대한영상의학회지 2008;58:357 - 363

다절편 전산화 단층촬영을 이용한 승모판 치환술 후 좌심실 기능에 대한 평가: 초기경험[1]

김동훈 · 변주남[2] · 류상완[3] · 최상일[4]

목적: 심장 다절편 전산화단층촬영(MDCT)이 판막 하 구조물(subvalvular apparatus) 보존 또는 절제술을 동반한 승모판 치환술을 시행 받은 환자에서 심장 기능과 형태변화를 알아보는데 유용한지 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 16명의 승모판 치환술을 시행 받은 환자(판막 하 구조물 보존 10명, 절제 6명)와 대조군 6명에서 16절편 심장 MDCT를 촬영 하였다. CT 영상은 심기능과 형태를 검사하기 위해 재구성되었고, 세 군 간에 박출률(ejection fraction), 좌심실 이완기 말 용적(end - diastolic volume), 수축기 말 용적(end - systolic volume), 심첨, 심실 중간부위, 심저 부위에서 수축기와 이완기의 단축면에서의 면적 비를 비교하였다.

결과: 대조군, 판막 하 구조물 보존과 절제가 동반된 승모판 치환술 후 박출률은 각각 54 ± 8, 54 ± 7% 와 44 ± 6%, 좌심실 이완기 및 수축기 말 용적은 90 ± 28 mL, 43 ± 19 mL 와 108 ± 35 mL, 52 ± 24 mL 와 99 ± 33 mL, 56 ± 21 mL였다. 이완 - 수축기 좌심실 단면 비는 심첨에서 2.56, 2.20, 1.90, 심실 중간에서 2.75, 2.17, 1.87, 심실 기저부에서 2.09, 1.56, 1.76으로 판막 하 절제술에서 좌심실 중간부위의 수축력이 의미 있게 감소하였다($p < 0.05$).

결론: 판막 하 구조물 절제술에 의한 승모판 치환술에서 좌심실의 중간부위에서 수축력 감소가 있었다. MDCT를 이용한 승모판 치환술의 기능과 형태변화 검사는 유용한 비침습적 영상법이 될 수 있다.

판막 치환술 가운데 승모판 치환술은 승모판 기능이상이 있는 환자에서 가장 많이 시술되는 방법이다. 이 시술은 판막 하 구조물(subvalvular apparatus)의 제거나 보존에 따라 좌심실 형태와 기능에 차이가 있다고 알려져 왔다(1 - 7). 여러 실험 논문들에 따르면 판막 구조물들이 좌심실의 수축기능에 전반적으로 또는 부분적으로 중요한 기능을 수행하고 있다고 한다(8, 9). 이러한 판막 치환술 이후의 변화는 좌심실 조영술이나 심장 초음파검사로 확인되었다(10, 11). 최근에는 비약적인 발전을 하는 다절편전산화 단층촬영(multi - detector row CT, MDCT)이 새로운 판막 질환의 영상법으로 등장하였다. 하지만, 아직까지 판막질환에 대한 MDCT 보고는 많지 않으며, 특히 승모판 질환에 대한 연구는 미미한 수준이다(12 - 16). 따라서 본 연구자는 승모판 협착증으로 판막 하 구조물의 제거 또는 보존 상태로 판막 치환술을 시행 받은 환자들에서 MDCT를 이용하여 술 후의 심장 기능과 형태적 변화를 연구하고자 하였다.

[1]순천향대학교 부천병원 영상의학과
[2]조선대학교 의과대학 영상의학과
[3]미래로21병원 흉부외과
[4]분당서울대학교 의과대학 영상의학과
이 논문은 2007년 1월 17일 접수하여 2008년 2월 29일에 채택되었음.

대상과 방법

환자선택

1984년 3월부터 2001년 3월 사이에 승모판 치환술을 시행 받은 16명의 환자를 대상으로 하였다. 모두 류마티스 승모판 협착으로 치환술을 시행 받았으며 판막 하 구조물을 제거한 경우와 보존한 각각 6명(평균 체표면적: 1.47±0.15 m^2), 10명(평균 체표면적: 1.48±0.15 m^2)의 환자를 대상으로 하였다. 수술장에서 수술자의 판단에 따라 판막 하 구조물 보존으로 인공판막의 운동장애가 생기지 않을 만큼 판막의 충분한 크기가 확보되거나, 판첨에 석회화가 없고, 건삭이 융합되어 짧아져 있지 않았을 때 보존술을 시행하였다. 대상 환자군의 남녀 비율은 3: 13, 평균 연령 53 ± 8세 (39세 - 67세)였다. 수술

후 CT 촬영까지의 시간은 판막 하 구조물을 제거한 경우 18 ± 2년, 보존한 경우는 2.7 ± 0.5년 이었다. 정상군과의 비교를 위해 건강증진센터를 방문하여 특이 증상 없이 심장MDCT를 촬영한 6명을 정상 대조군(평균 체표면적: 1.58±0.16 m^2)으로 하였으며 이들의 나이는 56 ± 14세였다. 본 연구는 학내 윤리위원회로부터 확인된 검사 방법을 사용하였으며 모든 환자로부터 검사 동의서를 받았다. 다음과 같은 경우는 검사에서 제외하였다: 30세 이하이거나, 신기능 감소(크레아틴 > 1.5 mg/dL), 비안정성 협심증, 급성 심근 경색, 조영제에 과민반응의 과거력이 있는 경우, 폐쇄공포증이 있는 경우, 지난 1년간 15 mSv 이상의 방사선 조사자, 임신, 갑상선 기능 항진증(기저 TSH < 0.03 Mu/I), 간질환자, 간기능 악화(GOT, GPT 기준치의 3배 이상), 진행된 심부전(NYHA III - IV)등이다.

MDCT와 심장 초음파

영상은 16절편 CT(Sensation 16, Siemens, Erlangen, Germany)를 이용하여 획득하였다. 환자는 검사 전 베타 차단제를 포함한 어떤 약제도 복용하지 않았으며 조영 후 검사는 15 - 20초의 호흡정지 동안에 촬영되었다. 환자의 평균 심박 수는 68±11회/분 이었으며 심실의 형태와 기능 평가에 어려움이 있는 경우는 없었다. 검사 조건은 조준점 1.0 mm, 피치 1.5, 120 Kvp, 550 mAs, 갠트리 회전 시간 420 ms였으며 조영제는 비이온성 조영제(350 mgI/L, Xenetix 350®, Guerbet, Villepinte, France) 120 - 140 cc를 단일 주입장치(CT 9000 ACV, Liebel - Flarsheim Co., Ohio, U.S.A.)를 이용하여 초당 4 cc의 속도로 주입하였다. 심전도 동기화를 통해 영상을 얻은 후, CT 심전도상 QRS를 포함하는 시기를 이완기로, T 파를 포함하는 시기를 수축기로 정하고 전용 프로그램(Volume Wizard, Siemens, Erlangen, Germany)을 이용하여 영상을 재구성하였다. 기본 영상 자료를 모은 후 다방면 재구성(multiplanar reformation) 영상, 최대 강조 투시영상(maximal intensity projection), 3차원 영상(3 - dimensional image), 과동영상으로 재구성하였다. 재구성된 영상은 심기능 평가와 단축 영상(short - axis view), 2 - 방 영상(2 - chamber view), 4 - 방 영상(4 - chamber view)으로 나누어 형태학적 변화를 관찰하였다. 좌심실은 심첨, 심실중간, 심저 세 부위에서 각각 전벽, 하벽, 측벽, 중격의 네 부위로 나누어 수축기와 이완기 때 심실의 두께 변화를 관찰하였고 단축상에서 단면의 면적 변화를 비교하였다. 단면의 수축기와 이완기변화는 형태적 변화를 간접적으로 추정할 수 있으며 각 분절을 분석하면 부분적인 형태 변화를 알 수 있다. 이때 유두근은 단면적에 포함하여 계산하였다. 각 단면의 면적은 승모판륜에서 심첨방향으로 5 mm, 심첨에서 심저방향으로 5 mm 떨어진 부위와 두 부위의 중간 부위에서 구하였다(Fig. 1).

심장 초음파는 3.5 MHz 도플러 주파수(Acuson Sequoia 512, Acuson Corporation, Mountain View, CA, U.S.A.)를 사용하는 초음파 기기를 사용하였다. 한 명의 심장내과 전문의가 표준 2 - 방 영상, 4 - 방 영상과 축상 영상을 얻었다. 변형

Table 1. Demographic, Clinical and Echocardiographic Characteristics of the Study Population

Variables	Group 1 (control) n = 6	Group 2 (RES) n = 6	Group 3 (Pres) n = 10
Age, year	56 ± 14	57 ± 5	50 ± 9
Male : Female	5 : 1	1 : 5	3 : 7
BMI, kg/m^2	22.7	23.8	21.9
Echocardiographic findings			
Ejection fraction, %	60 ± 6	48 ± 7*	57 ± 5
LVEDV, ml	120 ± 13	106 ± 28	115 ± 25
LVESV, ml	58 ± 11	57 ± 11	49 ± 19
SV, ml	62 ± 2	49 ± 17	66 ± 6
MDCT findings			
Areas 1, (diastole /systole)	1.90	1.76	1.87
Areas 2, (diastole /systole)	2.20	1.56	2.17
Areas 3, (diastole /systole)	2.56	2.09*	2.75
Ejection fraction, %	54 ± 8	44 ± 6	54 ± 7
LVEDV, ml	91 ± 28	99 ± 33	108 ± 35
LVESV, ml	43 ± 19	56 ± 21	52 ± 24
SV, ml	47 ± 9	44 ± 13	54 ± 15
Thickening at segments (%)†			
Anterior	59 ± 4	48 ± 10	56 ± 6
Lateral	65 ± 5	52 ± 6	57 ± 4
Septal	69 ± 4	58 ± 4	59 ± 5
Inferior	49 ± 3	45 ± 6	49 ± 4

Note. BMI indicates body mass index, Group 1 = control, Group 2 (Res) = Resection of subvalvular apparatus, Group 3 (Pres) = Preservation of subvalvular apparatus, Area 1 = Area ratio of left ventricle at basal level, Area 2 = Area ratio of left ventricle at mid-ventricular level, Area 3 = Area ratio of left ventricle at apical level." * "means significant statistical value." † "= measurement at mid-ventricular level

된 두 방향 Simpson 방법으로 좌심실 이완기 말 용적과 수축기 말 용적을 구하였고, 이들 결과를 이용하여 박출률을 계산하였다.

통계처리

통계는 SPSS 10.1 버전을 사용하였으며 수치는 평균 ± 표준편차로 표시하였다. 군 간의 비교는 독립표본 t-검정을, 심실벽 변화의 비교는 Bonferoni 교정을 포함한 분산분석(analysis of variance, ANOVA) 검사로 하였다. 여러 연속 변수 간의 관계는 윌콕슨 순위 검사(Wilcoxon rank sum test)로 하였다. *p*값이 0.05미만일 때 통계적 의의가 있는 것으로 해석하였다.

정상군, 판막 하 구조물 보존 및 제거군의 심장 초음파 결과와 심장 MDCT에서 구한 박출률, 좌심실 이완기 및 수축기 말 용적, 심첨, 심실 중간부위, 심저 부위에서의 수축기와 이완기의 단축면에서의 면적 비를 비교하였다.

결 과

정상군, 판막 하 구조물 보존 및 제거군의 역학, 임상, 영상 자료는 표 1에 정리하였다. 판막 치환술을 받은 환자들은 수술 전에 모두 심각한 진행성 심부전(New York Heart Association functional class III or IV)상태였으며, 모든 환자에서 디스크 형태의 기계 판막(St. Jude valve, St. Jude Medical, Inc., St. Paul, Minn, U.S.A. 또는 On-X valve, Medical Carbon Research Institute, Austin, TX, U.S.A. 또는 Edwards MIRA valve, Edwards Lifesciences, Irvine, Calif, U.S.A.)을 사용하여 치환술을 시행하였다(Fig. 2, 3). 동반된 다른 판막 질환은 판막 하 구조물이 제거된 군에서 대동맥판 역류가 1예, 보존된 군에서 대동맥판 역류가 3예, 삼첨판 역류가 1예, 두 판막 역류증이 함께 있었던 1예를 포함 6예에서 이상이 있었으나 수술적인 치료는 필요하지 않았다. 전체적인 좌심실 변화는 승모판 판막 하 구조물이 제거된 치환술 군에서 박출률이 48 ± 7%로 보존 군 57 ± 5%에 비해 의미 있는 감소를 보였다($p < 0.05$). 좌심실 수축 정도를 간접적으로 알아보기 위한 심실 각 부위의 단면적 비교에서는 심실의 중간부위에서 단면적의 변화비가 승모판막 하 구조물 제거군에서 1.56으로 보존군 2.17에 비해 의미 있게 감소되어($p = 0.0038$) 이 부위의 움직임이 둔화되어 있음을 알 수 있었다

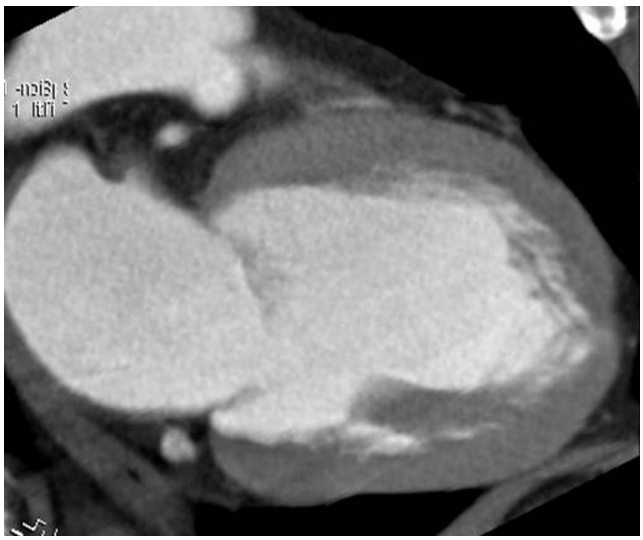

Fig. 1. Measurement of plane area at apical, mid-ventricular, and basal level of LV. Apical plane area of LV is measured at the apical level, 5 mm away from apical endocardial margin. Basal area is measured at the level, 5 mm away from mitral annulus. The mid-ventricular plane area is measured at the center point between apical and basal measured planes.

Fig. 2. A 44-year-old woman with prosthetic mitral valve replacement and reconstructed chordae. Two-chamber view of LV shows high density of mechanical mitral valve and normal orientation of papillary muscles (arrows). However, chordae and chordal attachment are not seen.

Fig. 3. A 66-year-old woman with replaced mitral valve and resected chordae. Two-chamber view of demonstrates dilatation of left ventricle and more protruded anterior mid-ventricular wall (arrow). Papillary muscles are not seen (they might be atrophied.).

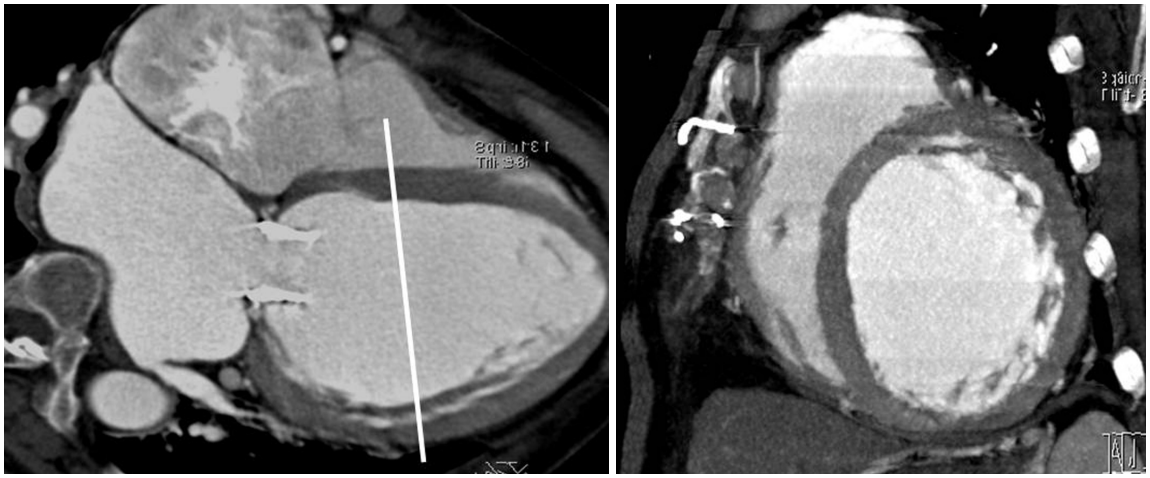

Fig. 4. A 64-year-old woman with mitral valvular replacement and severing chordae. In figure 4A, white line means plane level of reconstructing short-axis view. End-diastolic (**B**) and corresponding end-systolic (**C**) short-axis views show similar plane area of scanned LV and relatively flattening of septum in diastolic phase. In systole, decreased contraction of left ventricle and less thickening of ventricular wall are seen (EF = 38 %).

(Fig. 4). 또한 판막 하 구조물이 제거된 군의 심실 중간 부위에서 전체 심벽의 두께 변화가 감소되어 있었지만 통계학적인 의의는 없었다($p > 0.05$). 판막 하 구조물을 제거한 군과 보존술을 시행 받은 군의 수술 전과 수술 후의 심장 초음파 결과는 박출률이 44 ± 8% 과 55 ± 4%에서 48 ± 7%와 57 ± 5%로 증가하였고, 이완기 말 용적은 101 ± 7 mL과 120 ± 26 mL에서 106 ± 28 mL와 115 ± 25 mL로, 수축기 말 용적은 57 ± 11 mL과 53 ± 12 mL에서 57 ± 11 mL와 49 ± 19 mL로 변화하였다. 수술 후 기계 판막에 이상이 발생한 1예에서 1년 후에 판막 치환술을 다시 시행하였고, 그 외에 시술 후 치환된 판막 기능에 이상이 보고된 경우는 없었다.

고 찰

승모판 병변은 많은 경우 A군 연쇄구균 감염에 의해 후발적으로 발생하는 류마티스성 열이 주된 병인으로 알려졌다. 질환은 점차 수십 년에 걸쳐 진행되어 심장부전에 이르고 중증 상태에서는 2 - 5년 내 사망하는 위험한 질환이다. 류마티스 승모판막의 이상은 치환술을 시행하게 되는데 판막 하 구조물의 보존이 심실 수축 기능 유지에 영향을 준다고 알려졌다(17 - 20). 수술은 전판첨(anterior leaflet)을 절개하여 판막 하부 구조를 관찰한 후 전 외측 건상 및 판첨은 전교련 주위 판륜에, 후 내측 건삭은 후교련 주위의 판륜에 재부착 시키고 가능한 큰 인공판막으로 치환한다. 성공적인 승모판막 치환술을 위해서는 판막질환의 조기 진단과 병 진행과정의 추적검사, 수술 치료 시기의 결정 등이 중요한데, 수술 전후에 주로 심장 초음파검사로 판막의 형태와 심기능을 평가한다. 저자들은 본 연구를 통하여 심장 MDCT 역시 추적 검사 방법이 될 수 있음을 밝히고자 했다.

승모판막 치환 시에 이루어지는 유두근의 절제 때문에 근육의 부착 부위의 심실 이상 운동이 생기며(10, 21), 건삭(chordae tendineae)의 움직임 역시 사라지면서 좌심실 탄성이 감소하고, 심실 내부 수축 기능에 이상이 발생한다. 결국에는 양측 유두근의 손상으로 수축기에 좌심실의 기하학적 형태가 변하게 된다(22). 건삭의 절제는 유두근의 부분적인 견인효과(tethering effect)가 사라지면서 좌심실의 전체적인 기능 감소를 가져올 수 있으며 저자들의 연구 결과 역시 이와 마찬가지로 판막 하 구조물을 제거한 군은 특히 좌심실의 중간 부위에서 수축능력의 감소와 전체적으로는 박출률의 감소로 나타났다고 판단된다. 판막 하 구조물을 재건하거나 보존 상태

로 승모판 치환술을 시행한 경우는 정상 대조군과 좌심실 박출률에 차이가 없었으며, 심장 초음파 결과에서도 두 군 간에 차이가 없었다. 단지 전체 지표들의 결과가 MDCT에서 초음파에서의 결과보다 작게 산출되었는데, 이와 같은 결과는 Yamamuro 등(13)의 보고와 같다. 심장 초음파는 좌심실의 기하학적 형태가 일정치 않을 때 심실 용적과 기능을 산출하는데 정확하지 않고, MDCT에서 최대 수축기를 영상화하는데 시간 분해능의 한계가 있어서 박출률이 작게 측정된다고 하였다. 저자들의 연구의 결과에서도 언급 되었듯이 판막 하 구조물이 제거된 상태에서는 좌심실의 형태에 변화가 생기고, 그 결과로 수치에 차이가 발생한다. 저자들의 연구에서 좌심실 중간부위의 전반적인 수축능력이 감소한데 반해 심근에서 부분적인 기능 이상은 확인할 수 없었으며 모든 군에서 하벽의 수축정도가 가장 많은 감소세를 보였는데 뚜렷한 이유를 설명할 수는 없었다.

MDCT를 통한 좌심실의 3차원적인 용적 계산 및 기능 수치의 산출은 어느 영상 검사 방법보다도 이상적인 방법인데, 심저에서 심첨까지 일정 두께의 절편을 만들어 그 단면의 면적을 더해가는 방법으로 전체적인 또는 심실 일부에 형태적인 변화가 있더라도 결과에 차이가 없다. 이와 같은 CT의 유용성은 좌심실 동맥류가 동반된 환자의 좌심실 기능을 검사한 이전의 3차원 심장 초음파 보고들에서 간접적으로 확인할 수 있다(23, 24). MDCT를 이용한 승모판의 검사에서 역류증이나 협착증의 혈류측정은 초기 보고(15)가 있지만 아직 한계가 있다. 하지만, 형태의 확인이나 승모판륜 주위의 석회화와 동맥경화증과의 관계에 대한 연구는 상관관계가 알려졌다(25, 26). 또한, 오래 전부터 승모판 주위의 농양 형성에 대한 CT의 장점은 널리 알려졌고(27) 판막 비후와 판막 하 구조물의 명확한 영상화에 대한 보고가 있기도 하다(12). Teshima 등(28)은 승모판막은 아니지만 대동맥 판막 치환술 후에 CT가 판막 주위에 형성된 군살 조직(pannus)형성을 쉽게 발견하여 기계 판막의 기능 이상을 알아내는데 유용하다는 보고를 하였다. 하지만, 여러 보고들 중에서 저자들의 연구와 같이 수술 후 심장형태의 변화와 간접적인 좌심실 기능을 확인하는데 MDCT를 사용한 보고는 없으며 실험적인 연구라고 할 수 있다. CT가 가지는 장점은 고해상도의 정지영상으로 객관적인 영상 정보와 분석이 일정한 조건하에서 가능하고 재현성이 뛰어나며 판막질환 또는 수술 후에 연관된 합병증의 진단에 유리하다는 점이다. 반면, 다량의 방사선 조사와 함께, 부정맥에 의한 허상, 판막 주위에 발생하는 허상에 의한 영상 분석의 어려움이 있으며 아직 CT에 의한 분석 자료 보고가 적어 객관성을 확보하고 있지 못하고 있다. 좀 더 활발히 심장 초음파 검사와의 판막 영상, 분석 방법의 비교가 필요할 것으로 보인다.

본 연구의 제한점은 첫째, 다양한 원인에 의한 판막 질환에 대한 연구가 되지 못했고, 검사 군의 개체 수가 적다는 점이다. 하지만, 아직 까지 추적 검사의 방법으로 심장 초음파가 사용되므로 CT를 통한 검사에 대한 임상 의사와 환자의 공감대가 형성되어 있지 못하고 연구 결과들의 보고도 극히 적어서 본 연구가 초기 경험으로서 갖는 의의는 크다고 할 수 있겠다. 둘째, 다양한 수술 술기에 따른 결과 해석에 제한점이 있다. 아직도 다양한 수술 방법이 소개되고 있으며 결과 해석에도 다양한 이론들이 존재하고 있어서 영상학적 분석도 일관되지 못하는 문제점이 있다. 앞으로, 더 많은 영상학적 연구 결과가 필요할 것으로 보인다. 셋째, 수술 후 CT를 촬영할 때까지의 기간이 일정하지 않아 수술 후 발생하였을 좌심실의 재형성(remodeling), 비후, 확장 등에 대한 분석이 불가능하였고, 심장 초음파의 결과 역시 불규칙한 시행으로 해석에 어려움이 있었다. 넷째, 모든 분석이 상대적인 분석으로 추후 많은 자료의 수집과 다기관 연구를 통해 객관성을 확보해야 할 것으로 보인다.

결론적으로 승모판막 절제술시 판막 하 구조물을 절제하게 되면 심장 수축기능이 감소한다는 사실을 MDCT를 통해 확인할 수 있었으며 좌심실 중간부위의 수축능 감소가 두드러졌다. MDCT가 승모판 치환술 후 객관적이고 재현성이 높은 비침습적 검사로 이용될 수 있겠으며, 승모판 질환의 이해를 돕고, 좀 더 쉽고 빠른 치료방법의 결정과 치료 효과를 판명하는데 사용 될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. Dilip D, Chandra A, Rajashekhar D, Padmanabhan M. Early beneficial effect of preservation of papillo-annular continuity in mitral valve replacement on left ventricular function. *J Heart Valve Dis* 2001;10:294-302
2. Okita Y, Miki S, Ueda Y, Tahata T, Sakai T. Left ventricular function after mitral valve replacement with or without chordal preservation. *J Heart Valve Dis* 1995;4 Suppl 2:181-193
3. Lee EM, Shapiro LM, Wells FC. Importance of subvalvular preservation and early operation in mitral valve surgery. *Circulation* 1996;94:2117-2123
4. Hannein HA, Swain JA, McIntosh CL, Bonow RO, Stone CD, Clark RE. Comparative assessment of chordal preservation versus chordal resection during mitral valve replacement. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990;99:828-837
5. Komeda M, David TE, Rao V, Sun Z, Weisel RD, Burns RJ. Late hemodynamic effects of the preserved papillary muscles during mitral valve replacement. *Circulation* 1994;90 Suppl:II190-II194
6. Yun KL, Sintek CF, Miller DC, Pfeffer TA, Kochamba GS, Khonsari S, et al. Randomized trial comparing partial versus complete chordal-sparing mitral valve replacement: effects on left ventricular volume and function. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;123:707-714
7. Yun KL, Sintek CF, Miller DC, Schuyler GT, Fletcher AD, Pfeffer TA, et al. Randomized trial of partial versus complete chordal preservation methods of mitral valve replacement: a preliminary report. *Circulation* 1999;100 Suppl:II90-II94
8. Hansen DE, Cahill PD, Derby GC, Miller DC. Relative contributions of the anterior and posterior mitral chordae tendineae to canine global left ventricular systolic function. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987;93:45-55
9. Sarris GE, Cahill PD, Hansen DE, Miller DC. Restoration of left ventricular systolic performance after reattachment of mitral chordae tendineae: the importance of valvular-ventricular interaction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1988;95:969-979
10. Pitarys II CJ, Forman MB, Panayiotou H, Hansen DE. Long-term

effects of excision of the mitral apparatus on global ad regional ventricular function in humans. *J Am Coll Cardiol* 1990;15:557-563
11. Goldman ME, Mora F, Guarino T, Fuster V, Mindich BP. Mitral valvuloplasty is superior to valve replacement for preservation of left ventricular function: an intraoperative two-dimentional echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1987;10:568-575
12. Willmann JK, Kobza R, Roos JE, Lachat M, Jenni R, Hilfiker PR, et al. ECG-gated multi-detector row CT for assessment of mitral valve disease: initial experience. *Eur Radiol* 2002;12:2662-2669
13. Yamamuro M, Tadamura E, Kubo S, Toyoda H, Nishina T, Ohba M, et al. Cardiac functional analysis with multi-detector row CT and segmental reconstruction algorithm: comparison with echocardiography, SPECT, and MR imaging. *Radiology* 2005;234: 381-390
14. Alkadhi H, Bettex D, Wildermuth S, Baumert B, Plass A, Grunenfelder J, et al. Dynamic cine imaging of the mitral valve with 16-MDCT: a feasibility study. *AJR Am J Roentgenol* 2005;185: 636-646
15. Alkadhi H, Wildermuth S, Bettex DA, Plass A, Baumert B, Leschka S, et al. Mitral regurgitation: quantification with 16-detector row CT-initial experience. *Radiology* 2006;238:454-63
16. Lembcke A, Borges AC, Dushe S, Dohmen PM, Wiese TH, Rogalla P, et al. Assessment of mitral valve regurgitation at electron-beam CT: comparison with Doppler echocardiography. *Radiology* 2005;236:47-55
17. Hassouna A, Elmahalawy N. Valve replacement in rheumatic mitral incompetence: total versus posteriorchordal preservation. *Cardiovasc Surg* 1998;6:133-138
18. Wasir H, Choudhary SK, Airan B, Srivastava S, Kumar AS. Mitral valve replacement with chordal preservation in a rheumatic population. *J Heart Valve Dis* 2001;10:84-89
19. David TE, Uden DE, Strauss HD. The importance of the mitral apparatus in left ventricular function after correction of mitral regurgitation. *Circulation* 1983;68 Suppl:II76-II82
20. Lessana A, Herreman F, Boffety C, Cosma H, Guerin F, Kara M, et al. Hemodynamic and cineangiographic study before and after mitral valvuloplasty (Carpenter's technique). *Circulation* 1981;64 Suppl:II195-II202
21. Axel L. Papillary muscles do not attach directly to the solid heart wall. *Circulation* 2004;109:3145-3148
22. Hansen DE, Cahill PD, DeCampli WM, Harrison DC, Derby GC, Mitchell RS, et al. Valvular-ventricular interaction: importance of the mitral apparatus in canine left ventricular systolic performance. *Circulation* 1986;73:1310-1320
23. Buch T, Hunold P, Wentz KU, Tkalec W, Nesser HJ, Erbel R. Tomographic three dimensional echocardiographic determination of chamber size and systolic function in patients with left ventricular aneurysm. *Circulation* 1997;96:4286-4297
24. Qin JX, Jones M, Shiota T, Greenberg NL, Tsujino H, Firstenberg MS, et al. Validation of real-time three-dimensional echocardiography for quantifying left ventricular volumes in the presence of a left ventricular aneurysm: in vitro and in vivo studies. *J Am Coll Cardiol* 2000;36:900-907
25. Tenenbaum A, Shemesh J, Fisman EZ, Motro M. Advanced mitral annular calcification is associated with severe coronary calcification on fast dual spiral computed tomography. *Invest Radiol* 2000; 35:193-198
26. Adler Y, Vaturi M, Fink N, Tanne D, Shapira Y, Weisenberg D, et al. Association between mitral annulus calcification and aortic atheroma: a prospective transesophageal echocardiographic study. *Atherosclerosis* 2000;152:451-456
27. Daniel WG, Mugge A, Martin RP, Lindert O, Hausmann D, Nonnast-Daniel B, et al. Improvement in the diagnosis of abscesses associated with endocarditis by transesophageal echocardiography. *N Engl J Med* 1991;324:795-800
28. Teshima H, Hayashida N, Fukunaga S, Tayama E, Kawara T, Aoyagi S, et al. Usefulness of a multidetector-row computed tomography scanner for detecting pannus formation. *Ann Thorac Surg* 2004;77:523-526

대한영상의학회지 2008;58:357 - 363

J Korean Radiol Soc 2008;58:357 - 363

Assessment of Left Ventricular Function after Mitral Valvular Replacement Using Multidetector Row Computed Tomography: Initial Experience[1]

Dong Hun Kim, M.D., Joo Nam Byun, M.D.[2], Sang Wan Ryu, M.D.[3], Sang Il Choi, M.D.[4]

[1]Department of Radiology, Soonchunhyang University Bucheon Hospital
[2]Department of Radiology, Chosun University, College of Medicine
[3]Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Miraero21 Hospital
[4]Department of Radiology, Seoul National University Bundang Hospital

Purpose: To assess the usefulness of cardiac MDCT for the evaluation of cardiac function and morphology of mitral valve replacement (MVR) with or without subvalvular preservation.

Materials and Methods: Sixteen patients with (n = 10) or without (n = 6) subvalvular sparing and control subjects (n = 6) were evaluated using 16-slice MDCT (Sensation 16, Siemens, Erlangen, Germany). Images of MDCT were reconstructed for the evaluation of cardiac morphology and ventricular function. Patients were compared with respect to variables such as ejection fraction (EF), end-diastolic volume (EDV), end-systolic volume (ESV), and the diastolic-systolic left ventricular area ratio on a short-axis view at apical, mid-ventricular, and basal levels.

Results: The average values for cardiac function variables for control subjects and after MVR (with subvalvular preservation versus without subvalvular preservation) were, respectively, 54 ± 8%, 54 ± 7% and 44 ± 6 %, for EF; 91 ± 28 ml, 108 ± 35 ml and 99 ± 33 ml for EDV; 43 ± 19 ml, 52 ± 24 ml and, 56 ± 21 ml for ESV. The area ratio was 2.56, 2.75, 2.09 at the apex; 2.20, 2.17, 1.56 at the mid-ventricular level; 1.90, 1.87, 1.76 at the basal level, respectively. Mid ventricular contraction for patients following subvalvular resection was significantly decreased ($p < 0.05$).

Conclusion: MDCT is a useful diagnostic modality for functional and morphologic evaluation of MVR.

Index words : Heart
Mitral valve stenosis
Ventricular fuction, left
Heart valve prosthesis

Address reprint requests to : Dong Hun Kim, M.D., Department of Radiology, Soonchunhyang University Bucheon Hospital, 1174 Jung-dong, Wonmi-gu, Bucheon, Gyeonggi-do 420-767, Korea
Tel. 82-32-621-5851 Fax. 82-32-621-5874 E-mail: dhk1107@hanmail.net