

발살바동 동맥류 파열의 임상적 고찰

경북대학교 의과대학 소아과학교실, 흉부외과학교실*

이태호 · 이동원 · 조준용* · 현명철 · 이상범

Clinical features and surgical results of ruptured sinus of valsalva aneurysm

Tae Ho Lee, M.D., Dong Won Lee, M.D., Joon Yong Cho, M.D.*
Myung Chul Hyun, M.D. and Sang Bum Lee, M.D.

Department of Pediatrics, Department of Thoracic Cardiovascular Surgery*,
College of Medicine, Kyungbook National University, Daegu, Korea

Purpose : Aneurysms of sinus valsalva are rare anomalies thought to be primarily congenital in origin, progressing into death by acute heart failure in cases of rupture. Surgical correction is the only method of treatment. With these clinical implications, we reviewed the clinical characteristics and surgical results of patients with ruptured sinus of valsalva aneurysm.

Methods : Between January 1991 and February 2004, 17 patients with ruptured sinus of valsalva aneurysm were retrospectively reviewed for their clinical symptoms, physical findings, past history, co-existent cardiac anomalies, surgical results, and mid-term prognosis.

Results : The 17 patients included 13 men and four women, with a mean age of 30 years(10-59 years). Preoperatively accompanying cardiac anomalies were ventricular septal defect(VSD, eight cases of doubly committed juxta-arterial VSD) and aortic insufficiency(11 cases). During operations, patterns of fistulous tracts were found to be right coronary sinus-right ventricle in 13 patients, right coronary sinus-right atrium in one, noncoronary sinus - right ventricle in two, noncoronary sinus - right atrium in one, and VSD was noticed in 14 patients(all were doubly committed juxta-arterial in type). The defects were closed with a patch in 13 patients, without a patch in four, with concomitant aortic valve replacement in four and with aortic valvuloplasty in two. There were no mortalities during operations or the mid-term follow-up periods(40±49 months).

Conclusion : Because, at least in Orientals, VSD(especially doubly committed juxta-arterial) was accompanied in large numbers of patients with aneurysms of sinus valsalva, preoperative evaluations of this congenital heart disease should be made very careful. And we may need to revise the algorithm of treatment policy in small sized doubly committed juxta-arterial VSD. (*Korean J Pediatr* 2006;49:287-291)

Key Words : Ruptured sinus of valsalva aneurysms, Congenital heart disease

서 론

발살바동 동맥류는 대동맥 판막의 섬유성 판륜 직상부에 있는 발살바동 벽의 탄력조직의 결함으로 인해 생기는 비교적 드문 질환으로 1839년 Hope¹⁾가 처음 보고하였다. 이 질환은 서양인보다 동양인에서 많이 발생하고²⁾, 대개 우측이나 비관상 동맥동

에서 기인하여 주로 우측 심장으로 파열되어 대동맥-심장루를 형성하게 된다. 일반적으로 심실 중격 결손이나 대동맥 판막 폐쇄 부전이 동반되는 경우가 많다. Lillehei 등³⁾에 의해 1957년 처음 성공적인 수술이 보고된 이후로 발살바동 동맥류 파열의 수술적 치료는 비교적 낮은 사망률을 보이고 있다. 파열되지 않은 발살바동 동맥류는 대다수에서 증상이 없으나, 일단 파열이 되면 증상은 흉통에서부터 급성 폐부종과 심인성 쇼크까지 나타날 수 있다^{1,2)}. 그러므로 조기 진단 및 수술이 필요하다. 저자들은 발살바동 동맥류 파열의 조기진단을 위해 임상적으로 고려해야 할 점과 수술 소견상 병변의 해부학적 구조와 심초음파 소견과의 관계와 수술 성적 등을 알아보기 위해 이 연구를 시행하였다.

접수 : 2005년 8월 2일, 승인 : 2005년 10월 26일
책임저자 : 현명철, 경북대학교 의과대학 소아과학교실
Correspondence : Myung Chul Hyun, M.D.
Tel : 053)420-5704 Fax : 053)425-6683
E-mail : mchyun@knu.ac.kr

대상 및 방법

1. 대상

1991년부터 2004년 2월까지 경북대학교병원에서 발살바동 동맥류 파열로 진단 받고 수술을 받은 환자 17명을 대상으로 하여 후향적 조사를 하였다. 이들은 이 기간 중 심폐 체외순환을 이용한 심장수술의 0.5%를 차지하였고, 남자가 13명(76.5%), 여자가 4명(23.5%), 연령은 평균 30±12.5세(10-59세)였다(Table 1).

2. 방법

환자들의 의무기록으로 임상증상, 과거병력, 이학적 소견, 심초음파 소견 및 수술 소견을 비교 분석하였으며, 필요한 경우 진화 조사를 통하여 추적 조사를 병행하였다. 모든 자료는 평균±표준편차로 표시하였고, SPSS(SPSS for windows Ver.10.0, SPSS, Chicago, Illinois) Wilcoxon signed rank test를 이용하여 분석하였으며, 유의수준 P<0.05로 검정하였다.

결 과

1. 임상증상

내원 당시 14례(82.3%)에서 증상이 있었으며, 주증상으로는 호흡곤란 11예(64.7%), 피로감 7례(41.2%), 심계항진 7례(41.2%), 흉통 6례(35.3%), 고열 1례(5.8%), 복통 1례(5.8%)였고, 무증상인 경우도 3례(17.6%)가 있었다. 무증상인 3례의 경우는 신체 검사상 우연히 발견된 경우였으며, 그 중 2례가 심실 중격 결손이 동반되어 있었다. 증상의 급성 발현은 2례(11.7%)로 모두 심실 중격 결손을 동반한 경우였다(Table 2). 청진상 12례(70.6%)에서 좌흉골연을 따라 지속성 심잡음이 청취되었고, 심잡음이 들리지 않은 경우도 1례(5.8%)가 있었다.

2. 심초음파 소견

진단을 위해 모든 환자에게 심초음파 검사를 시행하였으며, 필요시에 경식도 심초음파, 심도자 검사 및 심혈관 촬영을 시행했다. 술전 시행한 심초음파 검사상 동반된 심질환으로는 심실 중격 결손이 8례(47.1%, 모두 이중연관 동맥하 결손), 대동맥 폐쇄 부전이 11례(64.7%), 승모판 폐쇄 부전이 1례(5.9%)에서 진

Table 1. Age and Sex Distribution of Patients

Age(years)	Male	Female	No. of patients
10-19	1	1	2(11.8%)
20-29	7	0	7(41.2%)
30-39	2	3	5(29.3%)
40-49	2	0	2(11.8%)
50-59	1	0	1(5.9%)
Total(%)	13(76.5%)	4(23.5%)	17

단되었다. 중등도 이상의 대동맥판 폐쇄 부전은 4례(23.5%)에서 있었는데 모두 심실 중격 결손이 동반되어 있었다(Table 3). 수술 소견상 동반된 심질환은 심실 중격 결손이 14례(82.4%)로 가장 많았고, 이 중 13례가 이중연관 동맥하 결손이 있었다. 파열된 17례에서 기시부위는 우측 발살바동이 14례(82.4%), 비관상 발살바동이 3례(17.6%), 좌측 발살바동은 한례도 없었다. 파열된 부위는 우심실로 15례(88.3%), 우심방으로 2례(11.8%)였다.

3. 수술 소견

수술 방법은 심실 중격 결손이 동반된 경우, 함께 첩포(GORETEX^R, USA or Dacron)를 이용한 폐쇄를 하거나, 파열 부위가 작은 경우는 직접봉합을 시행했다. 대동맥 판막의 변형이 심한 6례의 경우 2례는 판막 성형술을 4례는 대동맥 판막 치환술을 시행하였다. 수술로 인한 조기 사망은 없었으며, 술후 현재까지 진화 또는 외래 추적 관찰이 되는 15(88.2%)에서 사망한 경우는 한명도 없었다. 술후 합병증으로는 술후 3일경에 심해진 대동맥판 폐쇄 부전 1례에서 판막 치환술을 시행하였다. 평균 추적 기간은 40±49개월(4-146개월)이었으며 발살바동 동맥류가 재발한 경우나 추적 기간 중 만기 합병증으로 재수술한 경우는 없었으나 추적 관찰 중 경도의 대동맥 폐쇄 부전이 11례에서 관찰되었다.

추적 관찰이 되는 환자의 경우 술전 NYHA 심부전 기능적 분류로 보면 class I이 3명, III가 9명, IV가 5명에서 술후 NYHA의 심부전 기능적 분류를 보면 class I이 13명, class II가 2명으로 상당한 기능적 호전을 보였다. 2명의 class II의 경우 한

Table 2. Clinical Presentation of Valsalva Aneurysm Rupture

Clinical presentation	No. cases(%)
Asymptomatic	3(17.6)
Symptoms	
Dyspnea	11(64.7)
Fatigue	7(41.2)
Palpitation	7(41.2)
Chest pain	6(35.3)
High fever	1(5.8)
Abdominal pain	1(5.8)

Table 3. Origin of the Aneurysm and Cardiac Chamber into which they Ruptured

Origin	No. cases(%)	Ruptured chamber	No. cases(%)
RCS	14(82.4)	RV	13(76.5)
		RA	1(5.9)
NCS	3(17.6)	RV	2(11.8)
		RA	1(5.9)
LCS	0(0.0)	LV	0(0.0)

Abbreviations : RCS, right coronary sinus; NCS, noncoronary sinus; LCS, left coronary sinus; RV, right ventricle; RA, right atrium; LV, left ventricle

Table 4. Classification Based on New York Heart Association(NYHA) Class in Preoperative and Postoperative Condition

	No. case		
	Preoperative	Postoperative	
Class I	3	13	
Class II	0	2	
Class III	9	0	
Class IV	5	0	
Mean	2.9±0.6(n=17)	1.13±0.4(n=15)	P=0.41

에는 술전 중등도 대동맥판 폐쇄 부진과 관련이 있었으며, 한 예는 심실 중격 결손이 동반되었던 경우로 현재 술후 4개월째로 이뇨제 등을 복용 중인 환자였다(Table 4).

고 찰

발살바동 동맥류는 전체 선천성 심질환 중 약 3.5%의 빈도로 보고되는 비교적 드문 심질환이다⁵⁾. 그러나 Chu 등²⁾에 의하면 이유는 불명확하지만 서양인에서는 0.14-0.23%, 동양인에서는 0.46-3.5%로 동양인에게서 비교적 더 흔한 것으로 알려져 있으며 국내에서도 적지 않은 증례가 보고되고 있다.

동맥류의 발생 원인은 대부분 선천성으로 생각되어 지는데 서양인에서는 후천성으로 인한 빈도가 증가되는 추세이다^{5, 6)}. 선천성 발살바동 동맥류는 대동맥의 탄성 중막과 대동맥 판막의 섬유유착 사이 연결의 절단 혹은 약화에 기인한 것으로 생각되어진다^{4, 8)}. 후천성 원인으로는 매독⁹⁾, 심내막염¹⁰⁾, 동맥경화증¹¹⁾, 낭성 중공괴사(cystic medial necrosis)¹²⁾, Marfan 증후군, 류마티스 관절염, 전신성 홍반성 낭창, 외상 등에 의하여 2차적으로 대동맥 중막이 변성됨에 기인한 것으로 알려지고 있다^{5, 6)}. 발살바동 동맥류 파열은 남자에게서 여자보다 2-3배 정도 더 호발하며¹³⁾, 모든 연령층에서 일어날 수 있으나 주로 20-30대 젊은 층에서 빈발하는 것으로 알려져 있다⁵⁾. 본 연구에서도 남자가 13명(76.5%), 여자가 4명(23.5%)으로 남자가 더 많았으며, 연령은 평균 30세(10-59세)로, 20-30대가 12명으로 전체환자의 70.5%로 나타나 비교적 젊은 층에서 발생하였다.

파열된 발살바동 동맥류의 임상증상은 증상이 없는 경우에서부터 심한 심부전 등의 다양한 증상을 보일 수 있으며, 파열 당시에 심한 급성증상을 보이지 않는 이유는 대부분 파열 부위의 크기가 처음에는 매우 작기 때문으로 생각된다¹⁴⁾. 반수 이상의 환자에서 숨이 차고, 피로감, 심계항진 및 빈맥 등의 증상이 점진적으로 나타나서 악화를 보인다^{15, 16)}. 연속적인 “to and fro” 심잡음은 좌측 흉부 쪽에서 청진 된다. 본 연구에서는 무증상이 3례, 급성 증상 발현이 2례, 2-3개월 이내에 걸친 증상 악화가 3례, 6개월 이상에 걸친 증상발현은 9례에서 있었으며, 12례(70.6%)에서 연속적인 “to and fro” 심잡음이 청진 되었다.

발살바동 동맥류의 발생 부위로는 우관상 동맥동(65-85%)이

가장 많고 이외에 비관상 동맥동(10-30%), 드물게는 좌관상 동맥동(5% 미만)에서도 발생할 수 있다. 파열되는 심장 부위로는 일반적으로 우관상 동맥동에서 생긴 동맥류는 우심방이나 우심실로, 비관상 동맥동에서 생긴 경우는 우심방으로, 그리고 드물지만 좌관상 동맥동에서 생긴 경우는 우심방으로 파열되며, 아주 드물게 좌심실, 좌심방, 폐동맥, 심낭막, 상대정맥, 흉막 등으로 파열되는 경우도 보고되고 있다. 이 중 우관상 동맥동에서 우심실로 파열되는 경우가 가장 흔하며, 다음으로 비관상 동맥동에서 우심방으로 파열되는 경우가 많은 것으로 보고되고 있다²⁾. 이번 예에서도 우관상 동맥동에서 발생한 동맥류 14례 중 우심실로 파열된 경우가 13례(76.5%)로 가장 많았으며 비관상 동맥동에서 우심방으로 파열된 경우 1례, 비관상 동맥동에서 우심실로 파열된 경우는 2례였다. 좌측 발살바동 부위에 발생 빈도가 적은 이유는 좌관상 동맥 자체가 기시부 직하부터 좌관상 동맥동을 보강해 주기 때문으로 설명되고 있다¹⁵⁾.

발살바동 동맥류와 가장 흔히 동반되는 심기형은 심실 중격 결손으로 알려져 있으며, 그 외 대동맥 판막 폐쇄부진도 많이 동반되고, 드물게는 폐동맥 협착, 심방 중격 결손, 이관성 대동맥판, Fallot 4징, 동맥관 개존, 대동맥 축착, 대동맥 판하 협착 등이 동반되는 것으로 보고되고 있다. 심실 중격 결손이 동반되는 빈도는 34.6-59%까지 다양하게 보고되고 있는데, 동양인에서 발생 빈도가 훨씬 많은 것으로 알려져 있다^{2, 6, 13, 17)}. 특히 우관상 동맥동에 동맥류가 발생한 경우에 자주 관찰되며, 동양인에서는 거의 대부분이 이중연관 동맥하 결손인 것으로 보고되고 있다¹⁾. 이번 예에서도 수술 시 심실 중격 결손이 14례(82.4%)에서 확인되었으며 이 중 13례가 이중연관 동맥하 결손으로 확인되었다.

대동맥 판막 폐쇄부진은 20-41.9%의 빈도로 보고되고 있으며^{2, 17)} 이중연관 동맥하 심실 중격 결손이 중요한 선행 요인으로 알려져 있다¹⁷⁾. 대동맥 판막 폐쇄부진은 동맥류 파열 후 발생한 발살바동과 대동맥 판막륜 등 지지조직의 파열로 인해 생기는 대동맥 판막의 탈출과 섬유화에 이차적으로 발생하는 것으로 생각되어지며, 경증인 경우 수술할 필요가 없는 것으로 알려져 있다^{14, 18, 19)}. 이번 연구에서 대동맥 판막 폐쇄부진이 동반된 경우는 11례(64.7%)였으며, 이 중에 경증의 폐쇄부진이 7례(63.6%), 중등도의 폐쇄부진이 4례(36.4%)였다.

심초음파 검사는 확인을 하는데 필수적이며, 경흉부 심초음파 검사로는 75% 정도 정확하게 진단할 수 있다²⁰⁾. 이를 이용하여 동맥류의 발생부위, 크기 및 파열 경로를 알 수 있고, 동맥류의 일탈, 삼첨판의 떨림, 단락혈류 등을 관찰할 수 있다^{14, 20)}. 경흉부 심초음파 검사로 해부학적인 구조를 정확히 알 수 없는 경우, 경식도 심초음파 검사를 이용하면 좌심실 유출로 및 발살바동과 대동맥 유출로에서 새로운 각도의 영상을 얻을 수 있으며, 대동맥 유출로에서 칼라 도플러의 유속을 관찰할 수 있어 보다 정확한 구조를 알 수 있으며²²⁾, 특히 비만이나 만성 기관지염 등과 같이 경흉부 심초음파 검사로 충분한 영상을 얻을 수 없는 경우에 매우 도움이 된다. 특히, 이번 연구에서 술전 심초음파 검사

에서 8명(47.1%)의 환자에서 심실 중격 결손이 관찰되었으나, 수술 소견상 14명(82.4%)의 환자에서 심실 중격 결손이 관찰되어 심실 중격 결손의 약 57%만이 술전 초음파 검사로 진단되었다. 동양인에서는 서양인에 비해 비교적 심실 중격 결손의 동반 빈도가 높으며, 거의 대부분이 이중연관 동맥하 결손이며, 특히 우관상 동맥동에 동맥류가 발생한 경우 자주 동반되므로 발살바동 동맥류 환자에서 심초음파 검사를 시행할 경우 이들 동반된 선천성 심질환을 찾기 위한 세밀한 관찰이 필요할 것으로 생각된다.

심도자 검사 및 심혈관 조영술은 확진을 위한 가장 중요한 검사로서 심도자 검사상 좌우 단락을 확인할 수 있고, 대동맥 조영술로 동맥류와 파열을 확인할 수 있다. 1990년 초부터는 경흉부 심초음파 검사와 더불어 다양한 각도의 경식도 초음파 검사를 동시에 실시하여 정확한 진단이 가능해져, 심도자 검사 등의 침습적인 검사의 필요성이 감소되었다^{20, 21)}. 그 외 진단 방법으로 자기공명영상, 혈관내 초음파 검사(IVUS), 3차원 재구성 심초음파 검사 등을 이용하는 방법도 보고되고 있다^{19, 24, 25)}.

발살바동 동맥류 파열은 1839년 James 등에 의해 처음 발표되었으며, 1956년 Lillehei 등³⁾은 체외순환을 이용한 최초의 성공적인 개심술을 시행하였다. 발살바동 동맥류 파열은 수술하지 않으면 대개 1년 이내에 사망하게 되며, 주된 사망 원인은 심부전과 심내막염이다. 증상이 없는 경우에도 좌우 단락량이 커지고 누공의 갑작스러운 크기 증가로 인한 급성 폐부종, 대동맥판의 이상 및 심내막염의 위험이 증가하므로 조기 수술이 바람직하다²⁶⁾. 술후 장기 생존율에 나쁜 영향을 미치는 인자는 재수술 여부, 발살바동 동맥류가 좌심실로 파열된 경우, 대동맥 인공판막 열개(dehiscence), 심내막염, 대동맥 차단시간이 70분 이상인 경우 등이 알려져 있다²⁷⁾. 술후 사망률은 3-3.5%⁸⁾이며, 재발은 아주 드물며 장기 추적 성적도 좋은 것으로 보고되고 있다. 후기 사망의 주원인은 부정맥, 인공판막의 심내막염, 점진적인 심부전 등이 알려져 있다^{3, 6)}. 이번 연구에서도 수술과 관련하여 사망한 예는 없었으며, 중기 추적 결과도 매우 양호하였다.

결론적으로 발살바동 동맥류 파열은 초기에 수술적 교정으로 좋은 결과를 얻을 수 있으며, 술전에 심초음파 검사를 시행함에 있어서 동반된 심질환, 특히 심실 중격 결손(이중연관 동맥하 결손)을 찾기 위한 세밀한 관찰이 필요할 것으로 사료된다. 더 나아가서 크기가 작은 이중연관 동맥하 심실 중격 결손의 치료 방침도 재조명할 필요가 있을 것이다.

요 약

목적 : 발살바동 동맥류는 선천성으로 발생하며 비교적 드문 질환이나 파열시 급성 심부전으로 진행되어 사망할 수 있으므로 수술만이 유일한 치료방법이다. 이에 저자는 지난 14년간 발살바동 동맥류 파열로 수술을 받은 환자들을 대상으로 임상적 특징 및 수술 결과에 대하여 알아보고자 하였다.

방법 : 이번 연구는 1990년 1월부터 2004년 2월까지 경북대학교병원에서 발살바동 동맥류 파열로 진단 받은 17명의 환자를 대상으로 임상증상, 이학적 소견, 과거병력, 동반 심질환 유무, 수술소견 및 장기적인 예후에 대하여 조사하였다.

결과 : 남자가 13례, 여자가 4례 였으며, 평균연령은 30±12.5세(10-59세)였다. 술전 시행한 초음파 검사상 동반된 심질환으로는 심실 중격 결손이 8례(모두 이중연관 동맥하 결손), 대동맥 폐쇄부전이 11례에서 관찰되었다. 수술 소견상 누공의 위치는 우관상 동맥동-우심실 13례, 우관상 동맥동-우심방 1례, 비관상동맥동-우심실 2례 그리고 비관상 동맥동-우심방이 1례였으며, 심실 중격 결손이 14례에서 관찰되었으며, 모두 이중연관 동맥하 결손이었다. 수술방법은 13례에서 첩포봉합, 4례에서 단순봉합을 실시하였으며, 대동맥판막 치환술은 4례, 대동맥판막 성형술은 2례에서 시행되었다. 수술로 인한 사망은 한례도 없었으며, 추적 관찰기간(40±49개월) 중 심질환으로 사망한례도 없었다.

결론 : 발살바동 동맥류는 많은 환자에서 심실 중격 결손, 특히 이중연관 동맥하 결손을 동반하므로, 심초음파 검사를 시행할 때 이 결손을 찾기 위해 세밀한 주의가 필요하다. 나아가서 크기가 작은 이중연관 동맥하 심실 중격 결손의 치료 방침도 재조명할 필요가 있을 것이다.

References

- 1) Hope J. A Treatise on the diseases of the heart and great vessels. 3rd ed. Philadelphia:Lea and Blanchard. 1839:466-71.
- 2) Chu SH, Hung CR, How SS, Chang H, Wang SS, Tsai CH, et al. Ruptured aneurysms of the sinus of Valsalva in oriental patients. J Thorac Cardiovasc Surg 1990;99:289-97.
- 3) Lillehei CW, Stanley P, Varco RL. Surgical treatment of ruptured aneurysms of the sinus of Valsalva. Ann Surg 1957;146:459-72.
- 4) Bontefeu JM, Moret PR, Hahn C, Hauf E. Aneurysms of the sinus of Valsalva. Am J Med 1978;5:18-24.
- 5) Meyer J, Wukiasch DC, Hallman GL, Cooley DA. Aneurysm and fistula of the sinus of Valsalva. Ann Thorac Surg 1975;19:170-9.
- 6) Nowicki ER, Aberdeen E, Friedman S, Rushkind WJ. Congenital left aortic sinus-left ventricle fistula and review of aortocardiac fistulas. Ann Thorac Surg 1977;23:378-88.
- 7) Edward JE, Burchell HB. The pathological anatomy of deficiencies between the aortic root and the heart, including aortic sinus aneurysms. Thorax 1957;12:125-32.
- 8) van Son JA, Sim EK, Starr A. Morphometric features of ruptured congenital sinus of Valsalva aneurysm: implication for surgical treatment. J Cardiovasc Surg 1995;36:433-6.
- 9) Smith WA. Aneurysm of the sinus of Valsalva, with report of 2 case. JAMA 1914;62:1878.
- 10) Shumacker HB Jr. Aneurysms of the aortic sinuses of Valsalva due to bacterial endocarditis, with special reference to their operative management. J Thorac Cardiovasc Surg 1972;63:896-902.

- 11) de Bakey ME, Diethrich EB, Liddicoat JE, Kinard SA, Garrett HE. Abnormalities of the sinuses of Valsalva: experience with 35 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1967; 54:312-32.
- 12) de Bakey ME, Lawrie GM. Aneurysm of sinus of Valsalva with coronary atherosclerosis: successful surgical correction. *Ann Surg* 1979;189:303-5.
- 13) Burakovskiy VI, Podsolkov VP, Sabirow BN, Nasedkina MA, Alekian BG, Dvinyaninova NB. Ruptured congenital aneurysms of the sinus of Valsalva. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1988;95:836-41.
- 14) Terdjman M, Bourdarias JP, Farcot JC, Gueret P, Dubourg O, Ferrier A, et al. Aneurysms of sinus of Valsalva: two-dimensional echocardiographic diagnosis and recognition of rupture into the right heart cavities. *J Am Coll Cardiol* 1984;3:1227-35.
- 15) Jansen EW, Nauta IL, Lacquet LK. Ruptured aneurysms of the sinus Valsalva. *Thorac Cardiovasc Surg* 1984;32:148-51.
- 16) Pan C, Tsao CH, Chen C, Chieh FL. Surgical treatment of the ruptured aneurysm of the aortic sinuses. *Ann Thorac Surg* 1981;32:162-66.
- 17) van Son JA, Danielson GK, Schaff HV, Orszulak TA, Edwards WD, Seward JB. Long term outcome of surgical repair of ruptured sinus of Valsalva aneurysms. *Circulation* 1994;90:20-9.
- 18) Barragry TP, Ring WS, Moller JH, Lillehei CW. 15-to 30-year follow-up of patients undergoing repair of ruptured congenital aneurysms of the sinus of Valsalva. *Ann Thorac Surg* 1988;46:515-19.
- 19) Ho VB, Kinney JB, Sahn DJ. Ruptured sinus of Valsalva aneurysm: cine phase-contrast MR characterization. *J Comput Assist Tomogr* 1995;19:652-6.
- 20) Dev V, Goswami KC, Shrivastava S, Bahl VK, Saxena A. Echocardiographic diagnosis of aneurysm of the sinus of Valsalva. *Am Heart J* 1993;126:930-6.
- 21) Dev V, Shrivastava S. Echocardiographic diagnosis of unruptured aneurysms of sinus of Valsalva dissecting it into interventricular septum. *Am J Cardiol* 1990;66:502-3.
- 22) Wang KY, St John Sutton M, Ho HY, Ting CH. Congenital sinus of Valsalva aneurysm: a multiplane transesophageal echocardiographic experience. *J Am Soc Echocardiogr* 1997;10:956-63.
- 23) McKenney PA, Shemin RJ, Wieggers SE. Role of transesophageal echocardiography in sinus of Valsalva aneurysm. *Am Heart J* 1992;123:228-9.
- 24) Samaha FF, Lang R, Abbo KM, Carroll JD, Weinert L, Follman DF. Intracardiac ultrasonographic imaging to diagnose a ruptured sinus of Valsalva aneurysm. *Am Heart J* 1994;128:409-12.
- 25) Wang XF, Li ZA, Cheng TO, Deng YB, Zheng LH, Hu G, Lu P. Clinical application of three-dimensional transesophageal echocardiography. *Am Heart J* 1994;128:380-8.
- 26) Choudhary SK, Bhan A, Sharma R, Airan B, Kumar AS, Venugopal P. Sinus of Valsalva aneurysms: 20 years' experience. *J Card Surg* 1997;12:300-8.
- 27) Au WK, Chiu SW, Mok CK, Lee WT, Cheung D, He GW. Repair of ruptured sinus of Valsalva aneurysm: determinants of long-term survival. *Ann Thorac Surg* 1998;66:1604-10.
- 28) Takach TJ, Reul GJ, Duncan JM, Cooley DA, Livesoy JJ, Ott DA, et al. Sinus of Valsalva aneurysm or fistula: management and outcome. *Ann Thorac Surg* 1999;68:1573-7.
- 29) Kirklin JW, Barratt-Boyes BG. Congenital sinus of Valsalva aneurysm. In: Kirklin JW, Barratt-Boyes BG. *Cardiac Surgery*. 3rd edition, Churchill-Livingstone. 2003:911-22.
- 30) Moon KS, Choi RK, Lim DS, Park HS, Hong SK, Lee YW, et al. Clinical characteristics in patients with ruptured aneurysm of sinus of Valsalva. *Korean Circulation J* 1987; 17:149-58.
- 31) Kim UC, Yun JS, Kim CG, Cho GD, Yang YS, Kwak MS. Surgical repair in sinus of Valsalva aneurysm. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 1996;29:1207-11.