

선천성 횡격막 탈장 수술 후 장기간 폐기능에 대한 고찰

한림대학교 강동성심병원 외과, ¹아주대학교병원 외과

최수윤 · 이호원¹ · 홍 정¹

Late Lung Function in the Repaired Congenital Diaphragmatic Hernia

Su Yun Choi, M.D., Ho Won Lee, M.D.¹, Jeong Hong, M.D.¹

Department of Surgery, Kangdong Sacred Heart Hospital, Hallym University, Seoul,

¹Department of Surgery, Ajou University Medical Center, Suwon, Korea

Purpose: Congenital diaphragmatic hernia is an uncommon cause of respiratory distress in newborn infants and initially characterized by severe restrictive lung dysfunction. The problems of initial management and short-term prognosis have been well reported. However, long-term outcome has not been clearly defined. We studied the late respiratory problems and lung function after repair of congenital diaphragmatic hernia.

Methods: Fourteen patients who had repaired congenital diaphragmatic hernia at Ajou University from January 1995 to August 2009 were included for this study.

Results: Six cases (42.8%) showed late respiratory problems including recurrent bronchiolitis, pneumonia, bronchial asthma and prolonged chest wall retraction. Lung perfusion scan showed a perfusion defect in 1 case whose mean perfusion to the operated side was lower than the unaffected lung. Pulmonary function test showed restrictive pulmonary insufficiency in 2 cases. The cases with the late pulmonary problems revealed more restrictive pulmonary insufficiency compared to those without. The prolonged time taken to surgery from diagnosis, prolonged intensive care time, and prolonged ventilator care after surgery have been found to be the determinants of the impaired pulmonary functions.

Conclusion: In summary, a portion (about 20%) of the patients with congenital diaphragmatic hernia showed impaired pulmonary function, even when they had no apparent respiratory symptom or limitations of activities. From these results, regular long-term follow-up of lung function is required postoperatively in patients with congenital diaphragmatic hernia, especially in cases with the aforementioned risk factors. (J Korean Surg Soc 2010;79:143-148)

Key Words: Congenital diaphragmatic hernia, Late pulmonary problem, Lung function after repair
중심 단어: 선천성 횡격막 탈장, 후기 호흡기 질환, 복원술 후 폐기능

서 론

선천성 횡격막 탈장은 신생아 2,000~5,000명당 1예의 발

책임저자: 홍 정, 경기도 수원시 영통구 원천동 산 5번지
☎ 443-749, 아주대학교병원 외과
Tel: 031-219-5200, Fax: 031-219-5755
E-mail: hongj@ajou.ac.kr

접수일 : 2009년 9월 30일, 게재승인일 : 2010년 5월 24일

생 빈도를 보이는 드문 질환으로 응급 처치를 요하는 심각한 신생아 질환 중의 하나이다.(1) 출생 후 보통 24~48시간 이내에 빈호흡, 늑골 함몰, 창백, 청색증 등의 호흡 곤란 증상이 나타나며 장 회전이상, 폐 형성부전 등 동반기형도 10~25%에서 관찰된다. 이 질환이 발생하면 30%가 태아기에 사망하고 나머지 70%의 신생아 중에서도 30~50%가 전문 의료 기관에 도착하기 전에 사망하게 되는데 주요 사망 원인은 저산소혈증, 과탄산혈증 및 산증 때문에 초래되는 폐

동맥 고혈압과 태아순환의 지속에 따른 상기 증상들의 악순환으로 알려져 있다.(1,2)

선천성 횡격막 탈장의 진단은 출생 후 단순 흉부 X선 검사만으로도 가능하며 결손 부위의 일차 봉합술 혹은 인조막을 이용한 일차 봉합술을 시행하게 된다. 최근 permissive hypercapnia, high frequency oscillatory ventilation, nitric oxide 흡입, surfactant 투여, extracorporeal membrane oxygenation 등 치료 기술의 발달로 인해 생존율이 점차 증가되어 사망률은 30~35%까지도 보고되고 있다.(1,3)

수술 후 경과에 가장 큰 영향을 미치는 인자는 폐 형성부전과 폐동맥 고혈압으로 알려져 있으며 그 외에도 질환의 중증도, 미숙아, 동반 질환, 증상의 출현 시기 등 수술 후 단기 결과를 예측할 수 있는 여러 인자들이 보고되었다.(1,4,5) 일반적으로 정상 소아에서는 종말 세기관지 및 폐포의 발달은 8세가 되면 완전해 진다.(6,7) 그러나 선천성 횡격막 탈장 환자에서는 폐 형성 부전이 동반된 상태이므로 이에 의해 폐 성장과 폐 기능에 영향을 받을 수 있다. 하지만 수술 후 폐 기능 및 호흡기계 관련 합병증에 대한 장기적인 추적 관찰에 대한 보고는 많이 이루어지지 않고 있다.(5)

본 저자들은 횡격막 탈장에 대한 복원술을 시행한 환자를 대상으로 수술 당시의 환자의 요인과 수술 관련 요인을 살펴보고 수술 후 추적 관찰하는 동안 폐질환 유무 및 폐기능의 장애 여부를 알아보고자 한다. 또한 추적 관찰하는 동안 폐기능과 관련된 임상적 양상 및 수술 당시의 여러 요인들과 상관성에 대한 분석을 하고자 한다.

방 법

1995년 1월 20일부터 2009년 8월 13일까지 아주대학교병원 외과학교실 소아외과에서 선천성 횡격막 탈장으로 진단된 후 횡격막 복원술을 시행한 20명의 환자를 대상으로 하였다. 모든 환자는 Bochdalek 유형이었다. 이 중 1예는 수술 후 1일째 호흡 부전으로 사망하였고 5예는 추적되지 않아 제외하였다.

분석에 포함된 인자는 진단 당시의 모성 연령, 임신령, 분만법, 임상증상, 진단 후 수술까지 걸린 시간, 수술법, 수술 후 처치 및 수술 후 초기 합병증을 진료기록지를 기초로 하여 조사하였으며 이 후 호흡기 질환 발생 여부 및 호흡기 질환 발생시 치료 경과에 대해 진료 기록지와 문진을 통해 조사하였다. 후기 호흡기 질환(late respiratory problems)은

횡격막 복원술 후 퇴원한 이래 추적 관찰 동안 반복되는 호흡기 감염, 호흡기 감염으로 인하여 재입원이 요구되는 경우 및 호흡기계 질환이 발생한 경우로 정의하였다. 이 후기 호흡기 질환의 발생 여부는 수술 당시 환자의 요인, 수술 관련 요인들과 비교 분석하였다. 또한 추적관찰시 폐기능은 8세 이상은 폐기능 검사를, 8세 미만은 폐기능 검사시 협조가 어려우므로 폐 관류 스캔을 통하여 평가하였으며 이 역시 수술 당시 환자의 요인, 수술 관련 요인들과 비교 분석하였다.

폐기능검사는 Elite Dx (Medical Graphics, St. Paul, MN, USA)를 이용하여 측정하였고 정상 예측치는 Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III)의 참고치를 사용하였다. 지표로는 노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC), 1초간 노력성 호기량(forced expiratory volume at 1 second, FEV1), FEF25~75% (forced expiratory flow between 25 and 75% of the volume), 정적폐활량(static vital capacity, SVC) 등을 측정하였다. FVC, FEV1 및 SVC는 예측치의 80% 이상, FEF25~75%는 예측치의 65% 이상, FEV1/FVC 비는 70% 이상인 경우에 정상으로 판단하였다.

폐관류 영상은 저에너지, 고해상도 조준기를 장착한 2헤드 감마카메라(Multi SPECT2 (Siemens, Hoffman State, IL, USA))를 이용하여 촬영하였으며 전 처치로는 누운 상태에서 수 분간 안정을 취하게 하였다. Tc-99m MAA (macroaggregated albumin) 37 MBq (1 mCi)를 상지 정맥에 주사 후 영상을 획득하였다(128×128 matrix, 3 min/frame). 영상은 전면, 후면, 양 측면, 양 후사위면상을 얻었다. 정량분석을 위해 전면과 후면 영상에서 양측 폐를 상, 중, 하 부위로 나누어 관심영역을 설정하였다. 각 부위의 섭취를 구한 후 기하평균으로 섭취율을 구하여 핵의학과 전문의에 의해 폐 환기 장애 여부를 판독하였다.

통계는 SPSS (Statistical Package of Social Sciences, Version 13, Chicago, IL, USA)를 통해 Fisher exact test, mann-Whitney test, Spearman correlation coefficient를 이용하여 검증하였다. P-value가 0.05 이하인 경우를 통계적으로 유의하다고 분석하였다.

결 과

선천성 횡격막 탈장의 진단은 주로 출생 후에 이루어졌으며 3예에서 산전 초음파를 통해 진단되었다. 남녀비는 10 : 4로 남자에서 2.5배 많았다. 산전 진단된 경우는 출생 직후

기도 삽관 및 인공 환기 요법을 바로 시행하였다. 출생 후 진단된 경우는 10예에서 임상증상이 나타났다(Table 1). 가장 흔한 임상증상은 빈호흡, 늑골함몰, 창백이었고 증상의 출현 시기는 출생 직후부터 가장 늦게는 출생 후 323개월까지 다양하였다. 산전 진단이 되었거나 증상이 발현하였던 13예는 48시간 이내에 수술을 진행하였으며 323개월에 증상이 발현된 1예를 제외하고 평균 27.0±5.6시간(23~38)이 출생 후 수술까지 소요되었다. 증상이 없던 경우는 1예 있었는데 11세에 신장염 치료 중 우연히 흉부 X선 촬영에서 진단되었다.

출생 시 체중은 1.9 kg에서부터 3.7 kg까지였으며 평균 3.2±0.5 kg이었다. 출생 시 모친 연령은 29.7±4.4세, 임신령은 39.4±0.9주였다. 분만법은 자연분만이 10예, 제왕절개가 4예로 자연분만이 많았으나 산전 진단이 된 3예에서는 2예가 제왕절개를 시행하였다. 초기 흉부 X선상 중격동 변위는 9예에서 있었다(Table 2).

Table 1. Symptoms and signs of congenital diaphragmatic hernia

	No. of cases (%)
Tachypnea	4 (28.6)
Chest wall retraction	4 (28.6)
Pale	4 (28.6)
Cyanosis	3 (21.4)
Vomiting	3 (21.4)
Lethargy	2 (14.3)
Fever	2 (14.3)

선천성 횡격막 탈장이 진단된 후 증상이 발현하였던 13예에서는 48시간 이내에 수술을 진행하였으며 평균 27.0±5.6시간(23~38)이 출생 후 수술까지 소요되었다. 증상이 없던 1예는 진단 후 5일이 지나 수술을 시행하였다. 수술 중 12예에서 동반질환이 발견되었는데 장 회전이상이 11예로 가장 많았으며 이 중 2예는 중장 염전 및 회장부 메켈씨 게실의 수술 도중 발견되었다. 나머지 1예는 이소성 비장이 관찰되었다. 따라서 수술방법은 3예에서는 경복부 접근 횡격막 일차성 봉합술을 시행하고 11예는 일차성 봉합술과 Ladd씨 수술법을 동시에 수행하였다. 메켈씨 게실이 있는 1예는 게실절제술이 포함되었다. 수술 시간은 평균 98.6±31.9분이었으며 ICU 입원 기간은 9.6±8.7일, 총 입원기간은 14.9±7.9일이었다(Table 3). 수술 후 기계 환기가 필요한 환자는 10예였으며 평균 4.0±3.9일 동안 사용하였다. 수술 후 초기 합병증은 10예에서 발생하였으며 폐렴 5예, 무기폐 2예, 폐 부종 및 늑막 삼출 1예, 울혈성 심부전 1예, 유미흉 1예였다.

수술 후 추적관찰 중 환자에게 동반된 후기 호흡기 질환은 6예에서 발생하였다. 급성 세기관지염 및 폐렴 등 감염증이 5예로 가장 많았으며 천식 2예, 수술 후 2년간 흉벽 함몰이 지속된 경우가 1예 있었다(Table 4). 천식은 급성 세기관지염과 폐렴이 발생한 2예에서 각각 동반되었다. 후기 호흡기 질환은 수술 후 최소 3개월에서 최대 44개월까지 나타나서 후기 호흡기 질환이 발생한 최종 연령은 4세였다. 이로 인한 입원 치료는 한 환자당 2회에서부터 3회까지 요

Table 2. Demographic data of the congenital diaphragmatic hernia

Characteristics	Total (n=14)	Without late respiratory problem (n=8)	With late respiratory problem (n=6)	P-value
Birth weight (kg)	3.2±0.5	3.1±0.4 (2.4~3.6)	3.2±0.6 (1.9~3.7)	0.98
Maternal age at delivery (year)	29.7±4.4	28.4±3.2 (25~35)	31.5±5.2 (26~39)	0.19
Gestational age (week)	39.4±0.9	39.4±0.9 (38~40)	39.4±0.8 (38~40)	0.93
Mediastinal shift on chest X ray	9 (64.3%)	5	4	0.73
Route of delivery				0.73
Vaginal delivery	10 (71.4%)	6	4	
Cesarean section	4 (28.6%)	2	2	
Diagnosis				0.70
Prenatal	3	2	1	
Postnatal	11	6	5	
Onset of symptoms				0.60
Asymptom	1	0	1	
Immediately at the birth	5	3	2	
Several hours after delivery	3	2	1	
Beyond the first day of life	5	3	2	

Table 3. Surgical factors and development of late respiratory problems

Surgical factors	Total (n=14)	Without late respiratory problem (n=8)	With late respiratory problem (n=6)	P-value
Length of operative time (hour)	1.6±0.5	1.7±0.4	1.6±0.7	0.92
Length of postoperative hospital stay (day)	14.9±7.9	12.9±5.8	17.5±10.1	0.29
Length of postoperative ICU stay (day)	9.6±8.7	9.3±9.3	10.0±8.8	0.89
Length of postoperative ventilator care (day)	4.0±3.9	3.4±3.3	4.8±4.9	0.57

Data are mean±SD.

Table 4. Late respiratory problems after repair of the congenital diaphragmatic hernia

Late respiratory problems	No. of cases
Acute bronchiolitis	3
Pneumonia	2
Bronchial asthma	2
Prolonged chest wall retraction	1

구되었으나 문진 당시 일상 생활을 수행하는 데는 지장이 없는 상태였다. 후기 호흡기 질환의 발병에 있어서 수술 당시 환자 요인들과의 관련성을 분석한 결과 통계적 유의성은 없었다(Table 2, 3).

폐 관류 스캔은 8세 이하인 6예에서 시행하였으며 평균 28개월에 시행하였다. 이 중 1예에서 전반적인 좌엽 관류 장애가 나타났으며 수술 후 호흡기 합병증 및 후기 호흡기 질환이 있었던 경우였다(Table 5). 좌엽 관류 정도와 수술 당시 요인과의 관계를 분석한 결과 좌엽 관류가 나쁠수록 진단 후 수술까지의 기간($P=0.02$), ICU 입원 기간($P=0.05$)과 기계 환기 기간($P=0.001$)이 긴 경향을 보였다.

폐 기능 검사는 8예에서 시행하였다. 결과를 종합해 볼 때 제한성 환기 장애가 2예였으며 2예 모두 수술 후 호흡기 합병증 및 후기 호흡기 질환이 모두 병발했던 경우였다. 하지만 폐기능 검사 소견과 후기 호흡기 합병증과는 통계학적 유의성은 없었다($P=0.53$). 각각 인자들은 Table 6과 같다. 1초간 노력성 호기량의 노력성 폐활량에 대한 비와 노력성 호기 중간 유량은 후기 호흡기 질환이 있는 경우에서 통계적으로 유의하게 낮았다($P=0.04/0.04$).

고 찰

정상적인 폐 발달 과정은 태생기 4주에서부터 16주까지 기관지 및 폐동맥의 분지가 일어나게 되고 출생 후 8세가 되면 종말 세기관지 및 폐포의 발달이 완전해 진다.(6,7) 하

Table 5. Lung perfusion scans in six congenital diaphragmatic hernias

Case	Age	Left lung perfusion ratio (%)
Case 1	2	33*
Case 2	5	40
Case 3	7	45.6
Case 4	3	47
Case 5	2	48
Case 6	2	48

*Diffuse decreased perfusion.

지만 선천성 횡격막 탈장이 발생하면 폐 형성 부전이 다양한 범위에서 일어나며 이는 초기 생존율에 중요한 인자로 작용할 뿐 아니라 만성 폐 질환으로 진행되는 데 위험 인자가 될 수 있다.(1,4-6,8) 그러나 선천성 횡격막 탈장 환자에서 폐 형성 부전 및 기도의 비정상적인 발달들이 선천성 횡격막 탈장의 복원술을 시행한 후 장기간 폐 기능에 영향을 미치는지에 대한 내용은 아직까지 잘 알려진 바가 없다.(1,6)

지금까지 몇몇 연구들이 진행되었는데 Wohl 등(9)은 선천성 횡격막 탈장 환자들을 대상으로 폐 용적을 측정하고 수술 후 초기에는 폐 형성 부전이 있지만 6개월이 지나면 정상화되었다고 하였다. Frencker와 Freyschuss (10)는 장기간 추적 관찰 중 시행한 폐기능 검사는 정상 소견이었다고 보고하였으나 다른 연구들은 폐활량 검사에서 제한성, 폐쇄성, 복합성 환기 장애가 다양하게 나타난다고 보고하였고 흉부 X선 촬영 역시 정상에서부터 다양한 소견들이 나타난다고 하였다.(5,11-13) 또한 Stefanutti 등(13)에 의하면 장기간 추적 관찰 중 평균 8.15세의 환자들을 대상으로 시행한 폐 환기 스캔상 20%에서 환기 장애가 나타났으며 폐활량 검사상 45%에서 중등도의 제한성 및 폐쇄성 환기 장애가 나타났다고 하였다.

Table 6. Pulmonary function test in eight congenital diaphragmatic hernias

Parameters	Total	Without late respiratory problem	With late respiratory problem	P-value
FVC* (L)	2.5 (1.9~2.7)	2.6 (1.9~4.5)	2.5 (1.7~2.6)	0.89
FEV1 [†] (L)	2.1 (1.8~2.3)	2.2 (1.9~4.1)	2.0 (1.3~2.2)	0.25
FEV1/FVC (%)	83.8 (77.9~93.3)	91.5 (83.5~98.0)	77.9 (77.2~83.7)	0.04
FEF25~75% [‡] (L/sec)	2.3 (1.6~2.6)	2.6 (2.3~4.9)	1.6 (1.0~2.2)	0.04
SVC [§] (L)	2.5 (2.4~3.9)	2.8 (2.5~5.1)	2.5 (1.87~2.3)	0.37

*FVC = forced vital capacity; [†]FEV = forced expiratory volume at one second; [‡]FEF25~75% = forced expiratory flow between 25 and 75 percent of the volume; [§]SVC = static vital capacity. Data are medians (inter-quatile range).

저자의 경우 문진 및 8세 이하인 경우는 폐 환기 스캔, 8세 이상은 폐활량 검사를 각각 시행하였다. 문진 당시 심각한 호흡 장애를 가진 환자는 없었으며 모두 정상적인 일상 생활을 영위하고 있었다.

문진상 수술 후 폐 합병증으로 치료를 받은 경우는 6예 (42.8%)에서 있었으나 수술 후 최대 44개월까지인 4세까지만 후기 호흡기 질환이 발현하였으며 이 후 호흡기 질환으로 치료를 받은 적은 없었다. Vanamo 등(11)은 횡격막 탈장 복원술 후 1년 동안 7%에서 상기도 감염, 12%에서 천식, 48%에서 흉벽 비대칭이 관찰되었다고 하였으며, Kerr(5)은 16명의 환자들 중 5명에서 수술 후 1년 이상 천명음이 청진되었다고 하였다. 본 연구에서도 유사한 양상의 호흡기 질환들이 관찰되었다.

추적 관찰 중 폐 관류 스캔상 1예에서만 환기 장애가 나타났다. 폐기능 검사는 2예에서 제한성 환기 장애가 발생하였다. 임상적인 증상 발현을 하지 않는 경우라 하더라도 경증 혹은 중등도의 폐 환기 장애가 있었다. 또한 출생 후 수술까지 걸린 기간, 중환자 집중 치료실 및 기계 환기 기간이 길수록 폐기능 장애가 현저하게 나타났다. 이와 같은 결과에서 위험 요소가 있는 경우에는 증상이 없어도 폐기능의 추적 평가가 필요하다는 사실을 알 수 있다.

추적 관찰 중 시행한 폐 관류 스캔, 폐기능 검사상의 비정상 소견과 후기 호흡기 질환 발생 유무와 비교해 보았을 때 검사상 비정상 소견을 보인 모든 예는 추적 관찰 중 호흡기 합병증이 발생하였다. 또한 폐활량 측정 인자 중 1초간 노력성 호기량의 노력성 폐활량에 대한 비, 노력성 호기량 유량은 후기 호흡기 질환이 발생한 경우에서 유의하게 낮았다. 이러한 결과에서 대상군의 수는 적지만 폐기능 검사가 호흡기 예후 예측 인자가 될 가능성을 제시할 것이다.

Jeandot 등(14)은 생후 6개월이 되면 탈장된 부위의 폐 부

피는 정상으로 회복되지만 탈장 부위의 폐로 가는 혈류는 6세에서 18세까지 감소되어 있어 지속적인 폐 환기 장애가 나타나는 것은 일차성 폐 혈관 저형성이 그 원인이라고 하였다. 또한 Koumbourlis 등(15)은 생후 6개월에서 24개월이 지나면 폐 기능은 정상화된다고 하였다.

선천성 횡격막 탈장은 수술 후에도 후기 호흡기 장애가 지속될 수 있고, 운동능력이나 일상생활의 유의한 장애는 호소하지 않는 경우에도 실제 폐기능상의 저하가 있을 수 있으므로 수술 후 폐기능에 대한 추적관찰이 필요할 것이다. 본 연구에서 분석 결과 출생 후 수술까지 걸린 기간, 수술 후 중환자 집중치료실 및 인공 환기 요법 처치 기간이 후기 폐기능 장애의 예측인자로 나타났으나 그 정확한 의미 분석 및 임상적 예측지표에 대한 심층분석을 위해서는 향후 더 많은 예에서의 연구가 필요할 것이다.

결 론

본 저자들은 선천성 횡격막 탈장으로 복원술을 시행한 환자들을 대상으로 후기 호흡기 질환 및 폐 기능 장애 여부를 살펴보았다. 후기 호흡기 질환은 42.8%에서 나타났으나 4세 이후에는 발생하지 않았으며 일상 생활을 영위하는데 지장이 없는 상태로 점진적인 폐 기능의 회복이 관찰되었다. 하지만 폐 환기 스캔과 폐활량 검사상 21.4%에서 폐 환기 장애가 나타났다. 이처럼 임상 증상이 없는 경우라 하더라도 경증 혹은 중등도의 폐 환기 장애는 존재하며 특히 수술까지 걸린 기간, 중환자 집중 치료실 및 인공 환기 요법 처치 기간들이 길수록 후 폐기능 장애의 위험도가 높았다. 따라서 이러한 위험 인자가 존재하는 경우는 정기적인 추적 검사를 시행하는 것이 유용하겠다.

REFERENCES

- 1) Arena F, Baldari S, Centorrino A, Calabró MP, Pajno G, Arena S, et al. Mid- and long-term effects on pulmonary perfusion, anatomy and diaphragmatic motility in survivors of congenital diaphragmatic hernia. *Pediatr Surg Int* 2005;21:954-9.
- 2) Kim JC, Kim DY, Kim SY, Kim SC, Kim IK, Kim JE, et al. Congenital posterolateral diaphragmatic hernia in Korea: a survey by the Korean Association of Pediatric Surgeons. *J Korean Assoc Pediatr Surg* 2006;12:53-69.
- 3) Colvin J, Bower C, Dickinson JE, Sokol J. Outcomes of congenital diaphragmatic hernia: a population-based study in Western Australia. *Pediatrics* 2005;116:e356-63.
- 4) dos Santos LR, Maksoud-Filho JG, Tannuri U, Andrade WC, Maksoud JG. Prognostic factors and survival in neonates with congenital diaphragmatic hernia. *J Pediatr (Rio J)* 2003;79:81-6.
- 5) Kerr AA. Lung function in children after repair of congenital diaphragmatic hernia. *Arch Dis Child* 1977;52:902-3.
- 6) Nagaya M, Akatsuka H, Kato J, Niimi N, Ishiguro Y. Development in lung function of the affected side after repair of congenital diaphragmatic hernia. *J Pediatr Surg* 1996;31:349-56.
- 7) Warner BW. Pediatric surgery. In: Townsend CM Jr, Beauchamp RD, Evers BM, Mattox KL, editors. *Sabiston Textbook of Surgery: The Biological Basis of Modern Surgical Practice*. 18th ed. Philadelphia: W.B Saunders; 2008. p.2048-74.
- 8) Marven SS, Smith CM, Claxton D, Chapman J, Davies HA, Primhak RA, et al. Pulmonary function, exercise performance, and growth in survivors of congenital diaphragmatic hernia. *Arch Dis Child* 1998;78:137-42.
- 9) Wohl ME, Griscom NT, Strieder DJ, Schuster SR, Treves S, Zwerdling RG. The lung following repair of congenital diaphragmatic hernia. *J Pediatr* 1977;90:405-14.
- 10) Frencker B, Freyschuss U. Long-term effects on lung function after repair of congenital diaphragmatic hernia. *Mod Probl Paediatr* 1989;24:28-53.
- 11) Vanamo K, Rintala R, Sovijärvi A, Jääskeläinen J, Turpeinen M, Lindahl H, et al. Long-term pulmonary sequelae in survivors of congenital diaphragmatic defects. *J Pediatr Surg* 1996;31:1096-100.
- 12) Delepouille F, Martinot A, Leclerc F, Riou Y, Rémy-Jardin M, Amegassi F, et al. Long-term outcome of congenital diaphragmatic hernia. A study of 17 patients. *Arch Fr Pediatr* 1991;48:703-7.
- 13) Stefanutti G, Filippone M, Tommasoni N, Midrio P, Zucchetta P, Moreolo GS, et al. Cardiopulmonary anatomy and function in long-term survivors of mild to moderate congenital diaphragmatic hernia. *J Pediatr Surg* 2004;39:526-31.
- 14) Jeandot R, Lambert B, Brendel AJ, Guyot M, Demarquez JL. Lung ventilation and perfusion scintigraphy in the follow up of repaired congenital diaphragmatic hernia. *Eur J Nucl Med* 1989;15:591-6.
- 15) Koumbourlis AC, Wung JT, Stolar CJ. Lung function in infants after repair of congenital diaphragmatic hernia. *J Pediatr Surg* 2006;41:1716-21.