシンチグラフィにおいて、カウントベース法を用いた心室容量算出法⁸⁾を応用した三尖弁逆流量の絶対値算出法を考案するとともに、臨床例にも適用したので報告する。

II. 対 象

まず、心疾患の既往がなく何ら自覚症状もない健常者 9 例と、胸痛などを主訴とし虚血性心疾患などを疑われたが心エコー、運動負荷心筋シンチグラフィなどで精査の結果、異常を認めなかった者 47 例の合計 56 例を非逆流群とした。内訳は男性 47 例、女性 9 例で、年齢は 16 歳から 76 歳まで、平均 54.5 ± 14.7 歳である。臨床例として、僧帽弁閉鎖不全症や大動脈弁閉鎖不全症および右心系と左心系との短絡を合併せず、三尖弁閉鎖不全症のみを合併した僧帽弁狭窄症 15 例と、僧帽弁狭窄症または僧帽弁閉鎖不全症により僧帽弁置換術を施行され、術後のドブラ法において三尖弁閉鎖不全症のみを認めた 7 例の

* 岡山大学医学部放射線医学教室

受付：6 年 8 月 22 日

最終稿受付：6 年 10 月 27 日

別刷請求先：岡山県鹿田町 2-5-1 (〒700)

岡山大学医学部放射線医学教室

清 水 光 春

合計 22 例を対象とした。内訳は、男性 7 例、女性 15 例で、年齢は 40 歳から 65 歳まで、平均 51.4 ± 8.0 歳である。僧帽弁狭窄症のうち 5 例 (男性 2 例、女性 3 例) では、僧帽弁置換術の術前と術後に心プールシンチグラフィを行っているため、のべ 27 例が対象となり、これを TR 群とした。TR 群についてドブラ法による逆流ジェットの最大到達距離から求めた逆流速度⁹⁾は、I 度が 11 例、II 度が 8 例、III 度が 7 例、IV 度が 1 例である。なお、ドブラ法は心プールシンチグラフィの前後一週間以内に施行された。

III. 方 法

心プールシンチグラフィに使用した装置は、低エネルギー汎用型コリメータを装着したシンチカメラ (Siemens 製 ZLC7500) および、これとオンラインで接続された核医学データ処理装置 (島津製 Scintipac 2400) である。カメラエネルギー条件は、エネルギーレベル 140 KeV、ウィンド幅 20% とした。^{99m}Tc 740 MBq (20 mCi) にて *in vivo* 赤血球標識を行い平衡に達した後、被検者を仰臥位にして左右心室間および心房心室間の分離が最も良好となる modified left anterior oblique (MLAO) 30 度～45 度の方向から、一心拍を 18～24 frame に分割するマルチゲート法により、64×64 のマトリックスにてデータ収集を行った。収集角度は、モニターで観察しながら被検者ごとに最適な角度を選択した。収集時間は、安静時 5 分間 (約 300～400 心拍)、運動負荷時は 2 分間 (約 200 心拍) とした。画像処理は、すべての収集画像とも、9 点空間スムージング、3 点時間スムージング処理後、分散フィルタおよび中間値フィルタ処理を行った。左右両心室からの駆出カウント計測のための関心領域 (ROI) の設定は、マニュアル法にて拡張末期像と位相像を用いて行い、必要に応じて動画表示および収縮末期像も参考にした。バックグラウンド ROI は、収縮末期像において拡張末期 ROI の内側に設定した。

運動負荷は、仰臥位自転車エルゴメータを用いて、25 Watt から 3 分間ごとに 25 Watt ずつ増加

する多段階漸増法とし、end point は胸痛、呼吸困難、下肢疲労等の自覚症状の出現時とした。以下で用いた運動負荷時のデータはすべて最大負荷時のものである。

心室内カウントからの容量算出は、カウントベース法によった⁸⁾。心プールシンチグラフィから左室駆出分画 (以下 LVEF)、右室駆出分画 (以下

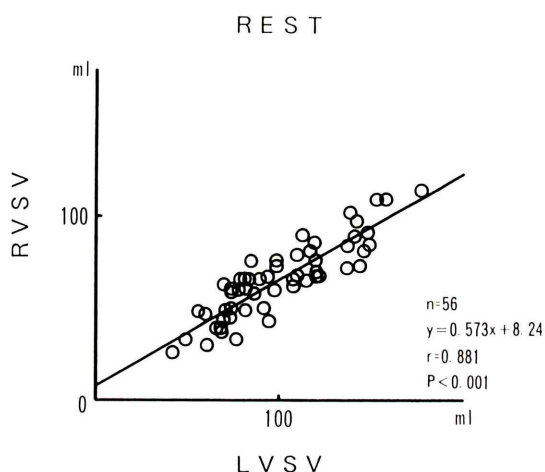


Fig. 1 Correlation between left ventricular stroke volume (LVS V) and right ventricular stroke volume (RVS V) at rest in 56 subjects with no regurgitation.

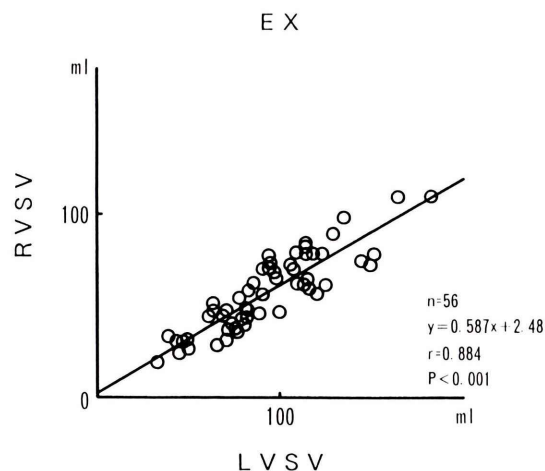


Fig. 2 Correlation between left ventricular stroke volume (LVS V) and right ventricular stroke volume (RVS V) during exercise in 56 subjects with no regurgitation.

RVEF), 左室拡張末期容量 (以下 LVEDV), 右室拡張末期容量 (以下 RVEDV) を算出し, 左室一回拍出量 (以下 LVSV), 右室一回拍出量 (以下 RVSV) を以下のように算出した.

$$LVSV = LVEDV \times \frac{LVEF}{100} \text{ (ml)}$$

$$RVSV = RVEDV \times \frac{RVEF}{100} \text{ (ml)}$$

後で述べるように, 心プールシンチグラフィにおいては, 健常者においても種々の理由から $LVSV = RVSV$ とは算出されない. そこで, 著者は非逆流群におけるデータをもとに, $LVSV = RVSV$ となるような補正式を求め, この式を用いることにより TR 群における三尖弁逆流量の絶対値を算出した.

なお, 相関係数の検定には t-test を用い, 危険率 5% 未満を有意な相関とした. また, 二群間の有意差の検定には unpaired t-test を用い, 危険率 5% 未満を有意差ありとした.

IV. 結 果

1) 非逆流群における左室と右室の一回拍出量の関係

Fig. 1 に非逆流群 56 例の安静時の LVSV と RVSV の関係を示し, Fig. 2 に運動負荷時の両者の関係を示す. 安静時において, LVSV (x) と RVSV (y) との間には, $y = 0.573x + 8.24$, $r = 0.881$ ($p < 0.001$) ときわめて良好な相関関係が認められた. また, 運動負荷時においても $y = 0.587x + 2.48$, $r = 0.884$ ($p < 0.001$) と安静時と同様にきわめて良好な相関関係が認められた.

2) TR 群における三尖弁逆流量 (TRV) の算出

前項の結果から, 非逆流群においては安静時で

$$RVSV = 0.573 \cdot LVSV + 8.24$$

と算出されることがわかった. これより

$$LVSV = 1.745 \cdot RVSV - 14.38$$

しかし, 非逆流群においては $LVSV = RVSV$ であるはずであるから, RVSV の真の値 (補正值) を RVSV* とすると

$$RVSV^* = 1.745 \cdot RVSV - 14.38$$

として補正されることとなる.

TR 群においては $LVSV = RVSV$ とはならず, 三尖弁からの逆流量分だけ RVSV が多くなっているはずである. したがって, TR 群の各症例については, 心プールシンチグラフィから得られた LVSV と, RVSV の補正值 RVSV* との間には

$$RVSV^* = LVSV + TRV$$

の関係があるから, これら二式から

$$TRV = 1.745 \cdot RVSV - LVSV - 14.38$$

同様に, 運動負荷時においても

$$TRV = 1.704 \cdot RVSV - LVSV - 4.23$$

として, 三尖弁逆流量の絶対値 (TRV) が算出可能である. TR 群 27 例において, このようにして算出した三尖弁逆流量の結果を Table 1 に示す. 27 例中 25 例には, 運動負荷も行ったが, 2 例には安静時のみを行った. 安静時 3 例, 運動負荷時 3 例において三尖弁逆流量の値が計算上負の値となったため, これらの値は 0 とした. Fig. 3 に, ドブラ法による逆流度別に, 三尖弁逆流量 (TRV) を示す. 逆流度 IV 度は症例数が 1 例のみであるため逆流度 III 度と合わせて一群とした. 安静時においては, III・IV 度群は I 度群, II 度群に比して有意に逆流量が多く, 運動負荷時においても III・IV 度群は I 度群に比して有意に逆流量が多かった. しかし, いずれにおいても I 度群と II 度群との間には有意な差はみられなかった. さらに, 三尖弁逆流分画 (TRF) を

$$TRF = \frac{TRV}{RVSV} \times 100 \text{ (\%)}$$

により算出し, Fig. 4 に示したが, TRV と同様の結果であった.

V. 考 案

三尖弁閉鎖不全症は, 多くは僧帽弁狭窄症や僧帽弁閉鎖不全症に合併し, それ自体が単独で存在することは稀である. したがって, 三尖弁のみが治療の対象となることも稀で, 僧帽弁の治療に伴って三尖弁閉鎖不全症も自然軽快する場合が多い. しかし, 僧帽弁疾患に合併した三尖弁閉鎖不全症も, 高度となれば右心不全の原因ともなり,

Table 1 Tricuspid regurgitant volume in each case. 'P' with case No. means post mitral valve replacement in same case

Case No.	Age Sex	TR grade	REST				EXERCISE			
			RVS	VS	TRV	TRF	RVS	VS	TRV	TRF
1	50 M	I	56	72	11	20	66	86	22	33
1P		I	67	98	5	7	51	93	0*	0*
2	56 F	I	53	65	13	25	58	65	30	52
3	60 F	I	58	101	0*	0*	55	108	0*	0*
4	42 M	I	109	152	24	22	36	53	4	11
5	46 M	I	81	100	27	33	62	74	27	44
6	46 F	I	62	80	14	23	47	59	17	36
7	47 F	I	54	114	0*	0*	51	81	2	4
8	45 M	I	59	90	0*	0*	25	72	0*	0*
9	40 F	II	87	116	21	24	63	57	46	73
9P		I	92	121	25	27	88	110	36	41
10	48 F	II	105	152	17	16	86	126	16	19
11	62 F	II	47	61	7	15	31	30	20	65
12	44 F	II	30	34	4	13	39	51	11	28
13	65 F	II	43	40	21	49	48	59	19	40
14	43 F	II	89	100	41	46	68	92	20	29
15	59 F	II	49	44	27	55	62	59	42	68
16	59 M	III	47	45	23	49	30	27	20	67
17	63 F	III	106	105	66	62	95	109	49	52
17P		I	77	109	11	14	71	108	9	13
18	43 M	III	117	147	43	37	92	87	66	72
19	54 F	III	54	48	32	59	—	—	—	—
19P		II	46	55	11	24	62	94	7	11
20	48 F	III	85	73	61	72	78	61	68	87
21	64 F	III	47	46	22	47	43	33	36	84
22	46 M	IV	125	153	51	41	105	151	24	23
22P		III	188	213	71	54	—	—	—	—

TR: tricuspid regurgitation RVS: right ventricular stroke volume

LVS: left ventricular stroke volume TRV: tricuspid regurgitant volume

TRF: tricuspid regurgitant fraction

0*: TRV and TRF were regarded as 0 because they were negative value in calculation

その重症度を常に把握しておくことは臨床重要であり、これによって僧帽弁疾患の治療方針も決定されることとなる。心エコー法は、被検者にとって侵襲がなく bed side でも簡単に行うことのできる検査法であり、僧帽弁疾患の経過観察や三尖弁閉鎖不全症の重症度の評価にも有用な検査法である。また、右室造影法は術前の検査としては必須の検査法であるが、被検者にとって侵襲の大きい検査である。しかも、これらの方法は、三尖弁閉鎖不全症の重症度を視覚的、半定量的に評価するものであり、三尖弁逆流の絶対値を算出する方法は今のところ確立されていない。

心プールシンチグラフィは、これまで虚血性心疾患や弁膜疾患等の心機能評価において優れた検査法とされており¹⁰⁻¹²⁾、被検者に対する侵襲が少なく、安静時のみならず運動負荷中の心機能も評価できるという利点を有する。心プールシンチグラフィにおいては、左室あるいは右室に関心領域を設定することにより、その領域内の放射能の変化が左室あるいは右室の容量の変化に比例することを利用して、一心周期内の左室あるいは右室容量の変化をとらえることができる。これにより、駆出分画 (EF) をはじめとする各種の心機能指標が比較的容易に算出され、臨床的に有用性の高い

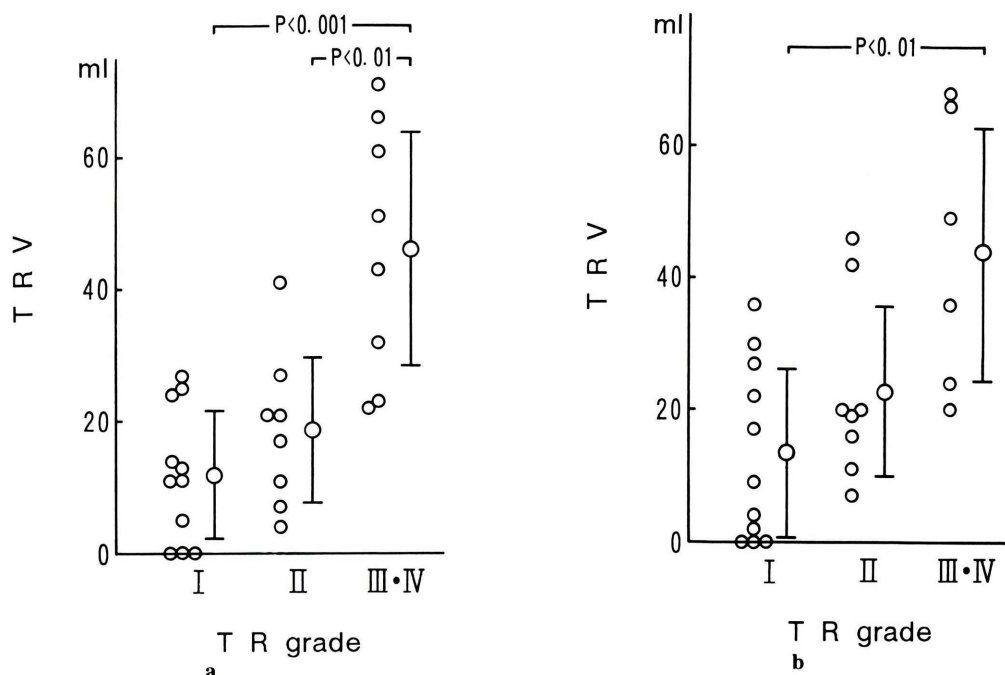


Fig. 3 Comparison of tricuspid regurgitant volume (TRV) in TR groups at rest (a) and during exercise (b). In the group of TR grade III · IV, TRV was significantly greater than in the groups of TR grade I and II at rest and than in the group of TR grade I during exercise.

検査法として確立されたものとなっている。従来は、主として虚血性心疾患の左室機能の評価や経過観察に利用されてきたが、 ^{99m}Tc あるいは ^{81m}Kr を使った first-pass 法による右室機能の評価に有用であるとの報告¹³⁻¹⁵⁾や、平衡時法での左室機能と右室機能の同時評価の報告¹⁶⁾もされてきている。また近年では、フーリエ変換を応用した各種の機能画像を作成し、位相解析による壁運動の評価等も可能となっている¹⁷⁾。

逆流性弁疾患の評価に関しては、従来主として心エコー法が用いられており、bed side あるいは外来診察室で手軽に行える検査法であるため、弁疾患のみならず循環器領域では必須の検査法となっている。しかし、被検者の体格や検者の手技にも左右される面もあるため、必ずしも客観性のある検査法とは言い難いと思われる。右室造影法あるいは左室造影法は、手術を前提とした患者においては必須の検査法であるが、カテーテルの挿

入を要するため、被検者にとって侵襲の大きい検査法であり、外来で経過観察として行う検査法としては適さない。しかしながら、これまでは逆流性弁疾患の重症度の評価法としては他に適当な検査法がなく、これらのいずれかの方法によっていた。これに対し、心プールシンチグラフィは、心エコー法に比してより客観的な評価が可能であり、被検者にとっても侵襲性の少ない検査法であることから、長期にわたる経過観察にも適した方法であると言える。

弁逆流や左右短絡を全く有さない健常者においては、左室一回拍出量 (LVSV) と右室一回拍出量 (RVSV) とは等しいはずである。しかし、被検者の左前斜位からデータ収集を行う平衡時心プールシンチグラフィにおいては、足立らも報告⁶⁾しているように、左室と右室の一回拍出カウントすなわち一回拍出量は等しくは計測されない。これは、右室よりも左室のほうがガンマカメラに近い

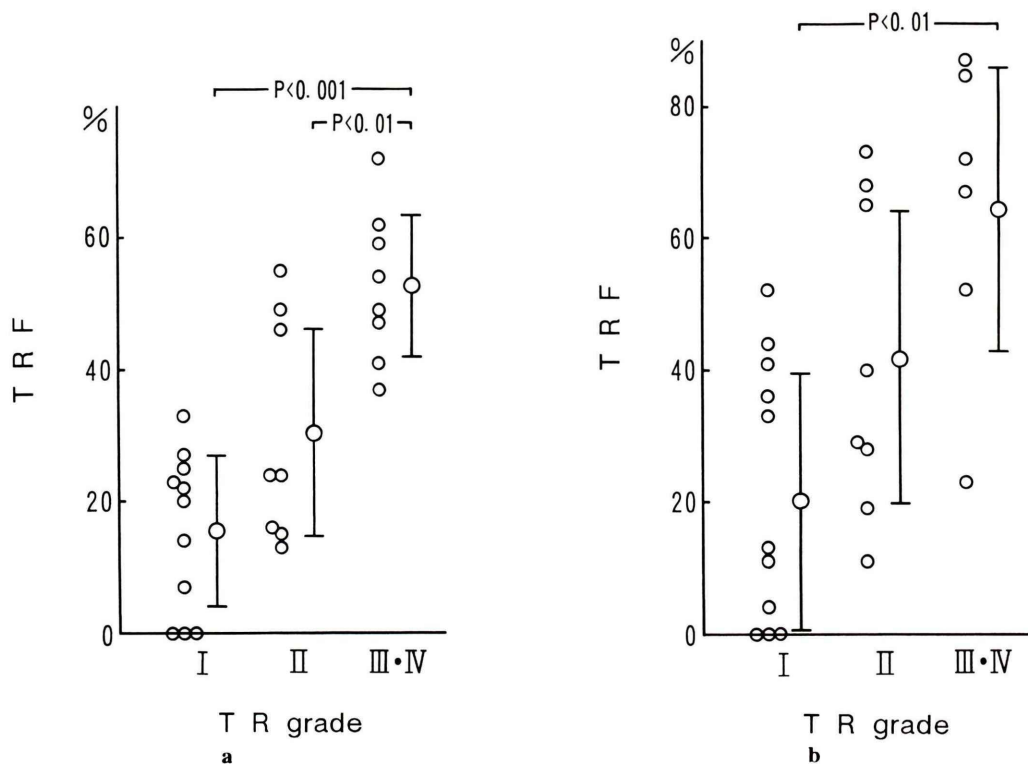


Fig. 4 Comparison of tricuspid regurgitant fraction (TRF) in TR groups at rest (a) and during exercise (b). In the group of TR grade III · IV, TRF was significantly greater than in the groups of TR grade I and II at rest and than in the group of TR grade I during exercise.

ことと、ほぼ回転楕円体に近い形態を有する左室に対し、右室は横断面が三カ月型に近い形態を有していることから右室の一回拍出カウントのほうが多く計測されてしまうためである。したがって、拍出カウントを拍出量に換算する際に右室一回拍出量のほうが少なく算出されることとなる。これを是正する方法として、あらかじめファントム実験において、一回拍出カウントを一回拍出量に換算する式を求める際、心室の形態およびガンマカメラと心室との距離を考慮して、左室用と右室用の二種類の換算式を求めておく方法も考えられるが、著者はより簡便な方法として、あらかじめ非逆流群において左室一回拍出量と右室一回拍出量を算出しておき、両者が等しくなるような補正式を求める方法を選択した。この方法により、

臨床例において三尖弁逆流量の絶対値を算出したところ、Fig. 3 および Fig. 4 に示すような結果が得られた。逆流度Ⅰ度群とⅡ度群との間には有意な差はみられなかったが、安静時にはⅠ度群とⅢ・Ⅳ度群、Ⅱ度群とⅢ・Ⅳ度群との間に有意な差がみられ、運動負荷時にもⅠ度群とⅢ・Ⅳ度群との間で有意な差がみられた。したがって、本法で三尖弁逆流量を算出することにより、少なくとも逆流度Ⅲ・Ⅳ度という重症度の高い三尖弁閉鎖不全症が識別できることになる。また、ドブラ法は逆流ジェットの最大到達距離あるいは逆流ジェットの最大面積という二次元的情報により逆流度を決定するのにに対し、本法による三尖弁逆流量の算出は三次元情報を含んでいる。したがって、本法で逆流度Ⅰ度群とⅡ度群との間で逆流量

に有意な差がみられなかったことは、実は両群間では重症度にドブラ法で認められるほどの差が存在しないということを示している可能性もあり、本法から求めた逆流量あるいは逆流分画を用いて新たな重症度分類を行うことも可能と思われる。

ここで、非逆流群から得られた補正式をそのまま臨床例に適用することは、厳密にはおのおの症例の体格の差や、心室、心房の拡大に伴うガンマカメラと左室、右室との距離の差による誤差を生じる可能性もあるが、ガンマカメラを用いた体外計測においては避けられないことと思われる。この点を除けば、今回対象としたTR群は、三尖弁逆流以外の弁逆流を有さず、右心系と左心系との短絡を有していないため、非逆流群から得られた補正式を適用することは問題ないと思われる。

すでに述べたように、三尖弁閉鎖不全症は右心系に負荷をきたす疾患に合併しやすいことから、右心室の容量の増大を伴っている例が多い。このような例においては、三尖弁逆流の評価を逆流率(TRF)だけでなく、絶対的な逆流量(TRV)も用いて行ったほうが、もとの容量の増大も加味された上での重症度評価となり、臨床的には意義のあることと思われる。

三尖弁逆流量の絶対値の算出は、現在のところ他の方法では確立されておらず、同様の方法で僧帽弁逆流量の絶対値算出にも応用できるという利点も有していることから、心プールシンチグラフィを用いた本法の臨床的有用性は高いものと思われる。

VI. 結 語

平衡時心プールシンチグラフィを利用して、三尖弁逆流量の絶対値算出法を考案するとともに、臨床例にも適用した。

1) 非逆流群 56 例に対し平衡時心プールシンチグラフィを行い、カウントベース法により算出した左室一回拍出量と右室一回拍出量との相関を求めたところ両者の間には安静時で $r=0.881$ 、運動負荷時で $r=0.884$ ときわめて良好な相関関係を認めた。

2) 三尖弁閉鎖不全症を有するのべ 27 例に対し、平衡時心プールシンチグラフィを行い、1) で得られた相関式を使って右室一回拍出量を補正することにより、三尖弁逆流量の絶対値を算出した。

3) 2) で得られた三尖弁逆流量および三尖弁逆流分画を、ドブラ法から求められた三尖弁逆流速度別に比較したところ、安静時では I 度群と III・IV 度群、II 度群と III・IV 度群との間に有意差がみられ、運動負荷時では I 度群と III・IV 度群との間に有意差がみられた。

4) 心プールシンチグラフィにより、簡便に三尖弁逆流量の絶対値を算出することができ、その値により少なくとも重症の三尖弁閉鎖不全症を識別することが可能であり、臨床的有用性は高いと考えられる。

謝辞：稿を終えるにあたり、ご指導、ご校閲を賜りました岡山大学医学部放射線医学教室、平木祥夫教授に深甚なる謝意を捧げます。また、ご協力いただいた岡山大学医学部附属病院中央放射線部、永谷伊佐雄主任診療放射線技師ならびに放射線医学教室諸兄に深く感謝の意を表します。

なお、本論文の一部は、第 32 回日本核医学会総会において発表した。

文 献

- 1) Thompson R, Ross I, Elmes R: Quantification of valvar regurgitation by cardiac gated pool imaging. *Br Heart J* 46: 629-635, 1981
- 2) Sorensen SG, O'Rourke RA, Chaudhuri TK: Noninvasive quantitation of valvular regurgitation by gated equilibrium radionuclide angiography. *Circulation* 62: 1089-1098, 1980
- 3) Bough EW, Gandsman EJ, North DL, Shulman RS: Gated radionuclide angiographic evaluation of valve regurgitation. *Am J Cardiol* 46: 423-428, 1980
- 4) 小須田茂: 平衡時 Multi-gate 法による左室逆流性弁膜疾患の逆流量の定量的評価に関する基礎的並びに臨床的研究. 慶応医学 59: 683-696, 1982
- 5) 小須田茂, 国枝悦夫, 高木八重子, 久保敦司, 橋本省三, 北川五十雄, 他: 平衡時 Multi-gate 法による左室逆流性弁膜疾患の逆流量の定量的評価. 核医学 20: 257-265, 1983
- 6) 足立晴彦, 大友敏行, 鳥居幸雄, 宮永 一, 岡本

- 邦雄, 石津徹幸, 他: 左心・右心駆出カウント比による逆流率, 短絡率の測定. 核医学 **18**: 821-824, 1981
- 7) 玉利公正: Radionuclide angiography による三尖弁逆流の重症度評価に関する実験的, 臨床的研究. 京府医大誌 **92**: 935-949, 1983
 - 8) Hiraki Y, Yanagi H, Nagaya I, Shimizu M, Joja I, Aono K: Studies of left ventricular volume estimation from gated blood pool scan with the use of regression equations. Radioisotopes **36**: 512-518, 1987
 - 9) Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, Ohta M, Kozuka T, Sakakibara H, et al: Evaluation of tricuspid regurgitation by pulsed Doppler and two-dimensional echocardiography. Circulation **66**: 777-784, 1982
 - 10) Pace L, Bacharach SL, Bonow RO, Cannon RO III, Green MV, Larson SM: Diagnosis of coronary artery disease by radionuclide angiography: Effect of combining indices of left ventricular function. J Nucl Med **30**: 1966-1971, 1989
 - 11) Borer JS, Kent KM, Bacharach SL, Green MV, Rosing DR, Seides SF, et al: Sensitivity, specificity and predictive accuracy of radionuclide cineangiography during exercise in patients with coronary artery disease: Comparison with exercise electrocardiography. Circulation **60**: 572-580, 1979
 - 12) 清水光春, 中川富夫, 河野良寛, 黒田昌宏, 竹田芳弘, 平木祥夫, 他: 心プールシンチグラムによる僧帽弁疾患の右室後負荷の評価. 核医学 **28**: 151-156, 1991
 - 13) Nusynowitz ML, Benedetto AR, Walsh RA, Starling MR: First-pass anger camera radiocardiography: Biventricular ejection fraction, flow, and volume measurements. J Nucl Med **28**: 950-959, 1987
 - 14) Caplin JL, Flatman WD, Dymond DS: Gated right ventricular studies using Krypton-81m: Comparison with first-pass studies using Gold-195m. J Nucl Med **27**: 602-608, 1986
 - 15) Ham HR, Franken PR, Georges B, Delcourt E, Guillaume M, Piepsz A: Evaluation of the accuracy of steady-state Krypton-81m method for calculating right ventricular ejection fraction. J Nucl Med **27**: 593-601, 1986
 - 16) Henze E, Schelbert HR, Wisenberg GW, Ratio O, Schon H: Assessment of regurgitant fraction and right and left ventricular function at rest and during exercise: A new technique for determination of right ventricular stroke counts from gated equilibrium blood pool studies. Am Heart J **104**: 953-962, 1982
 - 17) 村田 啓, 間島寧興: RI 法による心局所運動の解析. 呼吸と循環 **32**: 227-234, 1984

Summary

Measurement of Tricuspid Regurgitant Volume by Radionuclide Angiocardiography

Mitsuharu SHIMIZU

Department of Radiology, Okayama University Medical School

A method to measure the absolute tricuspid regurgitant volume (TRV) using multigated equilibrium radionuclide angiocardiography is proposed. There was a significantly positive correlation between left and right ventricular stroke volume in 56 subjects with no regurgitation at rest ($r=0.881$, $p<0.001$) and during exercise ($r=0.884$, $p<0.001$), and each regression equation was obtained. Clinical studies were obtained 27 times in 22 patients with tricuspid regurgitation (TR). TRV was calculated by correcting

right ventricular stroke volume using that regression equation. Patients with severe TR (grade III・IV classified from the pulsed Doppler) were well distinguished from patients with mild TR (grade I or II) by TRV. It is concluded that this method is well applicable to clinical study and useful in quantitative analysis of TR.

Key words: Tricuspid regurgitation, Radionuclide angiocardiography, Regurgitant volume.