

# 心超音波圖를 利用한 大動脈瓣膜 閉鎖不全症의 手術前後 추적 관찰에 對한 연구

서울大學校 醫科大學 內科學敎室

韓 東 宣 · 朴 成 昱 · 金 正 鉉  
崔 允 植 · 徐 正 燾 · 李 迎 雨

서울大學校 醫科大學 胸部外科學敎室

李 寧 均

= Abstract =

## Preoperative and Long-Term Postoperative Echocardiographic Evaluation of Chronic Aortic Insufficiency; Optimal Timing for Aortic Valve Replacement

Dong Sun Han, M.D., Sung Wook Park, M.D., Jung Hyun Kim, M.D., Yun Sik Choi, M.D.

Jungdon Seo, M.D. and Young Woo Lee, M.D.

*Department of Internal Medicine, College of Medicine, Seoul National University*

Young Kyun Lee, M.D.

*Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine,  
Seoul National University*

To determine the optimal timing for Aortic Valve Replacement in patients of aortic insufficiency is very important, because irreversible myocardial damage can result before symptoms such as dyspnea, syncope and chest pain, appear for the first time. Henry suggested that the echocardiographic index of left ventricular end systolic dimension 55mm could be useful as an indicator of whether to operate or not. But Fioretti, et al., insisted that there was no significant difference postoperatively between those below 55mm and those over 55mm.

To determine whether a left ventricular end systolic dimension greater than 55mm is one of the risk factors for AVR in patients with aortic insufficiency, we analyzed the serial echocardiographic examinations of 23 patients who underwent AVR for isolated AI. Group 1 patients (n=17) had a preoperative left ventricular end systolic dimension less than or equal to 55mm and Group 11 patients (n=6) had a preoperative left ventricular end systolic dimension greater than 55mm.

1) Left ventricular end systolic dimension decreased in both groups significantly, and there was a statistically significant difference between Group 1 and Group 11 at 12 months after operation.

2) Left ventricular end diastolic dimension also decreased in both groups significantly, and there was a statistically significant difference between Group 1 and Group 11 at 12 months after operation.

3) Ejection Fraction was decreased markedly just postoperatively, but it was recovered

\* 本論文은 1984年度 서울大學校病院 임상연구비의 일부 보조로 이루어진 것임.

soon in both groups, and there was no statistically significant differences of the ejection fractions between the two groups postoperatively.

4)  $SV_1 + RV_6$  in EKG, as an indicator of LV mass, was also analyzed and it revealed significant reduction in both groups postoperatively, but we could not observe statistically significant differences between the two groups from 6 months after the operation.

We concluded that the preoperative left ventricular end systolic dimension 55mm could be useful as an index to predict postoperative prognosis and to determine the timing of aortic valve replacement.

## 結 論

慢性 大動脈瓣膜 閉鎖不全症 患者에서 瓣膜 代置術을 언제 施行하는 것이 좋은가에 對해서는 과거부터 많은 논란이 있어 왔다. 大動脈瓣膜 閉鎖不全症에서는 그 病的 經過를 지나는 동안 臨床症狀이 나타나기 以前에 이미 非可逆의 心筋 손상이 와서, 手術을 하더라도 別로 좋지 않은 經過를 보이는 경우가 드물지 않기 때문에 手術時期의 決定은 매우 重要하다고 하겠다. 이에 많은 學者들이 여러가지 方法들, 特히 非觀血의 方法인 心超音波圖를 利用한 心機能의 평가로 手術時期를 決定해 보려는 시도가 많이 있어 왔다.

Henry 등<sup>1,2)</sup>은 大動脈瓣膜 閉鎖不全症으로 瓣膜 代置術을 받은 患者를 대상으로 연구해 본 결과, 手術前 心超音波圖上 收縮期末 左心室內徑이 55 mm 以上이면 症狀이 없다고 하더라도 手術을 하는 것이 좋겠다고 제안한 바 있다.

이에 著者等은 收縮期末 左心室內徑 55 mm 라는 기준이 手術後의 豫後 판정에 有用한지, 나아가서는 手術時期를 決定하는데 있어 한 指標가 될 수 있는지에 對해 알아보기 위하여 본 연구를 시행하였다.

## 觀察對象 및 方法

1978년부터 1982년까지 서울大學校病院에 入院하여 心導子 및 心血管造影術을 施行하여 僧帽脈瓣의 疾患이나 大動脈瓣膜狹窄症이 없이 純粹 大動脈瓣膜 閉鎖不全症으로 診斷받고 瓣膜代置術을 施行한 患者 23例를 對象으로 하여, 手術前 및 手術 직후(手術後 1주일 부터 30일 이내), 그리고 手術後 3個月, 6個月, 12個月 및 24個月에 心超音波圖를 施行함을 원칙으로 하였다.

對象患者中, 手術前 收縮期末 左心室內徑 55 mm 以下인 患者들을 I 群, 55 mm 以上인 患者들을 II 群으로 분류하였고, 各群에서 手術前後의 收縮期末 左心室

內徑, 擴張期末 左心室 內徑 및 驅血率을 구하여 비교 검토하였다. 또 心電圖上  $SV_1 + RV_6$ 를 手術전후로 구하여 비교하였다.

## 觀 察 成 績

全 對象患者 23例의 平均 年齡은 30.9세였고 16세에서 61세까지 分布하였다(Table 1). 이 중 I 群에는 17例가 속하였고 II 群에는 6例가 속하였다. I, II 群에서의 平均年齡은 各 31.6세 및 29세였고 心血管造影術上 大動脈瓣膜 閉鎖不全症의 정도는 平均 Grade 3.2 및 3.3으로 거의 비슷하였다.

心超音波圖의 추적검사는 手術直後에는 全例에서 可能하였고, 3個月後에는 I 群에서 3例, II 群에서 2例가, 6個月後에는 I 群에서 6例, II 群에서 3例가, 12個月後에는 I 群에서 10例, II 群에서 4例가, 24個月後에는 I 群에서만 4例가 가능하였다.

추적검사 기간中 사망한 例는 I 群中 1名이 있었는데 이 患者의 死因은 塞栓症으로 추정되었으며, 사망 일주일前까지 추적관찰중 心不全症 등의 心筋機能 저하의 증상은 觀察되지 않았다.

Table 1. Comparison of Patients between Group I and Group II

	Group I	Group II	Total
LVID	<55 mm	>55 mm	
Patient No.	17	6	23
Age, mean	31.6	29	30.9
range	16~54	17~61	16~61
Sex, M	11	6	17
F	6	0	6
AI grade in Augio.(mean)	3.2	3.3	3.2

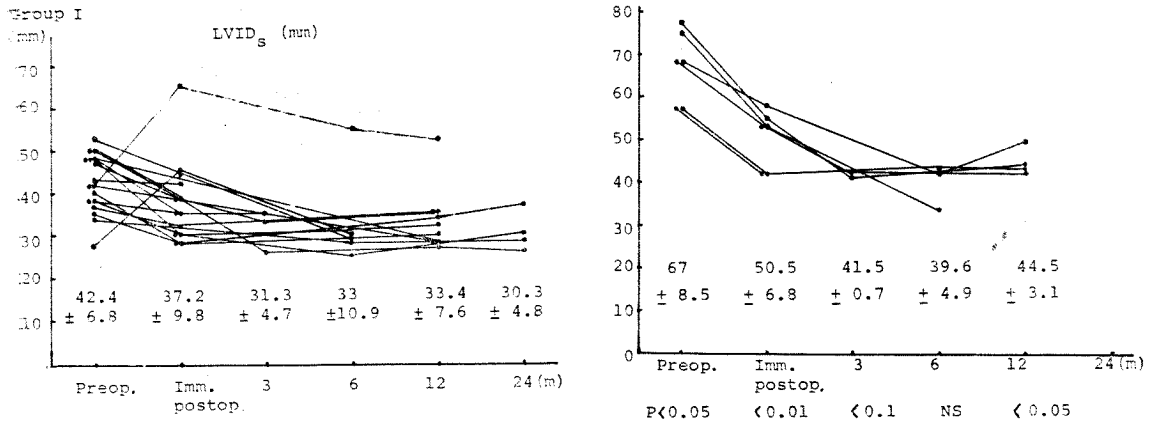


Fig. 1. Preop. and serial postop. echocardiographic changes of LVIDs in group I and II.

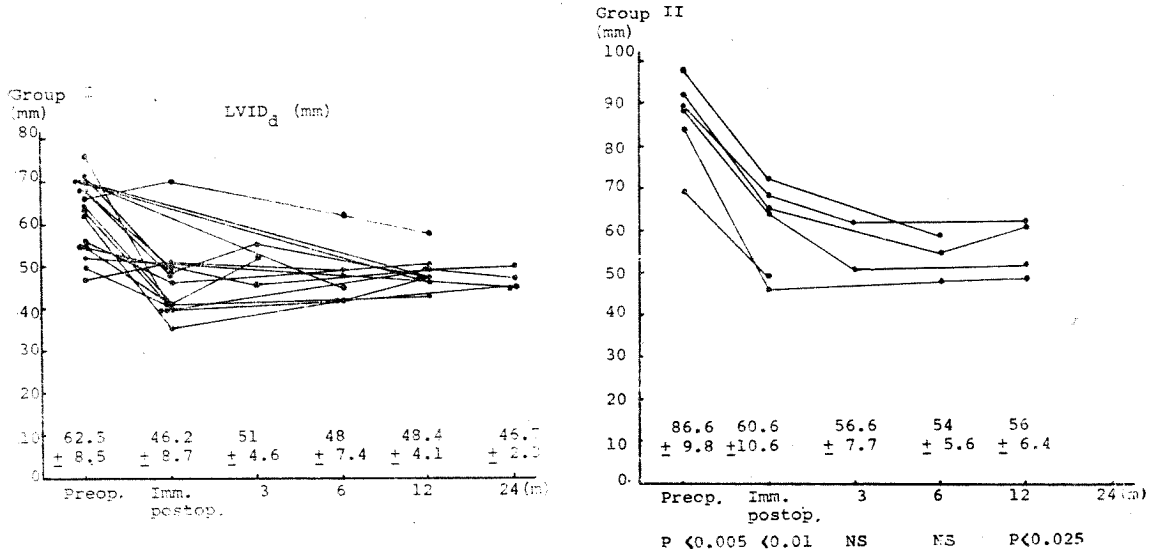


Fig. 2. Preop. and serial postop. echocardiographic changes of LVIDd in group I and II.

### 1. 收縮期末 左心室内徑의 變化

I 群에서 手術前 42.4±6.8 mm 이었던 平均 收縮期末 左心室内徑은 手術직후 및 수술후 3, 6, 12, 24개월에 各 平均 37.2±9.8 mm, 31.3±4.7 mm, 33±10.9 mm, 33.4±7.6 mm, 30.3±4.8 mm 로 점차 감소하는 추세를 볼 수 있었다. II 群에서 手術前 67±8.5 mm 였던 平均 收縮期末 左心室内徑은 手術직후 및 3, 6, 12 개월에 平均 50.5±6.8 mm, 41.5±0.7 mm, 39.6±4.9 mm, 44.5±3.1 mm 로 역시 감소하는 추세를 볼 수 있었다(Fig. 1).

手術前 兩群에서의 收縮期末 左心室 内徑은 有意한 差異를 보이고 있으며 (p<0.05), 수술후 12개월에서도 兩群사이에 계속 有意한 差異를 볼 수 있었다 (p<0.05).

### 2. 擴張期末 左心室内徑의 變化

I 群에서 手術前 62.5±8.5 mm 이었던 平均 擴張期末 左心室内徑은 手術직후 및 수술후 3, 6, 12, 24개월에 各 平均 46.2±8.7 mm, 51±4.6 mm, 48±7.4 mm, 48.4±4.1 mm, 46.7±2.3 mm 로 점차 감소하는 추세를 볼 수 있었다. II 群에서 수술전 86.6±9.8 mm 였던 平均 확장기말 좌심실내경은 手術직후 및 3, 6,

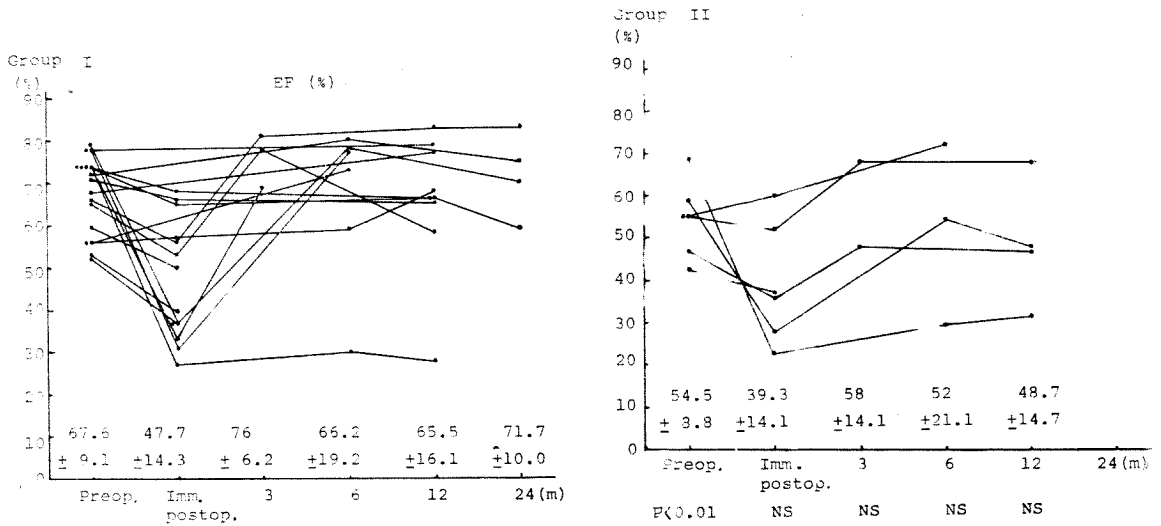


Fig. 3. Preop. and serial postop. echocardiographic changes of Ejection Fraction in group I and II.

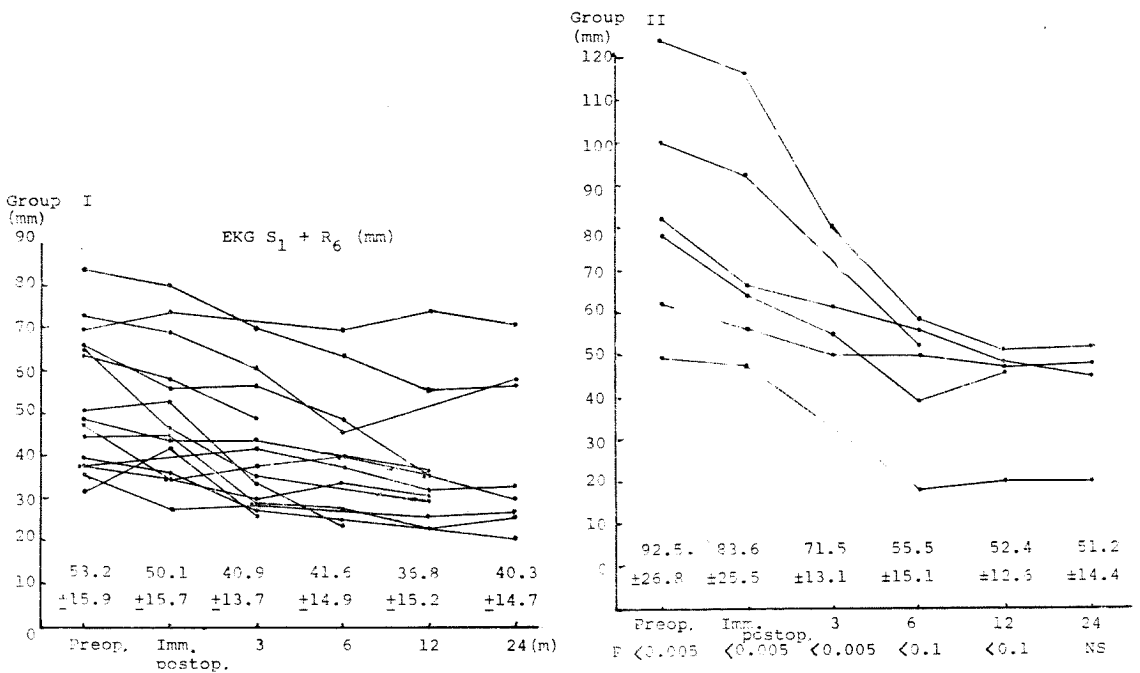


Fig. 4. Preop. and serial postop. changes of SV<sub>1</sub>+RV<sub>6</sub> in electrocardiography.

12개월에 平均  $60.6 \pm 10.6$  mm,  $56.6 \pm 7.7$  mm,  $54 \pm 5.6$  mm,  $56 \pm 6.4$  mm로 역시 감소하는 추세를 볼 수 있었다(Fig. 2).

수술前 兩群에서의 擴張期末 左心室内徑은 有意한 差異를 보이고 있으며 ( $p < 0.005$ ), 手術後 12個月에서도 兩群 사이에 계속 有意한 差를 볼 수 있었다 ( $p < 0.025$ ).

### 3. 驅血率의 變化

I 群에서 手術前 平均  $67.6 \pm 9.1\%$ 였던 驅血率은 手術後  $47.7 \pm 14.3\%$ 로 감소하였다가 手術後 3, 6, 12, 24개월에 各  $76 \pm 6.2\%$ ,  $66.2 \pm 19.2\%$ ,  $65.5 \pm 16.1\%$ ,  $71.7 \pm 10.0\%$ 로 다시 增加하는 추세를 보였다. II 群에서도 비슷한 추세를 보였는데 手術前 平均  $54.5 \pm 8.8\%$

이었던 驅血率이 手術직후 및 3, 6, 12개월에  $39.3 \pm 14.1\%$ ,  $58 \pm 14.1\%$ ,  $52 \pm 21.1\%$ ,  $48.7 \pm 14.7\%$ 로 變化하는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 3).

수술前의 平均 驅血率은 兩群 사이에 有意한 差를 볼 수 있었지만( $p < 0.01$ ) 그 후로는 兩群 사이에 통계학적으로 有意한 差는 없었다. 그러나 I群에서는 원래의 驅血率내지는 그 以上으로 회복하는 추세인데 反하여 II群에서는 원래의 驅血率내지는 그 以下에 머무는 정도인 것을 볼 수 있었다.

#### 4. 心電圖上 $SV_1 + RV_6$ 의 變化

心電圖上  $SV_1 + RV_6$ 은 I群에서 手術前 平均  $53.2 \pm 15.9$  mm 였다가 手術직후 및 3, 6, 12, 24개월에 平均  $50.1 \pm 1.7$  mm,  $40.9 \pm 13.7$  mm,  $41.6 \pm 14.9$  mm,  $36.8 \pm 15.2$  mm,  $40.3 \pm 14.7$  mm로 감소하는 추세를 보였다. II群에서는 手術前 平均  $92.5 \pm 26.8$  mm에 달하였던  $SV_1 + RV_6$ 가 手術후 역시  $83.6 \pm 25.5$  mm,  $71.5 \pm 13.1$  mm,  $55.5 \pm 15.1$  mm,  $52.4 \pm 12.6$  mm,  $51.2 \pm 14.4$  mm로 감소하는 추세를 볼 수 있었다(Fig. 4). 手術前의 兩群에서의  $SV_1 + RV_6$ 는 통계적으로 有意한 차이를 보였고( $p < 0.005$ ), 手術직후 및 3개월 후에도 有意한 差異를 보였으나 6개월以後의 兩群에서의  $SV_1 + RV_6$ 는 통계적인 의미는 없었다.

#### 考 按

만성 大動脈瓣膜 閉鎖不全症에서의 手術時間의 決定은 매우 어려운 문제이다. 左心室에 대한 많은 부담에도 불구하고 大動脈瓣膜 閉鎖不全症 患者들은 상당기간을 症狀 없이 지낼 수 있다<sup>3,4)</sup>. 그러나 호흡곤란이나 胸痛 또는 失神 등의 症狀이 나타나기 시작하면 手術을 받지 않는 경우 그 진행은 매우 빨라서 平均 生存期間은 3年内지 5년에 不過하다<sup>4)</sup>. 그러므로 症狀이 있는 경우 곧 瓣膜代置術을 施行하는 것이 좋다는 點에는 大개 異見이 없다. 그러나 症狀이 없거나 경미한 大動脈瓣膜 閉鎖不全病 患者에서 臨床症狀이 發現될 때까지 기다렸다가 手術할 경우, 患者의 手術後 長期 生存率이 다른 瓣膜疾患, 特히 大動脈瓣 狹窄症에 비해 월등히 떨어졌음은 과거 많은 학자들이 發表한 바와 같다<sup>1,5-10)</sup>. 이는 大動脈瓣膜 閉鎖不全症에서는 임상증상이 나타나기 以前에 이미 左心室心筋에 非可逆的 變化가 와 있는 경우가 적지않음을 말해주고 있다<sup>11)</sup>. 그러므로 이 질환에서 手術時期를 決定하는데 있어 어떤 基準이 적합한가에 대해 그동안 많은 논란이 있어 왔고,

또 많은 基準이 제시되어 왔다. 心機能을 평가하는데 있어 가장 좋은 方法은 역시 觀血의인 方法을 利用하는 것이라 하겠지만, 이는 반복적인 追跡檢査가 어렵다는 短點이 있기 때문에, 많은 學者들은 非觀血의인 方法을 利用하여 手術時期를 決定할 수 있는 기준을 證해보려고 연구하고 있는 것이다. 特히 心超音波圖는 非觀血의인 方法으로서 左心室 內腔의 크기 뿐 아니라 좌심실의 機能도 평가할 수 있는 有用한 方法이기 때문에 이를 利用하려는 試圖가 많이 있어 왔다.

Henry 등<sup>1,2)</sup>은 心超音波圖를 利用하여 慢性 大動脈瓣膜 閉鎖不全症 患者에서의 手術適應症의 基準을 제시한 바 있다. 이들은 手術前 收縮期末 左心室內徑이 55 mm 以上이거나 左心室 分劃短縮率이 25% 以下인 경우 手術後 心不全症으로 死亡할 확률이 높다고 하였고 이 경우 症狀이 없거나 경미하다고 하더라도 瓣膜代置術을 施行하는 것이 좋겠다고 제안하였으며, Borow 등<sup>10)</sup>의 주장, 즉 左心室 造影術로 구한 收縮期末 左心室容積이 手術後의 左心室機能과 상관관계가 높다고 한 것이 자신들의 결과와 일치한다고 하였다. 그리고 Kotler 등<sup>14)</sup>도 이 收縮期末 左心室內徑 55 mm 라는 基準을 지지한 바 있다.

그러나 Fioretti 등<sup>15)</sup>은 이에 反하여 收縮期末 左心室內徑 55 mm 를 基準으로 分類해 본 두 群간에, 手術後의 임상증상의 정도 및 心超音波圖상의 心臟內徑등이 별로 다른 바가 없다고하여, 縮期末 左心室內徑 55 mm 라는 基準이 手術後의 豫後 판정에 아무런 도움을 주지 못한다고 反論을 제기하였다.

著者 등의 연구는 Fioretti 등이 시행한 연구와 그 方法 및 目的이 類似하다. 즉 Henry 등이 제시한 手術前 收縮期末 左心室內徑 55 mm 라는 基準이 手術時期 決定의 한 指標로서 채택될 수 있는지에 대한 檢證으로서 본 研究를 施行하였다.

저자 등의 결과는 Fioretti 등의 결과와 달리 두 群 사이에 長期 추적 心超音波圖상 有意한 差異가 있음을 보여주고 있다. 즉 兩群에서 가장 많은 추적검사가 가능하였던 12個月에서 비교하여 볼 때, 收縮期末 左心室內徑 및 擴張期末 左心室內徑이 兩群 사이에 統計學的으로 有意한 差異가 있음을 알 수 있었다. 著者 등은 또 左心室의 心筋量을 대변한다고 할 수 있는 심전도상  $SV_1 + RV_6$ <sup>16,17)</sup>를 兩群에서 추적 비교해 보았는데, 手術후 12개월에 두 群 사이에 비록 통계적으로 유의한 左異는 아니었으나 상당한 差가 있음을 알 수 있었다.

이 결과로 저자 등은 收縮期末 左心室內徑 55 mm 라는 基準이 手術後의 豫後 판정 및 手術時期 決定의 한

指標로서 有用할 수 있다고 판정하였다. 그러나 著者 등은 이 結果를 보고 처음 연구를 시작할 때 기대하였던 것 보다는 훨씬 양군간의 差異가 적음을 發見할 수 있었다. 즉 Fioretti의 결과처럼 수술후 양군이 差異가 없이 거의 똑 같아진 것은 아니었지만, 그 差異가 별로 크지는 않았다. 즉 이 指標도 手術時期 決定의 절대적 指標로서 臨床적으로 適用하기에는 미흡하다고 할 수 있겠고 더 확실히 兩群을 구분할 수 있는 基準이 있어야 하겠다는 것을 알 수 있었다.

著者 등은 左心室 分劃短縮率 25%라는 基準에 대해서도 分析을 시도하였으나 이는 환자의 숫자가 적어서 어떤 意味를 추출하기는 어려웠다. 手術前 左心室 分劃短縮率 25% 以下이면서 收縮期末 左心室內徑이 55 mm 以上인 환자가 4例 있었으나, 이 中 手術後 12個月에 心超音波圖를 추적검사할 수 있었던 患者는 2例에 불과하였다. 그러나 이 2例는 II群에서도 手術後 좌심실 內徑이 가장 큰 편에 속하였다. 向後 좀 더 많은 例를 모으게 되면 左心室 分劃短縮率의 의의도 분석해 볼 수 있을 것이다.

心室中隔의 逆行性 運動은 手術直後에는 연구대상 환자의 全例에서 관찰할 수 있었고 I群에서는 3個月부터 정상으로 돌아오기 시작하여 12個月에서는 1例를 제외한 거의 全例에서 정상화되는데 反하여, II群에서는 늦게까지 돌아오지 않는 例가 많다는 것을 알 수 있었다. 또 著者 등은 수술直後 大部分의 患者에서 左心室 驅血率이 감소하였다가 3個月 以後 다시 증가하는 것을 관찰할 수 있었는데, 이는 Boucher 등<sup>18)</sup>이 手術後 手術後 左心室 용적의 變化를 同位元素 스캔을 利用하여 구한 결과와 一致한다. 手術直後 左心室 驅血率이 감소하는 원인은 瓣膜 閉鎖不全이 교정됨으로써 Preload가 감소한 것과 手術後의 一過性 虛血에 의한 心臟收縮力의 저하에 의한 것으로 생각된다. Preload가 감소한 것이 左心室 驅血率의 감소에 重要한 因子가 된다는 것은, 本교실에서 현재 연구중인 僧帽瓣 閉鎖不全症에서의 手術前後 追跡觀察시 左心室 驅血率의 變化가 이 경우와 비슷한 경향을 보인다는 점에서 추론할 수 있었다.

이 연구의 해석 및 실제 적용하는데 있어 가장 어려운 점이려면 M-mode 心超音波圖를 利用하여 心臟機能을 평가하는데 있어서의 問題點이라 할 것이다. M-Mode 心超音波圖는 正常크기의 左心室이나 輕度 및 中等度の 左心室 확장이 있는 경우에 左心室內徑이나 驅血率 指標들을 구하는데는 상당히 좋은 方法으로 心室 造影으로 구할 수 있는 容積과 좋은 상관관계가 있으

나<sup>12,19)</sup> 慢性 大動脈瓣膜 閉鎖不全症처럼 左心室이 크게 확장되는 경우에는 左心室 內腔이 방추型보다는 球型에 가까워지기 때문에, 內徑은 실제보다 작게 측정되고 驅血率 指標들은 실제보다 크게 측정되는 경우가 많다<sup>12,19,20)</sup>. 또 환자가 心超音波圖를 찍을때의 자세라든지, transducer의 위치 및 transducer 使用시 각도를 얼마나 주느냐에 따라 內徑측정 및 驅血率 指標측정에 오차가 생길 수 있고 특히 이는 左心室 容積이 커진 경우 더욱 그러하다.

많은 학자들은 收縮期末 左心室內徑 및 左心室 分劃短縮率 외에도 다른 基準들을 제시한 바 있다.

Graach 등<sup>21)</sup>은 手術前 擴張期末 左心室內徑과 左心室 後壁두께의 비가 4以上이면 不充分한 左心室의 肥大를 뜻하고, 이 경우 手術後 左心室不全이 될 可能性이 높다고 하였다. Kumpuris 등<sup>22)</sup>은 左心室內徑과 心室 後壁두께의 비뿐만 아니라 平均 Wall stress 및 收縮期末 Wall stress 모두 手術後 左心室 크기의 감소와 좋은 相關關係를 가진다고 하였다. 그러나 Cunha 등<sup>23)</sup>은 擴張期末 左心室內徑과 心室後壁두께의 비는 手術後 別로 좋지 않은 결과를 보이는 患者群을 예측할 수 없다고 하였고, Bonow 등<sup>10)</sup>도 이와 비슷한 견해를 보였다.

Bonow 등<sup>24)</sup>은 이 외에 treadmill을 利用한 運動 부하 검사가 手術後의 豫後 판정의 좋은 指標라고 하였고, 이를 左心室 分劃短縮率과 함께 利用하면 豫後판정에 매우 有用할 것이라고 주장하였다.

또 Borer 등<sup>25)</sup>은 운동부하後의 驅血率의 變化를 봄으로써 心筋機能의 저하를 초기에 發見할 수 있다고 하였다. 그러나 Henry 등<sup>26)</sup>은 이 방법이 너무 Sensitive하기 때문에 手術時期를 결정하는데 있어 이를 利用하는 데는 무리가 있다고 반박하였다.

이와 같이 많은 指標들 가운데 어떤 것이 가장 좋은 것인가 하는 것은 아직 확실하지 않다. 따라서 현재까지는 特定한 하나의 指標로서 手術時期를 決定할 수는 없겠고 여러가지 指標들을 함께 고려하여야 하며, 向後 이에 대한 지속적인 연구가 필요하다고 생각된다.

## 結 論

著者 등은 1978년부터 1982년까지 서울大學校病院에 入院하여 心導子術 및 心造影術을 施行하여 慢性 大動脈瓣膜 閉鎖不全症으로 진단받고 大動脈瓣膜 代置術을 施行한 患者 23例를 對象으로 心超音波圖를 利用하여 長期 追跡 觀察하였던 바 다음과 같은 結果를 얻었다.

1) 全 23例의 平均年齡은 30.9세였고 61세에서 61세까지 分布하였으며, 男女 各 17例 및 6例였다.

2) 手術前 收縮期末 左心室內徑 55 mm 를 基準으로 分類하였던 바 55 mm 以上群(I 群)이 17例, 55 mm 以下群(II 群)이 6例였고 各 各 平均은  $42.4 \pm 6.8$  mm 및  $67 \pm 8.5$  mm 였다. 또한 이들의 平均 手術前 擴張期末 左心室內徑은  $62.5 \pm 8.5$  mm 및  $86.5 \pm 9.8$  mm 였다.

3) 手術後의 收縮期末 左心室內徑은 兩群에서 共히 減少하였으나(12個月後에 各 平均  $33.2 \pm 8.1$  mm 및  $44.6 \pm 3.8$  mm), 兩群사이에 有意한 差를 보였다( $p < 0.05$ ).

4) 手術後의 擴張期末 左心室內徑은 兩群에서 共히 減少하였으나(12個月後에 各  $48.2 \pm 4.3$  mm 및  $57 \pm 7.2$  mm), 兩群간에 有意한 差를 보였다( $p < 0.05$ ).

5) 驅血率은 兩群 共히 手術直後 減少하였다가 다시 增加하는 추세를 보였으며, 兩群사이에 有意한 差는 없었다.

6) 心電圖상  $SV_1 + RV_6$ 는 手術前 I 群에서  $53.2 \pm 15.9$  mm, II 群에서  $92.5 \pm 26.8$  mm 로 有意한 差를 보였고, 이는 手術後 兩群 共히 減少하는 추세를 보였으며, 6個月 以後에는 兩群에서 통계적으로 意味있는 差이를 보이지 않았다.

7) 以上 大動脈瓣膜 閉鎖不全症 환자에서 手術前 收縮期末 左心室內徑 55 mm 를 基準으로 나누어 追跡觀察한 바, 이 基準이 手術後 左心室 機能不全이 남을 가능성을 예측하는데 있어 한 方法으로 有用할 수 있다고 사료되는 바이다.

## REFERENCES

- 1) Henry, W.L., Bonow, R.O., Boere, J.S., et al.: *Observation on the optimum time for operative intervention for aortic regurgitation. I. Evaluation of the result of aortic valve replacement in symptomatic patients. Circulation, 61:471, 1980.*
- 2) Henry, W.L., Bonow, R.O., Rosing, D.R., Epstein, S.E.: *Observation on the optimal timing for operative intervention for aortic regurgitation. II. Serial echocardiographic evaluation of asymptomatic patient. Circulation, 61:484, 1980.*
- 3) Spagnulo, M., Kloth, H., Taranta, A., Doyle, E., Pasternack, B.: *Natural history of rheumatic aortic regurgitation; Criteria predictive of death, congestive heart failure and angina in young patient. Circulation, 44:368, 1971.*
- 4) Rappaport, E., et al.: *Natural history of aortic and mitral valve disease. Am. J. of Cardiol., 35:221, 1975.*
- 5) Hirshfeld, J.W., Epstein, S.E., Roberts, A.J., Glancy, D.L., Morrow, A.G.: *Indices predicting long-term survival after valve replacement in patient with aortic regurgitation and patient with aortic stenosis. Circulation, 50:1190, 1974.*
- 6) Rubin, J.W., Moore, H.V., Hillson, R.F., Ellison, E.G.: *Thirteen year experience with aortic valve replacement. Am. J. of Cardiol., 39:120, 1977.*
- 7) Copeland, J.G., Griepp, R.B., Stinson, S.B., Shunway, N.E.: *Long term follow-up after isolated aortic valve replacement. J. Thoracic Cardio. Surg., 74:875, 1977.*
- 8) Schwartz, F., Flameng, W., Langebartels, F., Sesto, M., et al.: *Impaired left ventricular function in chronic aortic valve disease: survival and function after replacement by Bjork-Shiley prosthesis. Circulation, 60:48, 1979.*
- 9) Greves, J., Rahim folla, S.H., McNulty, J.H., et al.: *preoperative criteria predictive of late survival following valve replacement for severe aortic regurgitation. Am. Heart J., 101:300, 1981.*
- 10) Bonow, R.O., Rosing, D.R., Kent, K.M., Epstein, S.E.: *Timing of operation for chronic aortic regurgitation. Am. J. of Cardiol., 50:325, 1982.*
- 11) Goldschlager, N., Pfeifer, J., Cohn, K., Popper, R., Selzer, A.: *The natural history of aortic regurgitation, A clinical and hemodynamic study. Am. J. of Cardiol., 64:577, 1973.*
- 12) Feigenbaum, H., Popp, R.L., Wolfe, S.B.: *Ultrasonend measurements of the left ventricle. A correlative study with angiocardiology. Arch. Intern. Med., 129:461, 1972.*
- 13) Popp, R.L., et al.: *Echocardiographic evalua-*

- tion of left Ventricular function. *N. Engl. J. Med.*, 296:856, 1977.
- 14) Kotler, M.N., Mintz, G.S., et al.: *M mode and Two dimension echocardiography in mitral and aortic regurgitation: Pre and postoperative evaluation of volume overloading of the left Ventricle. Am. J. of cardiol*, 46:1144, 1980.
- 15) Fioretti, P., Roelandt, J., Bos, R.J., Mettzer R.S., et al.: *Echocardiography in chronic aortic insufficiency, is valve replacement too late when LVESD reaches 55mm? Circulation*, 67: 216, 1983.
- 16) Scott, R.C., et al.: *The correlation between electrocardiographic pattern of left ventricular hypertrophy and anatomic findings. Circulation*, 21:256, 1960.
- 17) Carroll, J.D., Gaasch, W.H., Naimi, S.: *Regression of myocardial hypertrophy: Electrocardiographic-Echocardiographic Correlation after AVR in patients with chronic AI. Circulation*, 65:980, 1982.
- 18) Boucher, C.A., Bingham, J.B., OsBaKen, M.D., et al.: *Early changes in left ventricular size and function after correction of left ventricular volume overload. Am. J. of Cardiol.*, 47: 991, 1981.
- 19) Pompo, J.F., Troy, B.L., Russell, R.O.: *Left ventricular volumes and ejection fraction by echocardiography. Circulation*, 43:480, 1971.
- 20) Linhart, J.W., Mintz, G.S., Segal, B.L., Kawal, N., Kotler, M.N.: *Left ventricular volume measurement by echocardiography: fact or fiction? Am. J. of Cardiol.*, 36:114, 1975.
- 21) Gaasch, W.H., Andris, C.W., Levine, H.J.: *Chronic aortic regurgitation: The effect of aortic valve replacement on left ventricular volume, mass and function. Circulation*, 58: 825, 1978.
- 22) Kumpris, A.F., et al.: *Importance of preoperative hypertrophy. Wall stress and end systolic dimension as echocardiographic predictors of normalization of left ventricular dilatation after valve replacement in chronic aortic insufficiency. Am. J. of Cardiol.*, 49:1091, 1982.
- 23) Cunha, C.P., et al.: *Preoperative M-mode echocardiograph as a predictor of surgical results in chronic aortic insufficiency. J. Thoracic Cardio. Surg.*, 79:256, 1980.
- 24) Bonow, R.O., Borer, J.S., Rosing, D.R., et al.: *preoperative exercise capacity in symptomatic patient with aortic regurgitation as a predictor of postoperative left ventricular function and long-term prognosis. Circulation*, 62:1280, 1980.
- 25) Borer, J.S., Bacharach, S.L., Green, M.V.: *Exercise-induced left ventricular dysfunction in symptomatic and asymptomatic patients with aortic regurgitation. Am. J. of Cardiol*, 42: 351, 1978.
- 26) Henry, W.L., Borer, J.S., Bonow, R.O., et al.: *Functional adaptations of the left ventricle to chronic aortic regurgitation. Am. J. of Cardiol.*, 43:412, 1979.