

Radiocardiogram による僧帽弁疾患

の循環動態に関する研究

岡山大学第2外科教室（主任：砂田輝武教授）

大学院学生 板野恒之

（昭和51年3月30日受稿）

I. 緒言

心放射図 (radiocardiogram, 以下RCGと略す) は1948年 Prinzmetal ら¹⁾による試みが最初である。彼らは Geiger-Müller 管を心前面におき、²⁴Na を肘静脈より急速に注入して、radioisotope (以下 RI と略す) の出力を連続的に記録し、その記録より循環動態の解析を試みた。1960年代におけるシンチレーションカメラの開発、さらにビデオテープレコーダー装置の開発は飛躍的に RCG の臨床応用を増大させた。1971年 Rosenthal は各心室での RI 稀釈曲線を作成し、左→右短絡疾患患者のスクリーニングに有効であることを報告した²⁾。その後 RI 稀釈曲線による循環動態の研究が進められた。

一方循環動態は常に流動的に変化しており、ただ一回の検査では正常な循環動態さえその把握が困難なことが多い。したがって心疾患を有する異常な循環動態把握にはくり返し観察することが重要である。とくに術前、術後の経過観察にはこの易反復性が必要である。この点 RI を用いた循環動態の検査は易反復性に優れており、短半減期の RI の放射線被曝線量は少量であり、しかも患者への苦痛も少なく理想的といえる。

著者は RCG の易反復性、非観血性と患者への無負担が循環動態変動の把握を頻回に必要なとする患者の管理に理想的と考え、僧帽弁疾患患者の循環動態の検討を RCG を用いておこなった。とくに RCG によりえられた稀釈曲線をコンピューター化することにより、複雑なデータ処理を簡素化し、他の方法では得られない指標を検索しうるものと考えた。

II 対象

対象患者は、昭和47年9月より昭和50年9月まで

に、岡山大学第2外科を受診した患者47人である。検査回数は52回である。このうち対照群は心疾患を有しない患者、すなわち胸部レ線、心電図、理学所見などに異常のない患者10人である。年齢は19歳から64歳で平均年齢は35.7歳である。僧帽弁疾患群は、理学所見、右心カテーテル、左心カテーテル、左室造影、心電図、心音図、UCG 又は手術所見、あるいは剖検所見により診断の確定したものである。僧帽弁疾患群はさらに術前群と術後群に細分した。術前群は年齢15歳から64歳の24人で、平均33.1歳である。男女比は13:11で男性がやや多い。NYHA 分類による重症度は、I 度3人、II 度8人、III 度10人、IV 度3人である。また病型分類では純型狭窄症3人、狭窄優位の狭窄閉鎖不全症10人、閉鎖不全優位の狭窄閉鎖不全症8人、純型閉鎖不全症3人であった。術後群は15歳から44歳までの13人で、のべ検査回数は18回であった。このうち術前群に含まれている患者は10人である。術後第1回の検査は全身状態が安定した術後2週から術後2ヶ月で行い、さらに術後6ヶ月から3年の間に第2回、第3回の検査を2症例に、第4回の検査を1症例に行った。

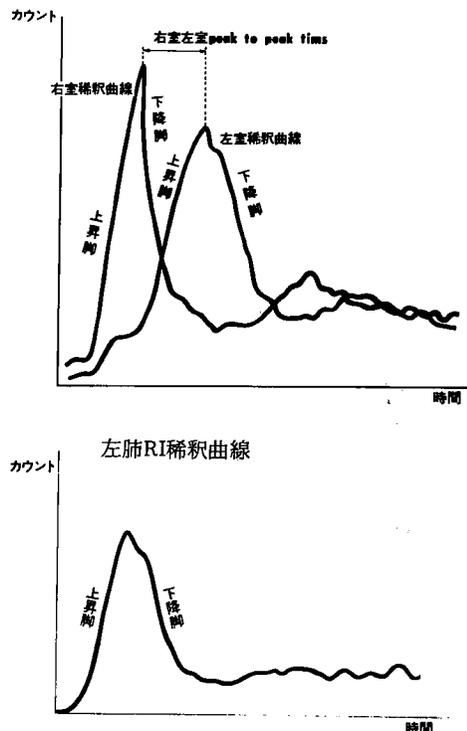
III 装置及び方法

III-1 装置

装置は DAP 5000-2 (東芝核医学データ処理装置) を用いた。すなわちデータ収録はγカメラ (Nuclear-Chicago CO, U. S. A., GCA-102) にて検出されたγ線の位置信号に、2つのパラメーター (x, y) を与えて、ADC (アナログデジタルコンバーター) でこれをアナログデジタル変換して、VTR インターフェイス (ビデオテープレコーダーインターフェイス) に送り、デジタルの形で VTR に収録した。データ処理は VTR から再生されたデ

ーターをVTRインターフェイスで、デジタルアナログ変換し、 γ カメラに再び送り、CRT (コンソレイチューブ) 上に像を再生し、その像上に関心領域 (region of interesting, 以下ROIと略す) を設定した。DAP 5000-2 は2チャンネルで、ROIを同時に2ヶ所設定できる。 γ カメラはこのROI内の γ 線のみを検出して、その信号をADCに送る。ADCでは γ カメラから送られて来たROI内での γ 線入力を設定した単位時間あたりでカウントする。単位時間は血液の体循環時間⁹を考慮し、160 millisecondとし、データサイズは256とした。すなわち160 msec. 毎に256回連続してカウントすると、全測定時間は40.96秒となる。ADCにて検出された時間とそれに対応するカウントをCPUインターフェイス(コンピューターインターフェイス)を経てCPU(コンピューター)に入れる。CPUでは記憶した各単位時間あたりのカウントを、CRTディスプレイ上に縦軸にカウント、横軸に時間をとった radioisotope 稀釈曲線(以下RI 稀釈曲線と略す)として表わした。カウントは隣接する2点のカウントの平均をとる smoothing 操作を行い、さらにTTY(テレタイプライター)にて印字させた。

図1 RI 稀釈曲線



III-2 方法

被検者は仰臥位で、 γ カメラを心前面で第2斜位とし、右室、左肺、左室が一平面上に位置するようにし、右肘静脈より10 mCi. の^{99m}Tc pertechnetate(以下^{99m}Tcと略す)をone shotで注入した。ROIの大きさはCRT上で1cm×1cmとし、ROIを右室、左肺、左室におき、血液とともに流れる^{99m}TcのそれぞれのROI内での放射線量を160 msec. 毎に256回カウントし、そのカウント数を平面図表上で展開しRI 稀釈曲線とした(図1)。

データの解析は、RI 稀釈曲線よりえられた、右室左室 peak to peak time, 左肺下降脚勾配, 左室上昇脚勾配, 左室下降脚勾配を算定しておこなった。右室左室 peak to peak timeはROIを右室と左室においてえた各稀釈曲線のピークからピークまでの時間である。左肺下降脚勾配, 左室上昇脚勾配および左室下降脚勾配は左肺および左室でえたRI 稀釈曲線の上昇脚部と下降脚部を最小自乗法を用いて求めた回帰直線の勾配である。なお計算は岡山大学計算機センターのコンピューター(NEAC 2200)を用いた。RI 稀釈曲線の上昇脚部, 下降脚部とそれぞれの回帰直線の相関係数は $r \geq 0.9$ であった。

VI 検査成績

IV-1 同一症例における術前, 術後の各パラメーターの変化

同一症例で術前, 術後ともに検査しえた症例は10例である。その内訳は純型狭窄症3例, 狭窄症優位狭窄閉鎖不全症4例, 閉鎖不全症優位狭窄閉鎖不全症3例である。NYHA分類による重症度分類では、II度2例, III度6例, IV度2例である(表1)。手術成績は臨床的に改善をみたのが9例で、残り1例は不変であった(以下図中では・で示す)。この症例は手術時に、狭窄症優位の狭窄閉鎖不全症で、Sellors II型と診断され、直視下交連切開術により弁口面積は 0.9 cm^2 より 3.0 cm^2 に拡大され、さらに弁輪形成術もおこなった。しかし術後にも軽度の逆流が残存し、収縮期雑音が聴取された症例で、NYHA分類は術前も術後もIII度と不変であった(表1の症例6)。

VI-1-a 右室左室 peak to peak time の術前, 術後の変化

術前平均値は $13.60 \text{ 秒} \pm 1.65 \text{ 秒}$ (平均値±標準誤差)であり、術後群値は脈拍数が術前値にかえり、その数に安定したと思われる時期に測定した値でその平均値は $9.79 \pm 0.99 \text{ 秒}$ である。しかし実際に短縮

をみた症例は10例中7例であり、1例(症例5)は0.8秒の延長、他の2例(症例4と症例6)はともに2.24秒の延長があった。NYHA分類で改善のみられなかった症例は術後時間が延長しており、術前値が9.92秒であるのに対し、術後値は12.16秒と2.24秒の延長がみられた。しかし他の2例の延長例の臨床的改善度は、症例4はIII度からI度へ、症例5はIII度からII度へと改善されていた。一般的に術前に高度の延長があった症例ほど術後の短縮が著明であった(図2)。

IV-1-b 左肺下降脚勾配の術前、術後の変化

術前群の平均値は -0.69 ± 0.13 Count/160milli-second (以下c/160msec.と略す)であり、術後群

の平均値は -1.24 ± 0.24 c/160msec. と勾配が増加した(図3)。しかし2症例(症例5と症例6)には勾配の減少があり、1例(症例1)には増加が軽度であった。術後に自覚症状の改善がなかった不変症例は、術前値が -1.02 c/160msec., 術後値が -0.70 c/160msec. であり勾配が減少していた。勾配が減少した他の1例(症例5)は術前値が -1.07 c/160msec., 術後値は -0.86 c/160msec. となり、軽度勾配増加例(症例1)は、術前値 -0.16 c/160msec., 術後値 -0.21 c/160msec. であった。

IV-1-c 左室上昇脚勾配の術前、術後の変化

左室上昇脚勾配の低下があったのは不変症例(症例6)1例のみで他の全例では勾配は上昇した。術

表1 術前、術後検査しえた10症例のRCGとN. Y. H. A. 分類

症例	性	年齢	病型	右室左室 peak to peak time (秒)		左肺下降脚勾配 (c/160msec.)		左室上昇脚勾配 (c/160msec.)		左室下降脚勾配 (c/160msec.)		N. Y. H. A. 分類	
				術前	術後	術前	術後	術前	術後	術前	術後	術前	術後
1	M	27	Msl	23.36	15.20	-0.16	-0.21	0.68	1.24	測定不能	-0.58	IV	II
2	M	26	Ms	9.28	5.76	-1.01	-1.81	3.56	5.87	-1.68	-3.38	II	I
3	M	19	Ms	9.60	7.04	-1.27	-2.83	2.48	4.62	-1.13	-2.19	III	I
4	F	28	Msl	11.04	13.28	-0.27	-0.97	0.72	3.79	-0.27	-1.08	III	I
5	F	42	Msi	8.96	9.76	-1.07	-0.86	1.39	3.06	-1.18	-1.36	III	II
6	F	39	Msi	9.92	12.16	-1.02	-0.70	2.09	1.28	-0.57	-0.42	III	III
7	M	40	Msi	15.68	11.36	-0.37	-0.55	1.17	2.95	-0.37	-1.21	III	II
8	F	28	Msi	15.52	10.56	-0.62	-1.99	2.68	3.02	-0.86	-1.67	III	I
9	F	15	Msl	22.56	6.88	-0.17	-1.53	0.95	4.26	-0.51	-2.71	IV	I
10	M	29	Ms	10.08	5.92	-0.92	-0.90	2.05	4.42	-0.76	-1.91	II	I

Ms : 僧帽弁狭窄症
 Msi : 狭窄症優位狭窄閉鎖不全症
 Msl : 閉鎖不全症優位狭窄閉鎖不全症

図2 Peak to Peak Timeの変化(平均値±標準誤差)

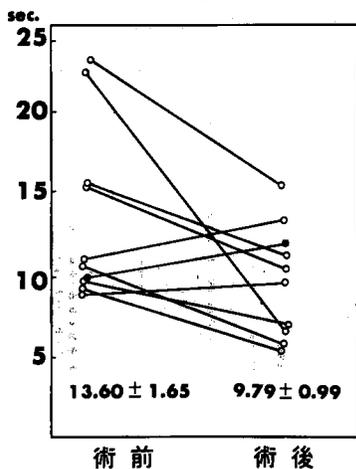
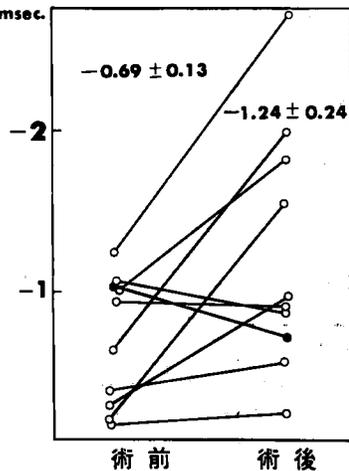


図3 左肺下降脚勾配の変化(平均値±標準誤差)



前群平均値は 1.78 ± 0.29 c/160msec. で術後平均値は 3.45 ± 0.44 c/160msec. であり、術後の勾配上昇は3症例を除いて著明であった(図4). 症例6では術前値が 2.09 c/160msec. であったが、術後値は 1.28 c/160msec. と勾配は低下していた.

IV-1-d 左室下降脚勾配の術前、術後の変化

左室下降脚勾配の術前群の平均値は -0.81 ± 0.14 c/160msec. で、術後群値は -1.65 ± 0.28 c/160msec. となり有意の差 ($P < 0.05$) をもって勾配は増加していた(図5). 勾配の減少をみたのは不変症例の1例のみで、その術前値は -0.57 c/160msec. で術後値は -0.42 c/160msec. であった. 他に勾配の増加

図4 左室上昇脚勾配の変化 (平均値 ± 標準誤差)

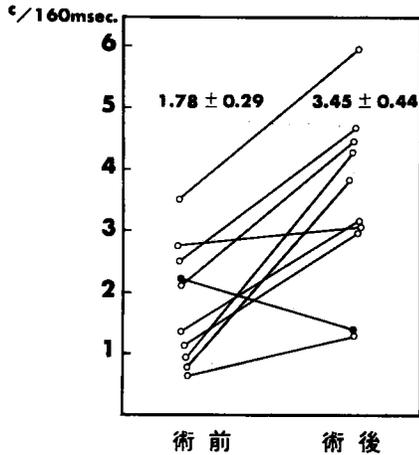
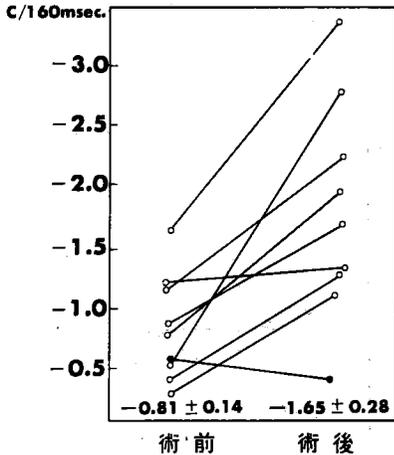


図5 左室下降脚勾配の変化 (平均値 ± 標準誤差)



が軽度であった1症例があったが、その他の症例では勾配の増加は著明であった(なお図5の中で症例数が9例になっているのは術前検査で、R I 注入後40.96秒を経ても、はっきりとは左室下降脚がみられず測定不能であった症例1を除外したため、本文中の以後の左室下降脚勾配に関するデータからも同症例を除外している).

IV-2 全症例における各パラメーターの術前、術後の変化

全症例を対照群、術前群、術後群の3群にわけ、各パラメーターの比較を行った. 対照群は10例、術前群は24例、術後群は13例(検査回数は18回)である. ただし左室下降脚勾配に関するデータは術前群23例、術後群12例(検査回数は17回)である.

IV-2-a 右室左室 peak to peak time

対照群値は 6.26 ± 0.52 秒, 術前群値は 12.25 ± 0.88 秒, 術後群値は 9.86 ± 0.66 秒である(図6). 術前群値、術後群値はそれぞれ対照群値と有意差がある ($P < 0.05$). しかし術前群値と術後群値には有意の差はない.

IV-2-b 左肺下降脚勾配

対照群値は -1.72 ± 0.22 c/160msec., 術前群値は -0.60 ± 0.07 c/160msec., 術後群値 -1.19 ± 0.15 c/160msec. で(図7), 対照群値と術前群値との間に有意差があり ($P < 0.01$), さらに術前群値と術後群値の間にも有意差があった ($P < 0.05$). しかし対照群値と術後群値の間には有意差がなく、術後の肺の血流改善を示している.

VI-2-C 左室上昇脚勾配

図6 Peak to Peak Time (平均値 ± 標準誤差)

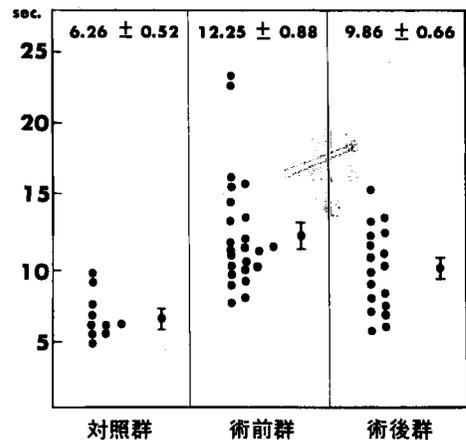


図7 左肺下降脚勾配 (平均値 ± 標準誤差)

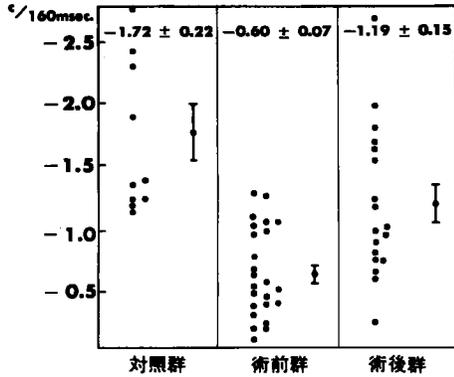


図8 左室上昇脚勾配 (平均値 ± 標準誤差)

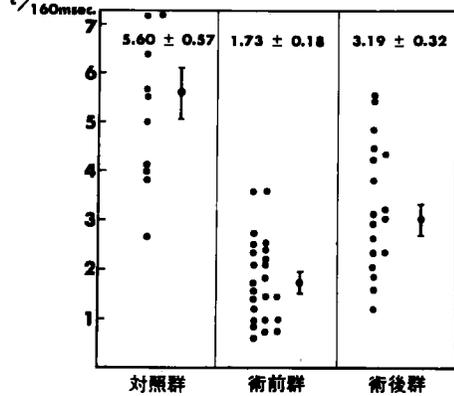
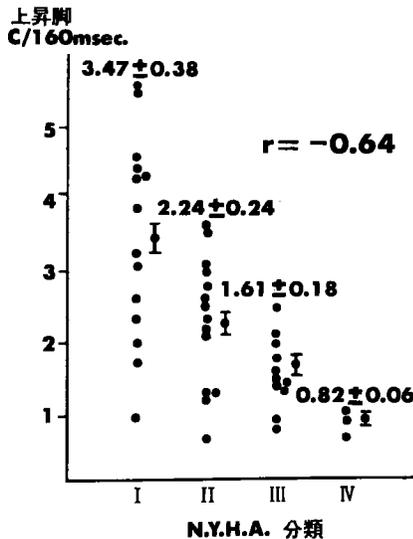


図9 左室上昇脚勾配とN.Y.H.A.分類 (平均値 ± 標準誤差)



対照群値は $5.60 \pm 0.57 c/160 \text{ msec.}$, 術前群値は $1.73 \pm 0.18 c/160 \text{ msec.}$, 術後群値は $3.19 \pm 0.32 c/160 \text{ msec.}$ である(図8). 術前群の勾配低下は著明である. 対照群と術前群, 術前群と術後群の間にはそれぞれ有意の差 ($P < 0.05$)がある. NYHA 重症度分類と僧帽弁疾患群の術前値と術後値との比較でも, 重症度が增加するにしたがい, 勾配低下は著明となり, 左室上昇脚勾配と僧帽弁疾患の重症度とはよい負の相関関係にある. すなわち NYHA 分類のI度は14例で左室上昇脚勾配は $3.47 \pm 0.38 c/160 \text{ msec.}$,

図10 左室下降脚勾配 (平均値 ± 標準誤差)

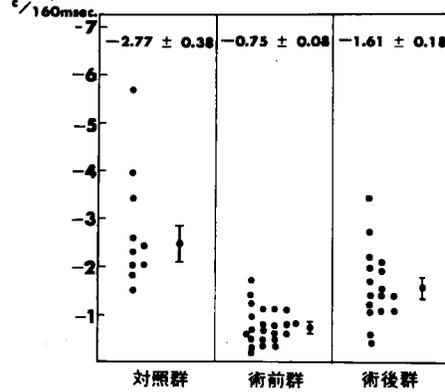
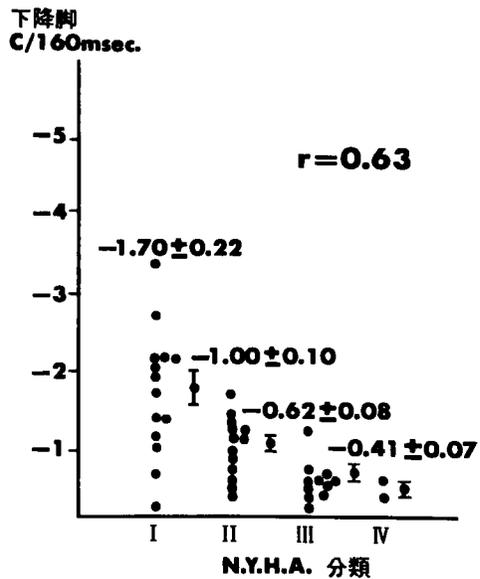


図11 左室下降脚勾配とN.Y.H.A.分類 (平均値 ± 標準誤差)



II度は14例で 2.24 ± 0.24 c/160 msec., III度は11例で 1.61 ± 0.18 c/160 msec., IV度は3例で 0.82 ± 0.06 c/160 msec. で, 相関係数は $r = -0.64$ であった。(図9).

IV-2-d 左室下降脚勾配

対照群値は -2.77 ± 0.38 c/160 msec., 術前群値は -0.75 ± 0.08 c/160 msec., 術後群値は -1.61 ± 0.18 c/160 msec. であった(図10). 3者の間に有意の差がある($P < 0.05$). NYHA重症度分類と僧帽弁疾患群全例の左室下降脚勾配との比較では, I度は14例で -1.70 ± 0.22 c/160 msec., II度は14例で -1.00 ± 0.10 c/160 msec., III度は11例で -0.62 ± 0.08 c/160 msec., IV度は2例で -0.41 ± 0.07 c/160 msec. であり, 相関係数は $r = 0.63$ であった(図11).

V 考 案

DAP 5000-2は2チャンネルで2ヶ所にROIが設置でき, 右室と左室の同時のRI稀釈曲線をえるのに有利であり, 右室左室 peak to peak time は容易に算出でき, またRI注入より左室流出までの時間の計算も容易であった.

測定時間は血液の一回体循環時間⁴⁾にもとづき決定した. 注入したRIが一回の体循環をうる十分な時間を40秒と想定し, DAP 5000-2のデータサイズが256が最大であるため, 40秒を256で除した160 msec. を単位時間とした.

測定した各パラメーターが脈拍数により影響され易いことは衆知の事実であり, 常に一定の脈拍数下で検査を行わねばならない. 被検者を約5~10分間仰臥位, 安静にし, 脈拍数を60/分~90/分に安定させ, また手術直後には患者は手術の影響で脈拍数が不安定であるため, 手術の影響がなくなる術後2週間後に検査を行った. したがって本論文の各パラメーターの測定時の心拍数はほぼ一定であり, 心機能の評価を左右するといわれる要素⁵⁾の1つである脈拍数の影響は除外できたと考えられる.

右室左室 peak to peak time は右室左室間循環時間を表わしており, 自験例の正常値は 6.26 ± 0.52 秒である. Jones ら⁶⁾は肺循環時間として 6.6 ± 1.1 秒, Burke ら⁷⁾は右心左心循環時間として 5.5 ± 1.2 秒とほぼ近い値を報告している. しかしながら僧帽弁疾患術前群値は自験例が 12.25 ± 0.88 秒であり, Jones らの僧帽弁疾患患者の肺循環時間は 9.2 ± 1.7 秒, Burke らは右心左心循環時間として 10.1 ± 3.6 秒と報告しており, 自験例でやや延長しているが, いず

れにしても僧帽弁疾患患者の右室左室循環時間は正常値に比し著明に延長していた. 僧帽弁狭窄症では僧帽弁狭窄のため血流速度が減少する. 左房での流速の減少は左房圧を上昇させ, 肺静脈圧, 肺動脈圧の上昇をきたしついで肺血管抵抗が増大する. このことはさらに肺における流速を減少させその結果として右室左室 peak to peak time の延長がみられる. 僧帽弁閉鎖不全症の場合は血流が to and fro となるために流速が減少し, さらに閉鎖不全による左房圧の上昇は, 肺血管抵抗を容易に増加させ, 右室左室 peak to peak time は延長する. しかし右室左室 peak to peak time の延長は僧帽弁疾患以外の疾患, たとえば三尖弁閉鎖不全症, 右室流出路狭窄, 肺動脈弁狭窄等の右室からの流出障害を呈する疾患でもみられ, これらとの鑑別が重要である. とくに右心不全を併発した僧帽弁疾患との鑑別は困難であろう. 右心不全を伴っていない僧帽弁疾患では, 右房での血行動態は正常であり, 右房で血流が遅延する三尖弁閉鎖不全症とは右房 RI 稀釈曲線で鑑別は可能である. すなわち三尖弁閉鎖不全症では右房稀釈曲線下降脚の平坦化がみられる.⁸⁾ 右心不全を伴わない肺動脈弁狭窄, 右室流出路狭窄との鑑別は, 右室稀釈曲線下降脚の平坦化, 肺血流量減少による左肺稀釈曲線の平坦化のため鑑別可能であると考えられる. 僧帽弁疾患では, 術後は狭窄, 閉鎖不全が解消するため, 右室左室 peak to peak time は短縮する. 術前値, 術後第1回の検査値を指標とし, 術後長期間にわたる経過観察に有用であると考えられた.

左肺のROIで, RIの流出量が流入量を上まわると左肺RI稀釈曲線は下降をはじめ. これが左肺下降脚である. その勾配の緩急はRIの増減の程度と血流速度すなわち左肺からのRIの流出の状態により決定されると思われる. 術前群の勾配減少は, 僧帽弁狭窄では狭窄による肺の血流速度の減少, 閉鎖不全では to and fro の血流による左房圧の上昇による肺血流速度の減少により表わされていると考えられる. したがって術後群での勾配増加は肺における血流の遅延の消失すなわち血流の改善を示しているものと解せる.

末梢静脈に bolus として注入されたRIの左心室内での経時的変化は, 左室内に漸次高濃度のRIが流入してくるため, RI濃度は漸次上昇し, 左室RI稀釈曲線の上昇脚部を構成する. 左室内はやがて最高濃度に達する. これが左室RI稀釈曲線のピークである. やがて高濃度のRIは大動脈へ流出し,

RI の流出量が流入量を上まわり、左室内 RI は漸次減少し、左室 RI 稀釈曲線は下降する。これが左室下降脚である。故に左室上昇脚勾配は左室への血液流入状態を表わしており、左室下降脚勾配は左室からの血液流出状態を表わしているものと思われる。

左室上昇脚勾配の低下は、単位時間での左室への流入血液量の減少を示している。僧帽弁狭窄症の循環動態の特徴の1つとして、僧帽弁口狭窄のための1回心拍出量の減少があげられているが⁹⁾これは弁口狭窄のために左室への単位時間内の流入血液量の減少によりおこるものと思われ、この現象は左室上昇脚勾配の低下として表わされていると考えられた。自験例では左室上昇脚勾配は正常値は 5.60 ± 0.57 c/160msec. に対し、術前群値は 1.73 ± 0.18 c/160 msec. と有意に低下していた。

左室下降脚勾配は左室からの血液流出の状態を示しており、左室ポンプ機能の指標としての一回心拍出量、駆出分画等^{11) 12)}を表わすパラメーターである。すなわち左室からの単位時間内の血液流出量を表わしている。しかし逆流の存在(左室から左房への逆流あるいは、大動脈から左室への逆流)する場合にはこの逆流量も左室下降脚の成分に加わっている。僧帽弁閉鎖不全症の存在する場合は、左室から左房へ逆流した血液は左房拡張期に再び左室に入り、結果的には血中のRIが左室内に存在する時間が延長する。これは大動脈へのRI流出の相対的遅延であると考えられ、左室下降脚勾配の減少として表わされている。しかし左室から血液の流出障害を呈し、僧帽弁閉鎖不全症との鑑別を要する代表的なものとして大動脈弁疾患が考えられる。大動脈弁狭窄症では駆出期ならびに全収縮期の延長¹³⁾により、大動脈弁閉鎖不全症では大動脈から左室への血液の逆流のために、RIの左室停滞時間が延長し、左室下降脚勾配が減少する。したがって左室下降脚勾配のみでは僧帽弁閉鎖不全症と大動脈弁疾患との鑑別は困難であるが、大動脈弁狭窄症においては左心不全のない代償期であれば、左房への循環動態におよぼす影響は小さく、肺循環動態におよぼす影響は無視できると考えられる。¹⁴⁾大動脈弁閉鎖不全症においても左心不全のない代償期では、逆流が少ない症例では逆流は拡張期後半におこり、すでに左室は左房からの流入血液で充満されており、左房から左室への血液流入にはあまり影響を与えないと思われ、逆流が多い場合には、逆流は左室拡張期早期におこるが僧帽弁が開いていないので左房からの血流には影響しな

い。^{14) 15)}以上の如く逆流の多少、いかにすれば逆流口の大小にはかわらずほとんど肺循環には影響を与えないので、右室左室 peak to peak time、左肺下降脚勾配は大動脈弁疾患にあまり左右されず比較的正常値に近い値を示す。したがって右室左室 peak to peak time、左肺下降脚勾配などのパラメーターにより、僧帽弁閉鎖不全症と大動脈弁疾患との鑑別は可能であると考えられる。

しかし心不全状態、連合弁膜疾患、短絡疾患と僧帽弁疾患の合併症例におけるRCGによる僧帽弁機能の評価は困難であると考えられ、RCGにも限界がある。心不全状態における僧帽弁疾患では、末梢静脈より注入したRIは左室流出までに長時間を要し、右室、左肺、左室のRI稀釈曲線は上昇脚、下降脚とも極度に平坦化する。これが心不全時のRCGの特徴である。心不全を伴った閉鎖不全優位の狭窄閉鎖不全の自験例では、RI注入より左室稀釈曲線のピークまでに約36秒間を要し、すべての稀釈曲線の平坦化が著明で、右室左室 peak to peak time が23.36秒であった。連合弁膜疾患では、各稀釈曲線に合併弁膜疾患の循環動態が同時に記録されるため、各稀釈曲線の解析は困難なことが多い。たとえば著者が経験した僧帽弁狭窄症兼大動脈弁閉鎖不全症では、右室左室 peak to peak time の延長、左肺下降脚勾配の減少、左室上昇脚勾配の低下、左室下降脚勾配の減少がみられ、RCGでは僧帽弁狭窄閉鎖不全症を思わせたが、心血管造影にて、僧帽弁狭窄兼大動脈弁閉鎖不全症と診断された。僧帽弁疾患と短絡疾患の合併した症例においても、狭窄、逆流と短絡との循環動態を分離することは困難であった。以上のように心不全時の僧帽弁機能の評価、連合弁膜疾患における弁機能の評価、短絡疾患と合併した僧帽弁機能の評価などが今後の課題として残されていると考えられる。

僧帽弁疾患は手術により寛解したとしても術後に多くの問題を有している。循環動態に関する合併症としては再狭窄、逆流の発生、移植弁の機能不全などがあげられる。再狭窄の発生頻度は術後5年から10年で、約10~40%^{16) 17) 18) 19)}といわれており、Bakerら²⁰⁾によれば1年で1%ずつの再狭窄の増加があると報告している。逆流の発生も拡張器の使用、弁の石灰化の強いものほど逆流発生率は高くなっている。^{21) 22)}これらの術後合併症の早期発見のために、頻回の循環動態検査は不可欠であり、RCGによる循環動態検査は有効なる一手段と考えられる。

僧帽弁疾患の重症度を表わす指標として、主観的判定による分類であるが、NYHA分類が最も広く用いられている。著者のおこなったRCGの研究よりNYHA分類と、左室上昇脚勾配、左室下降脚勾配との相関関係は、前者では相関係数 $r = -0.64$ 、後者では $r = 0.63$ とほぼ同様の相関をえ、RCGの左室上昇脚勾配、左室下降脚勾配による重症度分類がNYHA分類に客観的要素を加味したと考えられる。

IV 結 語

僧帽弁疾患患者に対し、RCGをおこない、そのR I 稀釈曲線を求め、右室左室 peak to peak time, 左肺下降脚勾配, 左室上昇脚勾配, 左室下降脚勾配より、術前、術後の循環動態を判定し、NYHA分類との相関を求め、本論文で論じた右室左室 peak to peak time, 左肺下降脚勾配, 左室上昇脚勾配, 左室下降脚勾配は僧帽弁疾患患者の診断および、経過観察に有力な診断法であることを証明した。すなわち本疾患では右室左室 peak to peak time は延長し、左肺下降脚勾配, 左室上昇脚勾配, 左室下降脚勾配はすべて減少し、術後は各パラメーターとも対照群値(正常値)に近づいていた。NYHA分類との相関

関係でも、左室上昇脚勾配値では相関係数 $r = -0.64$ 、左室下降脚勾配では $r = 0.63$ を得て、NYHA分類の重症度を客観的に評価することができた。

RCGは僧帽弁疾患の循環動態をよく反映しており、本疾患に対する有力な情報源の一つとして、診断に、手術効果の判定にまた術後長期にわたる経過観察の手段として有用な一方法であると考えられた。

稿を終るに臨み、終始ご指導、ご校閲をたまわった恩師砂田輝武教授、中山沃教授、寺本滋助教授に絶大なる感謝の意を捧げるとともに、終始ご指導をたまわった関洲二講師、終始ご援助をたまわった妹尾嘉昌講師、藤原巍元講師(現川崎医大助教授)に深謝いたします。また核医学につきご指導をたまわった岡山大学放射線科田辺正忠助教授、玉井豊理講師、アイソトープ室穂山隆夫技官、コンピューターにつき御指導をたまわった岡山大学計算機センター川端親雄助教授、岡山大学工学部大崎紘一助教授に深謝いたします。あわせて本研究に際し終始ご援助、ご協力をいただいた岡山大学第2外科心血管グループの諸兄に深謝いたします。

なお本論文の要旨は、第28回日本胸部外科学会総会および第16回日本脈管学会総会において発表した。

文 献

- 1) Prinzmetal, U., Carday, E., Bergman, H. C., Schwartz, L. and Spitzler, R. L. : Radiocardiography : A new method for studying the blood flow through the chamber of the heart in human beings. *Science*, **108** : 340, 1948.
- 2) Prinzmetal, U., Carday, E., Spitzler, R. L. and Flieg, W. : Radiocardiography and its clinical applications. *JAMA*, **139** : 617, 1949.
- 3) Rosenthal, L. : Nucleographic screening of patients for left-to-right cardiac shunts. *Radiology*, **99** : 106, 1971.
- 4) 斉藤宗靖, 平川顕名, 本原征一郎, 山田伸彦 : Radioisotope による血流測定. 血流測定. 医学書院, 東京. 1974.
- 5) 第37回日本循環器学会会長要望研究課題 : 心機能に関する諸指標の現状. 1973.
- 6) Jones, R. H., Sabiston, D. C. Jr., Bate, B. B., Morris, J. J., Anderson, P. A. W. and Goodrich, J. K. : Quantitative radionuclide angiography for determination of chamber to chamber cardiac transit time. *Am. J. Cardiol.*, **30** : 855, 1972.
- 7) Burke, G., Halko, A. and Goldberg, D. : Dynamic clinical studies with radioisotope and the scintillation camera : IV. ^{99m}Tc -sodium pertechnetate cardiac blood flow studies. *J. Nucl. Med.*, **10** : 270, 1969.
- 8) Mishkin, F. S. and Prosin, M. A. : Radionuclide angiographic confirmation of tricuspid insufficiency. *J. Nucl. Med.*, **15** : 205, 1974.

- 9) Mishkin, F. S. and Mishkin, M. E. : Documentation of tricuspid regurgitation by radionuclide angiography. *Brit. Heart J.*, **36** : 1019, 1974.
- 10) 曲直部寿夫, 藤本淳 : 僧帽弁膜症の肺動脈高血圧の病態生理. *呼吸と循環*. **4** : 41, 1956.
- 11) Schelbert, H. R., Verba, J. W., Johnson, A. D., Brock, G. W., Alazraki, N. P., Rose, F. J. and Ashburn, W. L. : Non traumatic determination of left ventricular ejection fraction by radionuclide angiography. *Circulation*, **51** : 902, 1975.
- 12) 北畠頭 : 心臓, 血管系におけるR I 動態のデジタルシミュレーション. *日内会誌*. **61** : 1172, 1972.
- 13) 浅野献一 : 弁膜症. *胸部外科*, **27** : 1000, 1974.
- 14) Friedberg, C. K. : *Disease of the heart*. N. B. Saunders : Philadelphia, 1966.
- 15) 日野原茂雄 : 大動脈弁膜症. *循環器の臨床*. 朝倉書店. 東京. 1975.
- 16) Wilcken, D. E. L. : Mitral valvotomy and restenosis. *Brit. Med. J.*, **1** : 608, 1960.
- 17) Harken, D. E., Black, H., Taylor, W. J., Thrower, W. B. and Ellis, L. B. : Reoperation for mitral stenosis. A discussion of postoperative determination and methods of improving initial and secondary operation. *Circulation*, **23** : 7, 1961.
- 18) Belcher, J. R. and Gupta, R. L. : Restenosis of mitral valve : A study of 100 cases treatment by operation. *Brit. Med. J.*, **1** : 871, 1964.
- 19) 曲直部寿夫, 清水幸宏 : 僧帽弁疾患, h. 僧帽弁膜症手術の遠隔成績. *現代外科学大系*. 31B. 中山書店 東京, 1974.
- 20) Baker, C. and Hancock, W. E. : Deterioration after mitral valvotomy. *Brit. Heart J.*, **22** : 281, 1960.
- 21) Otto, J. J. : Surgical treatment of mitral stenosis. *Thorax*, **19** : 541, 1964.
- 22) Kitchin, A. and Turner, R. : Calcification of mitral valve. *Brit. Heart J.*, **29** : 137, 1967.

The study of hemodynamics of mitral valvar diseases by radiocardiogram.

Tsuneyuki ITANO

Department of Surgery, Okayama University Medical School

(Director : Prof. Terutake Sunada, M.D.)

Mitral valvar diseases would be ones in which hemodynamic study was frequently required to follow up patients, regardless of undergoing surgical treatment. Therefore, it would be ideal if hemodynamic study could be done under non-invasive technique. In this respect RI cardiograph (radiocardiograph) seems to be suitable because a needle puncture to inject a dose (10 mCi) of radioisotope (^{99m}Tc pertechnetate) is only one thing to be done under invasive technique.

This study is to show applicability of RCG and to determine criteria for its use. Instrumentation employed for data processing was DAP 5000-2 (Toshiba, Ltd. Tokyo, Japan) and the data obtained were processed by computer. RI dilution curves recorded on the right ventricle, the left lung, the left ventricle were analyzed to obtain following parameters, namely interventricular peak to peak time, down-slope of RI dilution curve of the left lung, and the up- and the down-slopes of RI dilution curves of the left ventricle.

Patients studied were 37 ranging from 15 to 64 years of age. Preoperatively, interventricular peak to peak time was prolonged and RI dilution curves of the left lung and the left ventricle were widened. Postoperatively these parameters were resumed to normal or close to normal. Coefficient of correlation (r) of up-slope of the left ventricle to NYHA classification was turned out to be -0.64 and that of down-slope to NYHA to classification was 0.63 .

It was concluded that the parameters studied, including down-slope and up-slope of RI dilution curves of the left ventricle and down-slope of the left lung, reflected reasonably well hemodynamic alterations of patients with mitral valvar diseases, and that RCG should have great advantage for following up patients with mitral valvar diseases because of its non-invasive technique and ready repeatability.