

漏斗胸의 手術矯正 方法에 관한 比較 研究

최 용 대* · 김 민 호* · 김 공 수*

—Abstract—

A Comparative Study of Surgical Correction Methods for Funnel Chest

Y.D. Choi, M.D.* , M.H. Kim, M.D.* , K.S. Kim, M.D.*

From Jan. 1981 to Dec. 1989 eleven cases of Funnel Chest, ten were males and one was female, were underwent an operation at the Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Cheonbuk National University Hospital.

The age of patients ranged from 3 to 29 years old. They all had symptoms of feeling inferiority about chest deformity. The degree of concavity on the funnel chest varied in extent, and the severity which was measured by water volume filled into it varied from 20 ml to 140 ml.

Nine patients were corrected by Ravitch method and two patients were corrected by the Modified sternal turnover method. The Ravitch method was more effective in asymmetrical, severe depression deformity and in children. On the other hand the Modified sternal turnover method with preservation of vascular supply of repair was more simple and more effective in case of relatively less severe, wide symmetrical depression deformity of the chest and in case of associated with congenital or acquired heart disease and disease of the ascending aorta. This method has the advantage of maintaining chest wall stability in postoperative period.

1. 서 론

누두흉이란 흉골에 발생하는 선천성 기형중에서 가장 흔한 것¹⁻⁵⁾으로 흉골 및 주위의 늑연골이 후방으로 함몰되어 형성되는 전흉벽 기형을 말하며, 1600년경 Babinus가 최초로 기술했으며, 1911년 Meyer⁴⁾가 최초로 수술적 교정을 시도한 이래 여러가지 수술방법이 보고되어 왔다. 누두흉의 외과적 교정술에 대해서는 논란이 많았으나 근래에는 교정후 흉곽의 성장^{6,7)}, 심폐기능의 회복, 척추 발육에 미치는 영향 및 정신적인

면을 고려할 때 학동기 이전에 교정술^{2-4,8)}을 시행하는 것이 바람직하다는 의견이 지배적이다.

전북대학교 흉부외과학 교실에서는 1981년부터 1990년까지 9례에서 Ravitch술식을 시행하여 환자가 성장함에 따라서 교정된 결과와 2례에서 흉골반전술을 시행한 결과를 비교 관찰하여 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

2. 대상 및 방법

1981년 1월부터 1990년 10월 사이에 누두흉으로 전북대학교병원 흉부외과학 교실에서 외과적 교정술을 받았던 11례를 대상으로 하였다. 환자의 성별 및 연령

*전북대학교 의과대학 흉부외과학교실

*Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, College of Medicine, Chonbuk National University

Table 1. Summary of Cases.

Case	Age	Sex	Sx & Sn	EKG	Volume(cc)	Op'method
1	5	M	no	normal	55	Ravitch
2	4	M	no	normal	30	-
3	7	M	frequent URI	normal	40	-
4	4	M	no	normal	40	-
5	3	M	SOB frequent URI	normal	20	-
6	8	F	no	normal	35	-
7	9	M	no	sinus arrhythmia, RVH	50	-
8	7	M	frequent URI	normal	50	-
9	3	M	URI	normal	30	St'Turnover
10	29	M	no	normal	140	St'turnover
11	6	M	no	normal	30	Ravitch

Sob ; shortness of breath. URI ; upper respiratory tract infection.
St'turnover ; sternal turnover. RVH ; right ventricular hypertrophy.

분포는 남자가 10례, 여자가 1례로 남성 편향을 나타냈으며, 연령은 3세부터 29세까지였다(Table 1). 흉골의 함몰 정도는 양와위에서 함몰부위에 충전되는 물의 용적 측정으로 시행하였으며 용적은 22ml에서 140ml로 다양하였는데, 이것은 각 환자의 체격의 발달정도나 나이에 따라 달랐다. 수술전후의 단순흉부 측면 X-선 사진상 흉곽변형이 가장 심한 부위에서 흉골 배면부와 흉추 전면부와의 거리 변화로 술후 누두흉의 교정정도를 측정하였다. 또한 술후 외래를 통한 추적 관찰 결과 함몰의 변화와 환자 및 그 가족의 만족도를 평가하였다.

3. 수 술

1981년부터 1990년까지 11례의 누두흉의 교정술을 시행하였는데, 9례에서는 Ravitch가 기술한 바의 방법(그림 1)에 준하여 수술 교정을 시행하였다. 이 중 5례에서는 양측 횡절개(Bilateral transeverse submammary incision)를 시행하였고 나머지 4례에서는 정중절개(Median Sternotomy incision)를 시행하여 피하조직을 충분히 박리한 다음 대흉근을 노출시킨후 이것을 늑골연 주행을 따라 분열(splitting)시킨 다음 모든 기형의 늑연골을 연골막하로 완전히 절제하였다. 흉골의 원활한 거상을 위해 검상돌기(Xiphoid process)와 늑간 bundle을 흉골로부터 완전히 분리한 다음(그림 1-A), 복부직근이 하흉골연에 부착하는 부위를 분리하였고, 흉골밑으로 손가락을 넣어서 늑막을 분리한 다음(그림 1-B), 흉골을 들어 올려서 최상부

의 정상 늑연골을 흉골연에서 외측 방향으로 비스듬하게 절단하였다. 흉골의 변형이 시작된 부위의 배면에 횡으로 골절개를 한 후 이 부분에 미리 준비해둔 늑골편을 썬기모양으로 삽입하여 흉골 전체가 거상될 수 있도록 한 후 고정하고, 사선으로 절단된 늑연골의 흉골쪽 끝부분이 늑골쪽 부위의 위로 오도록 하여 충분히 함몰이 교정되었을 때 견사로 봉합 고정하였다(그

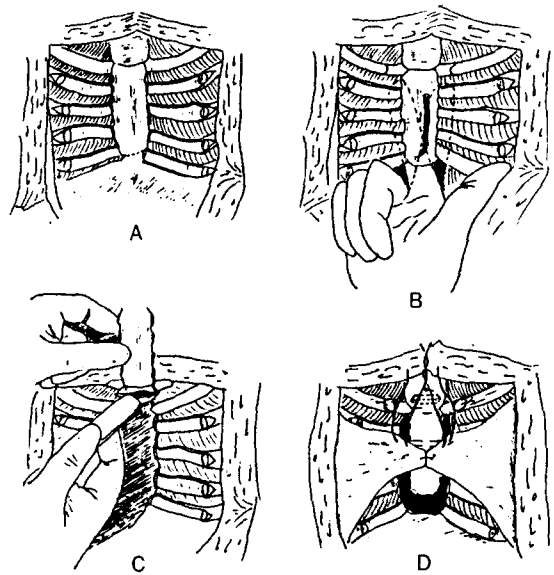


그림 1. Surgical correction of funnel chest by Ravitch operation.

- A. 변형된 늑연골의 절제 및 검상돌기의 절단
- B. 흉골배면의 박리
- C. 흉골절개 및 썬기형의 골편 삽입
- D. 대흉근의 봉합

림 1-C).

1989년과 1990년에 실시한 2례에서는 Wada 등이 보고한 흉골 반전술을 근간으로 한 변형술식을 시행하였는데 1례(그림 2)에서는 양측 횡절개를 시행한 다음 늑연골 및 전방부 늑골이 충분히 노출되도록 흉골, 늑연골 및 늑골에 부착된 전흉벽근을 제2늑골부터 늑골궁까지 출혈에 유의하면서 박리하고, 늑연골궁에 부착된 복직근도 상 상복벽 동정맥이 손상되지 않도록 백선으로부터 2cm 정도 외측에서 박리하여 양측의 상 상복벽 동정맥을 보존시켰다(그림 2-A, B). 다른 1례(그림 3)에서는 흉골 정중절개를 시행한 다음 늑연골 및 전방부 늑골이 충분히 노출되도록 흉골, 늑연골 및 늑골에 부착된 전흉벽근을 제2늑골부터 늑골궁까지 출혈에 유의하면서 박리하고, 늑연골궁에 부착된 복직근을 절제하고 양측 내유 동정맥을 보존하였다. 필요에 따라 변형된 늑연골의 일부 또는 전부를 늑연골막과 함께 최상부 늑연골부터 순차적으로 절단한 후 흉골변형이 시작되는 직상부 구간에서 흉골을 절단(그림 3-A)하고, 흉골 배연의 횡경막근을 박리하였다. 보존시키려는 혈관들이 손상을 받지 않도록 주의하면서 흉골을 반전(그림 3-B)시켜 정상적인 흉곽모양이 되도록 흉골 및 늑연골 골절술을 시행한 다음 늑연골 및 늑골궁을 성형(그림 3-C)하고, 절단부위의 상하연골이 평형을 유지하도록 강선 결박으로 고정된 후 흉골 및 늑골에 부착된 늑연골은 꺾은 봉합사를 이용하여 견고하게 고정하였다(그림 3-D).

4. 결 과

누두흉으로 외과적 교정술을 시행한 11명의 환자에서 남녀의 분포는 10 : 1로 남성 편향을 보였으며, 연령은 3세부터 29세까지였다. 술전의 증상은 1례에서만 빈번한 상기도 감염과 운동시 호흡곤란을 주소로 하였으며 나머지는 빈번한 상기도 감염외에는 특이사항이 없었고, 미용상의 이유가 수술을 하게된 주인이었다.

1981년부터 Ravitch술식에 의해 교정한 9례에서의 술전 함몰 용적은 20~50ml였으며, 술후 합병증으로는 술후 전예에서 Flail Chest에 의한 역행성 호흡 운동이 일시적으로 나타났으나 인공호흡기를 부착할 정도는 아니었으며, 1례에서는 1개월후에 수술부위의 동통성 종창을 주소로 재입원하여 고여있는 혈종을 제거

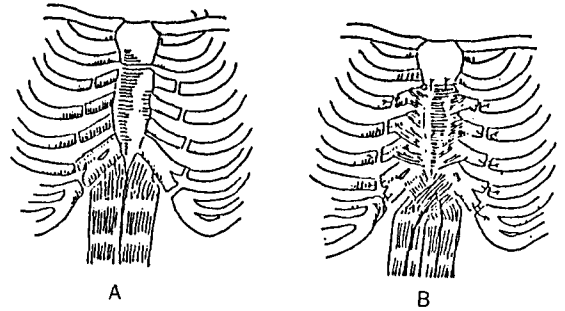


그림 2. Surgical correction of funnel chest by Modified sternal turnover with preservation of superior epigastric vessels.
A. 흉골 및 변형된 늑연골의 박리와 절단 및 복직근과 상 상복벽 동정맥의 보존
B. 흉골 및 변형된 늑연골부의 반전 및 봉합

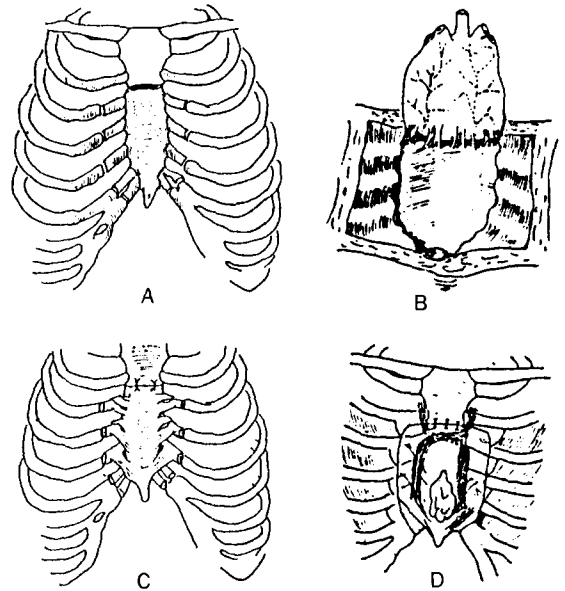


그림 3. Surgical correction of funnel chest by Modified sternal turnover with preservation of bilateral internal mammary vessels.
A. 변형된 늑연골 및 흉골의 절단
B. 흉골의 거상 및 양측 내유 동정맥의 보존
C. 흉골의 반전 및 흉골 고정
D. 흉골 및 늑연골의 성형술 및 늑연골 고정

하고 6일후에 퇴원하였다. 술후 누두흉의 교정정도를 측정하기 위해서 전례에서 수술 전후의 측면 흉부 X-선 사진상 흉곽 변형이 가장 심한 부위에서 흉골 후면에서 흉추 전면까지의 거리 변화(Table 2)를 측정하였는데 최저 0.7cm에서 최고 1.5cm이었으며 평균 1.

Table 2. Changes of the degrees of dépression of the sternum(Shortest distances from the the inner surface of the sternum to the anterior vertebral*body in a lateral chest roentgenogram).

Case	Pre op' (cm)	Pre Op' (cm)	Degree of correction(cm)
1	3.3	4.5	1.2
2	4.8	5.5	0.7
3	5.1	6.1	1.0
4	4.5	5.4	0.9
5	4.6	5.4	1.1
6	4.5	5.2	0.7
7	6.2	7.2	1.0
8	5.0	6.0	1.0
9	3.1	3.9	1.5
10	3.5	5.0	0.8
11	4.8	5.9	1.1

0cm이었다. 수술 외래를 통해서 환자를 추시 관찰하여 함몰의 변화와 환자 및 그 가족의 만족도를 평가하였는데 대부분 만족한 결과를 얻었으며, 9례중 1례에서는 수술직후에는 만족스런 결과를 보였으나 20개월 후 외래를 통한 추적검사에서 재함몰이 중등도로 진행된 모습을 보여주었다. 흉골 반전법으로 교정한 2례에서는 술전 함몰용적은 약 30ml와 140ml였으며, 수술 누두흉의 교정정도를 측정하기 위해서 측면 흉부 X-선 사진상 흉곽변형이 가장 심한 부위에서 흉골 후면에서 흉추 전면까지의 거리 변화는 0.8cm와 1.5cm이었다. 수술 합병증은 없었고, Flail Chest에 의한 역행성 호흡운동도 없었으며, 외관상 거의 완전히 교정되어 퇴원하였다. 수술 추적검사에서 재함몰의 진행은 없었고, 1례에서 흉골 하방부에 경도의 돌출이 있었으나 2례 모두 수술 결과에 대해서 환자의 가족은 매우 만족하였다.

5. 고 안

누두흉은 흉골의 기형중 가장 흔하고 선천적이며 가족성이 있다고 알려져 있으나 발생원인에 대하여는 아직까지 정확한 정설이 규명되지 않았고 2가지 학설이 가장 널리 인용되고 있다. Brodtkin⁹⁾ 등은 흉골과 횡경막 사이의 인대가 수축함이 원인이라 하였고, Fleisch¹⁰⁾는 하부 늑연골의 지나친 성장으로 인하여 2차적으로 흉골의 함몰기형을 일으킨다고 말했으며, 현

재 이 후자의 학설이 더 가능성이 있다고 믿어지고 있다. Oschner와 DeBakey¹¹⁾에 의하면 0.06%의 빈도로 발생하고, Haller등¹¹⁾에 의하면 여자보다 남자가 3배 많고 흑인보다 백인에 더 빈번하며 가족성이 18%라고 보고하였고, Wada¹²⁾ 등은 남자에 4배가 많고 가족성이 22.8%라고 보고하였으나 본 교실에서 경험한 11례에서는 1례를 제외한 10례가 남자였고 가족성은 없었다. 또한 누두흉에 부가적으로 합병된 선천성 기형은 Haller등¹¹⁾은 8%라고 보고하였고 그중 1.64%가 선천성 심장기형으로 심실 중격 결손증, 심방 중격 결손증 및 활로씨 4증이 포함되어 있었다. 누두흉의 정도는 양와위시에 함몰부에 충만되는 물의 용적으로 측정하거나 Haller등²⁾에 의해 고안된 Spatial Pelvimetry로 측정할 수 있으며, 국내 보고에서는 선등³⁾이 Vertebral Index를 이용하여 측정하기도 하였으나 대체로 물의 용적을 이용하는 방법이 보편적이며 저자들도 이 방법을 사용하였다. 그러나 이 방법은 연령과 체격의 차이를 고려하지 않았기 때문에 흉골의 함몰 정도를 비교 평가할 수 없었다. 누두흉의 정도를 평가할 수 있는 다른 방법으로는 단순 흉부 측면 X-선 촬영상 흉곽변형이 가장 심한 부위에서 흉골 후면부와 흉추 전면부와의 거리를 측정해서 수술전후의 변화를 비교함으로써 누두흉의 교정정도를 평가할 수 있는 방법이 있다. 누두흉 환자에서의 교정술은 학자에 따라 의견 차이가 있는데 수술적응에 관해서 Haller등¹¹⁾은 기형으로 인해 환자나 환자가족이 영향을 받을시 또는 불안정한 자세의 진행을 방지하기 위해 수술을 행한다고 하였으며, Davis등¹⁴⁾은 정신적인 문제이외에 심한 흉골함몰시, 심장의 심한 전위시, 우심실의 앞쪽이 심조영술상 압박의 증거가 있을시, 그리고 흉부 측면 X-선 촬영상 함몰된 흉골에 의해 심장의 압박이 있을시에는 수술을 시행한다고 하였다. 수술의 시기는 빠를수록 좋은 결과를 얻을 수 있고, 나이가 많을수록 만족도가 떨어진다.^{1,15)}고 알려져 왔으며, 조기수술의 장점은 수술하기가 용이하며, 시간이 적게들고 허약상태가 경하므로 수술 후 이환율을 감소시킬 수 있다는 것이다. 환자의 증상 및 누두흉의 진행정도를 파악하여 수술여부를 평가할 수 있는 가장 빠른 시기는 대체로 생후 15~18개월¹⁶⁾이나 흉골의 골화가 일어나는 시기는 18~22개월이므로 심한 증상을 나타내지 않을시는 흉골의 골화후기가 수술의 적절한 시기라 할 수 있겠다. Haller등²⁾은 4~6세가 수술의 적기라고 하였다. 누두

흉 환자는 연령이 증가함에 따라 척추 측만 및 후만등이 발생하기 쉬운데 이러한 척추 발육이상은 성장속도가 빠른 10세 이후에 더욱 현저하게 나타난다¹⁷⁾. 누두흉에서의 척추 발육이상은 대부분이 운동이나 기타의 비침습적인 치료로 호전을 기대하기 어렵고, 누두흉의 교정후에는 슬전상태로 유지되거나 호전되는 경우가 대부분이기 때문에 척추 측만 및 후만등의 척추 발육이상의 예방도 중요한 교정술 적응증의 하나이다. 또한 누두흉 환자에서의 발생빈도가 높은 열등감등의 정신적 장애의 방지¹⁸⁾도 중요한 교정술의 적응증이다.

누두흉의 교정방법은 흉골의 함몰부위에 Silicone을 주입하는 방법, 변형된 늑연골 절제후 흉골을 거상시키는 Ravitch방법과 이를 근간으로 한 여러가지 변형술식 및 흉골을 반전시키는 방법과 이의 변형술식등이 보고되고 있다.

흉골함몰부에 Silicone을 주입하는 방법¹⁹⁾은 미용상의 문제점만을 교정하는 술식이기 때문에 바람직한 술식이라고 할 수는 없겠으나 흉곽이 완전히 성장되고 심폐기능장애가 경도이하인 환자가 다른 교정술을 거부하는 경우에 고려할 수 있는 방법으로 생각되며 주입한 Silicone의 이동으로 교정효과가 불량한 경우도 보고되고 있다.

Ravitch술식에 의한 교정방법은 1949년 처음 보고²⁰⁾한 이래 여러번 자기방법에 수정을 가하였는데 기본 원칙이 모든 기형화된 늑골연골을 골막하 절제하고 검상돌기와 늑간 bundle을 흉골로부터 완전히 독립시키고 두번째 혹은 세번째의 정상 늑골 연골을 양쪽 흉골연에서 외측으로 사선 절단한 후 흉골을 전방으로 들어 올리면서 사선 절단한 바로 윗부분의 흉골후면에서 횡으로 골절개(sternal osteotomy)한 후 이곳에 거상(wedge) 늑골편을 삽입 봉합 고정하고 사선 절단한 늑골의 흉골쪽끝이 늑골쪽 연골위에 올라오도록 봉합 고정한다. 이 술식은 대칭성 및 비대칭성 누두흉에 적용시킬 수 있으며 구룡(pigeon chest)에도 사용할 수 있는 방법이다. 함몰기형의 범위가 커서 넓은 부위의 늑연골이 제거되는 경우나 특히 성인에서 흉골의 길이가 길어서 수술후에 고정이 잘 안되어 역행성 호흡 운동이 염려될 때는 Adkins등²¹⁾은 지지대(stainless steel strut)나 Peter⁶⁾등은 Kirschner wire를 흉골하방을 지나 중심쇄골 선상의 적당한 곳의 늑골에 걸어 놓고 한쪽끝을 피하조직내로 돌출시켜 놓았다가 3~4개월후에 국소 또는 전신마취하에서 지주를 제거

한다고 보고하였으며 Naef⁸⁾는 이 strut가 폐천공, 창상감염, 기흉같은 합병증을 일으킬 수 있다고 보고하였다. Haller등¹⁾은 183례를 수술하여 좋은 효과를 보았다고 하며, Welch²²⁾는 2세이전에는 이러한 수술을 시행하지 않는 것이 좋고 2~5세 사이에 시행하는 것이 가장 효과적이라고 하였고, Ravitch²³⁾는 어떤 연령의 어린이에서도 기형이 심하면 본 술식으로 교정하였으며 모두가 수술을 잘 견디어 내었다고 하였다.

흉골 반전술은 Nissen²⁴⁾, Sheer²⁵⁾, Judet and Judet²⁶⁾등이 문헌보고한 이래 Wada^{12,27,28,29,30)}등이 다수의 임상례를 보고하여 Wada술식이라고도 하며 Wada등이 보고한 술식은 흉골을 부착한 늑연골 및 늑간 근육과 함께 완전히 흉부로부터 절제한 후 흉골의 전후가 바뀌도록 반전시킨 다음 흉골 및 늑연골을 재결합하는 술식으로 Wada는 이 방법으로 92%의 성공적인 결과를 보고하였다. 그는 Brown⁷⁾술식이나 그것의 변형술에서 볼 수 있는 몇가지 단점을 지적하고 흉골반전술식으로 대칭이긴 아니건 어느 경우어나 좋은 결과를 얻을 수 있다고 보고하였다.

Davis¹⁴⁾등은 흉골의 함몰이 극심한 환자에서는 수술후에 앞가슴에 흉골부위가 볼록 튀어나와(anterior hump) 슬전 못지않게 흉한 결과를 가져오므로 이런 경우는 Ravitch술식이 더 효과적이라 하였으나, Wada^{12,27,28,29,30)}등은 흉골의 심히 튀어나온 부위를 구멍이 뚫리더라도 평평하게 깎아주면 된다고 하였다. 또한 누두흉이 심한 경우에는 슬후 흉골 하방부 돌출 및 늑연골 함몰등이 발생하는 경우가 많고, 흉골의 모든 혈액순환이 차단되기 때문에 15세이상의 누두흉 환자에서는 흉골의 괴사가능성이 있고³¹⁾, 5세이하에서는 슬후 흉골의 발육장애로 슬후-원격기 성장이 불량하기 때문에 이러한 연령에서는 다른 술식을 사용하는 것이 바람직하다는 보고도 있다. 흉골 반전술은 흉골 반전후 흉골 및 늑골에 연결된 늑연골을 재결합함으로써 수술 직후부터 흉벽이 안정되기 때문에 Ravitch술식에 비하여 수술직후부터 안정된 흉벽을 유지할 수 있고, 선천성 및 후천성 심질환이나 상행대동맥 질환 등이 동반된 경우에도 동시에 시행할 수 있다는 장점이 있다. 흉골의 혈액순환장애로 발생하는 합병증을 방지하기 위해서 근래에는 상 상복벽동정맥(superior epigastric vessels)¹⁷⁾ 및 내유 동정맥(bilateral internal mammary artery)³¹⁻³³⁾을 보존시키도록 변형한 술식이 주로 이용되고 있으며, 슬후 흉골 하방부 돌출

및 늑연골 함몰을 방지하기 위한 여러가지의 흉골 및 늑연골 골절술을 시행함으로써 수술성적은 많이 향상된 것으로 보고되고 있다. 저자의 경우 1례에서는 좌우 양측 상 상복벽 동정맥을 유지하였고 1례에서는 양측 내유 동정맥을 유지하도록 흉골을 반전시킨 후 정상적인 흉곽의 모양이 되도록 흉골 및 늑연골 골절술을 시행하였는데 1례에서는 수술직후에는 만족스런 결과를 보였으나 10개월후 외래를 통한 추적검사에서 흉골 하방부에 경도의 돌출을 보였으나 환자의 가족은 만족도를 나타내었고, 1례에서는 술후 결과에 대해서 환자 및 그 가족은 매우 만족감을 나타냈으며, 술후 11일째 특별한 합병증이 없이 퇴원하였다. Mizuno³⁰⁾ 등이 보고한 Sternocostal Elevation술식은 흉골을 거상시키는 Ravitch술식을 변형한 술식으로, 늑골 및 늑연골의 과성장예 의해 흉골 및 늑연골이 변형되어 누두흉이 발생하는 것으로 생각하여 변형된 늑연골을 절제한 후 흉골과 늑연골 및 늑골을 거상시키는 술식이다. 본 술식은 흉곽의 유연성이 유지되는 연령에서만 가능하나 술식이 용이하고, 수술시간이 짧으며, 술직후부터 안정된 흉벽을 유지할 수 있고, 금속판이나 Kirschner wire 등을 사용하지 않고도 변형된 늑연골의 절제만으로 흉골, 늑연골 및 늑골을 거상시킬 수 있다는 장점이 있다. 따라서 누두흉의 수술적 교정은 연령, 기형의 정도 및 범위, 공존 질환의 여부에 따른 적절한 수술방법의 선택이 요구된다.

6. 결 론

전북대학교 부속병원 흉부외과에서는 1981년부터 1990년까지 누두흉 11례에서 9례에서는 Ravitch술식으로 교정하였고, 2례는 흉골반전술을 시행하여 그 결과를 비교 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

Ravitch술식은 대칭성 및 비대칭성 누두흉에 적용시킬 수 있으며, 구흉(Pigeon Chest)에도 사용할 수 있고, 함몰기형이 심한 경우에 이용되며, 흉골병의 각도가 작거나 흉골의 융기가 있는 경우, 비대칭인 경우에 더 효과적이고, 함몰기형의 범위가 커서 넓은 부위의 늑골연골이 제거되는 경우나 성인에서 흉골의 길이가 길어서 수술후에 고정이 잘 안되어 역행성 호흡운동이 염려될 때는 K-wire 등을 이용하여 고정할 수 있으나 K-wire 삽입에 의한 문제점을 고려하여야 할 것이다.

흉골 반전술은 Ravitch method보다 시간이 적게 들며 술직후부터 안정된 흉벽을 유지할 수 있고, 5세 이상 15세이하에서 비교적 흉골함몰이 심하지 않은 광범위 누두흉이나 선천성 및 후천성 심질환, 상행 대동맥 질환등이 동반된 경우에서 시행하고 고도의 누두흉에서 시행한 경우에는 술후 빈발하는 흉골 하방부 돌출 및 늑연골 함몰을 방지하도록 노력해야 할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- Haller, J.A., Peters, G.N., Mazur, D., and White, J.J. : *Pectus excavatum. A 20 year surgical experience. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 60 : 375, 1970.
- Haller, J.A., Shermeta, D.W., Tepas, J.J., Bitther, H.R., Golladay, E.S. : *Correction of pectus excavatum without prosthesis or splints: Objective measurement of assymetrical deformities. Ann. Thorac. Surg.*, 26 : 73, 1978.
- Haller, J.A., *Operative Management of Chest Wall Deformities in Children: Unique Contributions of Southern Thoracic Surgeons. Ann. Thorac. Surg.*, 1988 ; 46 : 4-12.
- Meyer, L. : *Zur chinigischen. Behandlung Ber Angerborenen Trechterbrst. Verh. Berl. Med. Ges.*, 42 : 364, 1911.
- Humphry, G.H., Tareki, 3.A. : *Pectus excavatum : Late result with and without operation. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1980 ; 80 : 686-95.
- Peters, R.M., and Johnson, G. : *Stabilization of Pectus deformity with wire strut. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 47 : 814, 1964.
- Brown, A.L. : *Pectus Excavatum. J. Thorac. Surg.* 9 : 164, 1939.
- Naef, A.P. : *The surgical treatment of Pectus excavatum : an experience of 90 operations. Ann. Thorac. Surg.*, 21 : 63, 1976.
- Brodkin, H.A. : *Congenital anterior chest wall deformities of diaphragmatic origin. Dis. Chest.*, 24 : 259, 1953.
- Flesch, M. : *Uber eine seltene. Miss bildung des Thorax. Virchows. Arch. Pathol. Anat.*, 75 : 289, 1873(Cited from No. 22 and Gibbon'S Surg. of the chest)
- Oschner, A., and DeBackey, M. : Cho-

- nechondrosternum, Report of a case of review of the literature. J. Thorac. Surg., 8 : 469, 1953.*
12. Wada, J. : *Sternal turnover. Ann. Thorac. Surg., 17 : 296, 1974.*
 13. 선경, 채성수, 이천세, 백광제, 김학재, 김형목(고려의대) : 누두흉의 수술적 교정-14예 보고, 대한흉부외과학회지, 16 : 183, 1983.
 14. Davis, M.V., Shah, H.H. : *Sternal turnover operation for pectus excavatum. Ann. Thorac. Surg., 17 : 268, 1974.*
 15. Sbokos, C.G., Macmillan, K.R., and Adkins, C.W. : *Surgical correction of pectus excavatum using a retrosternal bar. Thorax., 30 : 41, 1975.*
 16. Randolph, J.G., Tunnel, W.P., Morton, D.Jr : *Repair of pectus excavatum in children under 3 years of age : A twelve year experience. Ann. Thorac. Surg., 23 : 364, 1977.*
 17. Akiyama, F., Shinozaki, H., Shimamoto, M., et al. : *Long term results of sternoturnover with Rectus muscle pedicle for funnel chest. J. Ann. Thorac. Surg., 23 : 364, 1977.*
 18. Jensen, N.K., Schmidt, W.R., Gramella, J.J., et al. : *Pectus Excavatum and Carinatum : The How, When, and Why of surgical correction. J. pediatr. Surg., 1965 ; 162 : 29 - 33.*
 19. Marks, M.W., Argenta, L.C., Lee, D.C. : *Silicone Implant Correction of Pectus Excavatum : Indications and Refinement in Technique. Plast. Reconstr. Surg., 1984 ; 74 : 52 - 8.*
 20. Ravitch, M.M., The operative treatment of pectus excavatum. *Ann. Surg., 129 : 429 - 44, 1949.*
 21. Adkins, P.C., and Blades, B. : *A stainless steel strut for correction of pectus excavatum. Surg. Gynecol. Obstet., 111, 1961.*
 22. Welch, K. : *Satisfactory surgical correction of pectus excavatum deformity in childhood. J. Thorac. Surg., 36 : 697, 1958.*
 23. Ravitch, M.M. : *General thoracic surgery, Shi-*
 - elds, T.W., Lea & Febiger. Philadelphia, 1972(cited from No. 22).*
 24. Nissen, R. : *Osteoplastic procedure for correction of funnel chest. Am. J. Surg., 64 : 169, 1944.*
 25. Scheer, R. : *Uber eine neue Method der Chirurgischen Behandlung der Trichten Brust die "gestielte umwendungsplastik". Chirurg., 28 : 312, 1957.*
 26. Judet, J., Judet, R. : *Sternum en entonnoir par resection et retournement. Mem. Acad. Chir(paris), 82 : 250, 1956.*
 27. Wada, J. : *Surgical correction of the funnel chest, "Sternoturnover". West J. Surg. Obstet. Gynecol., 69 : 358, 1961.*
 28. Wada, J., Ikeda, T., Iwa., and Ikeda, K. : *Sternoturnover. An Advanced New Surgical Method to Correct Funnel Chest Deformity. Ortho. Surg., 44 : 69, 1965.*
 29. Wada, J., Ikeda, K., Ishida, T., and Hasegawa, T. : *Results of 271 Funnel Chest Operation. Ann. Thorac. Surg., 10 : 526, 1970.*
 30. Wada, J., Ikeda, K. : *Clinical experience with funnel chest operations. Int. Surg., 1972 ; 57 : 707 - 10.*
 31. Taguchi, K., Mochizuki, T., Nakagaki, M., et al. : *A new plastic operation for pectus excavatum : Sternal Turnover Surgical Procedure with Preserved internal mammary vessles. Chest., 1975 ; 67 : 606 - 09.*
 32. Hawkins, J.A., Ehrenhaft, J.L., Doty, D.B. : *Repair of Pectus Excavatum by Sternal Eversion. Ann. Thorac. Surg., 1984 ; 38 : 368 - 73.*
 33. Ishigawa, S., Uchinuma, E., Itoh, M., et al. : *A simple sternal turnover procedure using a vascular pedicle for a Funnel Chest. Ann. Plast. Surg., 1988 ; 20 : 485 - 91.*
 34. Mizuno, T., Ischimura, H., Sasaki, S., et al. : *Our Newly Modified Sternal Elevation for the Pectus Excavatum. J. Ann. Thorac. Surg., 1986 ; 6 : 32 - 37.*