大韓胸部外科學會誌 第22卷 第4號
Vol. 22, No. 4, August, 1989

기계 판막 치환후의 판막음에 대한 연구

조 범 구* · 김 해 균* · 강 면 식* · 백 효 채*

— Abstract —

Physical Analysis of the Prosthetic Valve Sound

B.K. Cho, M.D*., H.K. Kim, M.D*., M.S. Kang, M.D*., H.C. Paik, M.D*.,

The frequency spectrum of the metallic closing sound and its loudness were measured by non invasive techniques in 66 patients.

Thay had examined a total of 7 Carbomedics valve, 10 Duromedics valve, 11 St. Jude heart valve in mitral position and 8 Carbomedics, 10 Duromedics, 20 St. Jude heart valve prostheses functioning normaly in aortic position.

Statistical comparision of the loudness from sound produced by the three valves in each position, the following; The Carbomedics valve has the lowest average loudness, followed by the St. Jude medical valve, and finally the Edward Duromedics valve. And we analysis the changing factor of the loudness of valve sound, only the velocity of the flow through the valve influenced to the valve sound.

1961년 Starr 에 의해서 승모판막 치환술이 성공한 이래 판막질환에 대한 궁극적인 치료방법으로 기계 판막 치환술이 많이 시행되어 왔다. 이러한 기계판막은 금속이나 Pyrolytic carbon 등으로 구성되어 있으며 특이한 금속성 판막 개폐음을 낸다. 조용한 방에서는 판막의 개폐음은 환자로부터 수 미터 밖까지 들리게 된다. 또 많은 환자에서는 부정맥 때문에 불규칙적인 금속성 판막음을 내게되고, 특히 정신적인 불균형 상태에 있는 환자에게서 불쾌감이나 불안을 야기시킨다.

이러한 문제때문에 본 연구는 기계 판막치환후의 판막음을 분석하여, 음에 영향을 미치는 요인을 분석하려 한다.

* 연세대학교 의과대학 흉부외과학교실
* Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Yonsei University, College of Medicine.
* 본 논문은 1988년도 문교부 학술연구비 보조로 이루어짐
1989년 6월 10일 접수

방 법

A. 판막음의 측정

판막음의 측정은 Sound Meter Analyzer를 사용하여 31.5Hz, 65Hz, 125Hz, 500Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz, 8KHz 영역에서 측정하였고, MVR 환자는 전흉벽에서 Mitral valve의 음이 가장 잘 들리는 위치에 직경 5 cm의 집음관을 설치한 후 sound meter analyzer로 31.5Hz 영역부터 8KHz 영역까지 각각에 대한 소리의 크기(Db)를 측정하였고, AVR 환자는 전흉벽에서 Aortic valve sound가 가장 잘 들리는 2nd ICS와 sternal border가 만나는 곳에서 sound를 측정하였으며, 모든 검사는 방음 장치가 된 trunk 내에서 시행하였다.

전 대상에서 Age, Sex, Body Weight, 수술후 검사 때까지의 기간, 판막의 종류, 수술후 LV와 LA간의

수축기 압력차와 ECHO상의 혈류속도, 수술후 LV와 AO간의 수축기 압력차와 ECHO상의 혈류속도, Prothrombin Time 등을 측정하여 판막음에 미치는 영향을 분석하였다.

연구 대상

연구 대상은 판막의 종류와 위치에 따라 표 1과 같이 구분 하였다.

표 1. 연구대상

	판막의 종류	위치	
GROUP 1	Carbomedics valve	승모판	7예
GROUP 2	Duromedics valve	승모판	10예
GROUP 3	ST. Jude valve	승모판	11예
GROUP 4	Carbomedics valve	대동맥판	8예
GROUP 5	Duromedics valve	대동맥판	10예
GROUP 6	ST. Jude valve	대동맥판	20예

결 과

A. 판막음

1. 승모판막음

Carbomedics valve를 치환한 Group 1에서는 31.5Hz, 63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz, 8KHz의 음역 별로는 62.8 ± 9.7, 59.1 ± 11.4, 49.2 ± 10.2, 45.2 ± 8.4, 33.8 ± 8.3, 22.1 ± 4.5, 18.7 ± 5.4, 17.1 ± 5.0, 18.1 ± 4.8Db의 소리의 크기를 보였으며, Duromedics valve를 치환한 Group 2 에서는 31.5Hz, 63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz, 8KHz의 음역 별로는 98.2 ± 5.4, 83.8 ± 27.4, 85.6 ± 8.1, 75.3 ± 8.3, 67.8 ± 9.3, 54.5 ± 7.1, 41.8 ± 8.2, 36.0 ± 5.0, 32.5 ± 4.0 Db의 소리의 크기를 보였고, ST. Jude valve를 치환한 Group 3에서는 31.5Hz, 63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz, 8KHz의 음역 별로는 88.7 ± 15.8, 81.3 ± 16.7, 71.4 ± 16.5, 60.4 ± 14.6, 49.9 ± 14.4, 39.7 ± 14.2, 32.0 ± 14.5, 29.2 ± 11.4, 29.0 ± 10.6 Db의 소리의 크기를 보였고 모든판막에서 Frequency가 증가할수록 소리가 작아졌다(표 2, 도1.).

또 SPSS Program을 사용하여 판별 분석을 시행한 결과 Duromedics valve가 소리가 가장 크고, Carbomedies valve가 가장작은 소리가 나는 것으로 판별되었다(P<0.01).

표 2. Mitral Valve Sound

	Group 1	Group 2	Group 3
31.5Hz	62.8 ± 9.7	98.2 ± 5.4	88.7 ± 15.8
63Hz	59.1 ± 11.4	83.8 ± 27.4	81.3 ± 16.7
125Hz	49.2 ± 10.2	85.6 ± 8.1	71.4 ± 16.5
250Hz	45.2 ± 8.4	75.3 ± 8.3	60.4 ± 49.9
500Hz	33.8 ± 8.3	67.8 ± 9.3	49.9 ± 14.4
1KHz	22.1 ± 4.5	54.5 ± 7.1	39.7 ± 14.2
2KHz	18.7 ± 5.4	41.8 ± 8.2	32.0 ± 14.5
4KHz	17.1 ± 5.0	36.0 ± 5.0	29.2 ± 11.4
8KHz	18.1 ± 4.8	32.5 ± 4.0	29.0 ± 10.6

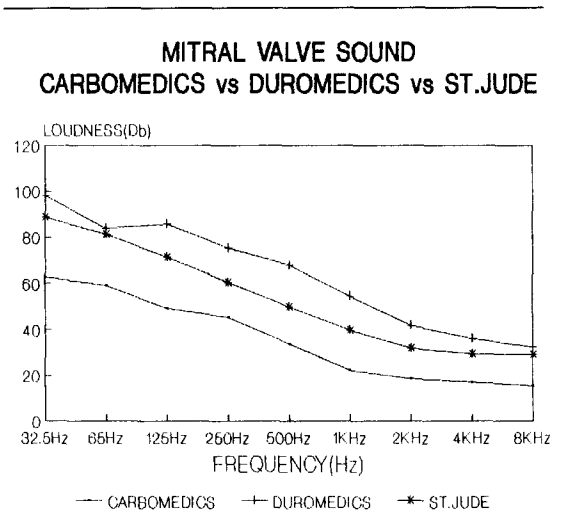

Fig. 1.

2. 대동맥 판막음

대동맥 판막음을 Sound Meter Analyzer로 측정한 결과 Carbomedics valve를 치환한 Group 4에서는 31.5Hz, 63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz, 8KHz의 음역 별로는 71.2 ± 1.6, 68.6 ± 4.6, 60.6 ± 5.9, 55.0 ± 4.9, 44.8 ± 8.7, 32.6 ± 10.1, 20.8 ± 4.4, 16.8 ± 4.9, 17.4 ± 6.1 Db의 소리의 크기를 보였고, Duromedics valve를 치환한 Gruop 5에서는 31.5Hz, 63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz, 8KHz의 음역 별로는 96.0 ± 4.5, 90.6 ± 4.6, 82.5 ± 7.5, 71.0 ± 5.5, 59.7 ± 8.4, 49.0 ± 9.6, 40.1 ± 6.9, 36.0 ± 2.7, 34.7 ± 1.9 Db의 보였으며, ST. Jude valve로 치환한 Group 6는 31.5Hz, 63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz, 8KHz의 음역 별로는 86.0 ± 14.0, 80.8 ± 14.0, 75.6

표 3. Aortic Valve Sound

	Group 4	Group 5	Group 6
31.5Hz	71.2 ± 1.6	96.0 ± 4.5	86.0 ± 14.0
63Hz	68.6 ± 4.6	90.6 ± 4.6	80.8 ± 14.0
125Hz	60.6 ± 5.9	82.5 ± 7.5	75.6 ± 12.5
250Hz	55.0 ± 4.9	71.0 ± 5.5	65.6 ± 11.7
500Hz	44.8 ± 8.7	59.7 ± 8.4	54.6 ± 11.2
1KHz	32.6 ± 10.1	49.0 ± 9.6	41.0 ± 11.3
2KHz	20.8 ± 4.4	40.1 ± 6.9	33.5 ± 9.1
4KHz	16.8 ± 4.9	36.0 ± 2.7	29.5 ± 6.9
8KHz	17.4 ± 6.1	34.7 ± 1.9	29.0 ± 7.2

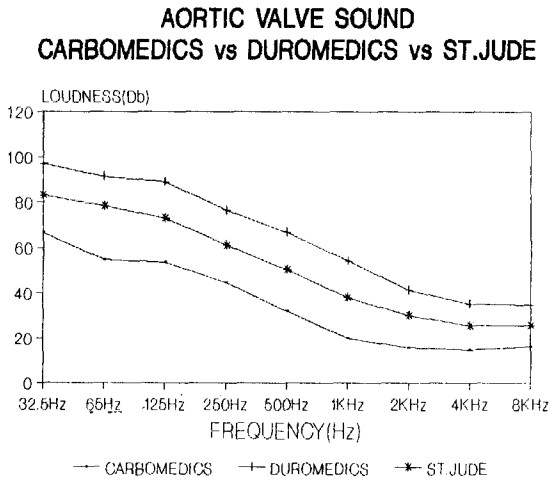

Fig. 2.

± 12.5, 65.6 ± 11.7, 54.6 ± 11.2, 41.0 ± 11.3, 33.5 ± 9.1, 29.5 ± 6.9, 29.0 ± 7.2 Db의 소리의 크기를 보였으며 승모판막과 같이 Frequency가 커질수록 소리의 크기는 작아졌다(표 3, 도 2).

또 SPSS Program을 사용하여 판별 분석을 시행한 결과 Duromedics valve가 소리가 가장 크고, Carbomedics valve가 가장작은 소리가 나는 것으로 판별되었다(P<0.01).

3. 승모판막음과 대동맥판막음의 비교

승모판막음은 sound meter Analyzer로 측정한 결과 31.5Hz, 63Hz, 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz, 8KHz, 영역에서는 승모판막음 86.1 ± 15.5, 79.2 ± 17.7, 72.9 ± 15.8, 63.5 ± 13.5, 53.1 ± 14.5, 40.7 ± 14.1, 32.3 ± 11.5, 28.5 ± 9.7, 28.0 ± 8.7, 대동맥판막음은 83.3 ± 16.1, 76.8 ± 6.5, 73.1 ± 17.8, 61.8 ± 17.6, 50.8 ± 17.5, 38.2 ± 17.5, 29.8 ± 12.9, 25.7 ± 9.7, 25.8 ± 9.3였는데 승모판막음과 대동맥판막음사이의 소리의 크기의 차이는 없었다(P<0.001).

표 4.

	승모판막음	대동맥판막음
31.5Hz	86.1 ± 15.5	83.3 ± 16.1
63Hz	79.2 ± 17.7	76.8 ± 6.5
125Hz	72.9 ± 15.8	73.1 ± 17.8
250Hz	63.5 ± 13.5	61.8 ± 17.6
500Hz	53.1 ± 14.1	50.8 ± 17.5
1KHz	40.7 ± 14.1	38.2 ± 17.5
2KHz	32.3 ± 11.5	29.8 ± 12.9
4KHz	28.5 ± 9.7	25.7 ± 9.7
8KHz	28.0 ± 8.7	25.8 ± 9.3

B. 판막음에 영향을 미치는 요인

1) Mitral valve sound 와 상관관계를 가지는 요인

ECHO상의 Left Atrium과 Left Vantricle 사이의 Flow Velocity 와 상관계수 0.37(P<0.001)로 상관관계를 가진다.

2) Aortic valve sound 와 상관관계를 가지는 요인

ECHO상의 Aorta와 Ventricle 사이의 Flow Velocity와 상관계수 0.78(P<0.001)로 상관관계를 가진다.

결 론

1. 승모판막음과 대동맥판막음 사이의 소리의 크기는 차이가 없었다.
2. 승모판막과 대동맥판막 각각에서 Duromedics 판막을 쓴 Group 2, 5가 소리가 가장크고 Carbomedics 판막을 사용한 Group 1, 4에서 소리가 가장 작았다.
3. 판막음에 영향을 미치는 요인은 대동맥 판막은 대동맥판막을 통과하는 flow velocity가, 승모판막은 승모판막을 통과하는 flow velocitry가 큰 영향을 주었다.

고 찰

1961년 Starr에 의해서 승모판 치환술이 성공한 이

승모 판막 치환 수술환자의 검사요인

	Group 1	Group 2	Group 3
나이	35.4 ± 12.8	44.6 ± 12.1	40.8 ± 9.1
성별(M:F)	2:5	3:7	2:9
체중(Kg.)	47.0 ± 6.7	51.8 ± 7.5	50.3 ± 10.0
수술후 기간(No.)	18.4 ± 7.0	7.0 ± 7.1	8.4 ± 8.1
수축기압(mmHg)	111.6 ± 13.2	112.5 ± 14.7	104.5 ± 8.1
확장기압(mmHg)	66.0 ± 8.9	73.3 ± 12.1	70.4 ± 9.0
P.T.(%)	51.0 ± 17.5	63.1 ± 15.9	56.8 ± 22.3
LV-LA*(m/sec)	154.6 ± 24.2	153.4 ± 18.9	154.6 ± 24.2

P.T.; Prothrombin time: LV-LA*; Flow velocity between left ventricle and left atrium:

대동맥 판막 치환 수술환자의 검사요인

	Group 4	Group 5	Group 6
나이	39.7 ± 14.2	40.0 ± 10.8	40.8 ± 9.3
성별(M:F)	3:6	4:6	10:10
체중(Kg.)	50.2 ± 6.6	51.9 ± 13.2	52.25 ± 8.3
수술후 기간(No.)	7.8 ± 1.3	7.4 ± 4.2	8.2 ± 22.5
수축기압(mmHg)	104.3 ± 7. 2	115.6 ± 9.9	116.2 ± 19.3
확장기압(mmHg)	10.6 ± 4.5	5.4 ± 3.1	10.5 ± 4.2
P.T.(%)	62.8 ± 12.5	49.4 ± 12.4	61.0 ± 21.8
LV-LA*(m/sec)	160.8 ± 46.3	160.4 ± 45.2	147.0 ± 26.8

P.T.; Prothrombin time: LV-LA*; Flow velocity between left ventricle and aorta:

래 판막질환에 대한 궁극적인 치료방법으로 기계 판막 치환술이 많이 시행되어 왔으며 이러한 기계판막은 금속이나 Pyrolytic carbon 등으로 구성되어 있으며 이 때문에 특이한 금속성 판막음을 낸다. 그러므로 조용한 환경에서는 판막의 폐쇄음은 환자로 부터 수 미터 밖까지 들리게 되며, 많은 환자에서는 부정맥 때문에 불규칙적인 금속성 판막음을 내게되고, 특히 정신적인 불균형 상태에 있는 환자에게서는 불쾌감이나 불안을 야기시킨다[1,2,3,4].

이러한 문제때문에 본 연구에서는 기계 판막치환후의 판막음을 분석하였는데 판막의 위치에 따라서는 Friedrich Schondule 등에[5] 의하면 대동맥의 위치든, 승모판의 위치든간에 소리의 파형은 같게 나타난다고 하였고, 본 연구에서 나타난바도 31.5Hz, 영역에서 8KHz 까지에서 모두 통계학적으로 차이가 없었다.

또 판막의 소리는 생체 내에서는 대동맥 판윤이나 승모판윤등의 유연한 구조에 둘러싸여 있기때문에 이 구조의 진동에 따라서 소리가 구성되며 또 이러한 소리는 주로 대혈관 구조를 따라 외부로 전파된다고 하였다[5].

먼저 소리의 크기를 결정하는 요소로는 판막의 재질, 판막의 단단함, 또 판막간의 압력차[5,7], 등이 있는데 David W. Wieting, 등에[6] 의하면 판막의 재질에 대해서는 Bjork-Shiley valve의 소리가 가장크고, 그 다음으로 Medtronic Hall valve, Edward Duromedics valve 순이며, St. Jude Medical valve가 소리가 가장 작다고 하였고, Paul D. Stein [3] 등에 의하면 판막의 단단함에 따라서는 판막이 stiff 해질수록 peak frequency가 증가된다고 하였다. 본 연구 결과를 보면 Duromedics valve의 소리가 가장 크고, 그다음 St. Jude valve, 가장 작은 소리는 Carbomedics valve에서 나는것으로 나타났다.

판막의 소리에 미치는 요인으로는 Stein, Markku Kupari, Veena Raizada, 등[8,9,10]에 의하면 판막을 통과하는 flow에 영향을 받는다고 하였는데 본 연구 결과도 대동맥 판막과 승모판막 모두 2-Dimension Echocardiogram flow velocity를 측정한 결과 31.5Hz에서 8KHz 영역까지 flow velocity가 증가할수록 소

리의 크기(Loudness)가 증가하는 것을 알수 있었다. 그러나 나이, 성별, 술후기간, 수축기 압력, 확장기 압력, Prothrombin time등에서는 소리의·크기나 소리의 파형과는 상관관계를 도출해낼수는 없었으나 앞으로 더욱더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Thulin, L and Olin, C.: *Quality of Life in Patient with Mechanical Heart Valves-Influence of Anticoagulation and Valve Noise, Personal Communication, May, 1987*
2. Trampbroch, J., Bruel Kjaer: *Acoustical Noise Measurements, pp. 4-16, 1975.*
3. Suobank, D., Yoganathan, A. et al: *A Quantitative Method for the In Vitro Study of Sound Produced by Prosthetic Aortic Heart Valves Part I: Analytical Considerations, In Medical Biological Engineering And Computing pp 32-39, January, 1984.*
4. Suobank, D., Yoganathan, A. et al: *A Quantitative Method for the In Vitro Study of Sound Produced by Prosthetic Aortic Heart Valves Part II: An Experimental, Comparative study of the Sounds Produced by a Normal and Simulated-Abnormal Starr-Edwards Series 2000 Aortic Prosthesis, In Medical Bilogical Engineering and Computing, pp. 40-47, January, 1984.*
5. Friedrich Schondube, M.S., Hans Keusen, M.D., and Bruno J. Messmer, M.D.: *Physical analysis of the Bjork-Shiley prosthetic valve sound, J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 86:136-141, 1983.*
6. David W. Wieting Ph. D., Chris J. kingsburry B.S., Thomas Reventas B.S.: *In Vitro Sound Comparision of Four Mechanical Heart Valves*
7. Paul D. Stein, M.D., Hani N., Sabbah B.S., Jeffrey B. Lakier, M.D., Donald J. Magilligan, Jr., M.D., and Sidney Goldstein, M.D.: *Frequency of the First Heart Sound in the Assessment of Stiffening of Mitral Bioprosthetic Valves, Circulation 63:200-203, 1981.*
8. Paul D. Stein, M.D., FACC, Hani N. Sabbah, Jeffrey B. Lakier, M.D. FACC, Sidney Goldstein, M.D. FACC,: *Frequency Spectrum of the Aortic Component of the Second Heart Sound in Patients With Normal Valves, Aortic Stenosis and Aortic Porcine Xenografts, The American Journal of Cardiology, 46:48-52, July, 1980.*
9. Markku Kupari, Ari Harjula, Severi Mattila: *Auscultatory characteristics of normally functioning Lillehei-Kaster, Bjork-Shiley, and St-Jude heart valve prostheses, Br. heart J., 55:364-370, 1986.*
10. Veena Raizada M.D., Neale D. Smith M.D., Thomas W. Hoyt M.D., Jonathan Abrams M.D., Ken Schroeder, Kenneth B. Desser, M.D.F.C.C.P. and Alberto Benchimol M.D.F.C.C.P.: *Phonocardiographic Characteristics of St. Jude Prosthesis in the Aortic Position, Chest, 81:1, January, 1982.*
11. Neale D. Smith M.D., Veena Raizada, M.D., and Jonathan Abrams M.D.: *Auscultation of the normally Functioning Prosthetic Valve, Annals of Internal Medicine, 95:594-598, 1981.*