

## 漏斗胸과 手術的 矯正

— 14례 보고 —

선 경\* · 채성수\* · 이철세\* · 백광제\* · 김화제\* · 김형목\*

— Abstract —

### Pectus Excavatum and Operative Treatment —14 Cases Report—

Sun Kyung, M.D., \* Chae Seong Soo, M.D., \* Lee Chul Sae, M.D., \*  
Baek Kwang Jei, M.D., \* Kim Hark Jei, M.D., \* Kim Hyoung Mook, M.D.\*

Pectus Excavatum is a congenital anomaly of the anterior chest wall with a sharp concave curvature of the body of the sternum, from above downward and from side to side, especially just before the junction of gladiolo-xiphoid.

We have experienced 14 cases of Pectus Excavatum with several operative procedures, i.e., Ravitch operation in 1 case, Wada operation (Sternal turn-over) in 3 cases, Wada operation and K-wire splint in 5 cases, Modified Wada operation (Rectus Abdominis muscle pedicle attached sternal turn-over) in 5 cases.

Nearly all patients developed flail chest treated with internal fixation, and necrotic chondritis was developed postoperatively and treated with excision and currettage in one case with Wada operation.

Follow-up Vertebral Index showed 48% preoperatively and 33% postoperatively, average decrement of 15%.

We report 14 cases of Pectus Excavatum and their operative treatments.

### 서 론

漏斗胸은 흉골과 연골을 포함한 늑골의 일부가 척추 쪽으로 누두상 함몰된, 흉벽 전면의 선천성 기형이다.

이의 수술적 교정은 1911년 Meyer<sup>1)</sup>가 처음 시도한 이래 여러 가지 방법이 보고되었으나, 대표적으로 Ravitch 술식에 의한 흉골 거상법과 Wada 술식에 의한 흉골 반전법을 들 수 있다<sup>2,20)</sup>.

고려대학교 부속병원 흉부외과학 교실에서는 Ravitch 술식 1례, 단순 Wada 술식 (sternal turn-over) 3

례, Wada 술식 및 K-wire Splint 5례, Modified Wada 술식 (Rectus Abdominis muscle pedicle attached sternal turn-over) 5례 등 전체 14예의 누두흉을 수술 교정하여, 전례에서 만족할 만한 결과를 보였기에 보고하는 바이다.

### 증 례

고려대학교 부속병원 흉부외과학 교실에서는 1976년 8월부터 1983년 2월까지 전 14예의 漏斗胸을 수술 치험하였다.

연령 및 성별 분포는 대개 10세 미만외 특히 취학 전 아동이 대부분이었고, 남녀비는 2.5 : 1로 남자가 우세하였다 (Table 1).

내원 당시의 주소로는, 전 예에서 흉골의 비정상적

\* 고려대학교 의과대학 흉부외과학 교실

\* Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery,  
College of Medicine, Korea University

Table 1. Age and Sex Distribution

Age	Male	Female	Total
0-10	6 (43%)	3 (21%)	9 (64%)
11-20	2 (14%)	1 (7%)	3 (21%)
21-30	1 ( 7%)		1 ( 7%)
31-	1 ( 7%)		1 ( 7%)
<b>Total</b>	<b>10 (72%)</b>	<b>4 (28%)</b>	<b>14 (100%)</b>

인 함몰을 호소하였고, 소수에서 거론될 만한 신체적 및 정서적인 장애를 동반하였다 (Table 2).

과거력상 빈번한 상기도염 및 편도선염 혹은 기관지 폐염을 경험한 예가 반수 이상에서 보여주었으며, Ravitch 술식 누두흉 교정후 재발된 흉골 함몰로 내원한 경우가 1례 포함되었다 (Table 3).

Table 2. Problems on Coming

Complaints	Numbers
Depressed Sternum	14
Decreased Activity	3
D.O.E.	2
Easy to Fatigue	2
Depressed Emotion	2

K.U.H.

Table 3. Previous Illness

Past History	Numbers
Frequent URI or Tonsillitis	7
Pneumonia	3
Otitis Media	1
Conjunctivitis	1
Hepatitis	1
Typhoid Fever	1
Over-term Baby (46wks)	1
Previous Ravitch Operation	1

K.U.H.

누두흉외에 동반된 선천성 기형은, 4예 (29%)에서 볼 수 있었으며, 이중 Indirect inguinal Hernia와 Entropion의 경우는 입원 기간 중 적절한 수술치료로 완쾌 퇴원하였다 (Table 4).

Table 4. Associated Anomaly

Defects	Numbers	Treatment
Scoliosis of Thoracic Spine	1	None
Inguinal Hernia, Indirect	1	Herniorrhaphy
Bifid Uvula	1	None
Entropion	1	Blepharoplasty

외견상, 비대칭성 특히 우측에 더 깊은 함몰을 보이는 경우가 13례 (90%)였으며, 양와위해서 물을 부어 측정한 함몰 용적은 15cc에서 250cc로 평균 99cc이었다.

검사 소견상, 단순 흉부 정면 촬영에서 심장의 좌측 편이가 8예 (51%)였고, 흉부 측면 촬영으로 측정한 vertebral index는 29%에서 54%의 분포를 보여 평균 48%였으며, 심전도 상 Lt Axis Deviation 및 counter-clockwise rotation이 소수에서 보여 주었으며, 기타 LAH, RVH, 1° A-V block, P-pulmonale, Anterior wall ischemic pattern, sinus tachycardia 등을 각 1례씩 볼 수 있었다. 과로 시 호흡곤란 혹은 신체 활동 장애 증상이 있는 5예에서 시행한 폐기능 검사 상 restrictive pattern을 보이는 경우가 2례 있었으며, 청진상 S<sub>2</sub> splitting 및 좌측 3번째 늑간에서 Grade II-III의 Systolic murmur로 ASD를 의심하여 Rt. Heart catheterization을 시행하였으나 정상인 경우도 1례 있었다 (Table 5).

Table 5. Preoperative Laboratory Findings

Laboratory Findings	Numbers
Chest PA: Cardiac Shifting to Left	8 (57%)
E.K.G. : Left Axis Deviation	4 (29%)
Counter-clockwise Rotation	2 (14%)
P.F.T. : Restrictive Pattern	2 (14%)
Rt. Heart Catheterization: Negative	1 ( 7%)

K.U.H.

수술 방법으로, 전 예에서 bilateral submammary incision을 사용하였으며, 그 중 1례에서 Ravitch 술식에 의한 funnel costoplasty를 시행하였으며, 나머지 13예에서 Wada술식에 의한 sternal turn-over를 시행하였다. Wada술식에 의한 방법 중 Simple sternal turn-over를 이용한 경우가 3례, sternal turn-over후 흉골 하부에 K-wire splint로 고정하여 수술후 3개월에 제거한 경우가 5례, Rectus muscle pedicle atta-

ched sternal turn-over (Moditied Wada op)를 이용한 경우가 5에 있었으며, 기왕의 Ravitch op 후 재발된 funnel chest 1례도 상기한 Moditied Wada op.로 교정하였다 (Table 6).

Table 6. Operative Treatment

Name of Operation	Numbers
Ravitch	1 ( 7%)
Wada	3 (21%)
Wada + Splint	5 (36%)
Modified Wada (Rectus Pedicle)	5* (36%)
Total	14 (100%)

수술 당시 5예에서 양쪽 흉막강내에 기흉이 발생하여 좌우 흉관 삽관을 하였고, 이때 흉관은 반대측 피부절개 후 삽관하여 흉골하부에서 교차시킴으로써 흉골의 지지 효과를 피했으며, 수술 후 subcutaneous hematoma 및 seroma 방지를 위해 Hemo-vac을 설치하였다.

수술 1주일 후 발견된 기흉 및 혈흉으로 폐쇄식 흉강 삽관술을 실시한 경우가 각 1례씩 있었으며, simple Wada op.를 시행한 1례에서 수술 8일째 검사 돌기 직 하 부위에 Pseudomonas infection을 동반한 Necrotic chondritis가 발생하여 통원 치료중, 3개월 후 괴사된 연골 부위 절제 및 배농술과 항생제 투여로 완쾌되었다 (Table 7).

Table 7. Postoperative Course

Complications	Numbers	Treatment
Pneumothorax		
Immediate Late	5	Intraop. Tube Insertion
Hemothorax, late	1	Closed Thoracostomy
Pneumonia or Atelectasis	4	Tracheal Toilet
Anemia	5	Transfusion
Necrotic Chondritis*	1	Excision & Curretage

\* 3 months after Wada op.

수술 직후 거의 전례에서 일시적으로 flail chest가 발생하였으며, 이의 internal fixation을 위하여 Ben-net MA-I volume type respirator로 보조 호흡을 시행하였으며, 평균 소요 시간은 7시간 41분이었다 (Ta-

ble 8).

수술 후 Hemo-vac은 1 내지 3일째 제거하였으나, chest tube는 외견상 flail chest가 소실될 때까지 흉골의 지지 목적으로 유지하였으며, tube 제거시까지 항생제를 사용하였다.

평균 입원 기간은 3주일이었으며, 수술후 4주 째 비교한 Vertebral Index는 수술 전 48%에서 수술 후 33%로 평균 14%의 감소율을 보여 주었다 (Table 9).

Table 8. Assisted Ventilation

Op. Name	Average Time
Ravitch	6 Hrs
Wada	11 Hrs 13 Mins
Wada + Splint	7 Hrs 15 Mins
Modified Wada	5 Hrs 54 Mins
Average	7 Hrs 41 Mins

K.U.H.

Table 9. Vertebral Index

Op. Name	Preop.	Postop.	Decrease
Ravitch	44%	36%	8%
Wada	66%	40%	26%
Wada + Splint	35%	25%	10%
Modified Wada	46%	32%	14%
Average	48%	33%	15%

K.U.H.

고 안

누두흉은 흉벽 전면에 드물게 발생하는 선천성 기형 중 하나로, 흉골 기형에서 가장 많은 형태이다<sup>3)</sup>. 특징으로, 흉골체와 검사 돌기 직상부의 가장 깊은 함몰 부위를 중심으로 늑골연골과 늑골을 포함한 흉벽 전면의 상하 좌우에서 척추 쪽으로 누두상 함몰을 보이며, 심한 경우 흉골병 (manubrium)까지 포함된다.

발생 빈도는 Ochsner 및 De Backey<sup>4)</sup> 등에 의하면 0.059% 정도이며, 4:1로 남자가 우세하다고 보고하였고, Haller 등도 남자에 3배 많다고 보고하였다<sup>6)</sup>.

발생 원인은 아직 밝혀지지 않았으나 가족력을 가진 유전성 소인이 거론되고 있으며<sup>5,6)</sup>, 해부 조직학 적으

로 흉골 후방의 인대나<sup>7)</sup> 혹은 횡격막의 전반부 근육층 결손 및 섬유성 위축이 원인이라는 가설이 있었고<sup>8,9)</sup>, 최근에는 Flesch<sup>10)</sup>와 Mullard<sup>11)</sup> 등에 의해 늑골 연골의 비대칭성 과다 발육이상이 거론되고 있다.

발생 형태상 비대칭성 함몰이 흔하여 상기한 늑골 연골의 발육이상설에 합당하다고 생각되며, 특히 우측의 함몰이 더 심하여 우측 유방 등의 과소 발육 혹은 심장의 좌측 편이등을 흔히 동반하고 있다.

선천성 기형의 동반 빈도는, Haller<sup>6)</sup> 등에 의하면 8%, Wada<sup>5)</sup> 등에 의하면 9.5%로 보고되고 있으며, 대개의 경우 근육 골격 계통의 기형으로 Marfan's syndrome, club foot, syndactylism, klippelfeil syndrome 등이 보고되었으며<sup>3,12)</sup> 선천성 심장 기형의 빈도도 1.64%로 ASD, VSD, TOF 등이 포함되어 있다<sup>6)</sup>.

증상으로는, 유아기에는 거의 없으나 성장해 감에 따라 흉골 함몰의 진행으로 인해 흉곽내 장기의 압박 및 기형에 대한 정신적 신체적 증상이 주종으로, 쉬운 피로감, 잦은 상기도 염 및 기관지 폐염, 신체 활동성의 저하, 정서적 우울증이 가능하다<sup>2,3)</sup>. 또한 함몰의 정도에 따라 Asthenic habitus나 복부 돌출과 같은 특징적인 자세와, 청진상 심 제 2음의 분리 및 수축기 잡음 등이 들리며, 심장 및 대동맥의 압박에 따른 울혈 성심부전 증세<sup>13)</sup> 혹은 빈맥, 심전도상 RBBB 혹은 ST-T segment의 비특이성 변화, 폐기능 검사상 restrictive pattern 등을 보일 수 있으며, 앉은 자세에서의 심박출량이 정상에서 보다 2배이상 감소된다는 보고도 있으나<sup>14)</sup>, 이러한 변화들은 기형이 교정된 후 호전되거나 소멸된다고 한다<sup>15)</sup>.

수술적 치료의 적응으로는, 심하고 진행성인 외관적 기형, 정신 심리적 발육 지장, 심폐 기능의 압박 증상 등을 들 수 있으며<sup>3,6,12)</sup>, 수술의 적령기는 Glenn<sup>12)</sup>의 경우 3~5세 이전에 시행하는 것이 마취의 위험성이 적고, 미관적 및 기능적으로 좋은 예후를 보이므로 3~4세의 경우가 최적기라고 하였으며, Wada<sup>6)</sup> 등의 경우는 3~7세 사이가 수술 조작이 쉽고 사회 심리학적 영향을 받지 않는다고 하였고, 김<sup>16)</sup> 등에 의하면 유아기에 흉벽이 유연하여 발생되는 위성 누두흉과의 감별을 위해 지나친 조기 수술보다 3세이상 취학전인 좋다고 한다.

수술 방법으로는, 1911년 Meyer<sup>17)</sup>가 처음 수술 교정을 시도한 이래 여러 가지 방법이 보고 되었으나 크게 두가지로 분류할 수 있다. 첫째는 Ravitch 술식으로<sup>2)</sup> 함몰된 흉골 주위의 늑골연골 및 늑골의 절제와 흉골의 횡단 절개 후 거상시키는 방법이며, 수술후 발생하

는 flail chest의 감소 및 거상된 흉골의 고정을 위해 흉골 하부에 steinmann pin이나 kirschner wire splint를 설치하여 수술 후 3~6개월 만에 제거하는 방법도 동반되었다<sup>17,18)</sup>. 본 수술의 장점으로는 대칭성 및 비대칭성 기형 모두에 적용 가능하며 pigeon chest에도 사용가능한 방법이고, 수술 연령은 2~5세가 좋다고 한다<sup>19)</sup>. Haller 등은 본수술 방법을 사용하여 82%의 효과를 보였다고 한다<sup>6)</sup>. 본 교실의 경우도 1례에서 Ravitch 술식을 사용하여 만족할 만한 결과를 보았다.

둘째는 Wada술식으로<sup>20)</sup>, 흉골 후면을 박리 후 Stern-Manubrio Junction을 절단하고 흉골 변연부를 en-bloc으로 절단하여 전체를 상하측을 중심으로 180° turn-over 시킨후 주위 흉벽에 재고정시키는 방법이다. 본 수술 방법은 함몰 부위를 반전시킴으로써 수술 후 재발되는 흉골 함몰이 방지되는 장점이 있으며, 비대칭성 함몰의 경우에도 costoplasty를 동시에 시행함으로써 해결할 수 있고, 심한 누두흉의 경우에는 반전시킨 후 표면을 작아 줌으로써<sup>5)</sup>, 수술 후 1년간의 follow-up study에서 90% 이상의 좋은 결과를 볼 수 있다고 한다<sup>21)</sup>. 본 교실의 경우 13례에서 상기 Wada술식으로 교정한 바, 전 예에서 만족할 만한 결과를 보여 주었으나, 일부에서 반전시킨 후 재고정한 흉골 변연부에 약간의 함몰을 볼 수 있었다. 이의 예방을 위해 반전시킨 흉골 하부에 K-wire splint를 설치하여 수술 후 3개월 쯤 제거한 경우도 5예 포함되었다.

최근 흉골의 완전 박리에 따른 Avascular Necrosis<sup>22)</sup>의 방지 및 지지 목적으로 Rectus Abdominis muscle pedicle을 부착시킨 채 흉골을 반전시키는 방법이 Wada 등에 의해 제안되어 흉골의 viability에 좋은 결과를 보여주었고, 흉골지지방법보다 더 나은 결과였다고 보고되었으며<sup>29)</sup>, 본 교실의 경우에는 5예에서 시도하여 만족할 만한 결과를 볼 수 있었다.

기타 방법으로, Brown 등<sup>23)</sup>에 의한 흉골과 횡격막 사이의 인대 부착물 제거 및 검상 돌기 절제 등이 보고되었으며, 이는 1세전 특히 3~6개월 사이의 연령이 이상적이며, 수술 방법이 간단하다는 장점이 있다.

수술 후 감염 혹은 기타 수술 부위합병증의 발생은 39%에서 보고되었고<sup>6)</sup>, 본 병원의 경우 단순 Wada술식을 사용한 1례에서 seroma 발생 후 개방된 창상을 통해 pseudomonas infection을 동반한 Necrotic chondritis가 있었으나 적절한 치료로 완쾌되었다. 이의 예방으로 수술 전 3~5일 전부터 항생제 투여 및 전신 상태 교정과 transverse submammary incision을 사용한 피부 절개<sup>24)</sup>, en-block으로 절제한 흉골을 Neomycin-bacitracin-polymyxin B solution에 보관시키

는 방법<sup>24)</sup>, 수술 후 연부 조직 배액을 위한 Hemo-vac 을 설치함으로써 감소시킬 수 있었다.

수술 후 일시적으로 발생하는 flail chest에 있어서 Ravitch의 경우는<sup>3)</sup> 특별한 상황 즉, 심한 폐 기질적 병변등을 동반한 예에서만 internal fixation을 하였다고 하나, 본 교실의 경우는 환자 스스로의 호흡으로도 유지되는 ventilatory distress의 소실 및 동맥 gas 분석 상의 결과 등을 기준으로 보조 호흡을 실시하였다.

이상의 방법으로 수술 교정한 경우 평균 입원 기간은 수술후 10일 이내로 가능하나, 적어도 4~6주간은 흉부의 직접적인 타박은 피해야 하며, 연령이 많을수록 안정 기간은 3~4개월까지 연장되어야 한다<sup>25)</sup>.

수술의 결과를 객관적으로 나타내기 위하여, 함몰의 정도는 여러가지 방법으로 측정될 수 있다. 첫째, 양 외위에서 함몰 부위에 채워지는 물의 양으로 측정되는 함몰의 용적 들찌, 단순 흉부 측면 사진 상 가장 심하게 함몰된 흉곽 전후 직경의 측정<sup>26)</sup> 세찌, Welch에 의한 depression index<sup>27)</sup> 네찌, 본 교실에서 사용한 Vertebral index로, 단순 흉부 측면 사진상 흉골 함몰의 정점을 기준으로한 수평선 상에서, 흉골의 내측면으로부터 척추체 후면까지의 거리와 동일 평면 내에서 척추체의 직경과의 백분율로 나타낸 것이며, 그 정상범위는 성장하면서 증가하여 7~8세경부터  $20 \pm 5\%$ 의 분포를 갖는다<sup>30)</sup> (Fig. 1).

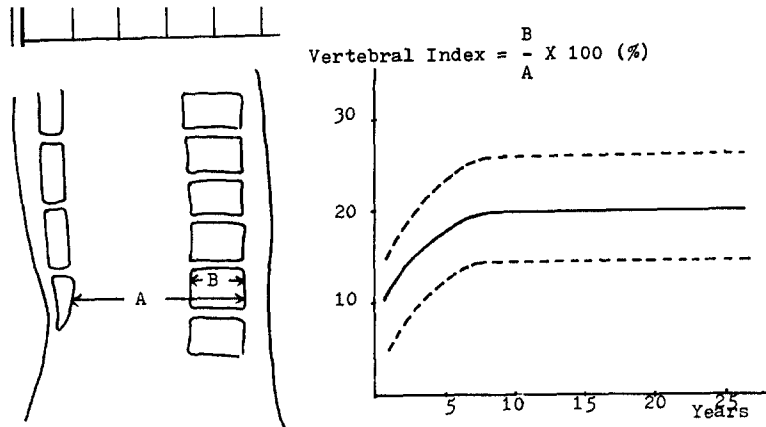


Fig. 1. Vertebral Index

\*The Vertebral Index indicates the percentage ratio between the minimum sagittal diameter of the chest, measured from the posterior surface of the vertebral body to the nearest point on the body of the sternum (A), and the sagittal diameter of the vertebral body at the same level (B). This solid line represents the mean curve, the 95% range lies between the broken lines.

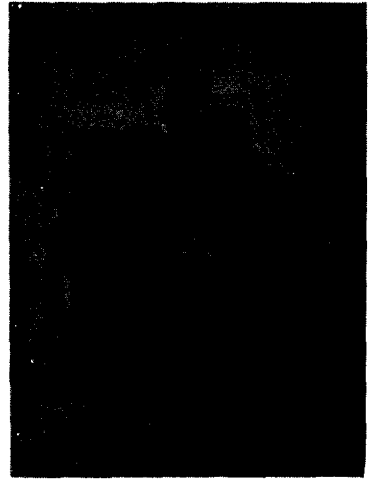
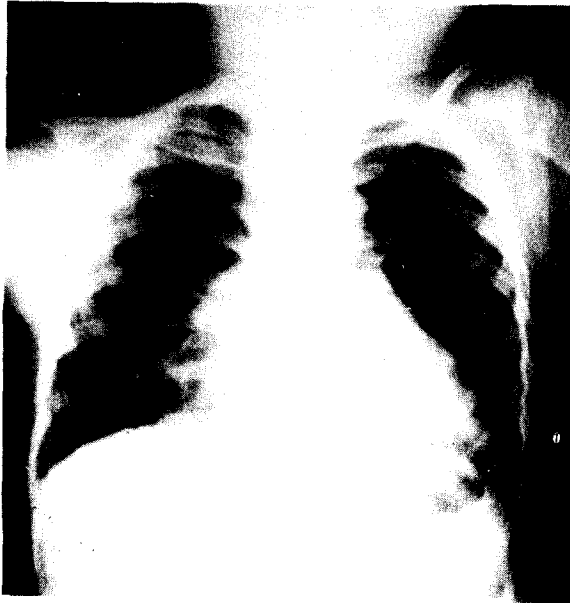
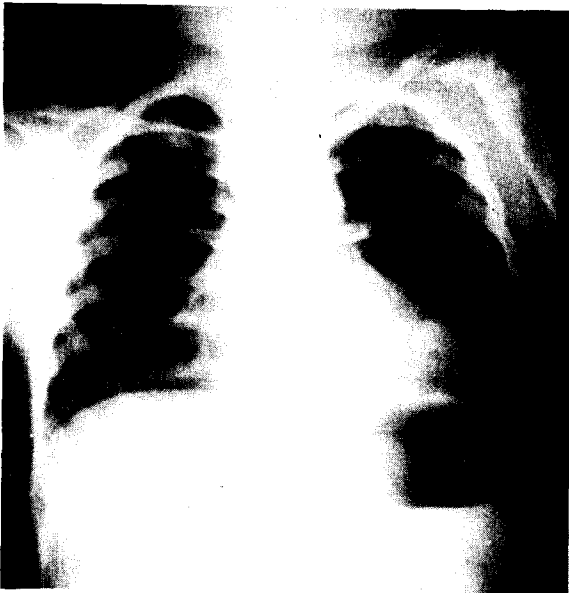


Fig. 3. Operative findings after completing the Modified Wada operation. After bilateral submammary skin incision, the entire deformed portion of the sternum together with the deformed costal cartilages or ribs or both is excised en-bloc, turned over, and resutured. Interrupted wire sutures on the sternum and interrupted silk sutures on each chondral edges were done. For sternal viability and splinting, the attached Rectus Abdominis muscle turned over together.



A



B

Fig. 2. This 4 years old male patient came to the K.U.H. with the complaint of poor posture and depressed sternum. Rt. heart catheterization was done under impression of ASD, but showed normal findings. Funnel chest was corrected by Modified Wada operation and discharged uneventfully on postop. 30th day. a) Preoperative Simple chest films show somewhat laterally displaced heart to left and markedly depressed sternum (Vertebral Index; 55%). b) Follow-up x-rays on postop. 30th day show still shifting to left of heart, but much improved sternal depression (Vertebral Index; 40%).

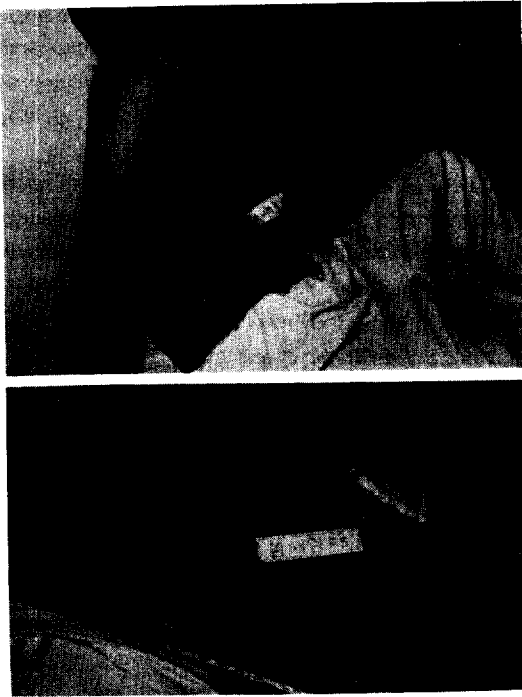


Fig. 4. a) the patient has a characteristic appearance with a thin A-P diameter of chest, depressed anterior chest, forward thrust and round shoulder, a hang-dog appearance, protrusion of abdomen, and slight inspiratory paradoxical inward motion of the sternum, preoperatively. b) After correction of funnel chest using Modified Wada operation, much normalized posture is noted.

재발의 경우는 청소년기에 많으나 교정술을 시행할 때 흉골 지지 방법을 동반하는 경우 10% 이하라고 한다<sup>23)</sup>.

## 결 론

누두흉은 선천성 질환으로서, 동반 기형의 가능성을 염두에 두어야 하며, 대개의 경우 진행성이므로 정신적 및 신체적인 결함을 초래할 때는 수술적 교정하는 것이 좋다.

수술 방법의 선택은 환자의 진신 상태, 연령, 함몰의 정도 및 대칭성 여부, 시술자의 숙련도에 따라 다르겠으나 흉골 반전법의 경우 직복근을 붙여 두는 것이 절제한 흉골의 viability에 좋다고 본다.

수술의 결과 판정에는 환자의 만족도, 수술 전 정신

신체적 결함의 회복 정도, 함몰의 교정 정도등이 고려되어야 하며 본 교실의 경우 전 예에서 만족할 만한 결과를 얻었다.

## REFERENCES

1. Meyer, L : *Zur Chirurgischen Behandlung ber Angeborenen Trechterbrst.* Verh. Berl. Med. Ges., 42:364, 1911.
2. Ravitch M.M. : *Technical problems in the operative correction of pectus excavatum.* Ann. of Surg. 162:29, 1965.
3. Ravitch M.M. : *Distorder of the sternum and the thoracic wall.* Gibbon's Surgery of the Chest. Sabiston & Spencer, 3rd Edition.
4. Ochsner, A. and De Backey, M. : *Chone-chondrosternun. Reports of a case and review of the literature.* J. Thorac. Surg. Vol. 1, 8:469, 1953.
5. Wada, J. : *Sternal turnover.* Ann. Thoracic Surg., 17:296, 2974.
6. Haller, J.A., Peters, G.N., Mazur, D., and White, J.J. : *Pectus Excavatum. A 20 years surgical experience.* J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 60:375, 1970.
7. Brown, A.L. : *Pectus Excavatum (funnel chest).* J. Thorac. Surg., 9:164, 1939.
8. Brodtkin, H.A. : *Congenital anterior chest wall deformities of diaphragmatic origin.* Dis. Chest, 24:259, 1953.
9. Chin, E.G. : *Surgery of funnel chest and congenital sternal prominence.* Br. J. Surg., 44:360, 1957.
10. Flesch, M. : *Uber eine seltene Hissbildung des Thorax.* Virchows Arch. Pathol. Anat., 75:289, 1873.
11. Mullard, K. : *Observations on the aetiology of pectus excavatum and other chest deformities, and a method of recording them.* Br.J.Surg., 54:115, 1967.
12. Fonkalsrud, E.W. : *Abnormalities of the chest wall.* Thorac. Cardiovasc. Surg. 4th Ed., Glenn, WW.L.
13. Ravitch, M.M. : *Pectus Excavatum and heart failure.* Surgery 30:178, 1951.
14. Bevegard, S. : *Postural circulatory changes after and during exercise in patients with funnel chest with special reference to factors affecting stroke volume.* Acta Med. Scand., 171:695, 1962.
15. Stanford, W., Bowers, D.G., Lindberg, E.R., and

- Dibbell, D.G. : *Silastic implants for correction of pectus excavatum. A new technique. Ann. Thoracic Surg.*, 13:529, 1972.
16. 김형묵, 조범구 : 선천 기형. 흉부외과학, 1st Ed., 1980.
  17. Peters, R.M., and Johnson, G.J.Jr. : *Stabilization of pectus deformity with wire strut. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 47:814, 1964.
  18. Adkins, P.C. and Blades, B. : *A stainless steel strut for correction of pectus excavatum. Surg. Gynecol. Obstet.*, 111, 1961.
  19. Welch, K. : *Satisfactory surgical correction of pectus excavatum deformity in childhood. J. Thorac. Surg.*, 36:697, 1958.
  20. Wada, J., Ikeda, K., Ishida, T., and Hasegawa, T. : *Results of 271 funnel chest operations. Ann. Thorac. Surg.*, 10:526, 1970.
  21. Wada, J., Ikeda, T., Iwa, T., and Ikeda, K. : "Sternal turnover" *An advanced new surgical method to correct funnel chest deformity. J. Int. Coll. Surg.* 44:69, 1965.
  22. Sutherland, I. : *Funnel chest. J. Bone Joint Surg.* 40B:243, 1958.
  23. Brown, L.A. : *Pectus excavatum (Funnel Chest). Anatomic basis: Surgical treatment of the incipient stage in infancy and correction of the deformity in the developed stage. J. Thorac. Surg.*, 9:164, 1939.
  24. Davis, M.V., and Shah, H.H. : *Sternal turnover operation for pectus excavatum. ann of the Incipient stage in infancy and correction of the deformity in developed stage. J. Thorac. Surg.*, 9:164, 1939.
  25. Ravitch, M.M. : *General thoracic surgery. Shields, T.W., Lea & Febiger, Philadelphia, 1972.*
  - 26.
  27. Welch, K.J. : *Chest wall deformities. In Holder TH, Aschcraft K(eds): Pediatric Surgery, Philadelphia, Saunders, 1980, pp 162-182.*
  28. Humphreys GH II, Jaretzki A III : *Pectus excavatum. late results with and without operation. J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 80:686, 1980.
  29. 이남수 : 누두흉의 수술교정. 대한흉부외과학회지, 제10권 제1호, 1977.
  30. 松村誠, 田口一美 : 胸郭變形(漏斗胸)の外科. JJA-TS, Vol.30, No. 4, April, 1982.