

누두흉 환자에서 Nuss 방법에 의한 수술 전과 후의 폐 역학의 변화

순천향대학교 의과대학 마취과학교실, *이선학 통증클리닉 및 † 해민병원 마취과

이원섭 · 권진형 · 김천숙 · 안기량 · 김지은
강규식 · 유시현 · 이선학* · 곽수달†

= Abstract =

The Changes in Lung Mechanics before and after the Nuss Operation in Pectus Excavatum Patients

Won Sup Lee, M.D., Jin Hyung Kwon, M.D., Chun Suk Kim, M.D., Ki Ryang Ahn, M.D.
Ji Eun Kim, M.D., Kyu Sik Kang, M.D., Si Hyun Yoo, M.D.
Sun Hak Lee, M.D.*, and Soo Dal Kwak, M.D.†

Department of Anesthesiology, College of Medicine, Soonchunhyang University, Cheon Ahn, Korea,
*Dr. Lee's Pain Clinic, Seoul, Korea, † Department of Anesthesiology,
Hae-Min Hospital, Seoul, Korea

Background: Nuss et al introduced a less invasive method for inserting a stainless steel bar through the small incision on the lateral chest wall into the pectus excavatum. This study was undertaken to assess the effect of the Nuss operation on lung mechanics, CT-Index and hemodynamics.

Methods: Twenty patients (age 4 to 17 years) with severe pectus excavatum underwent the Nuss operation. CT-Index (the internal transverse distance of the thorax/the vertebral-sternal distance at greatest depression) was evaluated before operation. Lung mechanics (dynamic compliance [C_{dyn}], static compliance [C_{stat}] and airway resistance [R_{aw}]), hemodynamic changes (heart rate [HR], systolic blood pressure [SBP], and diastolic blood pressure [DBP]), and gas exchange (arterial oxygen tension [PaO_2], arterial carbon dioxide tension [$PaCO_2$], pulse oximeter saturation [SpO_2] and end-tidal carbon dioxide tension [$P_{ET}CO_2$]) were measured before and after the operation.

Results: C_{dyn} and C_{stat} decreased significantly ($P < 0.05$), but R_{aw} did not change. $PaCO_2$ and $P_{ET}CO_2$ decreased significantly ($P < 0.05$), and SBP and DBP increased significantly ($P < 0.05$) postoperatively.

Conclusions: It is concluded that decreased compliance after the Nuss operation may result from reduced thoracic elastance, not to a change of lung parenchyma. (**Korean J Anesthesiol 2003; 44: 633~638**)

Key Words: Lung mechanics; nuss procedure.

논문접수일 : 2002년 11월 25일

책임저자 : 안기량, 천안시 봉명동 23-20, 순천향대학교 천안병원 마취통증의학과, 우편번호: 330-100

Tel: 041-570-2821, Fax: 041-573-3359, E-mail: ahnkiry@sparc.schch.co.kr

석사학위 논문임.

서 론

누두흉은 흉골과 하부 늑연골의 합몰된 기형을 말하며, 전 흉부의 합몰에 의한 기형을 일컫는다. 기형은 출생시에 나타나고, 점차 진행되며 발생빈도는 출생아의 300명 내지 400명에 1명 정도로 발생하는 전 흉벽기형 중 가장 흔한 질환이다.¹⁾

1911년 처음으로 교정술을 시행한 이래 Ravitch와²⁾ Wada에³⁾ 의한 변형된 술식들이 시행되어 왔다. 1987년 미국의 Nuss 등은⁴⁾ 금속막대(stainless steel bar)를 사용하여 상처부위를 최소화하는 최소침습 Nuss 방법을 소개하였다. 이 방법은 수술 후 회복시간이 짧고 미용적으로 탁월한 효과를 보여, 최근 많이 시행되어지고 있다. Nuss 방법은 구부린 금속막대를 외측 흉부에 2 cm 정도의 절개를 통해 흉곽내의 흉골합몰 부위로 삽입한 다음 금속막대를 180도 회전시킴으로써 합몰된 흉골을 들어올리는 것이다.

누두흉 환자에서 Nuss수술 동안 금속막대(stainless steel bar)를 삽입은 수술전과 후 폐 역학에 변화가 있을 것으로 생각되어진다. 이러한 폐 역학의 변화정도는 자발호흡동안에는 폐 기능검사로 폐의 탄성반동(elastic recoil)이나 기도에 있어서의 유량저항(flow resistance)을 측정할 수 있으나 기계적 환기 동안에는 시행할 수 없고 소아의 경우에 있어서는 측정하기 어려운 점이 많아 기계환기 동안에는 근위부기도압(proximal airway pressure) 측정이 폐 기능을 평가하는데 사용된다.^{5,6)}

저자들은 누두흉 환자에서 Nuss법에 의한 수술동안 기계환기시 수술 전과 금속막대의 삽입 후의 폐 역학 즉 흡기 최대압력(inspiratory peak pressure, P_{peak}), 고평부압력(plateau pressure, P_{plateau}), 동적유순도(dynamic compliance, C_{dyn}), 정적유순도(static compliance, C_{stat})와 기도저항(airway resistance, R_{aw})을 수술 전 과 후의 변화를 관찰하고자 하였다. 또한 술 전과 술 후 CT Index의 변화를 관찰하여 이들과 폐 역학지수들과의 상관 관계, 혈액역학 및 혈액 가스의 변화를 보고자 하였다

대상 및 방법

누두흉으로 선택수술이 예정된 환자중 미국마취과

학회 신체등급분류상 전신상태 1, 2급에 속하는 폐 질환이 없는 남녀 20명을 대상으로 보호자에게 설명 후 서면동의를 얻었다(Table 1). 모든 환자는 수술 전 흉부 컴퓨터 단층 촬영상의 CT Index (the internal transverse distance of the thorax: transverse diameter/the vertebral-sternal distance at the most depressed portion: vertical diameter)를 측정하였고 수술 전 투약으로 glycopyrrolate 0.04 mg/kg을 수술 1시간 전에 근주하였으며 마취유도는 thiopental sodium 5 mg/kg, vecuronium bromide 0.1 mg/kg로 기관내 삽관을 하였다. 마취유지는 enflurane (2 vol%)과 N₂O(2 L)/O₂(2 L)로 하였다. 환자는 양와위에서 두 팔을 외전 시키고 요골 동맥을 천자 하였고 수술 중 감시장치는 침습적 동맥혈압, 심박수, 심전도, 맥박 산소포화도(pulse oximeter saturation, SpO₂), 호기말 이산화탄소 분압(end-tidal carbon dioxide tension, P_{ET}CO₂) 및 체온 측정을 지속적으로 하였다. 수술 중 기관내 삽관 튜브의 풍선(balloon) 정도를 확인하면서 환기 중 공기의 유출로 인한 압력과 일회호흡량의 변화를 최소화 하였다. 기계환기(Aestiva 3000, Datex Ohmeda Co., USA)의 적용은 용적조절환기(volume controlled ventilation)로 일회호흡량을 10 ml/kg, 호흡 횟수는 호기말 이산화탄소 분압이 35 ± 3 mmHg로 유지되도록 10-20회/분 사이에서 설정하였으며, 흡기 : 호기 비율은 1 : 2로 유지한 후 활력징후, 호기 일회호흡량(expired tidal volume, V_E), 흡기 최대압력, 고평부 압력, 기도저항의 변화를 측정하였다. 또한 이들을 지표로 하여 동적유순도와 정적유순도를 구하였다. 또한 호기말 이산화탄소 분압, 혈압, 심박수 그리고 맥박 산소포화도를 측정하였고 심전도의 변화를 관찰하였으며 수술전과 후에 동맥혈 혈액가스 분석을 시행하여 동맥혈 산소 분압(arterial oxygen

Table 1. Demographic Data

n = 20	
Sex (M/F)	14 : 6
Age (yr)	10.1 ± 4.9
Weight (kg)	32.3 ± 16.6
Height (cm)	139.3 ± 29.3

Values are mean ± SD. n: Number of patients.

tension, PaO₂)과 동맥혈 이산화 탄소분압(arterial carbon dioxide tension, PaCO₂)의 변화를 관찰하였다.

수술종료 직전에 절개부위를 봉합하는 동안, 흉막에 공기가 남아있지 않게 하기 위하여 호기말 양압을 시행하였으며, 수술종료 후 단순 흉부방사선촬영을 시행하여, 기흉이나 다른 합병증이 발생하였는지 확인하였다. 기흉이 생긴 경우 흉관을 삽입하거나 공기를 제거하였으며 본 연구에서 제외 시켰다. 수술 후 환자를 병실로 이송 후 흉부 컴퓨터 단층 촬영상의 CT Index를 측정하여 수술 전과 비교하였다.

통계처리는 평균 ± 표준편차로 기록하였고 수술

전과 후의 변화는 paired t-test를 이용하여 검정하였고, 변수들간의 상관 관련성은 상관분석을 이용하였다. 또한 술 전 CT-Index에 따른 술 후 변수들의 차이여부는 Student's t-test를 이용하였다. P값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 의의가 있는 것으로 하였다.

결 과

술 전과 비교하여 술 후 CT Index에서 횡측 직경에는 변화가 없었으나 종측 직경은 증가하였고(P <

Table 2. CT Index Data

	Transverse diameter (cm) (min-max)	Vertical diameter (cm) (min-max)	CT index (min-max)
Preoperation	20.42 ± 3.28 (15.71-26.85)	3.78 ± 1.58 (1.53-6.81)	6.36 ± 2.98 (3.36-12.90)
Postoperation	19.43 ± 3.31 (15.24-26.03)	6.55 ± 1.15 (4.50-9.15)*	3.01 ± 0.57 (2.23-4.14)*

Values are mean ± SD. CT Index (the internal transverse distance of the thorax: transverse diameter/the vertebral-sternal distance at the most depressed portion: vertical diameter). min: minimum, max: maximum. *: P < 0.05 compared with preoperation.

Table 3. Comparisons of Study Variables between Pre- and Postoperation

	Variable	Preoperation	Postoperation
Hemodynamic	Heart rate (bpm)	106.8 ± 12.11	102.3 ± 13.45
	Systolic blood pressure (mmHg)	92.10 ± 7.81	105.25 ± 9.74*
	Diastolic blood pressure (mmHg)	57.95 ± 4.37	67.20 ± 7.55*
Ventilation	V _E (ml)	251.08 ± 143.49	254.45 ± 141.62
	P _{peak} (cmH ₂ O)	22.40 ± 2.83	24.50 ± 3.13*
	P _{plateau} (cmH ₂ O)	11.35 ± 1.26	14.10 ± 1.91*
	C _{dyna} (ml/cmH ₂ O)	13.17 ± 8.58	11.90 ± 7.34*
	C _{stat} (ml/cmH ₂ O)	26.30 ± 12.82	20.99 ± 10.88*
	R _{aw} (cmH ₂ O/L/sec)	24.24 ± 6.28	24.10 ± 5.19
Gas exchange	PaO ₂ (mmHg)	308.07 ± 22.81	296.07 ± 30.86
	PaCO ₂ (mmHg)	32.98 ± 2.24	30.50 ± 3.26*
	SpO ₂ (%)	99.73 ± 0.0	99.67 ± 0.8
	P _{ET} CO ₂ (mmHg)	35.25 ± 3.32	33.95 ± 3.08*

Values are mean ± SD. V_E: expired tidal volume, P_{peak}: end inspired peak pressure, P_{plateau}: end inspired plateau pressure, C_{dyna}: dynamic lung compliance, C_{stat}: static lung compliance, R_{aw}: airway resistance, PaO₂: arterial oxygen tension, PaCO₂: arterial carbon dioxide tension, SpO₂: pulse oximeter saturation, P_{ET}CO₂: end tidal carbon dioxide tension. *: P < 0.05 compared with preoperation.

Table 4. Correlation Matrix in Pre- and Postoperation

	Preoperation				Postoperation			
	Age (yr)	Transverse diameter (cm)	Vertical diameter (cm)	CT-index	Age (yr)	Transverse diameter (cm)	Vertical diameter (cm)	CT-index
P _{peak}	-0.720 [†]	-0.559*	-0.609 [†]	+0.325	-0.584 [†]	-0.507*	-0.564 [†]	+0.125
P _{plateau}	+0.448*	+0.459*	+0.276	-0.201	+0.132	+0.140	-0.094	+0.242
C _{dyna}	+0.956 [†]	+0.941 [†]	+0.596 [†]	-0.215	+0.956 [†]	+0.941 [†]	+0.567 [†]	+0.275
C _{stat}	+0.950 [†]	+0.965 [†]	+0.541*	-0.135	+0.927 [†]	+0.939 [†]	+0.575 [†]	+0.268
R _{aw}	-0.205	-0.093	-0.364	+0.277	-0.262	-0.179	-0.291	+0.127

CT Index (the internal transverse distance of the thorax: transverse diameter/the vertebral-sternal distance at the most depressed portion: vertical diameter). V_E: expired tidal volume, P_{peak}: end inspired peak pressure, P_{plateau}: end inspired plateau pressure, C_{dyna}: dynamic lung compliance, C_{stat}: static lung compliance, R_{aw}: airway resistance. *: P < 0.05, †: P < 0.01 compared with each matrix.

Table 5. Comparisons of Variables by Pre-CT Index

	CT Index		P value
	< 5	> 5	
Post-P _{peak} (cmH ₂ O)	23.45 ± 3.26	25.77 ± 2.63	NS
Post-P _{plateau} (cmH ₂ O)	13.81 ± 1.40	14.44 ± 2.45	NS
Post-C _{dyna} (ml/cmH ₂ O)	13.58 ± 7.57	9.85 ± 6.89	NS
Post-C _{stat} (ml/cmH ₂ O)	23.43 ± 11.39	18.00 ± 10.04	NS
Post-R _{aw} (cmH ₂ O/L/sec)	22.51 ± 4.86	26.04 ± 5.19	NS

Values are mean ± SD. CT Index(the internal transverse distance of the thorax: transverse diameter/the vertebral-sternal distance at the most depressed portion: vertical diameter). V_E: expired tidal volume, P_{peak}: end inspired peak pressure, P_{plateau}: end inspired plateau pressure, C_{dyna}: dynamic lung compliance, C_{stat}: static lung compliance, R_{aw}: airway resistance, Pre: preoperation, Post: postoperation, NS: non significance.

0.05), CT Index는 감소하였다(P < 0.05)(Table 2).

혈역학적 변화에 있어서 심박수에는 변화가 없었으나 수축기 혈압 및 이완기 혈압은 증가하였다(P < 0.05). 환기에 따른 V_E, P_{peak}, P_{plateau}, C_{dyna}과 C_{stat}는 유의 있는 변화가 있었고(P < 0.05) R_{aw}에는 변화가

없었다.

혈액가스 분석 시 동맥혈 산소 분압과 맥박 산소 포화도에는 변화가 없었으나 동맥혈 이산화 탄소 분압과 호기말 이산화탄소 분압은 감소하였다(P < 0.05)(Table 3).

수술 전과 후의 CT Index와 R_{aw}와는 상관관계가 없었으며(Table 4), CT Index가 5 이하인 경우와 이상인 경우를 비교 분석한 결과 술 후 환기의 변화에는 의의가 없었다(Table 5).

고 찰

1987년 미국의 Nuss 등은⁴⁾ 금속막대를 이용한 누두흉의 최소침습 수술법(minimally invasive repair of pectus excavatum, MIRPE)을 소개하였다. 이 수술 방법은 수술부위의 상처가 적고 술중 출혈량이 적으면 수술시간이 단축되는 등의 장점이 있다.

누두흉 환자에 있어서, 마취 전 일반적 검사를 시행하였으며, 특히 수술 전 컴퓨터 단층촬영을 통하여 기형의 정도와 심장 압박, 심장 전위 및 폐 압박 정도를 평가하기 위해 CT Index를 측정하였다. Haller 등은⁷⁾ CT Index가 3.25 이상일 때 기형의 정도가 심한 것으로 판단하여 수술의 적응증이 된다고 하였다. 본 연구대상은 CT Index가 3.36에서 최대 12.9까지 분포 하였다. 이러한 심한 누두흉은 종격동 구조를 압박하여 호흡과 심근 수축력에의 영향을 주어 호흡량의 감소를 유발한다.⁸⁻¹¹⁾

마취 유지 중 환자의 기계적 환기호흡은 일회호흡량을 10 ml/kg로 하여 호기말 이산화탄소분압을 35 ± 3 mmHg 되도록 호흡 횟수를 정하였다. 이러한 설정은 일회 호흡량이 10 ml/kg 이상일 경우 기도압력과 폐혈관 저항이 증가하고¹²⁾ 기도압력(airway pressure)의 증가는 폐의 압력손상(barotrauma)을 유발하기 때문이다.¹³⁾

일정한 일회 호흡량에 있어서 압력손상은 흡기 최대압력보다 고평부 압력이 더 중요한 역할을 하는 것으로 보고되어지고 있다.¹⁴⁾ 일정한 흡기량(inflation volume)에서 흡기 최대압력은 기도 저항 및 폐와 흉벽의 탄성반동력(elastic recoil force)과 직접적인 관련이 있다. 즉 $P_{\text{peak}} - \text{Resistance} \times \text{Elastance}$ 이다. 그러므로 흡기량이 일정할 때 흡기 최대 압의 증가는 기도 저항 혹은 폐와 흉벽의 탄성도의 증가나 두 가지 모두 증가하는 경우이다. 또한 흡기량을 멈추게 하면 근위부기도압(proximal airway pressure)은 초기에 감소하다 일정한 수준에 머무르게 되는데 이러한 압력을 고평부 압력이라 한다. 이러한 상태에서 유량이 존재하지 않기 때문에 고평부 압력이 생성되나 이러한 압력은 기도에 유량 저항을 반영하지 않는다. 대신에 고평부 압력은 폐와 흉벽의 탄성도와 비례하게 된다. 즉 $P_{\text{plateau}} - \text{Elastance}$ 이다. 그러므로 흡기 최대압력과 고평부 압력사이의 차는 기도에 있어서 유량 저항과 비례 관계가 성립된다. 즉 $P_{\text{peak}} - P_{\text{plateau}} - \text{airway resistance}$ 가 된다. 본 연구에서 P_{peak} 와 P_{plateau} 가 동시에 증가 하였는데 이러한 경우는 폐와 흉벽의 탄성도가 감소하는 경우이고 이러한 상태에서 중요한 문제점은 기흉, 무기폐, 급성 폐부종, 폐렴 및 급성 호흡부전증 등의 악화이다. 그러나 본 연구의 경우 수술 후 흉부방사선 촬영에서 폐에 변화가 없었으므로 금속막대에 의한 흉벽의 탄성도가 감소한 경우로 보여지며, 또한 동적유순도와 정적유순도는 감소하였으나 기도저항에는 변화가 없는 것으로도 알 수 있다.

Nuss 방법에 의한 수술은 최근에 많이 시행되었으므로 장기간에 걸쳐 폐기능을 평가한 경우는 많지 않으나 Goertzen 등은¹⁵⁾ 흉골번전술 후 심폐 질환은 현저하게 감소된다고 하였으며 Morshuis 등은¹⁶⁾ 심폐 기능의 변화는 거의 없으며 Kaguraoka 등은¹⁷⁾ CT-index가 큰 경우에는 술 후 심폐 기능이 개선되는 것으로 보고 되어있다. Derveaux 등은¹⁸⁾ 술 후 누두

흉의 방사선학적 지표는 개선되었음에도 불구하고 나이와 시간 경과에 관계없이 호흡량이 감소되었다고 보고하였다. 본 연구에서는 CT-index는 개선되었으나 흡기 최대압력과 고평부 압력이 증가함으로 해서 동적 및 정적유순도가 감소하고 또한 호기 일회 호흡량의 증가로 인해 동맥혈 이산화탄소 분압과 호기말 이산화탄소 분압은 감소하였다.

수술 중, 후 합병증으로는 Moss 등은¹⁹⁾ 금속막대의 삽입 시 심장 천공(cardiac perforation)이 일어난 경우를 보고하였으며, Hebra 등은²⁰⁾ 금속막대의 위치 변동으로 인한 재수술이 가장 흔하며 다음으로 기흉이 잘 발생한다고 하였고, 황정주 등은²¹⁾ 기흉, 혈흉 및 흉막액의 발생을 보고하였다. 저자들은 수술종료 직전에 절개부위를 봉합하는 동안, 흉막에 공기가 남아 있지 않게 하기 위하여 호기말 양압을 시행하였으며, 수술종료 후 단순 흉부방사선촬영을 시행하여, 기흉이나 다른 합병증이 발생하였는지 확인하였으며 기흉이 생긴 경우 흉관을 삽입하거나 공기를 제거하였다.

결론적으로 누두흉 환자에서 Nuss 방법에 의한 수술은 금속막대의 고정으로 인하여 환기에 영향을 주어 폐의 동적유순도 및 정적유순도는 감소시키나 기도저항에는 영향을 주지 않는다. 따라서 누두흉 환자에서 폐 실질에 미치는 영향보다는 흉곽에 의한 탄력성의 감소에 의해 유순도가 감소하는 것으로 생각 되어진다.

참 고 문 헌

1. Ravitch MM: The operative treatment of pectus excavatum. *Ann Surg* 1949; 129: 29-44.
2. Ravitch MM: Technical problems in the operative correction of pectus excavatum. *Ann Surg* 1965; 162: 29-33.
3. Wada J: Surgical correction of the funnel chest. "Sternotomy". *West J Surg Obstet Gynecol* 1961; 69: 358-61.
4. Nuss D, Kelly RE, 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.
5. Tobin MJ: Respiratory monitoring. *JAMA* 1990; 264: 244-51.
6. Marini JJ: Lung mechanics determinations at the bedside: instrumentation and clinical application. *Resp*

- Care 1990; 35: 669-96.
7. Haller JA, 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.
 8. Paolini A, Ruggieri M, Leone-Sossi FL, Paolini G, Dal-Pra G, Scuderi N: Pectus excavatum in adults: destructive surgery or simple correction of an aesthetic defect?. *Riv Eur Sci Med Pharmacol* 1995; 18: 11-17.
 9. Kao CH, Liao SQ, Wang SJ: Pulmonary scintigraphic findings in children with pectus excavatum by the comparison of chest radiograph indices. *Clin Nucl Med* 1992; 17: 874-6.
 10. O'Callaghan C, Champan B, Howseman A, Stehling M, Coxon R, Mansfield P: Echo planar imaging of an infant with pectus excavatum. *Eur J Pediatr* 1990; 149: 698-9.
 11. Quigley PM, Haller JA, Jelus KL: Cardiorespiratory function before and after corrective surgery in pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 1996; 31: 638-43.
 12. Katz JA, Laverne RG, Fairley HB, Thomas AN: Pulmonary oxygen exchange during endotracheal anesthesia. Effect of tidal volume and PEEP. *Anesthesiology* 1982; 56: 164-71.
 13. Petersen GW, Baier H: Incidence of pulmonary barotrauma in medical ICU. *Crit Care Med* 1983; 11: 67-71.
 14. McIntyre NR: Clinically available new strategies for mechanical ventilatory support. *Chest* 1993; 104: 560-5.
 15. Goertzen M, Baltzer A, Schulitz KP: Long-term results after operation for funnel chest. *Arch Ortho Trauma Surg* 1993; 112: 289-91.
 16. Morshuis WJ, Folgering HT, Baretasz JO, Cox AI, Van-Lier HJ, Lacquet LK: Exercise cardiorespiratory function before and 1 year after operation for pectus excavatum. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; 107: 1403-9.
 17. Kaguraoka H, Ohnuki T, Itaoka T, Kei J, Yokoyama M, Nitta S: Degree severity of pectus excavatum and pulmonary function in preoperative and postoperative periods. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 104: 1483-8.
 18. Derveaux L, Ivanoff I, Rochette F, Demedts M: Mechanism of pulmonary function changes after surgical correction for funnel chest. *Eur Resp J* 1988; 1: 823-5.
 19. Moss JR, Albanese CT, Reynolds M: Major complication after minimally invasive repair of pectus excavatum: Case reports. *J Pediatr Surg* 2001; 36: 155-8.
 20. 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.
 21. 황정주, 신화균, 김도형, 이두연: Pectus excavatum을 이용한 누두흉에서 수술적 치료. *대한흉부외과학회지* 2001; 34: 167-72.
-