

소아 심혈관 수술 후 발생한 횡격신경마비가 술 후 호흡관리에 미치는 영향

윤태진* · 이정렬* · 성숙환* · 김용진* · 서경필* · 노준량*

=Abstract=

The Effect of Phrenic Nerve Paralysis After Pediatric Cardiac Surgery on Postoperative Respiratory Care

Tae Jin Yun, M.D.*, Jeong Ryul Lee, M.D.*, Sook Whan Sung, M.D.*,
Yong Jin Kim, M.D.*, Kyung Phill Suh, M.D.* Joon Ryang Rho, M.D.*

From January 1990 through December 1995, 43 patients underwent diaphragmatic plication for the management of phrenic nerve palsy complicating various pediatric cardiovascular surgery. Their mean age at plication was 11.1 months and sex ratio was 31 males to 12 females. In order of decreasing incidence, the primary cardiovascular procedures included modified Blalock-Taussig shunt (7), total correction for the Tetralogy of Fallot (7), arterial switch operation (6), unifocalization for the pulmonary atresia with VSD (3), modified Fontan operation (3), VSD patch closure (3) and others. The involved sides of diaphragm were right in 17, left in 23 and bilateral in 3. Extensive pericardial resection with electrocauterization of resected margin was thought to be the most common cause of phrenic nerve palsy (20). The interval between primary operation and plication ranged from the day of operation to 98 days (median 11 days). The methods of plication were central pleating technique (plication with phrenic nerve branch preservation) in 41, and other technique in 2. 10 patients died after plication (7; early, 3; late), and the causes of death were thought to be unrelated to plication itself. Among the 36 early survivors, extubation or cessation of positive pressure ventilation could be accomplished between 1 and 24 days postoperatively (mean = 4.5). Cumulative follow-up was 92 patient years without major complications. Postoperative follow-up fluoroscopy was performed in 6 patients, and the location and movement of plicated diaphragms were satisfactory in 5 patients. We concluded that diaphragmatic plication with preservation of phrenic nerve branch could lead to cessation of positive pressure ventilation and complete recovery of diaphragmatic function in the long term, unless the phrenic nerve was irreversibly damaged.

(Korean J Thorac Cardiovasc Surg 1996; 29: 1118-22)

Key words: 1. Phrenic nerve
2. Diaphragm

* 서울대학교 의과대학 흉부외과학교실

* Department of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Seoul National University, Seoul National University Hospital

† 이 연구는 1994년도 서울대학교병원 지정 진료 공동 연구비 지원에 의한 결과임.

논문접수일: 96년 5월 6일 심사통과일: 96년 8월 10일

책임저자: 윤태진, (138-040) 서울 송파구 풍납동 388-1 서울 중앙병원 흉부외과 Tel, (02) 224-3580 Fax, (02) 224-6966

Table 1. Cardiovascular procedures resulting in phrenic nerve palsy

Procedure	No.
Modified B-T Shunt	7
TOF Total Correction	7
Arterial Switch Operation	6
Unifocalization for PA + VSD	3
Modified Fontan Operation	3
VSD Patch Closure	3
Others*	14
Total	43

* Pulmonary artery banding(2), Rastelli Operation(2), Bidirectional cavopulmonary shunt(2) Norwood Operation(2), Coarctoplasty(2), RVOT reconstruction for residual PS(1), MVR(1), RPA angioplasty for RPA atresia(1), TAPVR repair(1)
TOF : Tetralogy of Fallot, B-T : Blalock-Taussig
PA : Pulmonary atresia. VSD : ventricular septal defect
RVOT : Right Ventricular outflow tract
PS : Pulmonary stenosis, MVR : Mitral valve replacement
RPA : Right pulmonary artery
TAPVR : Total anomalous pulmonary venous return

서 론

다양한 소아 심혈관 질환에 대해 보다 적극적인 수술 방법들이 적용되면서 그 합병증으로서의 횡격막 마비의 빈도도 증가되는 인상이며, 횡격막 마비로 인해 기관 내 삽관 제거가 어려운 경우 보존적 요법으로 관찰해야 하는 지 아니면 조기에 횡격막 습벽형성술을 시행해야 하는지의 문제는 환자의 술후 관리에서 큰 어려움 중의 하나이다. 하지만 환자의 연령이 어릴 수록 호흡의 횡격막 의존도가 높고¹⁾ 한쪽 횡격막의 기능 이상은 반대쪽의 기능 이상을 유발하므로²⁾ 양압호흡 보조의 제거가 어려운 경우 횡격막 습벽형성술을 조기에 시행하는 것이 좋을 것으로 사료되며, 특히 수술 중 횡격막 신경 분지의 손상을 피해 횡격막 신경 손상이 회복된 다음 횡격막 기능도 함께 회복된다면 이 시술을 보다 적극적으로 시도할 수 있는 근거가 될 것이다. 서울대학병원에서는 1990년 이후 43례의 횡격막 습벽형성술을 시행하였으며, 이들의 술 후 추적 결과를 참고 문헌과 함께 보고하는 바이다.

연구 대상 및 방법

연구 대상

1990년 1월부터 1995년 12월까지 43명의 환아가 심혈관 수술에 합병된 횡격막 마비로 횡격막 습벽형성술을 시

Table 2. Suspicious causes of phrenic nerve palsy

Causes	No.
Extensive pericardial resection	20
Direct operative trauma	9
Dissection of fibrous adhesion	7
Miscellaneous*	7
Total	43

* Injuries due to topical ice slush, internal jugular venous cannulation and other unknown causes

Table 3. Cause of death(n=10)

Cause of Death	No.
Barotrauma due to prolonged ventilatory care	4
Early Low Cardiac output	2
(n=7) Asphyxia	1
Late Hypoxic Encephalopathy	1
(n=3) Unknown cause	2
Total	10

행 받았다. 환자의 연령은 습벽형성술 당시를 기준으로 생후 18일에서 84개월로 평균 11.1개월이었으며 남녀 성비는 31:12로 남아가 많았다. 횡격막 마비의 원인이 된 심혈관 수술의 종류는 Table 1과 같았으며 변형 Blalock-Taussig 단락술 및 활로 씨 사징증 전교정술이 각각 7례로 가장 많았다. 마비된 횡격막의 위치는 우측이 17례, 좌측이 23례, 양측성이 3례였으며, 양측성 3례 모두 활로 씨 사징증 환자에서 우심실 유출로 형성을 위한 자가 심낭의 절제가 과도했던 경우였다. 횡격막 마비의 원인으로 추측되는 사항은 Table 2와 같았으며, 이중 우심실 유출로 형성이나 폐동맥 성형술에 쓰이기 위한 심낭의 과도한 절제로 인한 횡격막 신경의 당김, 지혈을 위한 전기적 손상 등이 원인으로 생각되는 경우가 20례로 가장 많았다.

수술 방법

대부분의 환자에서 횡격막 신경 분지를 피하여 횡격막을 접어 주는 central pleating technique이 적용되었으며, central pleating technique 에 Gore-Tex patch 보강이 병용된 경우와 pants over vast technique이 적용된 경우가 각각 1례씩 있었다.

임상 자료 분석

모든 수치는 평균 표준편차로 기술하였으며, 통계적 처리는 SAS package를 이용하여 연속 변수는 Students

Table 4. Fluoroscopic Evaluation after Diaphragmatic Plication

Age of plication	Primary operation	side	Interval between plication and fluoroscopy	Diaphragmatic position*	Diaphragmatic motion**
7 Y	MVR	right	52 months	+	++
1 M	Arterial switch op.	left	47 months	+	++
7 M	TOF total correction	right	33 months	++	++
17 M	TOF total correction	left	28 months	-	-
1 M	Coarctoplasty	left	14 months	++	++
2 M	Norwood operation	left	8 months	+	+

* Position ; ++ Normal position(Rt>Lt)
+ Abnormal position(Rt≤Lt)
- Fixed, flat position

** Motion ; ++ Same as contralateral side
+ Depressed motion
- No motion or paradoxical motion

MVR : Mitral Valve Replacement

TOF : Tetralogy of Fallot

고 찰

t-test, 불연속 변수는 Fishers exact test를 시행하였다. 유의수준 0.05를 기준으로 유의도를 판정하였다.

결 과

본 수술 후 횡격막 습벽형성술까지의 기간은 13.1일이었고, 93년 이전(n=21)과 이후(n=22)의 차이는 없었다(p=0.9). 횡격막 습벽형성술 후 조기 및 만기 사망은 각각 7명, 3명으로 총 10명이었으며, 사망 원인은 횡격막 습벽형성술을 필요로 할 정도의 심한 심기형 및 광범위한 수술적 교정, 습벽형성술시기의 지연 등과 관련되었으며, 이 술식과 직접적인 관련은 없는 것으로 사료된다(Table 3). 생존 환자의 횡격막 습벽형성술 후 기관 내 삽관 제거는 수술 당일에서 술 후 24일 까지 평균 4.5일로 1일 이내가 45%, 2일 이내가 61% 였다. 33명의 생존자에 대하여 3개월에서 73개월까지 평균 33개월의 추적 기간을 가졌으며 이중 central pleating technique을 시행한 6명의 환자에 대해 Fluoroscopy를 통한 횡격막 기능검사를 시행하였다. 검사 결과 횡격막의 위치는 정상 위치(우측이 좌측보다 1-2 늑간정도 높은 위치)가 3명, 좌우측 높이가 같은 경우가 2명, 횡격막이 낮은 상태로 고정된 경우가 1명이었으며, 횡격막의 기능은 마비가 없었던 쪽과 비교해서 같은 정도의 움직임을 보인 경우가 4명, 움직임을 약간 감소한 경우가 1명이었고 전혀 움직이지 않는 경우도 1명이 있었다(Table 4).

선천성 심질환의 치료에 보다 적극적인 수술들이 적용되면서 수술 후 횡격막 마비는 그 원인의 다양함 및 빈도의 증가가 두드러지는 인상이다. 호흡의 대부분을 횡격막에 의존하는 영유아기의 횡격막 마비는 소아 심혈관 수술 후 치명적 합병증이며, 양압호흡의 제거를 어렵게 하여 여러 심폐합병증을 유발하므로, 횡격막 마비가 의심되면 조기에 횡격막 습벽형성술을 시행하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 특히 습벽형성술 시 횡격막 신경 분지의 손상을 최소화하여 장차 횡격막 신경의 손상이 치유된 후 횡격막 기능의 정상화를 기대할 수 있다면, 횡격막 습벽형성술의 조기 시행이 정당화될 수 있을 것이며 본 연구 결과도 이를 뒷받침 한다.

횡격막 마비의 원인으로는 횡격막 신경의 과 신장³⁾, 전기소작기(electrocautery)의 사용으로 인한 열손상⁴⁾, 냉손상^{5,6)}, 내경 정맥 삽관 시의 주사침 손상^{7,8)}, 재수술 시 횡격막 신경 주위의 유착 박리 시의 직접적인 손상⁴⁾등을 들 수 있으나, 최근 들어 횡격막 마비에 대한 경각심이 높아 지면서 이러한 예방 가능한 원인 보다는 광범위한 수술 조작으로 인한 과도한 조직 박리로 불가피하게 횡격막 신경이 손상되는 경우가 대부분인 것으로 사료된다⁹⁻¹¹⁾.

횡격막 마비의 병태 생리에서 최근의 개념상의 변화는 일측성 횡격막 마비는 반대쪽의 정상 횡격막의 기능도 저하시키며, 마비된 쪽의 습벽형성술이 반대쪽의 횡격막의 기능도 정상화 시킨다는 점이다²⁾. 즉 양측성 개흉 후 좌측 횡격막 신경을 절단하는 동물실험 모델(Sham operation)

에서의 습벽형성술 전후의 경횡격막압(transdiaphragmatic pressure) 및 횡격막 분절 수축(fractional shortening)의 호전은, 횡격막 마비가 종격동의 불안정에 의한 정상측 횡격막의 기능 저하 이외에 그 자체로 정상측의 횡격막 기능 손상을 초래하며 습벽형성술이 마비된 횡격막을 고정시키는 의미 이외에 정상 횡격막의 기능도 정상화 시킴을 시사한다. 또한 이러한 점에서 양측성 마비에서의 습벽형성술은 그 효과가 작을 것으로 예상되며, 이들의 동물실험에서도 양측성 마비의 습벽형성술로 정상호흡량(tidal volume)의 호전 이외에는 횡격막의 기능호전이 없었고 이는 양측성 횡격막 마비의 심각성을 나타낸다.

횡격막 마비의 치료에는 보존적 요법이 일부 주장되기도 하지만^{4, 12, 13} 대부분 수술적 습벽형성술로 좋은 결과를 보고하고 있으며^{14, 15}, 술 후 폐 기능 검사¹⁶ 및 횡격막 기능 검사, 발육 검사¹⁷ 등이 정상적임이 보고되고 있다. 수술 방법에는 여러 가지가 있으나 저자들의 방법과 같은 central pleating technique이 횡격막 신경 손상의 회복 후 횡격막의 정상적인 기능을 예상할 수 있다는 점에서 이상적이라고 사료된다.

결 론

본 서울대학 병원에서는 1990년부터 1995년까지 총 43례의 횡격막 마비 환아에 대해 횡격막 습벽형성술을 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 환아들의 습벽형성술시의 연령은 평균 11.1개월이었고, 남녀 비율은 31:12 이었다.
2. 횡격막 마비가 진단된 환아에 대해 술 후 평균 2주 경과 후 횡격막 습벽형성술을 시행하였다.
3. 횡격막 습벽형성술 후 조기 사망자를 제외하고 기관내 삽관의 제거는 평균 4.5일 후에 이루어 졌으며, 1일 이내가 45%, 2일 이내가 61%였다.
4. 33명의 생존자 중 6명에 대해 습벽형성술 후 8개월에서 54개월 사이에 fluoroscopy를 시행하였으며 대부분 양호한 횡격막 위치 및 운동성을 나타내었다.

참 고 문 헌

1. Shoemaker R, Palmer G, Brown JW, Kin H. Aggressive treatment of acquired phrenic nerve paralysis in infants and small children. *Ann Thorac Surg* 1981; 32: 251-9

2. Shin-ichi T, Kazuya N, Yoshitaka F et al. Effects of diaphragmatic plication on respiratory mechanics in dogs with unilateral and bilateral phrenic nerve paralyses. *Chest* 1995; 107: 798-804
3. Iverson L. I. G., Mittal A, Dugan DJ, Samson PC. Injuries to the phrenic nerve resulting in diaphragmatic paralysis with special reference to stretch trauma. *Am J Surg* 1976; 132: 253-7
4. Watanabe T, Trusler GA, Williams WG et al. Phrenic nerve paralysis after pediatric cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1987; 94: 383-8
5. Marco JD, Harn JW, Barner HB. Topical hypothermia and phrenic nerve injury. *Ann Thorac Surg* 1977; 23: 253-7
6. Rousou JA, Parker T, Engelman RM, Breyer RM. Phrenic nerve paresis associated with the use of iced slush and cooling jacket for topical hypothermia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985; 89: 921-5
7. Defalque RJ, Fletcher MV. Neurologic complication of central venous cannulation. *J Parenter Enteral Nutr* 1988; 12: 406-9
8. Hadeed HA, Braun TW. Paralysis of the hemidiaphragm as a complication of internal jugular vein cannulation: report of a case. *J Oral Maxillofac Surg* 1988; 46: 409-11
9. Reddy VM, Liddicoat JR, Hanley FL. Midline one-stage complete unifocalization and repair of pulmonary atresia with ventricular septal defect and major aortopulmonary collaterals. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 109: 823-45
10. Egan TM, Westerman JM, Lanbert CJ et al. Isolated Lung Transplantation for end-stage lung disease: A viable therapy. *Ann Thorac Surg* 1992; 53: 590-6
11. Takeda S, Nakahara K, Fujii Y, Minami M, Matsuda H. Plication of paralyzed hemidiaphragm after sleeve pneumonectomy. *Ann Thorac Surg* 1994; 58: 1755-7
12. Maller JA Jr, Pickard LR, Tepas JJ et al. Management of diaphragmatic paralysis in infants with special emphasis of selection of patients for operative plication. *J Pediatric Surg* 1979; 14: 779-85
13. Raine J, Samvels MP, Mok Q, Shinebourne EA, Southall DP. Negative extrathoracic pressure ventilation for phrenic nerve palsy after pediatric cardiac surgery. *Br Heart J* 1992; 67: 308-11
14. Schwartz MZ, Filler RM. Plication of the diaphragm for symptomatic phrenic nerve paralysis. *J Pediatric Surg* 1978; 13: 259-63
15. 윤 태진, 김 기봉, 이 정상 등. 소아 심혈관 수술 후의 횡격막 마비. *대흉외지* 1992; 25: 1542-9
16. Ribert M, Linder JL. Plication of the diaphragm for unilateral eventration or paralysis. *Eur J Cardio-thorac Surg* 1992; 6: 357-60
17. Kizilcan F, Tanyel FC, Hicsonmez A et al. The Long-term results of diaphragmatic plication. *J Pediatr Surg* 1993; 28: 42-4

=국문초록=

1990년 1월부터 1995년 12월까지 43명의 환아가 다양한 심혈관 수술로 인해 유발된 횡격막 마비로 횡격막 습벽형성술을 시행 받았다. 환자의 평균연령은 11.1개월이었고, 남녀 비율은 31:12였다. 횡격막 마비의 원인이 된 수술로는 변형 Blalock-Taussig 단락술 및 활로씨 4징증의 전교정술이 각각 7례로 가장 많았고, 기타 동맥 전환술 6례, 심실중격결손을 동반한 폐동맥 폐쇄증에서의 unifocalization 및 변형 Fontan 수술, 심실중격결손 교정 등이 각각 3례씩이었다. 마비된 부위는 우측이 17례, 좌측이 23례, 양측성이 3례였으며, 원인은 대부분 과도한 심낭 절제 및 심낭 절개면 부위의 전기소작으로 추정되었다. 원인이 된 수술후 횡격막 습벽형성술까지의 기간은 수술 당일로부터 98일까지로 대부분 2주 이내에 습벽형성술이 이루어졌다. 수술방법은 2례를 제외하고 모두 횡격막 신경분지를 피해서 횡격막을 접어주는 central pleating technique 이 적용되었다. 10명의 환아가 습벽형성술후 사망했으며(조기; 7, 만기; 3), 사망원인은 전례에서 습벽형성술과는 무관한 것으로 사료되었다. 36명의 조기생존자들은 습벽형성술후 1일에서 24일 사이에 양압호흡으로부터 벗어날 수 있었다(평균 4.5일). 6명의 환아가 습벽형성술후 8개월에서 52개월 사이에 fluoroscopy를 시행하였으며, 대부분 횡격막의 위치 및 운동성이 양호하였다. 결론적으로 불가역적인 횡격막 신경 손상이 없다면 횡격막 습벽형성술은 단기적으로는 환자의 양압호흡 의존기간을 단축시키고 장기적으로는 횡격막 기능의 완전회복을 유도할 수 있다.

- 중심 단어:** 1. 횡격막 마비
2. 횡격막 습벽형성술