

## 오목가슴 수술 중 금속막대 회전 시 발생한 심정지 - 증례보고 -

순천향대학교 의과대학 천안병원 마취통증의학교실, \*흉부외과학교실

신온섭 · 안기량 · 김천숙 · 강규식 · 유시현 · 정진현 · 정지원 · 이승진\*

### Cardiac Arrest during the Rotation of a Stainless Steel Bar in a Patient undergoing the Pectus Excavatum Repair - A case report -

On Sub Shin, 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, University of Soonchunhyang Cheonan Hospital, Cheonan, Korea

A 6-year-old-man with a severe pectus excavatum and marfanoid feature was admitted for the correction of pectus excavatum. Nuss procedure was recently introduced, because of its excellent effect from the cosmetic point of view. This method is that convex steel bar is inserted under the sternum through small bilateral thoracic incisions, and when it is in position, the bar is turn over, thereby correction the deformity. We experienced a case of the cardiac arrest during the rotation of a stainless steel bar. After the injection of atropine, epinephrine and the closed cardiac massage, sinus rhythm was restored. A vasovagal reflex due to the operation could be considered the possible etiology. (*Anesth Pain Med* 2007; 2: 137~139)

**Key Words:** cardiac arrest, Nuss method, pectus excavatum, vasovagal reflex.

오목가슴은 흉골과 하부 늑연골 부위가 함몰된 선천적 기형으로 출생 시 나타나 점차 진행하여 흉골자루 연결부 위까지 나타나고 검상돌기 부위에서 가장 심한 함몰을 보이며 발병률은 0.01-0.1%로 보고되어있다.<sup>1)</sup> 수술방법은 흉부외과의사에 의해 많은 방법이 시도되어 왔으나 미용적인

측면에서 탁월한 효과를 보이지 않았다.<sup>2)</sup> 1998년 Nuss 등은<sup>3)</sup> 특수 제작된 금속막대를 환자 흉부기형에 맞게 활처럼 구부러 양 옆구리에 2 cm 정도 피부절개 후 함몰된 흉골 부위와 심장 사이로 금속막대를 통과시킨 다음 180도 회전시켜 휘어진 바깥쪽 면이 함몰된 늑골과 흉골을 밀어 올려 정상적인 가슴모양을 만들어 미용적인 측면에서도 탁월한 효과를 보이는 방법을 고안하였다. 그러나 이러한 수술 방법은 금속막대를 삽입과 회전 시, 고정하는 동안, 고정 후 금속막대 제거 시 기흉, 혈흉, 심낭삼출, 막대편위, 심막염, 지속적인 심부정맥 및 심손상 등이 발생한다고 보고 되어 있으나<sup>4,6)</sup> 심정지를 보고한 예는 없다.

저자들은 Nuss 방법에 의한 오목가슴 수술 중 금속막대를 삽입 후 회전시키는 과정에서 종격동구조의 압박 자극에 의한 미주반사로 추정되는 심정지를 경험하였기에 문헌적 고찰과 함께 보고하는 바이다.

### 증례

체중 24 kg, 신장 132 cm의 6세 남자로서 출생 시부터 심한 흉골 함몰소견을 보여 수술을 받기 위해 입원하였다. 환자는 흉골 함몰정도는 pectus index가 12.0으로 매우 심하였고, 나이에 비해 신장이 크고 사지가 가늘고 길며 손가락이 길었으며 관절은 과신전을 보여 Marfan 증후군이 의심되어 심초음파를 실시하였는데 심혈관계 질환은 없고 심장자체가 누워있는 모양을 보이고 비대해진 것을 제외하고는 모든 검사상 정상이었다.

수술 전 처치로는 glycopyrrolate 0.1 mg을 수술 30분 전에 근주하였으며 수술실로 환자를 이송하여 혈압, 맥박 및 맥박산소포화도를 감시장치(M1029A, Hewlett Packard Co., USA)를 이용하여 측정하였다. 술 전 혈압 105/74 mmHg, 맥박 101회/분, 맥박산소포화도는 100%였다. 마취유도는 thio-pental 5 mg/kg과 vecronium 0.1 mg/kg 정주 후 기낭이 있는 내경 5.5 mm 기관내튜브로 삽관하였으며 산소 2 L/min, 아산화질소 2 L/min 및 sevoflurane 2-3 vol%로 마취를 유지하였고 일회호흡량 10 ml/kg, 호흡수 12-16회/분으로 조절

논문접수일 : 2007년 4월 11일

책임저자 : 안기량, 충청남도 천안시 봉명동 23-20  
순천향대학교 천안병원 마취통증의학과  
우편번호: 330-100  
Tel: 041-570-2321, Fax: 041-573-3559  
E-mail: ahnkiry@sparc.schch.co.kr

호흡을 하였으며 기도압은 10-15 cmH<sub>2</sub>O 정도로 유지하였다. 마취유도 직후 혈압 143/84 mmHg, 맥박 120회/분, 맥박 산소포화도 100%, 호기말 이산화탄소분압은 35 mmHg였고 10분 후 혈압과 맥박은 기준치로 안정되었다. 금속막대 삽입 5분 전 금속막대의 삽입과 회전으로 인한 혈압과 맥박의 상승을 억제하기 위해 fentanyl 1.0 µg/kg을 정주하였고 정주 5분 후 혈압 95/65 mmHg, 맥박 96회/분, 맥박 산소포화도 100%, 호기말 이산화탄소분압은 38 mmHg였다. 이때 금속막대를 흉골 부위와 심장사이로 삽입 하였으며 삽입하는 동안 혈압 105-110/70-80 mmHg, 맥박 110-120회/분, 맥박 산소포화도 99-100%, 호기말 이산화탄소분압은 36-40 mmHg를 보였다. 금속막대를 삽입하는데 15분이 소요되었으며 삽입 후 금속막대를 180도 회전 시 갑자기 심전도상 심실성 빈맥이나 세동 없이 ST분절의 하강, 심실기외수축 및 서맥이 55, 43, 12회/분 순으로 나타나 atropine 0.3 mg, epinephrine 0.5 mg 및 lidocaine 20 mg을 투여하였으나 반응하지 않고 곧 심정지가 발생하여 마취제의 공급을 중단하고 100% 산소만을 투여하면서 삽입하였던 금속막대를 급히 제거하고 심폐소생술을 실시하였다. 심폐소생술은 atropine 0.3 mg, epinephrine 0.5 mg을 정주한 후 비개흉심마사지(closed chest cardiac massage)를 시행하였으나 반응이 없어 atropine 0.3 mg, epinephrine 0.5 mg을 3번에 걸쳐 반복 투여 하면서 계속적으로 비개흉심마사지를 시행하였다. 비개흉심마사지를 시행하는 동안 좌측 대퇴정맥과 우측 경정맥에 20 G 카테터를 거치한 후 S-D 1 : 4 등장성용액 500 cc을 투여하였으며 동맥혈가스분석을 실시하였는데 그 결과 흡입산소분획 1.0에서 pH 7.24, 동맥혈산소분압 348 mmHg, 동맥혈 이산화탄소분압 62.1 mmHg, 중탄산염 18.1 mmol/L, 염기과잉 -8.3 mmol/L 산증을 보여 sodium bicarbonate 40 mEq/L을 투여하였으며 10분 후 실시한 동맥혈가스분석에서 pH 7.33, 동맥혈산소분압 307 mmHg, 동맥혈 이산화탄소분압 50.6 mmHg, 중탄산염 22.3 mmol/L, 염기과잉 -2.4 mmol/L이었다. 또한 뇌부종을 방지하기 위해 methyl prednisolone 500 mg을 정주하였다. 비개흉심마사지를 시행한 20분 후 심전도상 심전도가 정상을 보이고 혈압 163/106 mmHg, 맥박 143회/분, 맥박 산소포화도가 99%, 호기말 이산화탄소분압이 45 mmHg를 보여 다시 수술을 시작하였다. 수술시작 30분 후 다시 동맥혈가스분석을 실시하였는데 pH 7.38, 동맥혈산소분압 198.3 mmHg, 동맥혈 이산화탄소분압 43.9 mmHg, 중탄산염 22.6 mmol/L, 염기과잉 -1.2 mmol/L였다. 수술은 5시간 25분 소요되었으며 수술 중 실혈량이 400 ml로 많아 농축혈구를 투여하였으며 요량이 적어 furosemide 20 mg을 투여하였다. 총 투여된 수액과 수혈의 양은 1,400 ml였으며 배출된 요량은 500 ml였다. 수술 종료 후 근이완의 회복을 위해 glycopyrrolate 0.2 mg과 pyridostigmine 10 mg을 투여하였으며 자발호흡이 돌아오고 혈압 105/83 mmHg, 맥

박 105회/분, 맥박 산소포화도 100%, 호기말 이산화탄소분압 44 mmHg로 잘 유지하여 기관내 삽관한 상태에서 중환자실로 이송 후 기관내 튜브를 통하여 100% 산소 2 L/min을 투여하면서 흉부방사선사진을 촬영한 결과 오른쪽 폐에 기흉이 발견되어 흉관삽관을 시행하였다. 수술 5시간 후 특별한 혈액학적 변화나 신경학적 이상이 보이지 않고 동맥혈가스분석을 시행한 결과 정상소견을 보여 기관내 튜브를 발관하였다. 술 후 3일째 흉관을 제거하였으며 별다른 합병증 없이 7일째 퇴원하였다.

## 고 찰

종격동은 폐와 늑막의 내측면, 흉골, 척주, 흉곽입구 및 횡격막으로 둘러싸인 구역으로 상부와 하부로 구분되며 하부는 전부, 중부, 후부로 나뉜다. 종격동의 구조물은 기관, 기관지, 폐, 심장 및 혈관 등이 있다.<sup>7)</sup> 미주신경은 부교감신경 중 75%를 차지할 정도로 가장 광범위하게 분포되어 있으며 4번째 뇌실의 기저부에 위치한 고립속핵(nucleus tractus solitarius)에서 기시하여 경정맥과 경동맥 사이의 경동맥초(carotid sheath)에서 내려와 심장, 흉곽, 폐, 식도, 위, 소장, 결장의 근위 1/2, 간, 담낭 그리고 요관 상부에 분포 된다.<sup>8)</sup>

Nuss방법에 의한 오목가슴 수술을 받은 환자에서 금속막대를 삽입과 회전하는 과정에서 심정지를 경험한 보고는 없었으며 금속막대를 삽입하고 회전하는 과정에서 종격동 구조물을 자극하게 되고 이러한 자극이 심정지를 유발하였을 것이라 생각되나 이를 뒷받침할 만한 확실한 증거는 없다. 다만 본 증례에서 심정지의 가능한 원인으로 몇 가지를 고려 할 수 있는데 수술조작에 의한 미주신경자극과 Marfan 증후군과의 연관성, 그리고 마취 중 사용한 약제에 의한 약리학적 영향 등의 세 가지로 나누어 볼 수 있다.

먼저 미주신경의 반사에 의한 것으로 Haller 등은<sup>9)</sup> 흉부 컴퓨터단층촬영을 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 이상일 때 기형의 정도가 심한 것으로 수술이 적응이 된다고 하였다. 본 증례의 경우 pectus index가 12.0으로 일반적으로 오목가슴 수술을 받는 환자에 비해 함몰 정도가 너무 심해 금속막대를 삽입하여 회전시키는 과정에서 종격동 구조물에 심한자극을 주게 되고 그로 인해 미주신경이 활성화되어 심정지로 진행되지 않았나 생각된다. 본 증례와 유사한 보고로 Glick 등에<sup>10)</sup> 의하면 실험 견에서 조 절호흡 시 호기말 양압이나 심호흡 등 기도에 강한 양압이 가해지면 폐신전에 따르는 미주신경 구심로가 자극을 받아 반사성으로 심혈관계에 억제가 일어난다고 하였다. Tatum 등은<sup>11)</sup> 난치성 간질 환자에서 경동맥과 경정맥 사이에 미주신경 자극장치를 삽입하기 전 시행한 좌측 미주신경 실험

자극에서 심실성 정지를 네 명에서 경험하였다고 하였다. Ali 등도<sup>12)</sup> 좌측 미주신경 자극 시 세 명의 환자에서 심실성 정지를 동반한 완전심방차단을 경험하였다고 하였다. Welliver와 Kumor는<sup>13)</sup> 개흉술하에 왼쪽 상엽절제술 후 38도의 생리적식염수로 세척하는 과정에서 8-12초 정도의 부전수축(asystole)과 맥박이 50회/분으로 감소되는 것을 경험하였으며 세척을 멈춘 후 회복되었는데 원인으로 세척에 의한 미주신경반사 때문이라고 하였다. Doyle과 Mark는<sup>14)</sup> 신경외과수술, 복부수술, 복강경수술, 안과 및 안면수술, 간생검술 등과 전기경련, 마취 중 사용되는 약제에 의해 미주신경이 자극되어 반사성 서맥이 발생할 수 있다고 하였다.

Marfan 증후군과의 연관성에 대해서는 Pyeritz과 McKusick는<sup>15)</sup> Marfan 증후군으로 진단을 하려면 유전적, 눈의 수정체 이탈이나 탈구, 대동맥에 동맥류가 있거나 승모판이나 대동맥의 폐쇄부전이 있는 경우, 골격계의 이상이 있는 경우로서 적어도 이중 두 가지는 있어야 한다고 하였다. 본 증례의 경우 수정체 이탈은 없었으며 나이에 비해 키가 132 cm로 크고 사지가 가늘고 길며 손가락이 길었으며 관절은 과신전을 보였으며 심초음파상 심장이 비대해진 것을 제외하고는 대동맥의 확장이나 박리, 승모판 폐쇄부전 등과 같은 심장질환이 없어 Marfan 증후군의 범주에 속하지 않아 본 증례의 경우 심정지의 원인이 Marfan 증후군 환자에서 처럼 마취나 수술 시 자극으로 인한 혈압 상승으로 비대해진 심근에 허혈이나 부전을 초래하여 심정지가 발생되지는 않았을 것이라 생각된다.

마취 중 사용된 약물에 의한 것으로 vecronium, fentanyl 등의 약제를 원인 요소로 생각할 수 있는데 vecronium은 동서맥, 동정지, 부전수축 등과 같은 심부정맥을 일으키며,<sup>16)</sup> fentanyl도 많은 양을 주입 시 심한 서맥을 일으킨다.<sup>17)</sup> 본 증례의 경우 마취유도 시 vecronium을 정주하였고 정주 후 50분 정도 경과 후 심정지가 발생하였으므로 vecronium에 의해 심정지가 발생하였을 가능성은 매우 낮다. Fentanyl의 경우 금속막대를 삽입하기 5분 전 금속막대의 회전으로 인한 혈압 및 맥박의 상승을 방지하기 위하여 fentanyl 1.0 µg/kg 을 정주하였는데 최고 혈중 농도에 도달하는 정주 5분 후 혈압과 맥박은 기준치에 비해 약간 감소하였지만 정상을 유지하였고 금속막대의 회전은 fentanyl 정주 20분 후 이루어졌고 또한 사용한 fentanyl의 양이 많지 않아 fentanyl도 심정지에 영향을 주었을 것이라는 생각하지는 않는다.

결론적으로 Nuss 방법에 의한 오목가슴수술은 최근 국내에 소개되어 증가될 수술로 예상된다. 따라서 마취의는 오목가슴이 심한 환자의 수술적 조작 시 직접적 원인요소로서 미주신경자극으로 나타날 수 있는 심정지의 가능성을 항상 고려하여야 한다.

참 고 문 헌

1. de Matos AC, Bernardo JE, Fernandes LE, Antunes MJ: Surgery of chest wall deformities. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997; 12: 345-50.
2. Kaguraoka H, Ohnuki T, Itaoka T, Kei J, Yokoyama M, Nitta S: Degree of severity of pectus excavatum and pulmonary function in preoperative and postoperative periods. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 104: 1483-8.
3. 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.
4. Hebra A, Swoveland B, Egbert M, Tagge EP, Georgeson K, Othersen HB Jr, et al: Outcome analysis of minimally invasive repair of pectus excavatum: review of 251 cases. *J Pediatr Surg* 2000; 35: 252-8.
5. Moss RL, Albanese CT, Reynolds M: Major complications after minimally invasive repair of pectus excavatum: case reports. *J Pediatr Surg* 2001; 36: 155-8.
6. 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.
7. Reymond DP, Daniel TM: Mediastinal anatomy and mediastinoscopy. In: Sabiston and Spencer Surgery of the Chest. 7th ed. Edited by Sellke FW, del Nido PJ, Swanson SJ: Philadelphia, Elsevier Saunder. 2005, pp 657-66.
8. Moss J, Click D: The autonomic nervous system. In: Anesthesia. 6th Ed. Edited by Miller RD: Philadelphia, Churchill Livingstone. 2005, p 622.
9. Haller JA Jr, Kramer SS, Lietman SA: Use of CT scans in selection of patient for pectus excavatum surgery: a preliminary report. *J Pediatr Surg* 1987; 22: 904-8.
10. Glick G, Wechsler AS, Epstein SE: Reflex cardiovascular depression produced by stimulation of pulmonary stretch receptors in the dog. *J Clin Invest* 1969; 48: 467-73.
11. Tatum WO 4th, Moore DB, Stecker MM, Baltuch GH, French JA, Ferreira JA, et al: Ventricular asystole during vagus nerve stimulation for epilepsy in humans. *Neurology* 1999; 52: 1267-9.
12. Ali II, Pirzada NA, Kanjwal Y, Wannamaker B, Medhkour A, Koltz MT, et al: Complete heart block with ventricular asystole during left vagus nerve stimulation for epilepsy. *Epilepsy Behav* 2004; 5: 768-71.
13. Welliver M, Kumor R: Unexplained asystole during thoracotomy irrigation: a case report. *J AANA* 1998; 66: 451-3.
14. Doyle DJ, Mark PW: Reflex bradycardia during surgery. *Can J Anaesth* 1990; 37: 219-22.
15. Pyeritz RE, McKusick VA: The marfan syndrome. diagnosis and management. *N Engl J Med* 1979; 300: 772-7.
16. Pollok AJ: Cardiac arrest immediately after vecronium. *Br J Anaesth* 1986; 58: 936-7.
17. Arndt JO, Mikat M, Parasher C: Fentanyl's analgesic, respiratory, and cardiovascular actions in relation to dose and plasma concentration in unanesthetized dogs. *Anesthesiology* 1984; 61: 355-61.