

## 좌심실 유두근 파열

-3례 보고-

오중환\* · 김호경\* · 이종국\* · 황성오\*\*  
윤정한\*\*\* · 박금수\*\*\*\*

- Abstract -

### Papillary Muscle Rupture of The Left Ventricle

- 3 Cases -

J.H. Oh, M.D.<sup>\*</sup>, H.K. Kim, M.D.<sup>\*</sup>, C.K. Lee, M.D.<sup>\*</sup>, S.O. Hwang, M.D.<sup>\*\*</sup>,  
J.H. Yoon, M.D.<sup>\*\*\*</sup>, K.S. Park, M.D.<sup>\*\*\*\*</sup>

There are three types of papillary muscle of the left ventricle (finger, tethered and mixed type) according to the morphology of the attachment to the ventricular wall. Especially finger type of the papillary muscle is more vulnerable to the injury than tethered or mixed type, because their blood supply is dependent upon the central artery whose diameter is less than 1mm and the papillary muscle itself is the end organ of the heart anatomically.

There are several causes of papillary muscle rupture but few cases have been reported. Recently we have experienced 3 cases of papillary muscle rupture of the left ventricle with successful mitral valve replacement and the causes are postmyocardial infarction, percutaneous mitral valvulotomy and non-penetrating chest trauma. The common finding is the morphology of papillary muscle, that is the finger type and their rupture type is the complete type.

### 서 론

좌심실의 승모판 복합체는 승모판막, 방실통, 건삭,

\*연세대학교 원주의과대학 흉부외과학교실

\*Department of Thoracic & Cardiovascular Surgery, Yonsei University Wonju College of Medicine

\*\*연세대학교 원주의과대학 응급의학교실

\*\*Department of Emergency Medicine, Yonsei University Wonju College of Medicine

\*\*\*연세대학교 원주의과대학 내과학교실

\*\*\*Department of Medicine, Yonsei University Wonju College of Medicine

\*\*\*\*본 논문은 1991년도 대한흉부외과학회 추계학술대회에서 구연하였음.

유두근 등으로 이루어져 있다. 이중 승모판막, 섬유륜, 건삭 등은 섬유조직으로 이루어져 있는 반면 유두근은 근육조직으로 이루어져있고 그 중앙에는 직경 1mm 이하의 가늘고 긴 중앙동맥(central artery)이 분포하는 심실내의 말단 조직이기때문에 섬유조직보다 손상을 잘 받으며 특히 Ranganathan 등<sup>1)</sup>이 분류한 수지형의 유두근은 보다 더 손상을 받는다는 것은 해부학적으로 널리 알려진 사실이다<sup>2)</sup>.

이러한 손상의 원인은 급성심근경색, 흉부외상, 심폐소생술, 의인성 등 여러가지가 있겠지만 아주 희귀한 예로서 국내외 보고가 드문 실정이다.

연세대학교 원주의과대학 흉부외과학교실에서는

급성심근경색, 의인성(경피적 승모판 풍선확장술), 흉부외상 등으로 인한 좌심실 유두근 파열 3예를 모두 경험하여 승모판막치환술로써 좋은 결과를 얻었기에 이를 보고하고자 한다.

### 증례 1

58세 여자환자는 10일간의 흉통을 주소로 내원하였다. 최근 내원 5일 전부터 호흡곤란 및 증상이 심하여 저 개인병원을 거쳐 본원 응급실로 전원하였다. 신장 154cm, 체중 74kg의 비만이 있었고 과거력상 고혈압이나 당뇨병은 없었다. 내원 당시 혈압 120/80mm Hg, 맥박 110/분이었고 흉부 청진 상 양측 폐 하부에서 경도의 나음이 청진되었고 심박동은 규칙적이었으며 Grade III/VI의 수축기 잡음이 심첨에서 들렸다. 심효소 중 LDH isoenzyme(LDH1/LDH2 208.2/186.2)이 유의있게 증가하였고 말초혈액 검사 상 혈색소 8.4g/dl, 혈구치 25.9%, 백혈구 10800/mm<sup>3</sup>, 혈수판 297,000/mm<sup>3</sup> 이었고 빈혈 검사상 혈청철 48mcg/dl, 총철결합능 413mcg/dl, 그 이외의 혈액검사, 소변검사는 정상이었다. 심전도 상 Q wave는 없었으나 lead II, III, aVF에서 ST depression이 있었다. 흉부 단순촬영 상 심부전의 소견이 보이고(Fig. 1), 초음파 검사(2 D echocardiogram)상 심첨 장축소전에서 승모판이 연가양 운동을 하는 것을 알 수 있었다(Fig. 2). 좌심실 조영술 상 Grade IV/IV의 승모판폐쇄부전증을 볼 수 있으며(Fig. 3), 관상동맥조영술 상 우관상동맥은 정상이나 좌관상동맥은 좌회선동맥의 중간부위가 완전폐쇄되었고 부행혈관의 형성은 뚜렷하

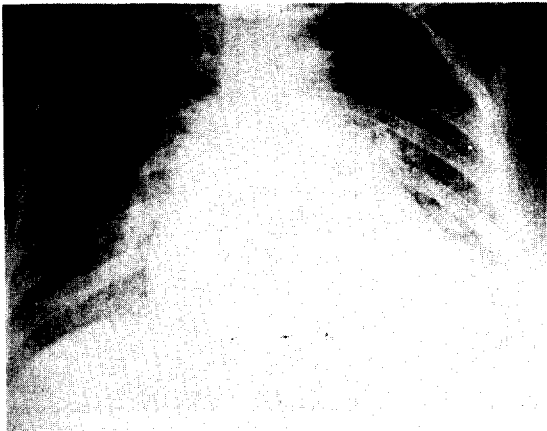


Fig. 1. Chest PA shows congestion of the lung (Case1).



Fig. 2. Echocardiogram shows flail movement of posterior cusp of mitral valve(arrow)(Case 1).

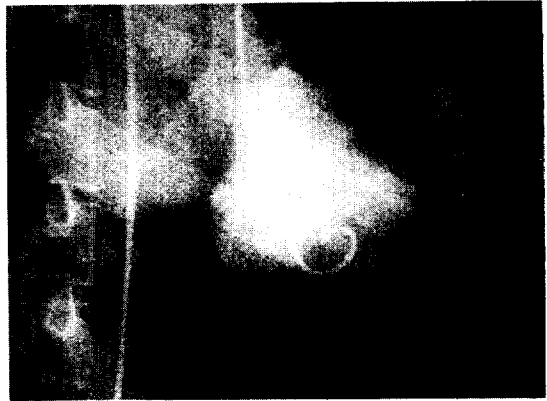


Fig. 3. Left ventriculogram shows grade IV/VI mitral regurgitation(Case 1).

지가 않았다(Fig. 4).

### 증례 2

56세 남자환자로 3개월 동안의 호흡곤란을 주소로 내원하였다. 과거력상 2개월 전에 본원에서 승모판 협착증으로 진단받고 경피적 승모판풍선확장술을 시행 후 승모판협착증과 승모판 부전증이 동반되어 수술을 권유받았다. 환자가 수술을 연기하던 중 심부전이 심하여졌다. 내원 당시 vital sign의 변화는 없었으나 이학적 소견 상 Grade III/IV의 pansystolic murmur가 들렸으며 늑하연 2 손가락 넓이의 간비대를 동반하였다. 혈액검사와 소변검사, 간기능 검사 등의 소견은 정상이었다. 심전도상 심방세동이 있고 흉부단순 촬영 상 심부전의 소견이 보였다(Fig. 5). 2개월전 시행한 경피적 승모판 확장술은 Inoue 카테터를 이용하였으



Fig. 4. Right anterior oblique view of left coronary angiogram shows total obstruction of left circumflex artery (arrow) (Case 1).



Fig. 5. Chest PA shows congestive lung with cardiomegaly (Case 2).

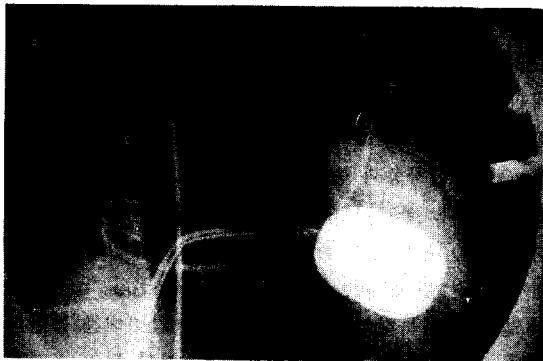


Fig. 6. Inoue catheter moves into the left ventricle across the mitral annulus and its ballooning tears papillary muscle (Case 2).

나 확장 당시 카테터가 좌심실 내로 밀려들어 가면서 유두근이 파열된 것으로 사료되었다(Fig. 6). 초음파 검사 상 승모판이 연가양 운동을 하는 것을 확인할 수 있었고 좌심실 조영술 상 Grade IV/VI의 승모판 폐쇄부전증이 보였다.

### 증례 3

56세 남자환자로 평소 건강하였으나 도로작업중 트럭에 부딪혀 개인병원을 거쳐 하루 경과 후 내원하였다. 내원 당시 복통을 호소하였으며 특히 흉부 앞쪽의 통증이 있었다. 과거력상 심장병력은 없었고 이학적 소견 상 vital sign의 변화는 없었으나 심침에서 Grade III/IV의 pansystolic murmur가 들렸고 동맥혈 가스검사는 PH 7.45, PO<sub>2</sub> 56.7mmHg, PCO<sub>2</sub> 42.5 mmHg, BE 5로서 보상성 호흡성 염기증(compensatory respiratory alkalosis)의 소견을 보였고, 심효소, 혈액검사, 소변검사, 간기능 검사, 심전도 소견은 정상이었다. 내원 당시 응급실에서 시행한 심초음파 검사에서 승모판의 연가양운동과 Grade IV/VI의 승모판 폐쇄부전증을 볼 수 있었다(Fig. 7). 골반골절이 동반되었고 전신단층촬영을 시행하여 복부나 뇌의 이상소견을 배제하였으며 응급 심장판막치환술을 고려하였으나 입원 2일째 폐염과 폐부종이 겹쳐 호흡관관이 심해지고 동맥혈 검사소견은 pH 7.49, PO<sub>2</sub> 27.6mmHg, PCO<sub>2</sub> 27.6mmHg, BE 5, 저산소증이 있어 기관삽관을 하고 입원 9일째 기관절개술을 하였으며 인공호흡기를 연결하였으나 폐염이 치유되지않고 폐동맥쇄기압은 30mmHg로 상당히 증가하였으며 심부전도 심하여

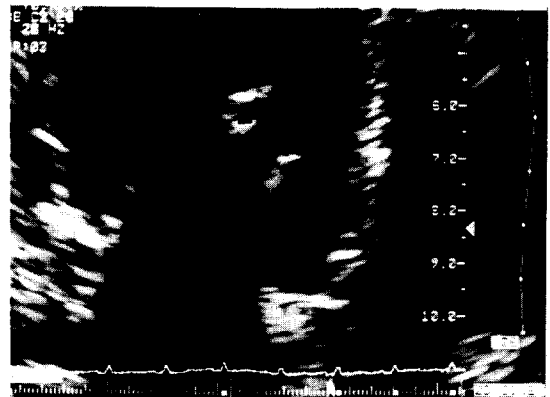


Fig. 7. Echocardiogram shows flail movement of anterior leaflet of mitral valve (arrow) (Case 3).

저 입원 77일째 승모판막폐쇄부전증 진단하에 수술을 결정하였다. 수술 전 시행한 흉부단순촬영 상 심부전과 폐염의 양상이 심하고(Fig. 8a). 관상동맥조영술 상 정상소견을 보였다.

## 수술 소견

### 증례 1

수술은 IABP(Intraaortic balloon pump) 가동하여 정중절개를 통하여 심장을 노출한 뒤 26-28도의 중등도의 저체온하에 체외순환을 실시하고 30분 간격으로 심정지액으로 심근보호를 하며 좌심방절개 후 좌심방 내로 돌출한 유두근을 확인할 수 있었다. St. Jude

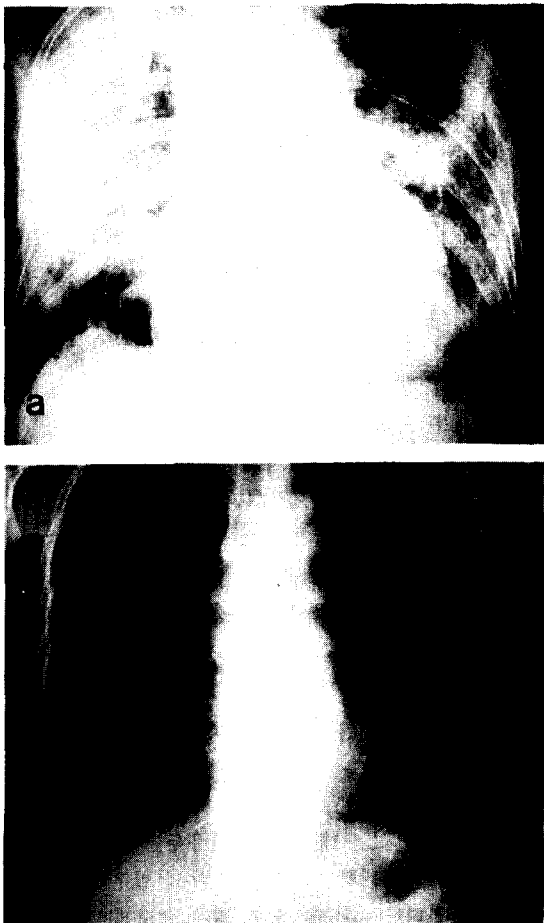


Fig. 8. (A) Preoperative chest PA shows congestion of the lung and pneumonia. (B) Postoperative chest PA shows improved state (Case 3).

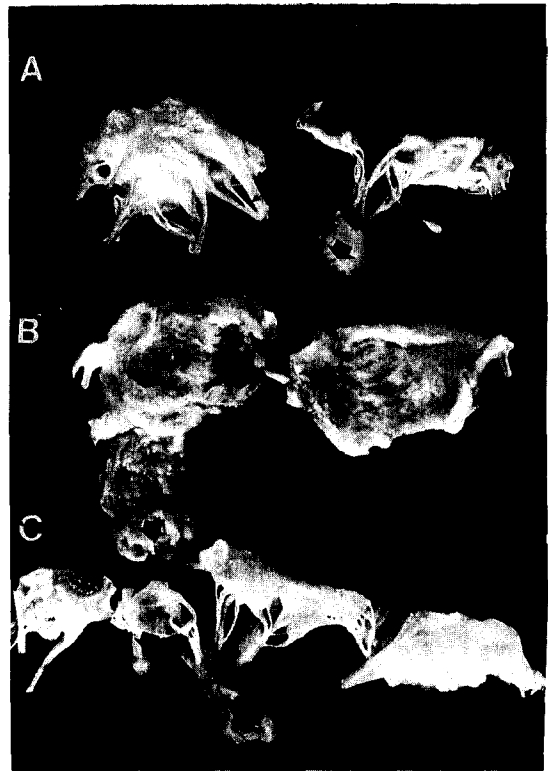


Fig. 9. Posteromedial papillary muscle was ruptured completely after myocardial infarction(arrow A). Papillary muscle and anterior leaflet show fibrous thickening and fusion. Anterolateral papillary muscle was ruptured completely after percutaneous mitral valvulotomy(arrow B). Anterolateral papillary muscle was ruptured completely and partially after nonpenetrating chest trauma(arrow C).

Medical Valve #29로 승모판치환술을 시행하였다. 병리소견 상 후첨판에 붙은 후내측 유두근의 완전파열이 있었다(Fig. 9a). 인공심폐기 이용시 IABP의 보조로 심장이 회복되었으며 수술 직후 더 이상의 심장보조장치 없이 회복이 가능하였다.

### 증례 2

정중절개 후 전례와 같이 좌심방 절개 후 좌심방 내로 돌출한 유두근을 확인할 수 있었고 St. Jude Medical Valve #33으로 승모판 치환술을 시행하였으며 병리 소견 상 전첨과 후첨의 섬유화와 유착이 심하였고 전첨에 붙은 전외측 유두근도 유착소견이 보이며 두꺼워져있고 완전파열이 있었다(Fig. 9b).

### 증례 3

정증절개 후 심낭의 유착이 심하게 있었고 좌측 흉심낭의 파열이 5×5cm 크기로 난원형으로 있었다. 체외순환을 실시하고 좌심방을 절개하였으나 좌심방의 크기가 작아 우심방절개 후 심방증격을 통하여 좌심방으로 돌출한 좌심실 유두근을 확인한 후(Fig. 10). St. Jude Medical valve #27로 판막치환술을 시행하였다. 병리소견 상 전외측유두근의 완전 및 부분파열이 있었다(Fig. 9c). 수술 15일째 인공호흡기를 제거하였고 수술 66일째 기관절개술 부위를 봉합하였다. 이 당시 흉부단순촬영 상 폐염과 폐부종이 완전히 없어진 소견을 볼 수 있다(Fig. 8b).

### 수술후 경과

3예 모두 15개월, 12개월, 12개월의 추적 조사에 의하면 수술 전 NYHA functional class IV에서 수술 후 class I으로 좋아졌다.



Fig. 10. After right atriotomy and septotomy, ruptured anterolateral papillary muscle protrudes to the left atrium like a finger shape (arrow) (Case 3).

### 고 찰

승모판은 하나의 구조라기보다 방실구, 방실륜, 건삭 및 유두근 등으로 이루어진 복합체로서 정상적인 기능을 수행하기 위해서는 서로 조화를 이루어야하며 이것에 장애가 생기면, 즉 침판의 이상 뿐만 아니라 건삭의 변이 및 파열, 유두근의 파열 등의 미세한 이상도 승모판 폐쇄부전증을 일으키기 때문에 각 성분의 변이 역시 중요하다<sup>23)</sup>.

승모판 복합체 중 판막, 방실륜, 건삭 등은 섬유조

직으로 이루어져 있는 반면 유두근은 발생학적으로 육주의 변형으로 형성된 근육으로 이루어진 심실내의 말단조직이며 방실판의 능력을 수행하는데 중요한 가장 두꺼운 조직이지만<sup>4, 8)</sup> 가늘고 긴 중앙동맥에 의하여 혈공급을 받기때문에 손상을 잘 받는다는 것은 해부학적으로 널리 알려진 사실이다<sup>1)</sup>. Ranganathan과 Burch 등<sup>1)</sup>에 의하면 좌심실의 유두근은 심실벽의 부착상태를 기준으로 부착부가 좁고 손가락모양으로 돌출된 수지형(finger type), 부착부가 넓고 돌출되지 않은 결속형(tethered type), 그리고 그 중간인 혼합형(mixed type)으로 분류하였으며 이중 수지형은 특히 손상을 잘 받는다고 하였다. 일반적으로 전외측유두근은 1개, 후내측유두근은 2-3개로 알려져 있다<sup>11)</sup>. 실제로 유두근을 잘 관찰하여보면 분명히 1개의 근육이 존재하는 경우에도 그 끝이 갈라져 마치 2개의 근육으로 이루어져 있는 것으로 오인되는 경우가 있는데 이때 각 끝을 근육의 두로 정의하면 이런 문제는 쉽게 해결할 수 있다. 오 등<sup>5)</sup>은 Ranganathan과 Burch 등<sup>1)</sup>의 보고와 달리 전외측유두근이 1-2개, 후내측유두근이 1개인 경우가 많았다. Rusted 등<sup>19)</sup>은 전외측유두근이 75%에서 하나이며 후내측유두근이 65%에서 2-3개로 이루어져 있다고 하였다. 이러한 차이는 유두근의 모양이 워낙 변이가 심해 근육과 근육두를 구분하는 기준에 따라 나타날 수 있다. Estes 등<sup>20)</sup>은 혈관조영술을 하여 유두근의 형태에 따라 그 혈관 분포가 다르다고 하였다. 이러한 유두근 파열은 1803년 Merat가 처음 기술한 이후 그 원인은 급성심근경색증, 흉부외상 및 인공심폐술에 의한 심압박, 카테터의 풍선확장술 등 여러가지가 있겠지만 국내외의 보고가 드문 실정이다.

저자들의 경우 좌심실 유두근 파열의 원인은 1) 급성심근경색증 2) 경피적 풍선확장술 3) 흉부외상 등 3가지였고 형태학적으로 3예 모두 수지형이었으며 1990년 오 등<sup>5)</sup>에 의하면 한국인 성인 심장에서 수지형이 29.6%, 결속형이 20.3%, 혼합형이 50.4%라고 보고하였다.

수지형의 유두근 파열은 양상에 따라 완전형과 부분형으로 나눌 수 있는데 완전형은 유두근의 주간이 잘려나간 것이고 부분형은 유두근의 두의 일부가 잘려나간 것을 말한다<sup>4, 14)</sup>. 완전파열인 경우 승모판막의 지지가 반으로 줄어들므로 폐부종, 심인성 쇼크 등이 나타나 평균 생존일이 3일인 반면 부분파열인 경우는 승모판폐쇄부전의 정도가 덜하므로 좌심실의 기능에 따라

다양하지만 30일 이상의 생존이 가능하고 심근경색의 부위가 좌심실의 1% 미만을 침범한 경우는 3개월의 생존도 가능하다고 하였다<sup>9,12,14</sup>). 저자들의 경우 3예에서 유두근파열의 양상은 모두 완전형이 동반되어 심부전의 경과가 빨랐으며 조속한 수술이 요구되었다.

급성심근경색증으로 사망한 환자에서 좌심실유두근 파열은 약 1% 가량 발견되며 완전파열인 경우 좌심실 부전과 폐부종이 동반되어 조기사망율이 80-90% 정도로 매우 높다<sup>6,7,8</sup>). Nunley 등<sup>4</sup>)에 의하면 심근경색이 발생한 조직에 존재하는 collagen의 양이 7일 이내에 가장 적기때문에 심근경색 발생 후 평균 4일후 유두근 파열이 잘 발생한다고 하였다. 저자들의 경우 증례 1에서 10일전부터 증상이 나타났다가 5일 경과후 부터 심해진 것으로 보아 심근경색 발생 5일이 지난 후 유두근 파열이 발생한 것으로 생각된다. 전외측유두근은 좌회선동맥의 둔각변연분지와 좌측전하방동맥으로부터 혈공급을 받는 반면 후내측유두근은 후하방동맥으로부터 단일혈공급을 받으므로 후내측유두근이 손상을 잘 받으며 저자에 따라 2-12배까지 자주 발생한다고 하였다<sup>4,10,11</sup>). Vlodaver 등<sup>12</sup>)에 의하면 심근경색의 부위와 유두근파열의 양상은 상관관계가 없다고 보고하였고 Nishimura 등<sup>7</sup>)은 심근경색의 부위가 작고 하나의 관상동맥이 막혔을 때 유두근파열이 잘 발생한다고 하였다. 1965년 Austen 등<sup>13</sup>)이 처음으로 심근경색 후 발생한 좌심실유두근 파열 환자에서 승모판 치환술을 성공한 이래 유두근의 교정법도 있지만 일반적으로 판막치환술이 선호되고 있고 예후도 좋으며 관상동맥 우회술도 가능하면 같이 하는 것이 좋다<sup>14,15</sup>). 좌심실의 유두근 파열 시 심실 자체의 근력의 부전보다는 승모판을 통하는 역류때문에 순환장애가 발생하므로 조기수술은 심근기능을 좋게하고 생존율을 증가시킨다<sup>4,16</sup>). 저자들의 경우 관상동맥조영술 상 우관상동맥은 정상이었으나 좌관상동맥 중 좌회선동맥의 중간부위가 완전폐쇄 소견을 보였으며 후내측유두근의 완전파열이 있었다. 심부전 및 심인성 쇼크가 발생하여 수술 전에 Swan Ganz 카테터를 삽입하고 Intraaortic balloon pump 작동하에 수술 시행하였다. 수술 전 폐동맥 쇄기압은 30mmHg로 상당히 증가되어 폐부종의 양상이 나타났다. 좌회선동맥의 중간부위가 완전폐쇄되어 그 원위부가 보이지않고 부행혈관의 형성도 전혀 보이지 않았으며 수술대위에서 만져본 결과 혈전으로 막차되어 관상동맥우회술은 불가능하다고 판단되어 판막치

환술만 시행하였다. 수술 중 인공심폐기 이용 시 IABP의 도움없이 혈압이 잘 유지되고 더이상의 심근경색은 보이지 않고 양호한 경과를 보였다.

1984년 Inoue<sup>17</sup>)가 경피적 승모판 확장술을 시행한 이래 합병증으로 판막자체의 과다열상으로 인한 승모판 폐쇄부전증 등이 보고되고 있지만 저자들의 경우 Inoue 카테터가 확장되는 순간 좌심실내로 밀려들어 가면서 유착된 유두근 사이에 끼여 유두근의 파열이 발생한 것으로 생각되어진다. 본 환자는 풍선확장술 직후 승모판폐쇄부전증이 발생하여 수술을 권유하였으나 환자의 거부로 2개월가량 연기하여오다가 심부전이 심하여져 수술을 결정하였다.

흉부외상에 의한 심장의부나 심좌상은 흔하지만 심장내부의 손상은 아주 희귀하다. 이중 가장 흔한 병변이 심실중격결손이고 좌심실유두근 이외의 심장은 정상이면서 좌심실 유두근만 파열된 경우는 1983년 Devineni 등<sup>18</sup>)이 보고한 예가 처음이고 단지 흉부외상에 의한 유두근의 출혈, 경색, 괴사등으로 승모판 기능 장애의 보고가 있을 따름이다. 기전은 흉부 충격이 심실의 이완기 후기나 수축기 초기 즉 심실수축의 isovolumetric phase에 발생하기때문에 일어난다고 하지만 확률적으로 매우 희박하며 처음에는 유두근의 출혈과 경색으로 기능장애가 먼저 나타나고 승모판 폐쇄부전도 미약하지만 점차 유두근 파열이 뒤따르게 된다<sup>18</sup>). 저자들의 경우 충격과 동시에 유두근이 파열된 것으로 사료되어 응급 수술을 고려하였으나 폐엽과 폐부종이 동반되어 기관절개술과 인공호흡기로 치료하면서 수술을 연기하였다. 일단 수술이 연기되면 유두근의 섬유화가 뒤따르기때문에 만성 승모판 폐쇄부전증으로 발전하여 내과적 치료로 수술을 연기하는 것도 합리적인 방법의 하나이다<sup>18</sup>). 수술은 좌심방의 크기가 작기때문에 우심방을 통한 심방중격을 통하여 승모판 치환술을 시행하였다. 수술 전의 폐엽때문에 호흡기계 거에 15일이 소모되었지만 9개월의 추적 조사에 의하면 NYHA Functional class I으로 양호한 경과를 보이고 있다.

병리 소견 상 3예 모두 수지형의 유두근이었고 파열의 양상이 완전파열이었으며 증례3의 경우는 완전파열과 부분파열이 동반되어 있었다. 결론적으로 좌심실 유두근 파열은 수지형에서 잘 발생하였고 완전파열의 경우 임상증상의 악화가 빨리 일어나므로 조속한 진단과 수술이 환자의 생존율을 높이는 방법이다.

## 결 론

연세대학교 원주의과대학 흉부외과학 교실에서는

- 1) 급성심근경색 후 발생한 좌심실유두근 중 전외측근의 완전파열과
- 2) 승모판협착증환자에서 경피적풍선확장술 후 발생한 좌심실유두근 중 후내측근의 완전파열
- 3) 흉부의상 후 좌심실유두근 이외는 심장의 병변이 없고 단지 후내측근의 완전 및 부분파열의 3례를 경험한 결과 파열된 유두근의 형태가 모두 수지형의 완전파열이었으며 조속한 진단과 판막치환술로서 좋은 결과를 얻을 수 있었기에 문헌조사와 함께 보고하는 바입니다.

## REFERENCES

1. Ranganathan N, Burch GE : *Gross morphology and arterial supply of the papillary muscle of the left ventricle of man. Am Heart J, 1969 ; 77 : 506-516*
2. Perloff JK, Roberts WC : *The mitral apparatus. Functional anatomy of mitral regurgitation. Circulation, 1972 ; 46 : 2270-239*
3. Becker AE, De Wit APM : *Mitral valve apparatus. A spectrum of normality relevant to mitral valve prolapse. Br Heart J, 1979 ; 42 : 680-698*
4. Nunley DL, Starr A : *Papillary muscle rupture complicating acute myocardial infarction. Treatment with mitral valve replacement and coronary bypass surgery. Am J Surg, 1983 ; 145 : 574-577*
5. 오중환, 이규석, 박형우 : 한국 성인 심장의 승모판복합체에 관한 형태학적 연구. 대한흉부외과학회지, 1990 ; 23 : 1128-1138
6. Cederqvist L, Soedestroem J : *Papillary muscle rupture in myocardial infarction: a study based upon an autopsy material. Acta Med Scand, 1964 ; 287-292*
7. Nishimura RA, Schaff HV, Shub C, Gersh BJ, Edwards WD, Tajik AJ : *Papillary muscle rupture complicating acute myocardial infarction: analysis of 17 patients. Am J Cardiology, 1983 ; 51(3) : 373-377*
8. Fox AC, Glassman I, Isom OW : *Surgically remediable complications of myocardial infarction. Prog Cardiovasc Dis, 1971 ; 21 : 461-84*
9. Wei JY, Hutchins GM, Bulkley BH : *Papillary muscle rupture in fatal acute myocardial infarction. A potentially treatable form of cardiogenic shock. Ann Intern Med, 1979 ; 90 : 149-152*
10. Sanders RJ, Neubuer KT, Ravin A : *Rupture of papillary muscle s: Occurrence of rupture of the posterior muscle in posterior myocardial infarction. Dis Chest, 1957 ; 31 : 316*
11. DeBusk RF, Harrison DC : *The clinical spectrum of papillary-muscle disease. N Engl J Med, 1969 ; 281 : 1458*
12. Vlodayer Z, Edwards JE : *Rupture of ventricular septum or papillary muscle complicating myocardial infarction. Circulation, 1977 ; 55 : 815-822*
13. Austen WG, Sander CA, Averill JH, Friedlich AL : *Ruptured papillary muscle. Report of a case with successful mitral valve replacement. Circulation, 1965 ; 32 : 597-601*
14. Morrow AG, Cohen LS, Roberts WC, Braunwald NS : *Severe mitral regurgitation following myocardial infarction and ruptured papillary muscle. Hemodynamic findings and results of operative treatment in four patients. Circulation, 1968 ; 37 : 124-132*
15. Buckley MJ, Mundth ED, Daggett WM, Gold HK, Leinbach RC, Austen WG : *Surgical management of ventricular septal defects and mitral regurgitation complicating acute myocardial infarction. Ann Thorac Surg, 16 : 609*
16. Killen DA, WA, Wathanacheroen S, Beauchamp G, Rutherford B : *Surgical treatment of papillary muscle rupture. Ann Thorac Surg, 1982 ; 35 : 243-248*
17. Inoue K, Owaki T, Nakamura T, Kitamura F, Miyamoto N : *Clinical application of transvenous mitral commissurotomy by a new balloon catheter. J Thorac Cardiovasc Surg, 1984 ; 87 : 394-402*
18. Devineni R, McKenzie FN : *Acute mitral insufficiency resulting from blunt chest trauma. J Thorac Cardiovasc Surg, 1983 ; 85 : 797-798*
19. Rusted IE, Scheifley CH, Edward JE, Kirkin JW : *Guides to the commissures in operations upon the mitral valve. Proc. Staff Meet Mayo Clin, 1951 ; 26 : 297-305*
20. Estes EH Jr, Dalton FM, Entman ML, Dixon HB, Hackel DB : *The anatomy and blood supply of the papillary muscles of the left ventricle. Am Heart J, 1966 ; 71 : 356-62*