

Nuss 방법으로 오목가슴수술을 받은 환자에서 술 중·후 합병증의 후향적 연구

순천향대학교 의과대학 천안병원 마취통증의학과, *흉부외과

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

Intraoperative and Postoperative Complications in the Patients Undergoing the Pectus Excavatum Repair by the Nuss Procedure: A Retrospective Study

Jin Hun Chung, M.D., Ki Ryang Ahn, M.D., Mi Na Kim, M.D., Chun Sook Kim, M.D., Kyu Sik Kang, M.D., Sie Hyeon Yoo, M.D., Ji Won Chung, M.D., and Seung Jin Lee, M.D.*

Departments of Anesthesiology and Pain Medicine, and *Thoracic and Cardiovascular Surgery, Cheonan Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine, Cheonan, Korea

Background: The popularity and the demand for Nuss procedure have increased dramatically. Many pediatric surgeons became familiarized with Nuss procedure and have applied it to a large number of patients. But the intraoperative and the postoperative complications have not been defined yet.

Methods: 630 patients, who underwent the Nuss procedure between August 1999 and December 2006, were studied retrospectively. Risk factors and complications were obtained from chart review and anesthesia records, and analyzed statistically.

Results: Complication rates were 127/630 (20.1%) in total patients. Frequent complications were arrhythmia 37 (5.8%), pneumothorax 29 (4.6%), pleural effusion 15 (2.4%), wound infection 14 (2.2%), bar displacement 13 (2%) and pericarditis 9 (1.3%) in order. Risk factors are severity of pectus excavatum and lack of surgeon's experience ($P < 0.05$).

Conclusions: Nuss procedure has evolved into an effective method of pectus excavatum repair. To reduce the complications, there must be precise preoperative assessment of computed tomography index (CTI) and intensive postoperative management in the operative day. (Korean J Anesthesiol 2008; 54: 646~50)

Key Words: complications, Nuss procedure, pectus excavatum.

서 론

오목가슴은 흉골과 하부 늑연골이 함몰된 선천적 기형으로 출생 시 나타나 점차 진행하여 흉골자루 연결부위까지 나타나고 검사돌기 부위에서 심한 함몰을 보이며 발병률은 0.01~0.1%이다.¹⁾ 1998년 Nuss 등은²⁾ 기존의 수술방법과 다른 최소 침습수술법을 발표하여 교정효과를 인정받아 국내에서도 일차수술법으로 이용되고 있다. 그러나 이 수술법은 금속막대 삽입과 회전 시, 고정하는 동안, 고정 후 금속막대 제거 시 기흉, 늑막염, 혈흉, 심막삼출, 막대편위, 심막염

및 심손상 등이 발생한다.^{3,5)} 국내의 경우 아직 시행초기로서 해결하여야 할 문제점이 노출되고 있으며 특히 수술기법과 마취경험이 부족하여 합병증이 많이 발생하고 있다.

이에 저자들은 Nuss 방법으로 오목가슴수술 시 발생한 술중후 합병증을 후향적으로 분석하고 안전한 마취방법과 해결책을 알아보려고 연구를 하였다.

대상 및 방법

1999년 9월부터 2006년 12월까지 본원에서 전신마취 하에 Nuss 방법으로 교정수술을 받은 오목가슴 환자 630명을 대상으로 의무기록지 및 마취기록지를 후향적으로 분석하였다.

합병증은 술후 지속적인 흉부방사선사진으로 진단하였고 computed tomography index (CTI)는 Haller 등이⁶⁾ 연구한 방법(internal transverse diameter of the thorax: transverse diameter/vertebral-sternal distance at the greatest depressed portion:

논문접수일 : 2008년 1월 12일

책임저자 : 안기량, 충남 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

vertical diameter)을 이용하여 조사하였다. 수술 중 나타나는 부정맥은 심전도로 조사하였다.

소아(15세 이하)와 성인, 성별, CTI, 미국마취과학회 신체등급분류 1, 2를 합병증이 발생하지 않은 군과 합병증이 발생한 군을 비교하였다. 또한 합병증이 발생한 군의 위험인자를 분석하였으며 분석에 사용된 변수는 성별, 나이, 미국마취과학회 신체등급분류, 옴목가슴의 함몰정도(CTI < 4.0 vs CTI > 4.0), 수술시기(1999년 vs 2000년 이후) 및 수술시간이었다.

모든 측정치는 평균 ± 표준편차로 표시하였으며 통계분석은 SPSS 14.0 (SPSS Inc., Chicago, USA)를 이용하여 연속변수는 t-test를 하였고, 범주형 변수는 chi-square test를 하였으며 P 값이 0.05 미만인 경우를 통계적 유의성이 있는 것으로 하였다.

결 과

환자의 성별 및 연령은 남자 504명, 여자 126명이었고 소아 509명, 성인 131명으로 각각 남자와 소아가 4배 정도 많았다. 미국마취과학회 신체등급분류, 나이, 성별의 비율은 합병증이 발생하지 않은 군과 합병증이 발생한 군의 비율이 같았다(남/여 4/1, 소아/성인, 4/1, 미국마취과학회 신체등급분류 1/2, 16/1). CTI는 합병증이 발생한 군이 발생하지 않은 군에 비해 유의하게 높았다(P < 0.001)(Table 1).

630예 중 127예에서 합병증이 발생하였고 합병증이 발생

Table 1. Demographic Data

	Group I (n = 127)	Group II (n = 503)
Sex (M/F)	100/27	404/99
Age (pediatric/adult)	112/25	397/106
CTI	5.7 ± 2.1*	2.8 ± 1.4
ASA (1/2)	120/7	473/30

Value are mean ± SD or number of patients. Group I: patients occurred complications, Group II: patients not occurred complications. CTI: computed tomography index, ASA: american society of anesthesiologists. *: P < 0.05 compared with group II.

Table 2. Operative and Clinical Data in 127 Patients Occurred Complications

	CTI < 4.0	CTI > 4.0
No. of complications (%)	114 (91.2)*	13 (8.8)
CTI	6.3 ± 2.3*	2.7 ± 1.4
Duration of surgery (min)	125 ± 21.4*	63 ± 15.2

Value are mean ± SD or number of patients. CTI: computed tomography index. *: P < 0.05 compared with CTI > 4.0.

한 군을 분석한 결과 CTI가 4.0 이상이 4.0 이하에 비해 합병증의 빈도가 증가되었고(P < 0.001) CTI와 수술시간도 증가되었다(P < 0.0001)(Table 2).

수술시작 초기(1999년)에 경험미숙으로 합병증의 발생률이 54.9%로 높았으나 2000년 이후 평균 17.3%로 감소하였다(P < 0.0001)(Table 3).

호흡기계 합병증은 기흉 29예(4.6%)에서 발생하였으며 이중 1예에서 긴장성 기흉으로 진행되었으며 늑막염 15예(2.4%), 폐렴 4예(0.6%), 혈흉 3예(0.5%)에서 발생하였다. 심혈관계 합병증은 심막염 및 심막삼출 9예(1.3%)였으며 이중 1예에서 삼막제거술을 하던 중 심장천공이 발생하였다. 그 외 상처감염 14예(2.2%), 막대편위 13예(2%), 십이지장궤양 1예에서 발생하였다. 마취와 연관된 합병증은 술 중 부정맥이 37예(5.8%)와 심정지가 1예 발생하였고 술 후 심한 간염 1예가 있었다(Table 4).

Table 3. Incidence of Complications during Nuss Procedure

Year	No. of patients (%)
1999	28/51 (54.9)*
2000	20/89 (22.3)
2001	17/106 (15.8)
2002	14/79 (17.5)
2003	12/80 (15.0)
2004	13/77 (16.8)
2005	12/82 (14.6)
2006	11/66 (15.2)
Total	127/630 (20.1)

*: P < 0.05 compared with 2000–2006.

Table 4. Complications Reported (in Order of Frequency) for 630 Patients who Underwent Nuss Procedure

	No. of patients (%)
Arrhythmia	37 (5.8)
Pneumothorax	29 (4.6)
Pleural effusion	15 (2.3)
Wound infection	14 (2.2)
Bar displacement	13 (2.0)
Pericarditis and pericardial effusion	9 (1.2)
Pneumonia	4 (0.6)
Hemothorax	3 (0.5)
Cardiac perforation	1 (0.16)
Hepatic failure	1 (0.16)
Duodenal ulcer	1 (0.16)
Cardiac arrest	1 (0.16)
Total	127/630 (20.1)

고찰

오목가슴은 소아시기에 수술을 요하는 질환으로 남녀의 발생빈도는 3 : 1 혹은 4 : 1로 보고되어 있다. 저자들의 경우 4 : 1의 비율을 보여주었다.

오목가슴수술 시 흉부를 정상모양으로 만들기 위해 양 옆구리 피부절개 후 그 사이로 금속막대를 삽입하여 180도 회전시키는데 CTI 정도에 따라 회전과 고정 시, 금속막대 제거 시 합병증이 발생한다.^{3,5)} Haller 등은⁶⁾ CTI가 3.25 이상일 때 기형의 정도가 심한 것으로 수술이 적응된다고 하였다. 그러나 환자나 가족이 심리적으로 영향을 받거나 불안정한 자세의 진행을 방지하기 위해 수술을 하기도 한다고 하였다. 본원 경우 CTI가 3.25 이상으로 높은 경우 대부분 수술을 하였으며 CTI가 낮은 경우도 보호자나 환자의 가족이 원하면 수술을 하였다. Nuss 등은²⁾ 수술 받은 환자를 대상으로 한 CTI를 조사한 결과 CTI 4.0 이상 환자의 경우 오목가슴의 함몰정도가 심하다고 판단하여 수술을 시행하였다고 하였다. 따라서 저자들도 Nuss 등이²⁾ 연구한 수술이 적응이 되는 CTI 4.0 이상을 기준으로 합병증 발생빈도를 조사하였다. 분류결과 CTI가 높을수록 합병증이 많이 발생하였는데 이는 CTI가 높은 환자 경우 수술 중 금속막대의 삽입과 회전을 여러 번 함으로서 수술시간 연장과 수술주위의 조직에 손상을 초래해 합병증의 빈도가 증가되었을 것이라 생각된다. 또한 나이, 성별, 미국마취과학회 신체등급분류는 합병증이 발생한 군과 합병증이 발생하지 않은 군의 비율이 비슷한 분포를 보여 성별, 나이, 미국마취과학회 신체등급분류가 합병증의 증가시키는 빈도와는 관계가 없었다.

수술시기에 대한 문제는 시행 초기 6개월간에 발생한 합병증이 54.9%로 그 이후 7년 동안 발생한 합병증의 평균 17.3%보다 상당히 높았는데 이는 마취에 의한 문제점 보다는 시술초기에 경험 부족으로 매우 높은 합병증이 발생하였다고 생각한다. 이는 수술초기에 다른 외과의의 보고에서도 높은 합병증이 발생되어 큰 문제점으로 대두되었다.^{4,5,7)} 그러나 시간이 경과함에 따라 본 연구에서도 경험축적과 문제점 분석에 따른 수술 수기의 발전으로 합병증은 점차 감소하는 것을 보여주었다.

630예에 대한 마취기록지를 조사한 결과 127예(20.1%)에서 합병증이 발생하였다. 저자들은 수술을 시행한 지 8년이 되는 시점에서 그간 발생한 합병증을 외국문헌과 비교하여 분석하고 안전한 마취방법과 해결책을 검토하여 보기로 하였다.

기흉은 29예(4.6%)로 가장 많이 발생하였으며 아무런 처치 없이 치료된 경우가 13예였고, 7예는 세침천자술(needle

aspiration)을 시행하였고, 8예는 경피적세관삽관술(percutaneous catheter drainage)을 하였으며 1예에서 긴장성 기흉(tension pneumothorax)으로 발전하여 흉관삽관술을 시행하였다. 후향적 연구에서 Croitoru 등은⁸⁾ 303예 중 8예(2.6%)에서 Hebra 등은³⁾ 251예 중 10예(4.8%)에서 기흉이 발생하였다고 하였으나 수술 중 긴장성 기흉은 발생하지 않았다고 하였다. 저자들의 경우 Hebra 등의³⁾ 연구와 비슷하게 기흉은 발생하였으나 마취가 종료되려고 하는 시점에서 긴장성 기흉이 1예의 경우에서 발생하였는데 생명이 위태로울 정도로 혈압 60/40-50/35 mmHg, 맥박 50-40회/분 및 맥박산소포화도가 80% 이하를 보여 28 Fr 흉관을 이용한 흉관삽관술을 시행하여 소생시킬 수 있었다. 긴장성 기흉의 증후는 정맥환류가 줄어들면서 일회 심박출량 감소로 인하여 저혈압이 오는데 Hurewitz 등은⁹⁾ 저혈압은 중증 긴장성 기흉 경우 나타나나 대개는 심박출량이 유지되어 혈압이 어느 정도 유지될 수 있다고 하였다. Barton은¹⁰⁾ 긴장성 기흉 시 나타나는 저혈압은 이미 기흉이 많이 진행되었음을 의미하므로 저혈압 발생 전 조기발견이 중요하다고 하였다. 본 예의 경우도 금속막대 삽입과 회전으로 인한 늑막과 폐실질 손상을 생각하여야 하였음에도 불구하고 발관 후 근이완제 잔여효과나 기관지경련으로 생각하여 곧 처치를 못하고 재삽관 후 청진상 호흡음이 안 들리고 혈압과 맥박이 심하게 감소된 후에 긴장성 기흉을 의심한 것이 환자 상태를 더욱 악화시켰을 것이라 생각되므로 수술 중 특별한 이유 없이 혈압과 맥박이 감소하면 긴장성 기흉을 의심하여야 하며 청진을 하여 확진될 경우 신속한 치료를 하여야 생명이 위태로운 상태까지 진행하는 것을 예방할 수 있다. 또한 2000년 이후 기흉 발생이 우려되는 환자의 경우 술 후 Hemo-vac catheter를 거치하여 흉강을 배액 한 결과 합병증을 수술초기(1999년) 25.4%에 비해 2.8%로 감소시킬 수 있었다.

늑막염 15예(2.4%), 폐렴 4예(0.6%), 혈흉 3예(0.5%)에서 발생하였는데 대부분 큰 문제없이 치료되었으나 혈흉이 발생한 3예 중 1예에서 흉곽 내 많은 출혈로 인하여 심정지 상태까지 도달하였다. 후향적 연구에서 Hebra 등은³⁾ 늑막염은 251예 중 5예(2.0%), Miller 등은⁷⁾ 혈흉이 80예 중 1예(1.2%), Croitoru 등은⁸⁾ 303예 중 폐렴 2예(0.7%), 혈흉 1예(0.3%)에서 발생하였다고 하였다. 본 연구에서도 비슷한 결과를 보여주었다. 흉곽 내 많은 출혈이 생긴 경우는 수술로 인한 막대전위가 발생하여 재수술로 금속막대 제거하던 중 발생하였는데 이유는 금속막대와 조직 간의 유착이 심하여 제거하는 과정에서 여러 번 금속막대를 이동 및 회전시키면서 내유방동맥(internal mammary artery)에 열상을 초래해 많은 양의 피가 흉곽내로 출혈 되면서 흉곽압박이 발생하여 갑자기 혈압이 30/10 mmHg, 맥박이 60, 40, 30회/분으로 감소하였다. 그러나 심정지가 발생하지 않은 이유는 절개부

위로 피가 출혈되어 흉곽 내의 압력이 심정지를 일으킬 정도로 압박하지는 않았을 것이라 생각된다. 따라서 막대전위가 발생한 환자의 경우 재수술 시 흉곽 내에 존재하는 혈관에 손상을 초래해 혈흉과 같은 심각한 상황이 초래될 수 있으므로 술 전 충분한 정맥로 확보와 감시장치가 필요하다고 생각된다.

심막염 및 심막삼출이 9예(1.3%)에서 발생하였다. 3예는 보존적 치료로 완치되었으며, 3예는 경피적세관삽관술(percutaneous catheter drainage, PCD)을 시행하였으며 3예는 심막절개술을 받았는데 이중 1예에서 술 중 심장천공이 발생하였다. Hebra 등은³⁾ 251명의 환자에서 심막염 1예(0.4%), 심손상 1예(0.4%)를 보고하였고 Moss 등도⁴⁾ 심장천공과 심막염을 각각 1예 보고하였다. Miller 등은⁷⁾ 80명을 대상으로 한 후향적 연구에서 심장천공은 없었고 심막염이 1예에서 발생하여 경피적세관삽관술로 치료하였다고 하였다. 본 연구경우 심막염의 발생이 다른 보고에 비해 높았는데 이는 수술 초기에 수술기법의 미숙으로 인해 발생이 높아졌다고 생각된다. 본 예에서 심장천공이 발생한 이유는 심막유착이 너무 심하여 박리층을 찾기가 어려운 상태에서 무리한 조작으로 심장천공이 발생하였고 많은 출혈로 심정지 상태까지 도달하였다. 따라서 심막유착이 심한 환자의 경우 사전에 심폐우회술을 준비하고 충분한 정맥로 확보 등 안전한 준비를 하여 생명이 위험한 상태가 초래되지 않도록 하는 것이 필요하다.

마취와 관련된 합병증은 심한 간염과 심정지가 각각 1예 발생하였다. 간염은 수술초기(1999년)에 halothane을 사용하였을 때 발생하였는데 입원당시 간기능 검사소견은 정상이었다. 그러나 halothane 마취 후 SGOT/SGPT가 1800/780 IU/L 정도로 증가하였다. halothane은 마취 후 1 : 6,000 - 30,000의 빈도로 간손상을 일으키며 이러한 간독성의 잠재력은 trifluoroacetylated hepatic protein을 형성하는 산화대사의 정도와 직접적인 관계가 있다.¹¹⁾ 치료 2년경과 후 금속막대를 제거하기 위해 재수술시 isoflurane을 사용하였는데 이때는 간염이 발생하지 않았다. 그러나 새로이 개발된 흡입마취제의 경우 halothane에 비해 생체내 대사율이 적어 간독성의 위험이 적을지라도 저자들의 생각은 재수술시 흡입마취제의 사용을 피하는 마취방법을 선택하는 것이 현명하다고 생각된다.

심정지는 1예에서 발생하였는데 종격동의 구조물은 기관, 기관지, 폐, 심장 및 혈관이 있으며 부교감신경인 미주신경은 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 분포된다.^{12,13)} 본 예의 경우 오목가슴의 함몰정도를 나타내는 CTI

가 12.0으로 심해 금속막대를 삽입하여 회전시키는 과정에서 종격동구조물에 심한 자극을 주게 되고 그로 인해 미주신경이 활성화되어 심정지로 진행되었을 것이라 생각되나 이를 뒷받침할 만한 확실한 증거는 없다. 따라서 마취과의사는 오목가슴의 함몰이 심한 환자 마취 시 수술조작으로 미주신경이 자극되어 심정지가 초래될 수 있는 가능성을 항상 고려하여 심폐소생술에 필요한 정맥로 확보, 약제 및 제세동기 등을 준비하여야한다. 그 외 부정맥이 5.8%에서 발생하였는데 이 중 수술초기(1999년)에 33.3%에서 발생하였으며 대부분 심실기외수축이었고 lidocaine 1 mg/kg을 정맥주사 시 소실되었다. 부정맥은 CTI가 높은 환자에서 더 자주 발생하였는데 심실기외수축이 일어나는 이유는 금속막대를 회전 시 심막이나 심장이 자극되어 혈압과 맥박이 증가되고 이러한 자극이 좀 더 강할 경우 나타난다. 따라서 이러한 자극을 없애기 위해 2000년 이후 저자들은 금속막대를 회전하기 5분 전 fentanyl 1-2 μ g/kg을 정맥으로 주입한 결과 부정맥의 빈도를 3.4%로 줄일 수 있었다.

결론적으로 Nuss 방법에 의한 오목가슴수술을 받는 환자를 분석한 결과 수술 초기에 비해서는 수술기법과 마취방법의 발전으로 합병증이 점차 감소를 보이거나 아직도 예기치 않은 합병증이 발생할 수 있으므로 수술을 시작하는 병원의 경우 술 전 환자상태를 정확히 평가하고 술 후 적극적인 관리가 필요하다.

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. Nuss D, Kelly RE Jr, Croitoru DP, Katz 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 Jr, 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. Haller JA, Kramer SS, Lietman SA: Use of CT scans in selection of patients for pectus excavatum surgery: a preliminary report. *J Pediatr Surg* 1987; 22: 904-6.
7. 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.

8. 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.
 9. Hurewitz AN, Sidhu U, Bergofsky EH, Leff B, Averbuch I, Grimson R, et al: Cardiovascular and respiratory consequences of tension pneumothorax. *Bull Eur Physiopathol Respir* 1986; 22: 545-9.
 10. Barton ED: Tension pneumothorax. *Curr Opin Pulm Med* 1999; 5: 269-74.
 11. Brown BR Jr, Gandolfi AJ: Adverse effects of volatile anaesthetics. *Br J Anaesth* 1987; 59: 14-23.
 12. Reymond DP, Daniel TM: Mediastinal and mediastinoscopy. In: Sabiston and Spencer Surgery of the Chest. 7th ed. Edited by Sellke FW, del Nido PJ, Swanson SJ: Philadelphia, Elsevier Saunders. 2005, pp 657-66.
 13. Moss J, Glick D: The autonomic nervous system. In: Miller's Anesthesia. 6th ed. Edited by Miller RD: Philadelphia, Churchill Livingstone. 2005, pp 617-77.
-