대한마취과학회지 2007; 53: 539～43
Korean J Anesthesiol Vol. 53, No. 4, October, 2007

□ 증례보고 □

Nuss 방법에 의한 오목가슴 술 후 발생한 수축성심막염 환자에서 금속막대 제거 및 심막절제술에 의한 심장천공과 혈흉

— 증례보고 —

순천향대학교 의과대학 천안병원 마취통증의학과, *흉부외과

서은정 · 안기량 · 김천숙 · 강규식 · 유시현 · 정진헌 · 정지원 · 이승진*

Cardiac Perforation and Hemothorax during the Pericardiectomy and the Removal of Pectus Bar in a Patient with Constrictive Pericarditis Occurred after Pectus Excavatum Repair by the Nuss Procedure — A case report —

Eun Jung Seo, M.D., **Ki Ryang Ahn,** M.D., **Chun Sook Kim,** M.D., **Kyu Sik Kang,** M.D., **Sie Hyun You,** M.D., **Jin Hun Chung,** M.D., **Ji Weon Chung,** M.D., and **Seung Jin Lee,** M.D.*
Departments of Anesthesiology and Pain Medicine, *Thoracic and Cardiovascular Surgery, Cheonan Hospital, College of Medicine, University of Soonchunhyang, Cheonan, Korea

Nuss procedure offers excellent outcome effect in the cosmetic point of view, but the complications such as cardiac perforation, pericardial effusion, constrictive pericarditis, hemothorax, pneumothorax and bar displacement sometimes occur. We experienced a 13-year-old-male, who showed the profound hypotension with bradycardia due to the cardiac perforation and the lung laceration during the pericardiectomy and the removal of pectus bar. Emergent partial cardiopulmonary bypass was initiated and then, ruptured right atrium and lung laceration were repaired without the remarkable complications. In anesthetic management of the pectus excavatum. This case reveals that special attention should be paid to those with cardiac perforation and lung laceration. **(Korean J Anesthesiol 2007; 53: 539～43)**

Key Words: cardiac perforation, hemothorax, Nuss method, partial cadiopulmonary bypass, pectus excavatum, pericardiectomy.

오목가슴은 전흉벽의 기형중 가장 흔한 질환으로 점차 진행하여 흉골 자루 연결부위까지 나타나고 검상돌기부위에서 가장 심한 함몰을 보이며 발병률은 0.01－0.1%로 보고되어있다.[1] 1998년 Nuss 등은[2] 특수 제작된 pectus bar를 환자 흉부기형에 맞게 활처럼 구부려 양 옆구리에 2 cm 정도 피부절개 후 함몰된 흉골 부위와 심장사이로 금속막대를 통과시킨 다음 180도 회전시켜 휘어진 바깥쪽 면이 함몰된 늑골과 흉골을 밀어 올려 정상적인 가슴모양을 만드는 방법을 고안하였다. 그러나 이러한 수술방법은 pectus bar의 삽입과 회전할 때, 고정하는 동안, 고정 후 pectus bar을 제거할 때 심장천공, 기흉, 흉막삼출, 혈흉, 상처감염, 막대전위, 심낭삼출 및 만성수축성심막염 등이 발생 할 수 있다.[3-7]

논문접수일 : 2007년 2월 23일
책임저자 : 안기량, 충남 천안시 봉명동 23-20
순천향대천안병원 마취통증의학과, 우편번호: 330-100
Tel: 041-570-2321, Fax: 041-573-3559
E-mail: ahnkiry@sparc.schch.co.kr

저자들은 Nuss 방법에 의한 오목가슴 수술을 받은 환자에서 술 후 만성수축성심막염이 발생하여 pectus bar 제거와 심막절제술을 시행하던 중 심장천공, 폐열상 및 폐혈관 열상으로 인해 많은 출혈로 심정지가 발생하는 상황까지 일어났으나 부분심폐우회술을 시행하여 심각한 부작용 없이 소생된 예를 경험 하였기에 문헌적 고찰과 함께 보고하는 바이다.

증 례

체중 54 kg의 13세 남자환자로 출생 후부터 흉골 함몰소견을 보여 2년 전 본원에서 Nuss 방법에 의한 pectus bar을 고정하는 수술을 받았다. 당시 수술은 1시간 정도 소요되었으며 환자의 pectus index는 4.6으로 함몰정도가 심하여 petus bar을 삽입과 회전을 여러 번 시도 되었으나 술 후 퇴원 까지 합병증은 발생하지 않았다.

수술 6개월 후 왼쪽 옆구리통증, 가슴통증 및 복수소견을 보여 검사한 결과 흉부방사선사진상 심장이 커져있었으며

심초음파상 심낭삼출액이 고여 있어 심막천자를 시행하여 300 ml의 심낭삼출액을 천자하였다. 그 후 계속적으로 보존적 치료를 받았으며 수술 2년경과 후 pectus bar을 제거하기위해 본원에 입원하였다(Fig. 1).

입원당시 소견으로는 호흡곤란, 흡기 시 좌측 경정맥이 확장(kussmaul's sign)을 보였으며, 심초음파상 심막두께는 6 mm였고 심막내에는 삼출액이 고여 있었으며, 박출 계수(ejection fraction)가 0.51로 심실수축력이 감소되어있는 소견을 보이는 만성수축성심막염으로 진단되어 pectus bar 제거와 심막절제술을 시행하기로 하였다.

수술 전 glycopyrrolate 0.2 mg을 수술 30분 전에 근주하였다. 수술실로 이송하여 감시 장치(M1029A, Hewlett Packard Co., USA)를 이용하여 혈압, 맥박, 맥박산소포화도를 측정하였다. 술 전 혈압 91/72 mmHg, 맥박 98 beats/min, 맥박산소포화도 99%였다. 마취유도는 100% 산소를 투여하면서 midazolam 2 mg, ketamine 100 mg과 vecronium 0.1 mg/kg을 정주 한 후 기낭(cuff)이 있는 내경 7.0 mm 기관내튜브로 삽관하였고 마취유지는 산소 2 L/min, 아산화질소 2 L/min 및 desflurane 6-8 vol%로 하였으며 일회호흡량 10 ml/kg, 호흡수 12－15회/분으로 조절호흡 하면서 기도압 15－20 cmH_2O, 호기말이산화탄소분압 35－40 mmHg로 유지하였다.

마취유도 후 좌측 요골동맥에 20 G 도관을 거치한 후 평균동맥압 및 동맥혈가스분석을 하였는데 pH 7.34, $PaCO_2$ 37.4 mmHg, PaO_2 130.7 mmHg, base excess －1 mmol/L이었으며 평균동맥압은 77 mmHg이었다. 우측 내경정맥에 9 Fr 도관(AVF-HF, Edwards Lifesciences, USA)을 삽입하여 중심정맥압을 측정한 결과 중심정맥압은 36 cmH_2O였다. 또한 좌측 쇄골정맥에 7 Fr 도관(Two lumen central venous catheterization set, ARROW®, USA)을 이용하여 수액을 투여할 수 있도록 하였다.

수술은 반측와위 상태에서 2년 전 고정하였던 pectus bar을 수술 4시간에 걸쳐 제거하였으며 제거하는 동안 평균동맥압 70－80 mmHg, 맥박 100－130 beats/min, 맥박산소포화도 99－100%, 호기말 이산화탄소분압 35－43 mmHg을 유지하였다. pectus bar 제거 후 심막천자로 200 ml정도의 심낭삼출액 제거 시 중심정맥압이 36 cmH_2O에서 25 cmH_2O로 감소하였다.

심막절제는 우심실을 시작으로 실시하였고 절제 시 유착이 심하여 출혈이 초래되었으나 500 ml의 하트만용액과 300 ml의 농축적혈구 투여로 평균동맥압 60－70 mmHg, 맥박 120－130 beats/min을 유지하였다. 우심방 유착을 절제하던 중 심장천공이 발생하여 많은 양이 출혈되면서 갑자기 혈압이 들리지 않고 맥박이 60, 40 35 beats/min순으로 심한 서맥이 나타나면서 심정지까지 발생하는 상황이 일어나 epinephrine 1 mg과 atropine 0.5 mg을 정주하고 대퇴동맥과 대퇴정맥을 이용하여 부분심폐우회술을 시행하기로 하였다.

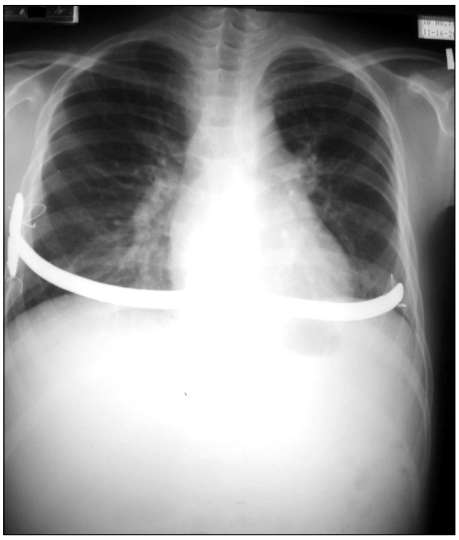

Fig. 1. Preoperative chest X-ray film taken after pectus bar insertion.

부분심폐우회술을 준비하는 15분 동안 출혈되는 부위를 손을 이용해 압박하면서 700 ml의 농축적혈구와 1000 ml의 하트만 용액을 쇄골하정맥, 내경정맥을 통하여 투여하였고 dopamine 200 mg을 생리식염수 100 ml에 혼합하여 5－10 μg/kg/min을 투여하였으며 epinephrine 1 mg을 8회에 걸쳐 간헐적으로 정주하면서 5% 포도당용액 50 ml용액에 epinephrine 5 mg을 혼합하여 1－4 μg/min을 지속적으로 투여하여 평균동맥압 50－60 mmHg, 맥박 130－140회/분을 유지하였다. 동맥혈가스분석을 시행하였는데 그 결과 pH 7.25, $PaCO_2$ 46.7 mmHg, PaO_2 68.5 mmHg, base excess －8.3 mmol/L였다.

부분심폐우회술을 시행하기 전 Heparin 2만 IU을 정주하여 활성응고시간(activated coagulation time, ACT)을 측정한 결과 553초였고 부분심폐우회술을 시행하여 천공된 심장부위를 봉합하였으며 마취유지는 100% 산소, fentanyl 500 μg, midazolam 5 mg 및 vecronium 8 mg로 하였고 dopamine 5－10 μg/kg/min을 정주하여 평균동맥압을 60－70 mmHg로 유지하였다. 봉합에 소요시간은 36분이었으며 수술종료 직 전 heparine의 항응고효과를 가역시키기 위해 protamine sulfate 250 mg을 15분에 걸쳐 서서히 정주하였다. 천공된 부위 봉합 10분 후 갑자기 많은 양의 출혈이 계속되어 심장부위의 봉합에 문제가 있는 것으로 생각되어 부분심폐우회술을 다시 시행하였고 시행 전 다시 heparine 2만 IU을 정주하였으며 ACT은 489초 였다. 마취유지는 100% 산소, fentanyl 250 μg, midazolam 3 mg 및 vecronium 4 mg로 하였고 dopamine 5－10 μg/kg/min을 이용하여 평균동맥압을 65－75 mmHg로 유지하였다. 수술시야를 확보한 후 보니 우측 폐와 말초폐동맥의 열상으로 인하여 출혈이 있어 열상 된 폐와 혈관을

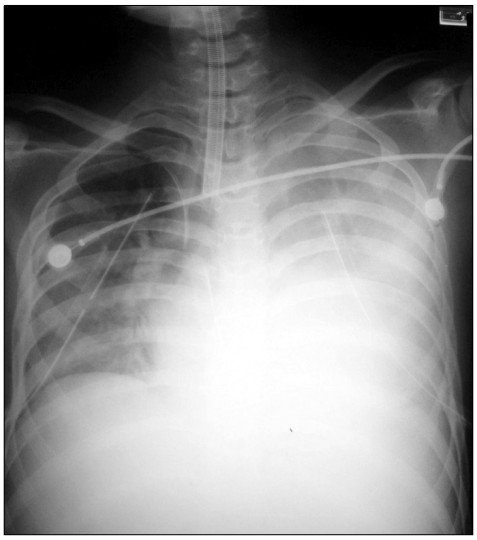

Fig. 2. Postoperative chest X-ray film taken after chest tube insertion.

봉합하였으며 소요시간은 29분이었고 수술 종료 직 전 항응고효과를 가역시키기 위해 protamine sulfate 250 mg을 정주하였다.

부분심폐우회술 종료 후 산소 2 L/min 아산화질소 2 L/min과 desflurane 5－7 vol%를 유지하였고 평균동맥압 65－75 mmHg, 맥박 95－125 beats/min, 맥박산소포화도 99－100%, 호기말기이산화탄소분압 36－48 mmHg를 유지하였다. 수술은 폐동맥과 좌심실부위의 심막을 제거하였으며 2개의 흉관을 삽입한 후 수술을 종료하였으며 수술시간은 2시간 소요되었다. 근육이완을 역전시키기 위해 glycopyrrolate 0.4 mg과 pyridostigmine 15 mg을 정주하였다. 총 수술시간은 9시간 10분이었고 수술 중 신선냉동혈장 1,000 ml와 농축적혈구 5,000 ml, 하트만 용액 2,500 ml을 정주하였다. 수술 종료 후 기관내삽관 한 상태로 중환자실로 이송하였고 중환자실에서 100% 산소 2 L/min을 지속적으로 투여하였다. 중환자실 이송 후에도 흉관에서 출혈이 계속되고 평균동맥압 40－50 mmHg, 맥박 120－130회/분, 맥박산소포화도 90－95%, 헤모글로빈 6.3 g/dl 으로 감소되어 술 후 16시간 만에 재수술 실시 하기로 하였다.

재수술 전 중환자실에서 실시한 동맥혈가스분석에서 pH 7.26, $PaCO_2$ 50.2 mmHg, PaO_2 75.6 mmHg, base excess －6.5 mmol/L을 보였다. 마취유도는 ketamine 100 mg과 vecronium 0.1 mg/kg을 정주한 후 산소 2 L/min, 아산화질소 2 L/min과 desflurane 3－6 vol%로 마취를 유지하였고 수술 중 평균동맥압 50－70 mmHg, 맥박 80－120회/분, 맥박산소포화도 99－100%, 호기말 이산화탄소분압 40－45 mmHg을 유지하였다. 6번째 늑골을 절개 후 흉강내로 들어가 보니 폐열상과 말초폐동맥에 출혈이 있어 열상과 출혈부위를 봉합하고 다량의 생리식염수로 세척 후 2개의 흉관을 삽입한 후 수술을 종료하였다(Fig. 2). 투여된 농축적혈구는 1,000 ml, 하트만 용액은 500 ml이었으며 수술시간은 1시간 30분이었다. 종료 후 근이완 회복을 위해 glycopyrrolate 0.2 mg과 pyridostigmine 10 mg을 정주하였으며 중환자실로 옮긴 후 동맥혈가스분석에서 정상범위 소견을 보이고 안정 상태를 유지하여 수술 3시간 후 기관내튜브를 발관하였으며 3일 후 흉관을 제거하였고 합병증 없이 수술 18일 만에 퇴원하였다.

고 찰

Nuss 등은[2] 내번족(club foot), 척추의 측만, 척추교정 등의 치료에서 부목으로 교정하였을 경우 충분한 시간이 경과하면 교정상태가 지속된다는 것에서 착안하여 전흉벽에 pectus bar을 약 2년간 고정하는 방법을 고안하였는데 이 방법은 전흉벽에 상처가 나지 않고 연골을 자르거나 대흉근 피부편(flap)이 필요 없으며, 짧은 수술시간, 적은 혈액손실, 빠른 퇴원과 사회복귀, 오랫동안 고정된 모양의 유지를 장점으로 하고 있으나 pectus bar의 진입과 회전 시, 고정하는 동안, 고정 후 제거할 때 기관지, 폐, 심장 및 혈관 등과 같은 종격동구조물에 손상을 초래하여 기흉, 막대전위, 상처감염, 폐렴, 심막염 등의 합병증이 올 수 있다고 하였다.

Haller 등은[8] 흉부컴퓨터단층촬영을 이용한 연구에서 pectus index (internal transverse diameter of the thorax: transverse diameter/vertebral-sternal distance at the greatest depressed portion: vertical diameter)가 3.25 이상 일 때 기형의 정도가 심한 것으로 수술이 적응이 된다고 하였다. 본 증례의 경우 편심형 비대칭형(eccentric type)의 누두흉으로 pectus bar을 고정하는 과정이 어려운데다 pectus index 가 4.6으로 함몰정도가 심하여 고정 하기위하여 여러 번의 pectus bar의 삽입과 회전이 시도 되었고 이로 인하여 심막이 자극되어 심막염이 유발되었으며 또한 수술 후 pectus bar을 2년간 고정하는 과정에서 근본적인 치료를 못하고 보존적인 치료를 하여 심한 만성수축성심막염으로 발전하였을 것이라 생각된다.

Nuss 방법에 의해 수술 받은 환자를 대상으로 한 심장천공과 심막염 발생빈도는 Hebra 등은[3] 251명의 환자에서 심막염 0.4%, 심손상 0.4%가 발생하였다고 하였으며 Moss 등도[4] 심장천공과 심막염을 각각 1예씩 보고하였다. 또한 Miller 등은[6] 80명을 대상으로 한 후향성연구에서 심막염이 1.2% 발생하였다고 하였다. Croitoru 등은[9] 303명을 대상으로 한 후향성연구에서 심장천공은 없었고 심막염은 1예(0.3%)에서 발생하여 경피적세관삽관술을 시행하였다. 국내 보고로는 Park 등은[10] 335명의 환자를 대상으로 한 후향성연구에서 심막염 및 심막삼출이 8예(2.4%)에서 발생하여 3

예는 보존적 치료, 3예는 경피적세관삽관술, 1예는 검상돌기하 접근법으로 심막절개술(pericardiotomy)을 받았고 1예는 만성수축성심막염으로 진행되어 심막절제술(pericardiectomy)을 시행하였다고 하였다.

심낭은 내장층과 체벽층으로 이루어져 있고 정상적인 심낭의 두께는 1－2 mm 정도이며 심낭강은 성인은 30－50 ml, 소아는 더 적은 양의 임파액으로 차있다.[12] 소아의 심막삼출은 감염성 및 비감염성질환, 감염이외의 전신질환, 개심술, 흉부 및 종격동의 손상으로 인한 심막자극에 대한 결과로 발생하며[3,4,6,12-14] 일과성으로 끝나는 것을 제외하고는 급성 및 만성적인 경과를 거쳐 조직이 섬유화되어 3－20 mm정도로 두꺼워지고 심근에 유착되면 확장기 정맥혈환류뿐만 아니라 수축기능도 제한을 받는다. 따라서 중심정맥압이 상승되며 심박출량이 감소되어 혈압이 낮아진다.[14] 본 증례의 경우 수술 전 혈압이 91/72 mmHg로 약간 낮았는데 이는 중심정맥압이 높아 심박출량을 감소시켜 혈압이 낮아졌을 것이라 생각된다.

만성수축성심막염의 증상은 전신피로, 쇠약감, 운동 시 호흡곤란 등을 호소하고, 복수, 간비대 및 부종이 나타나며 정맥압은 30－45 cmH_2O까지 올라가므로 운동 시 실신발작을 일으킬 수 있다. 흉부방사선상 심비대를 보이며 심초음파상 심낭액도 보인다. 심방세동은 전체 환자의 30%에서 나타난다. 심전도는 급성기에는 ST분절이 상승되나 그 후로 ST분절이 정상화 되고 T파가 평평해지는데 이 후 다시 T파가 역전되고 마지막으로 T파가 정상화된다. 만성기로 발전하면 QRS전압은 낮고 T파는 평탄하고 P파는 넓다.[14] 본 증례의 경우 흉부방사선상 심비대, 심초음파상 심낭액을 보였으며 심전도상 비특이성 T파를 보여주었으며 중심정맥압이 36 cmH_2O로 증가되었으나 심막천자로 200 ml의 심낭삼출액 제거 후 중심정맥압이 36 cmH_2O에서 25 cmH_2O로 감소되었다.

수술 방법은 개흉술, 검상하의 4－7 cm을 절개하여 수술하는 방법 및 흉골정중절개술 등이 이용되며 수축성심막염으로 확진되면 근치적심막절제(radical pericardiectomy)를 해야 하므로 심장을 충분히 노출 할 수 있는 흉골정중절개술이 필수적이다.[14] 본 증례의 경우 먼저 흉골정중절개를 하지 않고 검상하의 4 cm 아래를 절개하여 수술을 하였고 수술 시작은 우심실을 시작으로 우심방을 하던 중 심장천공이 발생하였는데 심장천공이 발생한 이유는 심막유착이 너무 심하여 박리층을 찾기가 어려운 상태에서 시야 확보도 어려운 검상하의 수술로 인하여 심장천공이 일어나지 않았나 생각된다. 따라서 처음부터 흉골정중절개술을 시행하면서 사전에 부분심폐우회술을 준비하였다면 수술 중 심한출혈을 예방하면서 심장이 정지하려는 상태까지 일어나지 않았을 것이라 생각된다. 우측 폐열상이 일어난 이유는 pectus bar을 제거하는 과정에서 무리한 조작으로 인해 발생하였을 것이라 생각된다. 또한 좌측 폐열상과 말초폐동맥열상의 출혈로 인해 재수술을 시행하였는데 상황이 일어난 이유는 확실치는 않으나 petus bar을 제거하는 과정과 심장천공으로 인한 출혈이 발생하였을 때 급히 흉골정중절개 후 견인기를 이용해 수술 시야를 확보하는 과정에서 폐열상과 폐동맥 열상이 발생하지 않았나 생각된다.

결론적으로 Nuss 방법에 의한 오목가슴 수술 후 합병증으로 발생한 만성수축성심근염 환자에서 pectus bar 제거 및 심막절제술을 시행 할 경우 마취통증의사는 수술 중 심장천공 및 폐손상으로 인한 출혈 가능성에 대비하여 사전에 충분한 정맥로확보 및 부분심폐우회술 등 안전한 준비를 하여 생명이 위험한 상태가 초래되지 않도록 하는 것이 필요하다고 사료된다.

참 고 문 헌

1. de Matos AC, Bernardo JE, Fernandes LE, Antunes MJ: Surgery of chest wall deformities. Eur J Cadiothorac Surg 1997; 12: 345-50.
2. Nuss D, Kelly RE Jr, Croitoru DP, Kats ME: A 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum. J Pediatr Surg 1998; 33: 545-52.
3. Hebra A, Swoveland B, Egbert M, Tagge EP, Georgeson K, Othersen HB, et al: Outcome analysis of minimally invasive repair of pectus excavatum: review of 251 cases. J Pediatr Surg 2000; 35: 252-8.
4. Moss RL, Albanese CT, Reynolds M: Major complications after minimally invasive repair of pectus excavatum: case reports. J Pediatr Surg 2001; 36: 155-8.
5. Engum S, Rescorla F, West K, Rouse T, Scherer LR, Grosfeld J: Is the grass greener ? Early results of the Nuss procedure. J Pediatr Surg 2000; 35: 246-51.
6. Miller KA, Woods RK, Sharp RJ, Gittes GK, Wade K, Ashcraft KW, et al: Minimally invasive repair of pectus excavatum: a single institution's experience. Surgery 2001; 130: 652-9.
7. Hwang JJ, Shin HK, Kim DH, Lee DY: Surgical management of pectus excavatum with using pectus bar. Korean Thorac Cardiovasc Surg 2001; 34: 167-72.
8. Haller JA Jr, Kramer SS, Lietman SA: Use of CT scans in selection of patients for pectus excavatum surgery: a preliminary reports. J Pediatr Surg 1987; 22: 904-8.
9. Croitoru DP, Kelly RE Jr, Goretsky MJ, Lawson ML, Swoveland B, Nuss D: Experience and modification update for the minimally invasive Nuss technique for pectus excavatum repair in 303 patients. J Pediatr Surg 2002; 37: 437-45.
10. Park HJ, Chang WH, Jeon CW, Park HK, Lee SY, Lee CS: Analysis of complications associated with the Nuss procedure: risk factor and preventive measures. Korea J Thorac Cardiovasc Surg 2004; 37: 524-9.9.

11. Karen SR: Pericardial diseases. In: Moss and Adams' heart disease in infants, children, and adolescents. 6th ed. Edited by Hugh DA, Howard PG, Edward BC, David JD: Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. 2001, pp 1287-96.
12. William WP, Richard AF: Infectious pericarditis. In: Textbook of pediatric infectious disease. 4th ed. Edited by Ralph DF, James DC: Philadelphia, W.B. Saunder Company. 1998, pp 339-48.
13. Harris DG, Janson JT, Wyk JV, Pretorius J, Rossouw GJ: Delayed pericardial effusion following stab wounds to the chest. Eur J Cardio-Thorac Surg 2003; 23: 473-6.
14. Glower DD: Pericardium and constrictive pericarditis. In: Sabiston and Spencer surgery of the chest, 7th ed. Edited by Sellke FW, del Nido PJ, Swanson SJ: Philadelphia, Elsevier Saunder. 2005, pp 1587-602.