

心エコー図による外科的大動脈弁輪径の計測：手術所見との対比および非リウマチ性大動脈弁閉鎖不全症における臨床的意義

Two-dimensional echocardiographic measurement of the surgical aortic ring: Its clinical significance in non-rheumatic regurgitation and in predicting the sizes of prosthetic valves

樫田 光夫
桑子 賢司
常吉 秀男
竹内 弘明
山口 徹
古田 昭一
遠田 栄一*
町井 潔**

Mitsuo KASHIDA
Kenji KUWAKO
Hideo TSUNEYOSHI
Hiroaki TAKEUCHI
Tetsu YAMAGUCHI
Shoichi FURUTA
Eiichi TOUDA*
Kiyoshi MACHII**

Summary

The purpose of the present study was to determine the usefulness of two-dimensional echocardiographic measurements of the surgical aortic ring diameters (ARDs) in predicting correct sizes of the prosthetic valves and in determining the mechanisms of aortic regurgitation.

Forty patients with aortic regurgitation who underwent prosthetic valve surgery, and 20 normal controls were selected for the study. The 40 patients consisted of 21 with rheumatic aortic regurgitation (RHD group), and 19 with non-rheumatic non-inflammatory aortic regurgitation (non-RHD group). Aortic regurgitation due to annuloaortic ectasia with or without the stigmata of Marfan's syndrome and bicuspid aortic valves were excluded from the non-RHD group.

Echocardiographic estimates of the ARDs proved to be useful for predicting prosthetic valve sizes considering the good correlation between the echocardiographic and direct measurements ($r=0.814$), despite a slight tendency to echocardiographic underestimation.

三井記念病院 循環器センター

*同 中央検査部

東京都千代田区神田和泉町1 (〒101)

**東邦大学医学部 第三内科

東京都目黒区大橋 2-17-6 (〒153)

Center for Cardiovascular Disease, and *Central Clinical Laboratory, Mitsui Memorial Hospital, Kanda-Izumi-cho 1, Chiyoda-ku, Tokyo 101, and **The Third Department of Internal Medicine, Toho University Medical School, Ohashi 2-17-6, Meguro-ku, Tokyo 153

Received for publication November 5, 1984; accepted December 3, 1984 (Ref. No. 24-19)

The ARDs was 24.7 ± 3 mm in the RHD group, 28.8 ± 2.9 mm in the non-RHD group and 21.8 ± 1.7 mm in the normal controls. The ARDs in the RHD group was significantly larger than that of the normal controls ($p < 0.001$), and the ARDs of the non-RHD group was significantly larger than that of the RHD group ($p < 0.001$). There were loose correlations between the ARDs and left ventricular end-diastolic dimension, and between the ARDs and left ventricular end-systolic dimension in the RHD group ($r = 0.549$ and $r = 0.455$, respectively), but there were no correlations between these two parameters in the non-RHD group. In four patients with aortic regurgitation in the non-RHD group, mitral regurgitation coexisted. Both the ARDs and the mitral ring dimension were markedly increased in these patients.

It is concluded that in the non-RHD group, marked dilatation of the ARDs appears to be one of the cause of aortic regurgitation.

Key words

Non-rheumatic aortic regurgitation

Aortic ring diameter

Two-dimensional echocardiography

はじめに

大動脈弁置換術に際し、人工弁縫着部位の大動脈弁輪径を術前に知ることは、人工弁の大きさ、種類、および術式の決定上、重要である。非侵襲的には以前より M モード心エコー図による外科的弁輪径の計測が試みられて来たが¹⁻⁴⁾、M モード法では計測部位の同定が困難で、良好な結果は得られていない。近年、M モード法に代って心エコー図診断の主流を占めるに至った断層法は、大動脈弁のみならず、弁の付着する大動脈基部の解剖と機能を知る上で有力な方法である。しかしながら、現在までのところ、大動脈弁輪の計測とその臨床的意義についての論文はほとんどない。

今回の研究の第一の目的は、断層心エコー図により人工大動脈弁縫着部位での弁輪径、いわゆる外科的大動脈弁輪径 (ARDs) を計測し、手術時の実測値と対比し、その臨床的有用性を検討することである。第二の目的は、リウマチ性および非リウマチ性大動脈弁閉鎖不全の ARDs, および大動脈基部径 (AOD) を計測し、両群の測定値の比較より、非リウマチ性大動脈弁閉鎖不全の心エコー図上の特徴、またその閉鎖不全発生機転を推定しようとするものである。

対象と方法

対象は健常者 20 例、および大動脈弁置換術を施行した大動脈弁閉鎖不全症のうち、大動脈弁基部断層心エコー図が計測可能な 66 例である。これらを手術時所見と病理学的所見から、リウマチ群 (RHD 群) 21 例と、その他の病因による 45 例に分類した。リウマチ群は弁尖の肥厚、硬化および癒合を認め、組織学的にも炎症性変化を有する群である。またその他の病因による 45 例のうち、感染性心内膜炎 17 例、大動脈炎症候群 4 例、大動脈弁輪拡大症 (annuloaortic ectasia) 3 例、二尖弁 2 例の病因のはっきりした症例は今回の研究から除外し、残りの 19 例を非リウマチ群 (non-RHD 群) とした。すなわちこの 19 例は、リウマチ熱やその他の炎症性変化が大動脈弁や大動脈基部になく、また先天的要因である二尖弁や Marfan 症候群、ないしその不全型に認められる大動脈の著しい拡大を認めない症例である。病理学的には、弁縁の軽度の硬化を除き、大動脈弁と僧帽弁の弁体には肥厚や硬化がほとんどなく、交連の癒合も認めない。性、年齢の内訳を Table 1 に示した。

心エコー図装置は東芝製 SSH-11A セクター電子走査型超音波診断装置を使用し、第 3 ないし第 4 肋間胸骨左縁で得られた大動脈基部の長軸断面を、拡張末期でポラロイドフィルムに記録し

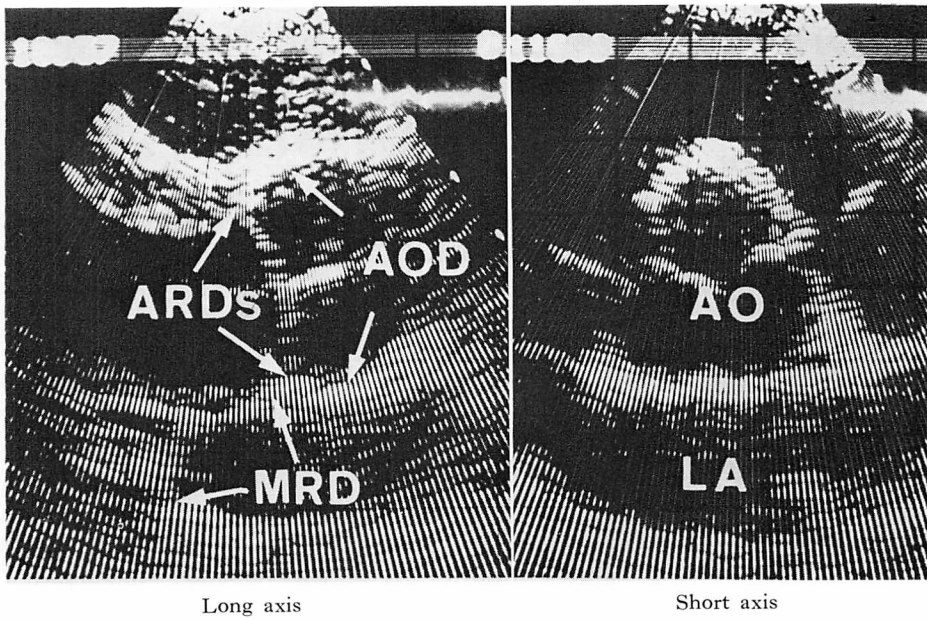


Fig. 1. Measurement of aortic ring dimension (ARDs), aortic dimension (AOD), and mitral ring dimension (MRD) by two-dimensional echocardiography.
AO=aorta; LA=left atrium.

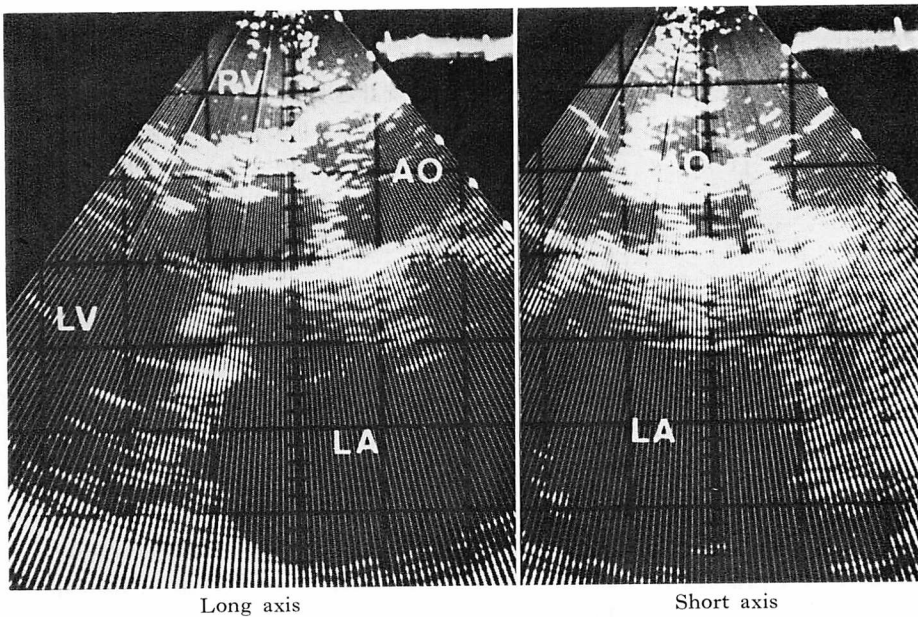


Fig. 2. Echocardiograms of a 58-year-old man with rheumatic aortic regurgitation.
A marked thickening of the mitral and aortic valves and commissural fusion are demonstrated.
AO=aorta; LV=left ventricle; LA=left atrium.

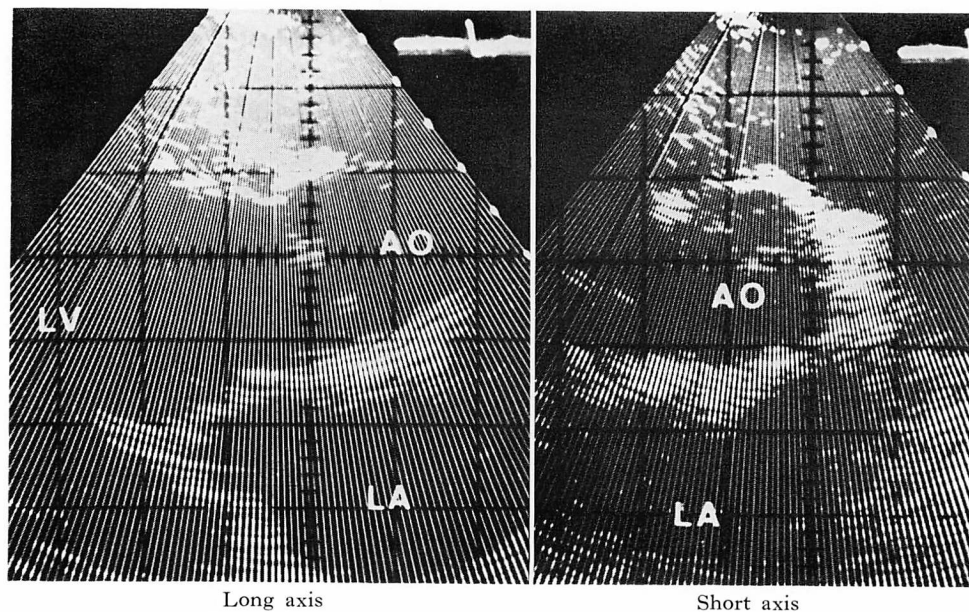


Fig. 3. Echocardiograms of a 47-year-old man with non-rheumatic aortic regurgitation.
 No valvular thickening or commissural fusion are observed.
 AO=aorta; LA=left atrium; LV=left ventricle.

Table 1. Numbers, sex, and mean age of the subjects

	Cases	Male	Female	Mean ages
Normal control	20	14	6	45±10
RHD	21	13	8	42±10
Non-RHD	19	18	1	39±10

た。それより Fig. 1 に示すごとく、手術時の人工弁縫着部位である心室中隔と大動脈壁の接合部位と僧帽弁輪間の距離、すなわち断層心エコー図上では右冠尖の付着部から無冠尖の付着部までを計測し、ARDs とした。また Valsalva 洞の最大径を AOD とし、僧帽弁輪径 (MRD) は桑子の方法⁵⁾により、僧帽弁前尖基部の屈曲点から後尖付着部までを計測した。同時に記録した M モード心エコー図により、左室拡張末期径 (LVDd) と左室収縮末期径 (LVDs) を計測した。Figs. 2, 3 に RHD 群, non-RHD 群の実例を示した。

手術時の大動脈弁輪径の計測は、弁切除後に

2 mm 毎の sizer を通し、ゆとりを持って通過する最大径とした。

統計処理は、群間の検定は多群間比較、その他は単回帰分析で行ない、有意差は 95% の信頼度をもって有意とした。本文中の数値はすべて平均値±標準偏差で示した。

結 果

1. 外科的大動脈弁輪径 (ARDs) と手術時大動脈弁輪径

Fig. 4 に断層心エコー図から計測した ARDs と、手術時大動脈弁輪径を対比して示した。黒丸は RHD 群, 白丸は non-RHD 群である。両者は $r=0.814$ と良好な相関を示したが、断層心エコー図による計測は過少評価する傾向にあった。RHD 群, non-RHD 群の両群で相関に有意差はなかった。

2. 各群における ARDs の比較

Fig. 5 に各群ごとの ARDs を示した。正常群

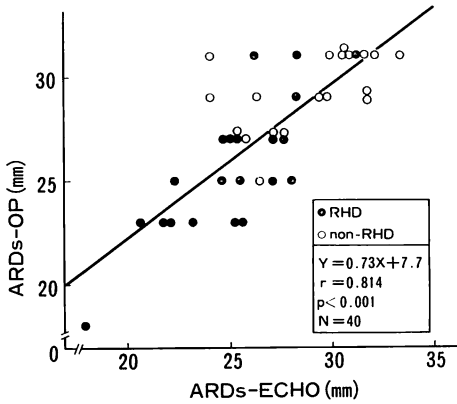


Fig. 4. Relationship between echocardiographic and direct measurements of surgical aortic ring dimensions.

Open circles: RHD group (RHD: rheumatic aortic regurgitation), closed circles: non-RHD group (non-RHD: non rheumatic aortic regurgitation).

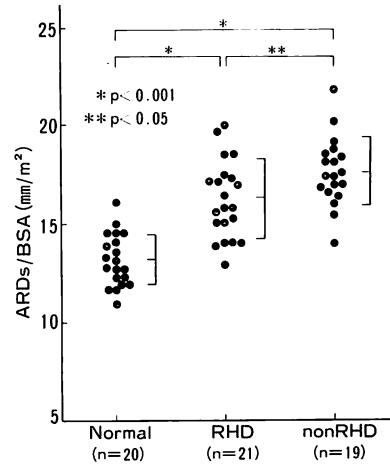


Fig. 6. ARDs/body surface area in each group.
Normal: 13.2 ± 1.3 mm; RHD: 16.3 ± 2.0 mm; non-RHD: 17.7 ± 1.7 mm (mean \pm SD).

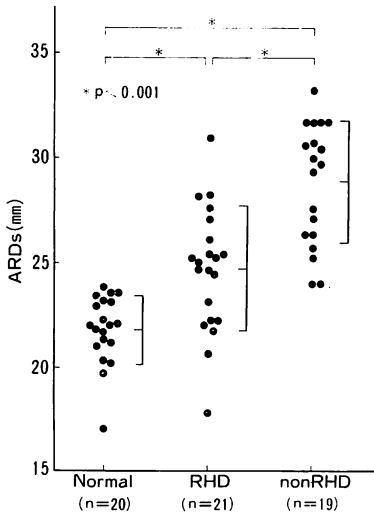


Fig. 5. ARDs in each group.
Normal: 21.8 ± 1.7 mm; RDH: 24.7 ± 3.0 mm; non-RHD: 28.8 ± 2.9 mm (mean \pm SD).

の 21.8 ± 1.7 mm に対し, RHD 群では 24.7 ± 3.0 mm と有意の拡大を認め ($p < 0.001$), non-RHD 群では 28.8 ± 2.9 mm で, RHD 群および正常群に対して有意の拡大を示した ($p < 0.001$). また Fig. 6 に示すごとく, ARDs を体表面積で補正

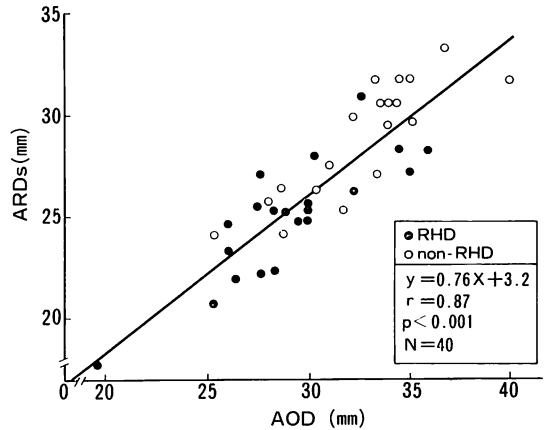


Fig. 7. Relation between ARDs and AOD.
Closed circles: RHD; open circles: non-RHD.
ARDs=surgical aortic ring dimension; AOD= aortic ring dimension.

した値でも, 各群間に有意差を認めたが, RHD 群と non-RHD 群間の有意差は $p < 0.05$ で, 補正值における方が低かった.

3. ARDs と AOD の比較

以前より大動脈径の計測部位となっている AOD と ARDs を比較した. Fig. 7 に示すごとく

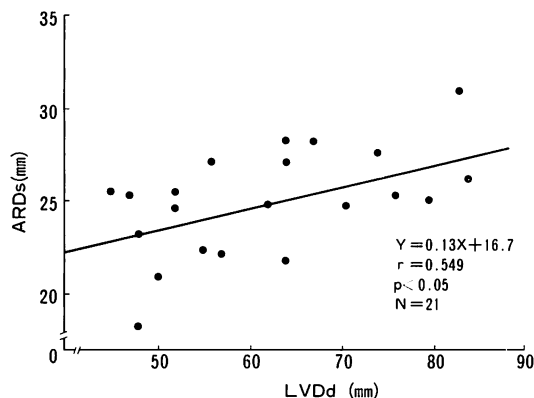


Fig. 8-1. Relation between ARDs and LVDd in the RHD group.

ARDs=surgical aortic ring dimension; LVDd=left ventricular diastolic dimension.

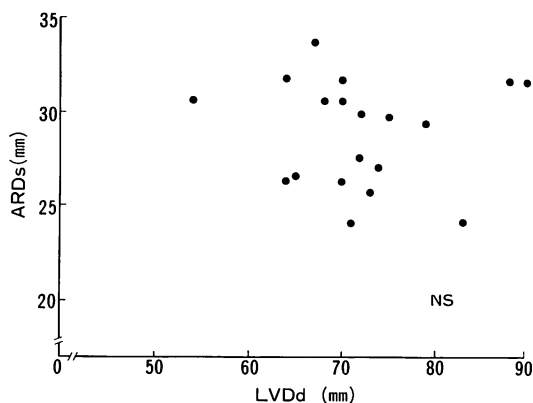


Fig. 8-2. Relation between ARDs and LVDd in the non-RHD group.

く, $r=0.869$ と良好な相関を示した.

4. ARDs と LVDd, LVDs の比較

Fig. 8 に RHD 群, non-RHD 群における ARDs と LVDd の関係を示した. RHD 群では $r=0.549$ と相関は低かったが ($p<0.05$), non-RHD 群では全く相関がなかった. **Fig. 9** に同様に, ARDs と LVDs の関係を示した. LVDd と同様に, RHD 群では相関があり, non-RHD 群では相関はなかった.

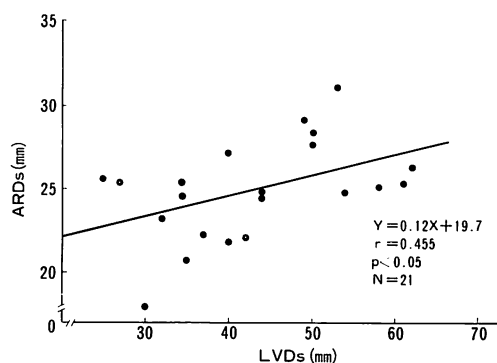


Fig. 9-1. Relation between ARDs and LVDs in the RHD group.

ARD=surgical aortic ring dimension; LVDs=left ventricular systolic dimension.

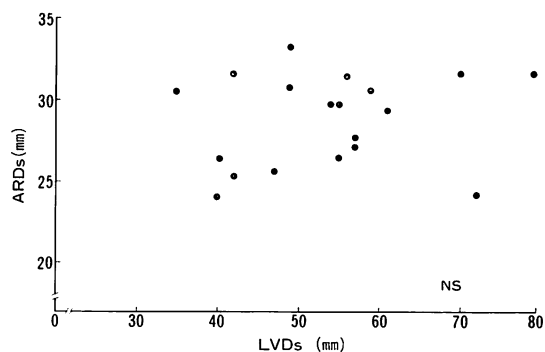


Fig. 9-2. Relation between ARDs and LVDs in the non-RHD group.

5. ARDs と MRD の比較

大動脈弁輪径の拡大と僧帽弁輪径の拡大の関係を調べるため, 両者の検討を行なった (**Fig. 10**). しかし RHD 群, non-RHD 群の両者間に相関は認められず, 各群ごとの検討でも相関は認められなかった. また non-RHD 群のうち矢印で示した4例は大動脈弁閉鎖不全と僧帽弁閉鎖不全の合併例であり, すべて二弁置換を行なった症例である. これらの症例では両弁輪ともに著明な拡大を認めた.

6. Non-RHD 群症例の摘出弁病理所見

切除弁の肉眼的所見は, ほとんどの症例で三弁

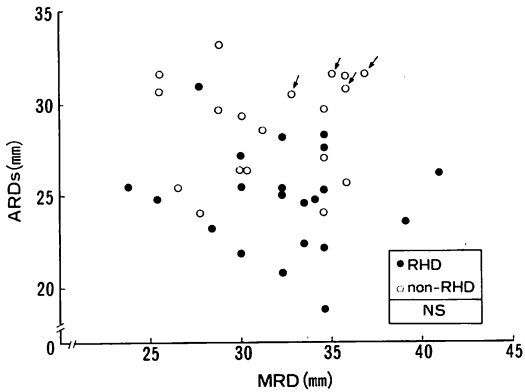


Fig. 10. Relation between ARDs and MRD.

Closed circles: RHD, open circles: non-RHD.

Arrows indicate 4 cases with non-rheumatic aortic and mitral regurgitation.

ARDs=surgical aortic ring dimension; MRD=mitral ring dimension. NS=statistically not significant.

尖ともに弁尖閉鎖線の軽度の肥厚及び fibrous rolling を認めた。弁体部にはほとんど変化を認めなかった。Fig. 11 に手術時肉眼所見, Fig. 12 に切除弁の標本を示す。この症例は大動脈弁閉鎖不全および僧帽弁閉鎖不全があり、二弁置換を施行した。組織学的には、弁自由縁を中心として軽度の線維化を認めた例が多かったが、炎症細胞浸潤や毛細血管の増生、石灰化は認めなかった。また3例で粘液変性を認めた。

考 按

大動脈弁置換術に際し、術前に人工弁縫着部位の大動脈弁輪径を知ることは、用意する人工弁のサイズや種類、術式の決定の上で重要である。心エコー図による大動脈弁輪径の計測は、Mモードエコーの時代から試みられて来たが¹⁻⁴⁾、満足すべき結果は得られていなかった。これは超音波ビームの方向の確認が困難で、弁輪とValsalva洞のいずれの部位を計測しているか判別し難いこと、また大動脈基部に対する超音波ビームの方向が直角であるか否かを判定する方法がなかったためである。断層心エコー図の出現により、大動脈

弁、大動脈基部全体の長軸像が描出され、弁輪や弁との位置関係、計測部位の確認が可能になった。今回の大動脈弁縫着部位での弁輪径計測では、手術時の計測と良好な相関があり、したがって本法は人工弁のサイズ決定の目安となることが示された。そのさい過少評価する問題点が存在したが、その原因の一つとして、大動脈弁エコーに厚みがあるための計測誤差が考えられる。これは大動脈弁エコーの解像力の向上により改善されると考えた。また手術時の大動脈弁輪径の計測も難かしい点があり、今回は2mmごとのsizerの通過した最大径をもって弁輪径としたが、これも誤差を生じる大きな因子と考えた。

ARDs と大動脈径の比較では、大動脈径はARDs よりも大きく、両者は相関がありARDsの拡大した症例では、大動脈径の拡大も認めた。しかしながら、AODをもってARDsの代用とし、人工弁のサイズを決めることは困難と考えられた。

近年、リウマチ熱の早期治療が確立したことから、リウマチ性の大動脈弁閉鎖不全症が減少し、いわゆる非リウマチ性の大動脈弁閉鎖不全症が増加して来た⁶⁾。また断層心エコー図により大動脈弁閉鎖不全症の病因診断が可能であるとの報告がある⁷⁾。特に感染性心内膜炎で弁に疣贅や穿孔を認めた時、大動脈弁輪拡大症のように大動脈基部の洋梨状の拡大を認める所見、先天性の二尖弁等は特徴的である。またリウマチ性の大動脈弁閉鎖不全、大動脈弁逸脱^{8,9)}、floppy valve syndrome^{10,11)}、flail aortic valve¹²⁾、解離性大動脈瘤による大動脈弁閉鎖不全等の所見も報告されている。

今回我々は、弁自体には、慢性的な閉鎖不全による弁尖自由縁の fibrous rolling と軽度の硬化を認めるだけで、組織学的にも炎症性変化を認めず、大動脈弁輪拡大症のような著明な大動脈基部の拡大も認めないという、明らかな病因を確定し得ない19例について、外科的大動脈弁輪径の検討を行なった。その結果、これらの群ではリウマ

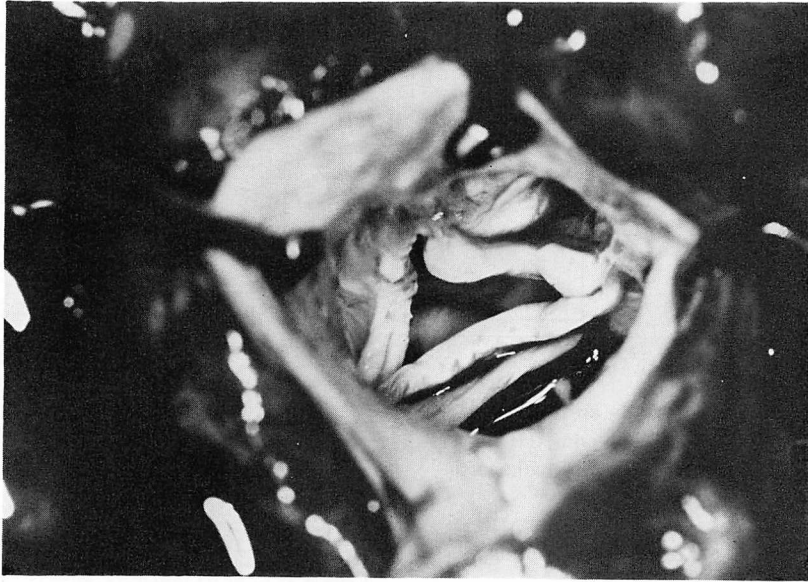


Fig. 11. Operative finding in a case with non-rheumatic aortic regurgitation.
Closure lines of each cusp show slight thickening and fibrous rolling.



Fig. 12. Excised specimens of the mitral valve (left) and aortic valve (right) in a case with non-rheumatic combined aortic and mitral regurgitation.

Both valves show no commissural fusion. Slight thickening and fibrous rolling are present at the closure lines of the aortic valve.

性大動脈弁閉鎖不全群および正常群に比し、有意の大動脈弁輪の拡大を認め、弁輪拡大が弁閉鎖不全の原因の一つであると推定された。Daviesは、Marfan症候群で、しばしば合併する大動脈基部の動脈瘤様拡大に伴う弁閉鎖不全と同様の変化が、本症候群の他の身体的特徴なしに多数存在することを認め、これを idiopathic aortic root dilatation と命名した。その特徴は大動脈弁の交連が大動脈に付着する部位、すなわち解剖学的大動脈弁輪径の著しい拡大であるとしている¹³⁾。しかしながら我々が non-RHD 群としてまとめた症例群は、大動脈基部の洋梨状の著明な拡大を示しておらず、Daviesらの命名した疾患とは異なっている。

ARDs と大動脈弁閉鎖不全の重症度の指標としての LVDd, LVDs との間には、non-RHD 群では相関はなく、RHD 群では弱い相関を示した。これは RHD 群では弁尖の変化が一次的であり、生じた閉鎖不全により左室径が時間経過とともに拡大し、二次的に弁輪の拡大を来すことを示唆するように思われる。一方 non-RHD 群では、一次的弁輪拡大による二次的な閉鎖不全と左室拡大、左室拡大の進展による弁輪の二次的拡大の2つの要素が考えられるが、何故、左室拡張と弁輪径の間に相関がないかについての合理的説明は出来なかった。

外科的大動脈弁輪の1/3は僧帽弁の線維輪からなっており、両者は元来密接な関係がある。したがって大動脈弁輪の拡大がある症例では、僧帽弁輪の拡大もあるのではないかと考えたが、両者の径には相関を認めなかった。しかし non-RHD 群のうち大動脈弁閉鎖不全と僧帽弁閉鎖不全を合併した4例は、すべて両弁輪の拡大を認め、恐らく先天的素因に基く線維輪の異常によって生じる弁輪拡大が、その病因であると推察された。

Non-RHD 群の病理所見は、すべて手術症例であるために、切除弁の検討しか行なえず、大動脈壁の検討が残された課題といえる。弁の変化は二次的と思われる弁尖の閉鎖線の硬化を認めるだ

けで、本群に特徴的といえる所見は存在しなかった。

要 約

断層心エコー図を用い、大動脈基部の人工大動脈弁縫着部位である外科的大動脈弁輪径 (ARDs) を計測し、その手術時の計測値との相関、および非リウマチ性大動脈弁閉鎖不全症における臨床的意義について検討した。

対象は大動脈弁置換を行なった66例で、そのうちリウマチ性大動脈弁閉鎖不全 (RHD 群) 21例を除き、更にその他の45例のうち、臨床所見および病理学的所見から、感染性心内膜炎、大動脈炎症候群、大動脈弁輪拡大症、二尖弁を除外した19例を今回は非リウマチ群 (non-RHD 群) とし、正常者20例と対比した。

手術時に2mmごとのsizerを用いて計測した大動脈弁輪径と、心エコー図の計測値との比較では、 $r=0.814$ と良好な相関を示したが、断層心エコー図による計測は過少評価する傾向にあった。大動脈弁エコーの厚み、手術時大動脈弁輪径の計測方法にその原因があると考えられた。

3群間のARDsの比較では、正常群 21.8 ± 1.7 mm, RHD 群 24.7 ± 3.0 mm, non-RHD 群 28.8 ± 2.9 mm と RHD 群で正常群より ($p < 0.001$), non-RHD 群で RHD 群より ($p < 0.001$) 有意の拡大を認めた。

重症度の指標としての LVDd, LVDs と ARDs の検討では、リウマチ群では有意の相関があり ($r=0.549$), 非リウマチ群では相関が存在しなかった。リウマチ群では、左室拡大に伴う二次的弁輪拡大と考えられたが、非リウマチ群では、弁輪の拡大が一次的であるか二次的であるかの合理的な説明は出来なかった。

僧帽弁輪径と ARDs の比較では、全体としては全く相関がなかったが、大動脈弁閉鎖不全、僧帽弁閉鎖不全の両者が存在した4例では両弁輪の有意の拡大を認め、病因との関連が考えられた。

文 献

- 1) Scanlon P, Pifarre R, Gunnar R: Echo and cine evaluation of aortic root size in aortic valve disease. *Circulation* **52**: 237, 1975 (abstr)
- 2) Francis GS, Hagan AD, Oury J, O'Rourke RA: Accuracy of echocardiography for assessing aortic root diameter. *Br Heart J* **37**: 376-378, 1975
- 3) Furukawa K, Yoshikawa J, Tanaka K, Tanaka C, Kawai S, Takeuchi K, Shiota K: Echocardiographic measurement of aortic root diameter. *Jpn Heart J* **17**: 465-470, 1976
- 4) Reeves WC, Ettinger U, Thomson K, Nanda N, Gramiak R, DeWeese J, Stewart S: Limitations in the echocardiographic assessment of aortic root dimensions in the presence of aortic valve disease. *Radiology* **132**: 411-413, 1979
- 5) Kuwako K, Umeda T, Furuta S, Machii K: Dimensions and dynamics of mitral ring assessed by real-time phased array cross-sectional echocardiography. *J Cardiography* **8**: 621-630, 1978
- 6) Sugiura M, Matsushita S, Ueda K: A clinicopathological study on valvular disease in 3,000 consecutive autopsies of the aged. *Jpn Circ J* **46**: 337-345, 1982
- 7) Imaizumi T, Orita Y, Koiwaya Y, Hirata T, Nakamura M: Utility of two-dimensional echocardiography in the differential diagnosis of the etiology of aortic regurgitation. *Am Heart J* **100**: 887-896, 1982
- 8) Ogawa S, Hayashi J, Sasaki H, Tani M, Akaishi M, Mitamura H, Sano M, Hoshino T, Handa S, Nakamura Y: Evaluation of combined valvular prolapse syndrome by two-dimensional echocardiography. *Circulation* **65**: 174-180, 1982
- 9) Rippe JM, Angoff G, Sloss LJ, Wynne J, Alpert J: Multiple floppy valves: An echocardiographic syndrome. *Am J Med* **66**: 817-824, 1979
- 10) Rodger JC, Morley P: Abnormal aortic valve echos in mitral prolapse: Echocardiographic features of floppy aortic valve. *Br Heart J* **47**: 337-343, 1982
- 11) Mckay R, Yacoub MH: Clinical and pathological findings in patients with floppy valves treated surgically. *Circulation* **47**: 63-73, 1973
- 12) Krivokapich J, Child JS, Skorton DJ: Flail aortic valve leaflets: M-mode and two-dimensional echocardiographic manifestations. *Am Heart J* **99**: 425-437, 1980
- 13) Davies MJ: *Pathology of Cardiac Valves*. Butterworth, London-Boston, 1980