

산소 치료를 받은 극소저출생 체중아에서 폐 실질변화에 관한 고해상컴퓨터 단층촬영술 소견에 관한 연구

단국대학교 의과대학 소아과학교실, 영상의학교실*

진용만 · 정찬욱 · 장영표 · 이영석* · 이인선*

High-resolution computed tomography findings of lung parenchyme changes in very low birth weight infants treated with oxygen

Young Man Jin, M.D., David Chanwook Chung, M.D., Young Pyo Chang, M.D.
Yung Suk Lee, M.D.* and En Sun Lee, M.D.*

Department of Pediatrics, Department of Radiology, College of Medicine
Dankook University Cheonan, Korea*

Purpose : The objective of this study is to observe high-resolution computed tomography (HRCT) findings of lung parenchyme in very low birth weight (VLBW) infants between the corrected age of 38-42 weeks who were treated with oxygen after birth, and to compare them to the clinical severity of bronchopulmonary dysplasia (BPD).

Methods : The lungs of forty-four VLBW infants with gestational ages of less than 32 weeks and birth weights of less than 1,500 g who were treated with oxygen after birth were examined using HRCT taken when the corrected age was between 38-42 weeks. Common findings among the infants and the frequency of their occurrences were noted. Total CT scores obtained by the summation of air trapping and atelectasis scores and the ratio of bronchus-to-pulmonary artery diameter were used to quantitatively evaluate HRCT findings and correlate them with the clinical severity of BPD as defined by Jobe-Bancalari diagnostic criteria.

Results : 1) The most common findings in HRCT images of the lungs were air trapping (56%), atelectasis (70.5%), linear opacity (77%), and distortion of the bronchopulmonary bundle (65.9%). These findings were more commonly observed in infants with BPD in a mixed pattern than those without ($P<0.05$). However, abnormal findings were also found in HRCT images of some infants without BPD. In infants with BPD, air trapping, atelectasis and total CT scores were higher than those without BPD. Also infants with BPD had a lower bronchus-to-pulmonary artery diameter than those without BPD ($P<0.05$). 2) The total CT scores ($r=0.799$, $P<0.0001$) and the ratio of bronchus-to-pulmonary artery diameter ($r=0.576$, $P<0.0001$) showed a linear correlation with the clinical severity of BPD.

Conclusion : HRCT findings in VLBW infants between the corrected age of 38-42 weeks who had been treated with oxygen after birth are useful in revealing pathologic changes in the lung parenchyme and show a good correlation with the clinical severity of BPD. (**Korean J Pediatr 2007;50:255-261**)

Key Words : Tomography, X-ray computed, Bronchopulmonary dysplasia, Infant, Very low birth weight, Oxygen inhalation therapy

서 론

접수 : 2007년 1월 5일, 승인 : 2007년 2월 15일
이 연구는 2005학년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었음
책임저자 : 장영표, 단국대학교 의과대학 소아과학교실
Correspondence : Young Pyo Chang, M.D.
Tel : 041)550-3937 Fax : 041)550-3905
E-mail : ychang@dankook.ac.kr

출생 후 산소치료 또는 인공호흡기 치료를 받았던 극소 저출생 체중아들은 산소자유기 또는 기계적 손상에 의한 폐손상을 받아 기관지폐이형성증에 이환되는 경우가 흔하다. 기관지폐이형성증은 1967년에 Northway 등¹⁾의 보고 이후 과거에는 신생아

호흡곤란증후군으로 인공호흡기 치료를 받았던 극소 저출생체중아에서 주로 보고 되었다. 최근에는 신생아 영역에서의 새로운 치료 기술의 발달에 의해 초극소 저출생체중아의 생존이 증가하면서 호흡곤란 증후군이 없었거나 최소한의 산소 또는 인공호흡기 치료를 받았던 출생체중 1,000 g미만의 초극소 저출생체중아에서 그 빈도가 증가하고 있다²⁻⁵⁾. 진단기준도 과거 생후 28일에 산소에 의존적인 것에서 최근에는 교정주령 36주에 산소에 의존적인 것으로 바뀌고 있다^{2, 3)}.

흉부 X-선 사진은 기관지폐이형성증의 주요 진단기준이다⁶⁻⁸⁾. 그러나 흉부 X-선 사진은 기관지 폐이형성증의 임상적 중증도와 예후 등을 예측하는데 충분한 정보를 주지 못하고 폐 실질에서 일어나는 변화를 반영하는데 한계가 있다. 고해상도 컴퓨터 단층촬영술(high-resolution computed tomography, HRCT)은 1993년에 소아에 도입된 이후에 다양한 질환에 응용되고 있다⁹⁾. 기관지폐이형성증의 폐 HRCT에 관한 연구는 이미 다수가 보고 되어있는데⁹⁻¹⁷⁾, 폐 HRCT는 단순 흉부 방사선 촬영에서는 관찰할 수 없는 폐 내부 조직의 변화와 기관지 벽의 변화, 폐혈관의 변화 등을 관찰 가능하게 한다⁹⁾. 그러나, 최근까지 기관지폐이형성증을 대상으로 한 폐 HRCT 연구들은 주로 소아 또는 성인을 대상으로 하였으며 산소 치료를 받았던 극소 저출생체중아에서 신생아기에 폐 HRCT를 시행한 후 그 소견과 기관지폐이형성증의 임상적 중증도를 비교한 체계적인 연구는 매우 드물다¹⁰⁻¹²⁾.

이에 연구자들은 산소 또는 인공호흡기 치료를 받았던 극소 저출생 체중아를 대상으로 교정 주령 38-42주에 폐 HRCT를 시행하여 폐 실질에서의 변화를 관찰하고 기관지폐이형성증의 임상적 중증도와 비교하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

2004년 1월부터 2006년 1월까지 단국대학교 의과대학 부속병

원 신생아중환자실에 입원하여 인공호흡기 또는 산소치료를 받았던 제태연령 32주 미만, 출생체중 1,500 g미만의 극소 저출생체중아 44명을 대상으로 하였다. 대상아들의 임상소견은 의무기록지를 이용하여 후향적으로 관찰하였다.

2. 기관지 폐이형성증의 진단 기준과 중증도

기관지폐이형성증의 진단은 Jobe-Bancalari 진단기준³⁾으로 최소 생후 28일 이상 21% 이상의 산소투여를 받았으면서, 교정주령 36주에 산소투여가 필요 없는 경우를 경증(mild), 30%미만 필요한 경우를 중등증(moderate), 30% 이상의 산소가 필요하거나 인공호흡기 도움이 필요한 경우는 중증(severe)의 기관지폐이형성증으로 분류하였다(Table 1). 출생 후 산소 또는 인공호흡기 치료기간이 28일 미만인 반면에 교정 주령 36주에 특별한 임상적 이상 소견이 없고 흉부 X-선 사진도 특별한 이상이 없다면 정상으로 분류하였다.

3. 폐 HRCT

출생 후 교정주령 38-42주에 체온유지가 가능하고, 활력징후가 안정되어 이동 가능한 환아를 컴퓨터단층촬영실로 이동하여 폐 HRCT를 시행하였다. 폐 HRCT(General Electric Medical System, Milwaukee, WI, USA)는 1.0-1.5 mm collimation section으로 시행하고 aortic arch level, tracheal crina, inferior pulmonary vein level에서 얻은 상을 관찰하고 분석하였다.

4. 폐 HRCT 소견

폐 HRCT 소견의 관찰과 분석은 두 명의 영상의학 전문의가 참여하였다.

폐 HRCT는 공기폐색(air trapping), 무기폐(atelectasis), 선상 음영(linear opacity), 기관지-폐혈관 다발의 변형(distorsion of bronchopulmonary bundle), 늑막 두께 증가(pleural thickening) 등을 관찰하고 이들의 빈도를 기관지폐이형성증이 있는 환자 군과 기관지폐이형성증이 없는 환자 군 사이에 비교하였다.

Table 1. Diagnostic Criteria and Clinical Severity of Bronchopulmonary Dysplasia from Jobe and Bancalari³⁾

Gestational age	<32 week	≥32 week
Time point of assessment	36 week PMA or discharge to home, whichever comes first	>28 day but <56 day postnatal age or discharge to home, whichever comes first
Treatment with oxygen > 21% for at least 28 days		
Mild BPD	Breathing room air at 36 week PMA or discharge, whichever comes first	Breathing room air by 56 day postnatal age or discharge, whichever comes first
Moderate BPD	Need for <30% oxygen at 36 week PMA or discharge, whichever comes first	Need for <30% oxygen at 56 day postnatal age or discharge, whichever comes first
Severe BPD	Need for ≥30% oxygen and/or positive pressure, (PPV, or NCPAP) at 36 week PMA or discharge, whichever comes first	Need for ≥30% oxygen and/or positive pressure, (PPV, or NCPAP) at 56 day postnatal age or discharge, whichever comes first

Abbreviations : BPD, bronchopulmonary dysplasia; NCPAP, nasal continuous positive airway pressure; PMA, postmenstrual age; PPV, positive pressure ventilation

폐 HRCT의 분석에 참여한 두 명의 영상의학 전문의의 합의 하에 국소적(focal) 공기폐색은 공기폐색이 폐 분절(segment) 이나 폐 소엽(lobule) 내에 국한 되어 있으며, 그 갯수가 3개 이하인 경우로 하였고, 미만성(diffuse) 공기폐색은 폐엽 전체를 포함하거나 폐 전역에 4개 이상 분포하는 것으로 정의하였다. 무기폐는 폐 분절이나 폐 소엽 내에 국한되어 있거나 그 갯수가 3개 이하인 경우에 국소적 무기폐, 폐엽 전체를 포함하거나 폐 전역에 4개 이상 분포하면 미만성 무기폐로 정의하였다.

폐 HRCT 소견을 정량적으로 관찰하기 위해 폐 전체를 폐엽에 따라 오른쪽은 상엽, 하엽, 중엽의 3부위, 왼쪽은 상엽, 하엽, 설엽(lingual segment)의 3개 부위의 총 6부위로 나눈 후 각 부위에 따라 공기폐색 과 무기폐를 관찰하였다. 폐 HRCT 소견 중 공기폐색은 각각의 폐엽에 대해 침범여부에 따라 점수를 부여하여 0에서 6점까지 점수를 부여하였고, 무기폐는 각각의 폐엽에서 3개 이상의 소엽을 침범하면 2점, 3개 미만의 소엽을 침범하면 1점으로 하여 0-12점까지 점수를 부여하였다. 이들의 합으로 공기폐색 점수(score of air trapping)와 무기폐 점수(score of atelectasis)를 구했고, 다시 이들의 총 합인 총 CT 점수(total CT score)을 구했다. 기관지-폐동맥 직경 비는 폐 HRCT 소견에서 폐용적 감소가 있는 폐엽 내에서 기관지가 CT 스캔면에 직각으로 촬영되었고, 기관지 내경이 비교적 잘 유지되어 있으면서, 기관지 벽두께가 증가되어 있는 기관지를 4개 이상을 찾아 이들 기관지의 가장 짧은 외직경을 측정하고, 같이 동반된 폐동맥의 가장 짧은 직경을 측정하여 그 비를 구했다.

5. 기관지폐이형성증의 중증도와 폐 HRCT 소견의 비교

측정한 기관지폐이형성증 증의 임상적 중증도와 폐 HRCT 소견으로부터 정량적으로 구한 공기폐색 점수, 무기폐 점수, 총 CT 점수(total CT score), 기관지-폐동맥 직경 비와의 상관관계를 분석하였다.

6. 통계

공기폐색 점수, 무기폐 점수, 총 CT 점수(total CT score), 기관지-폐동맥 직경 비는 평균±표준편차를 구하였다. 통계처리는 SPSS version 11.5를 이용하여 Chi-square 검사, 독립적 t-검사, Pearson 상관관계 분석, 단순 선상회귀 분석을 시행하였

Table 2. Clinical Severity of Bronchopulmonary Dysplasia in Enrolled VLBW Infants Defined by Jobe-Bancalari Diagnostic Criteria³⁾

	Number (%) (n=44)
no BPD	19 (43.1)
BPD	25 (56.9)
mild	16 (64.0)
moderate	5 (20.0)
severe	4 (16.0)

Abbreviation : BPD, bronchopulmonary dysplasia

다. 통계적 유의성은 P<0.05로 하였다.

결 과

1. 대상아들의 기관지폐이형성증의 중증도와 임상적 특성

대상아 44명 중 25명(56.9%)에서 기관지 폐이형성증이 있었고 이들 중 경증은 16명(64.0%), 중등증은 5명(20.0%), 중증은 4명(16.0%)이었다(Table 2).

대상아 평균 재태연령은 27.9±1.9주, 평균 출생체중은 1,107.1±235.4 g이었다. 1분 Apgar 점수는 5.0±2.1, 5분 Apgar 점수는 7.4±1.7이었다. 입원 중 투여된 최고 산소 농도는 FiO₂ 0.49±0.27, 인공호흡기 치료 기간은 21.5±26.1일 이었다. 인공호흡기와 산소 치료를 받은 총기간은 37.2±28.6일 이었다(Table 3).

성별이 남아인 경우가 25례(56.8%), 제왕절개술 출생이 32례(72.7%), 산전 스테로이드 투여가 38례(86.4%), 임신성 고혈압이 8례(18.2%), 양수막조기파열이 8례(18.2%), Bomsel의 호흡곤란증후군 흉부 X-선 사진 분류¹⁸⁾에 의한 중증도 3이상의 신생아 호흡곤란 증후군이 24례(54.5%), 인공 폐표면 활성제 투여가 17례(38.6%), 동맥관개존증이 23례(52.3%), 폐기흉이 1례(2.3%), 폐출혈이 2례(4.5%), 국제 분류¹⁹⁾에 의한 중증도 3이상의

Table 3. Clinical Characteristics of VLBW Infants Treated with Oxygen

	without BPD (n=19)	with BPD (n=25)	Total (n=44)
Gestational age (weeks)*	29.4±1.5	27.0±1.4	27.9±1.9
Birth weight (g)*	1239.2±186.0	1006.7±221.3	1107.1±235.4
1 min apgar score*	6.5±1.3	3.8±1.9	5.0±2.1
5 min apgar score	8.2±1.1	6.8±1.7	7.4±1.7
Maximum FiO ₂ *	0.34±0.16	0.61±0.28	0.49±0.27
Duration of MV (days)*	2.1±2.8	36.3±27.3	21.5±26.1
Total duration of MV +O ₂ therapy*	10.7±9.0	57.3±20.7	37.2±28.6
Male	11 (57.9%)	14 (56.0%)	25 (56.8%)
Cesarean section	16 (84.2%)	16 (64.0%)	32 (72.7%)
Antenatal corticosteroids	18 (94.7%)	20 (80%)	38 (86.4%)
PIH*	7 (36.8%)	1 (4.0%)	8 (18.2%)
PROM >24 hrs	3 (15.8%)	5 (20.0%)	8 (18.2%)
RDS (>grade 2)	8 (42.1%)	16 (64.0%)	24 (54.5%)
Surfactant use*	4 (21.1%)	13 (52.0%)	17 (38.6%)
PDA*	5 (26.3%)	18 (72.0%)	23 (52.3%)
Pneumothorax	0 (0%)	1 (4.0%)	1 (2.3%)
Pulmonary hemorrhage	1 (5.3%)	1 (4.0%)	2 (4.5%)
ROP (>stage 2)*	0 (0%)	6 (24.0%)	6 (13.6%)
NEC	2 (10.5%)	3 (12.0%)	5 (11.4%)

Abbreviations : BPD, bronchopulmonary dysplasia; MV, mechanical ventilation; PIH, pregnancy induced hypertension; PROM, premature rupture of membrane; RDS, respiratory distress syndrome; PDA, patent ductus arteriosus; ROP, retinopathy of prematurity; NEC, necrotizing enterocolitis.

*Variables are statistically different between VLBW infants with BPD and without BPD (P<0.05).

미숙아망막증이 6례(13.6%), 피사성 장염이 5례(11.4%)였다. 제태연령, 출생체중, 1분과 5분 Apgar 점수는 기관지 폐이형성증 환자 군에서 기관지폐이형성증이 없는 환자 군에 비해 통계적으로 의미 있게 낮았고($P<0.05$), 최고 투여 산소 농도, 인공호흡기 치료기간, 인공호흡기와 산소치료를 받은 총기간은 기관지 폐이형성증 환자 군에서 기관지폐이형성증이 없는 환자 군에 비해 통계적으로 의미 있게 높았다($P<0.05$). 임신성 고혈압의 빈도가 기관지폐이형성증이 없는 군에서 통계적으로 의미 있게 높았으나, 인공 폐표면활성제 투여, 동맥관개존증, 중증도 3 이상의 미숙아망막증의 빈도는 기관지 폐이형성증이 있는 군에서 통계적으로 의미 있게 높았다($P<0.05$, Table 3).

2. 폐 HRCT 소견

폐 HRCT 소견은 공기폐색(56.8%), 무기폐(70.5%), 선상 음영 증가(77.3%), 기관지-폐혈관 다발의 변형(65.9%) 등이 흔히 관찰되었다. 공기폐색(80.0%)과 무기폐(100%)가 기관지 폐이형성증이 있는 환자 군에서 기관지폐이형성증이 없는 환자 군에 비해 통계적으로 의미있게 자주 관찰되었으나($P<0.05$), 기관지 폐이형성증이 없는 환자 군에서도 각각 26.3%, 31.6%가 관찰되었다. 기관지폐이형성증이 있는 환자 군에서는 미만성 공기 폐색(72.0%)과 미만성 무기폐(76.0%)가 주로 관찰되었고 기관지폐이형성증이 없는 환자 군에서는 상대적으로 국소적 변화가 많이 관찰되었다. 선상 음영과 기관지-폐혈관 다발의 변형은 기관지 폐이형성증이 있는 환자 군에서 각각 96.9%, 88.0% 관찰되었고,

기관지폐이형성증이 없는 환자 군에서 각각 52.6%, 36.8 % 관찰되어 두 군 사이에 통계적으로 의미 있는 차이를 보였다($P<0.05$). 늑막 두께 증가는 기관지폐이형성증이 있는 환자 군에서

Table 4. HRCT Findings in VLBW Infants Treated with Oxygen

	without BPD (n=19)	With BPD (n=25)	Total (n=44)
Descriptive finding			
Air trapping*	5 (26.3%)	20 (80.0%)	25 (56.8%)
focal	5 (26.3%)	2 (8.0%)	7 (15.9%)
diffuse*	0 (0%)	18 (72.0%)	18 (40.9%)
Atelectasis	6 (31.6%)	25 (100%)	31 (70.5%)
focal*	3 (15.8%)	6 (24.0%)	9 (20.5%)
diffuse*	3 (15.8%)	19 (76.0%)	22 (50.0%)
Linear opacity*	10 (52.6%)	24 (96.9%)	34 (77.3%)
BP bundle distorsion*	7 (36.8%)	22 (88.0%)	29 (65.9%)
Pleural thickening	0 (0%)	5 (20.9%)	5 (11.4%)
Quantitative variables			
Score of air trapping*	0.42±0.77	1.88±1.62	1.25±1.49
Score of atelectasis*	2.37±1.77	6.12±1.90	4.50±2.62
Total CT score*	2.79±2.22	8.00±2.66	5.75±3.58
Ratio of B-to-P artery diameter*	0.90±0.02	0.84±0.08	0.87±0.07

Abbreviations : BPD, bronchopulmonary dysplasia; Total CT score, sum of scores of air trapping and consolidation; BP, bronchopulmonary; B-to-P, bronchus-to pulmonary
*Variables are statistically different between VLBW infants with BPD and without BPD ($P<0.05$).

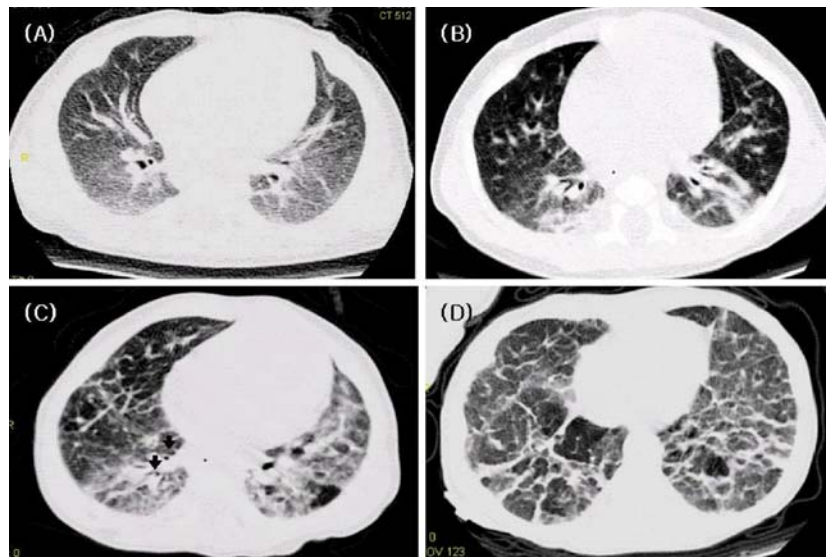


Fig. 1. HRCT findings of four infants with BPD. (A) Few linear streaky densities and mild architecture distortions are seen on both lung fields. (B) Bronchial wall thickening and focal consolidation are observed on the dependent portions and hyperaeration of both lungs is seen. (C) Hyperaeration, multiple air trappings and subpleural bullae with diffuse consolidation of left lung and dependent portion of right lung are seen. Note decreased bronchus-to-pulmonary artery diameter ratio (arrows). (D) Diffuse consolidations with extensive multiple air trappings and thick linear fibrotic bands are observed on both whole lung fields.

만 5례(20.9%)를 관찰할 수 있었다(Table 4).

대상아 44명의 공기폐색 점수, 무기폐 점수, 총 CT 점수, 기관지-폐동맥 직경 비는 각각 1.25 ± 1.49 , 4.50 ± 2.62 , 5.75 ± 3.58 , 0.87 ± 0.07 이었다. 공기폐색 점수, 무기폐 점수, 총 CT 점수는 기관지 폐이형성증이 있는 환자 군에서 기관지폐이형성증이 없는 군에 비해 통계적으로 의미 있게 높았고($P < 0.05$), 기관지-폐동맥 직경 비는 통계적으로 의미 있게 낮았다($P < 0.05$, Table 4).

3. 폐 HRCT 소견과 임상 소견의 비교

공기폐색 점수($r^2=0.635$, $P=0.000$), 무기폐 점수($r^2=0.718$, $P=0.000$), 총 CT 점수($r^2=0.799$, $P=0.000$), 기관지-폐동맥 직경 비($r^2=-0.661$, $P=0.000$)는 pearson 상관관계 분석에서 기관지 폐이형성증의 중증도와 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다(Table 5). 총 CT 값과 기관지-폐동맥 직경 비는 기관지 폐이형성증의 중증도와 단순 선상 회귀분석에서 각각 총 CT 점수 = $3.204 + 2.948 \times$ 기관지폐이형성증의 중증도($r=0.599$, $P < 0.0001$), 기관지-폐동맥 직경 비 = $0.91 - 0.05 \times$ 기관지 폐이형성증의 중증도($r=0.576$, $P < 0.0001$)로 직선의 상관관계를 보였다(Fig. 2).

고 찰

본 연구는 산소 또는 인공호흡기 치료를 받았던 극소 저출생 체중아에서 교정 주령 38-42주에 폐 HRCT를 시행하여 폐실질의 변화를 우선 관찰하고자 하였다. 대상아 중에 기관지 폐이형성증이 있는 다수의 환아 뿐아니라 임상적 또는 단순 흉부 X-선 소견 상 특별한 이상 소견이 없는 대상아에서도 무기폐, 공기폐색, 선상 음영증가, 기관지-폐혈관 다발 변형 등의 여러 소견들이 관찰되었다. 즉 출생 직후 최소한의 산소 또는 인공호흡기 치료만으로도 다수의 환아에서 어느 정도 폐 실질의 변형이 생기는 것을 관찰할 수 있었다.

산소치료를 받은 극소 저출생 체중아에서 기관지 폐이형성증은 대표적인 폐 합병증이다⁴⁾. 기관지폐이형성증은 대부분이 인

Table 5. Correlations of Quantitative Variables of HRCT Findings with the Severity of BPD Defined by Jobe and Bancalari's Diagnostic Criteria³⁾

	BPD severity	
	r^2	P -value
Score of air trapping	0.635	0.000
Score of atelectasis	0.718	0.000
Total CT score*	0.799	0.000
Ratio of Bronchus-to-pulmonary artery diameter	-0.661	0.000

Abbreviation : BPD, bronchopulmonary dysplasia

*Total CT score, summation of scores of air trapping and consolidation

공호흡기 치료 또는 산소치료를 받은 극소 저출생체중아에서 발생하는 폐에 대한 기계적 또는 산소자유기에 의한 손상이 주원인으로 생각되고 있다²⁻⁴⁾.

기관지폐이형성증의 특징적인 병리 소견은 기관지의 변형과 폐 실질의 변화이다. 무기폐와 폐포 팽창의 광범위한 혼재, 폐기도 평활근의 비후, 광범위 섬유화의 진행, 폐포 감소 등이 주요 소견이다²⁰⁻²⁴⁾. 본 연구에서 폐 HRCT 소견은 기관지폐이형성증의 병리소견과 매우 유사한 소견을 보였다. 기관지폐이형성증 환자의 경우 대부분이 폐 공기폐색과 무기폐가 폐 전체에 혼재하는 소견을 보였고, 폐 섬유질화를 의미하는 폐 선상 음영 증가도 대부분의 기관지폐이형성증 환자에서 관찰되었다. 이는 신생아기에 촬영한 기관지 폐 HRCT가 기관지폐이형성증의 폐 병리 소견의 변화를 매우 잘 반영한다는 것을 의미한다. 또한, 임상적으로 기관지 폐이형성증에 이환되지 않은 대상아에서도 폐 HRCT에서 폐실질의 변형이 관찰되기 때문에 폐 HRCT는 산소치료에 의해 발생하는 폐 실질의 병리적 변화를 관찰하는데 매우 민감한 것으로 생각되었다.

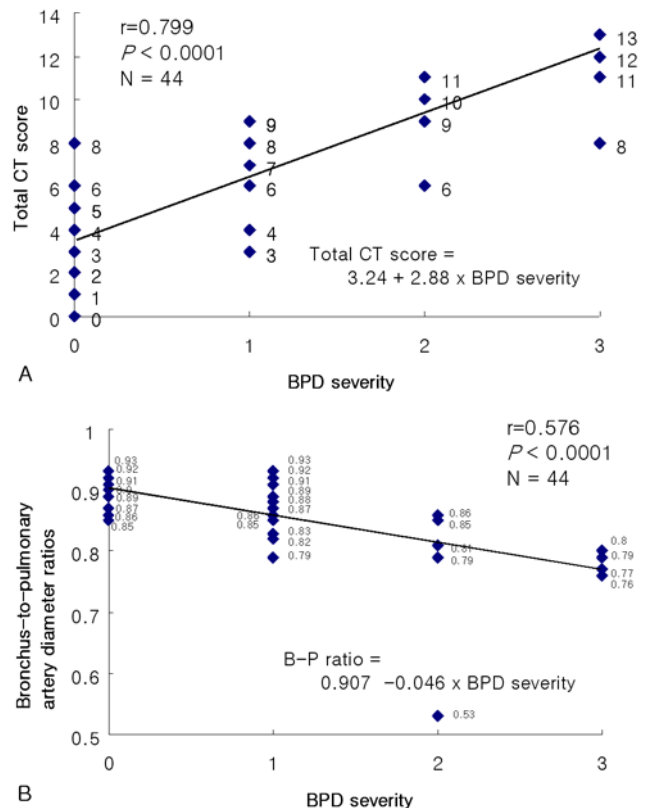


Fig. 2. Correlations of total CT scores and ratios of bronchus-to-pulmonary artery diameter of HRCT findings with the severity of BPD. The total CT score (A) and the ratio of bronchus-to-pulmonary artery diameter (B) show a linear correlation with the clinical severity of BPD. The severity of BPD is defined by Jobe and Bancalari diagnostic criteria³⁾; 0, normal, 1, mild BPD, 2 moderate BPD, 3, severe BPD.

기관지폐이형성증의 폐 HRCT 연구는 주로 과거에 기관지 폐 이형성증에 이환되었다가 성장한 성인이나 소아를 대상으로 하였다⁹⁻¹⁷⁾. Oppenheim 등¹²⁾은 폐 HRCT가 기관지폐이형성증의 폐 실질 변화를 관찰하는데 단순 흉부 X-선 촬영보다 우수함을 보고한바 있으며, Reittner 등¹⁶⁾은 Wilson-Mikity 증후군의 폐 컴퓨터단층촬영술 소견을 보고하였다. Aquino 등¹⁵⁾은 흡기와 호기에서 기관지폐이형성증의 폐 HRCT의 변화를 관찰하였고, Kuhn 등^{9, 14)}은 소아의 여러 폐 질환에서 폐 HRCT의 유용성에 대해 기술하였다. Howling 등¹⁰⁾은 성인이 된 기관지폐이형성증 환자 10명에서 폐 용적의 감소와 기관지 벽의 두께 증가 등의 폐 HRCT 소견을 보고하였다. Kubota 등¹¹⁾은 폐 컴퓨터단층촬영술 소견 중 공기폐색이 기관지폐이형성증의 임상 증상과 가장 상관관계가 있음을 보고하였다. 그러나 최근까지도 교정 주령 40 주 전후한 신생아기에 폐 HRCT와 기관지폐이형성증의 임상적 중증도와 비교 관찰한 연구는 드물다.

본 연구의 폐 HRCT는 기관지폐이형성증의 임상적 중증도와 비교적 연관이 잘 되었다. 폐 HRCT는 단순 흉부 X-선 사진과 달리 기관지폐이형성증 환자의 임상적 중증도와 향후 예후를 예측하는데도 매우 유용하게 기여할 것으로 생각되었다. 그러나 이를 위해서는 이들의 추적 관찰을 통해 성장 후 환자의 임상소견 관찰과 폐기능검사를 실시하여 좀더 많은 자료의 보완이 요구된다.

최근에는 고농도 산소투여나 인공호흡기 치료가 필요 없었던 26주 미만의 초극소 미숙아에서 주로 발생하는 기관지폐이형성증을 과거의 전형적인 기관지폐이형성증과 구별하여 새로운 기관지폐이형성증(new BPD)으로 명명하고 있다^{2-5, 24-26)}. 이 새로운 기관지폐이형성증은 기존의 기관지폐이형성증(old BPD)과는 그 병리소견이 매우 다르다. 폐포와 동반하는 혈관의 숫자가 현저히 감소되어 있고 섬유화 정도는 다양하고, 기관지와 혈관의 병변, 염증반응 정도는 현저하지 않다²⁴⁾. 그 병태 생리는 출생 후 폐포와 소기관지의 정상적인 분화 발달에 이상이 생겨 결과적으로 정상적인 폐포 숫자의 현저한 감소를 초래하는 것으로 여겨진다^{3, 27-30)}. 본 연구에서는 기존의 기관지폐이형성증과 새로운 기관지폐이형성증을 구분하여 연구하지는 않았다. 그러나 임상적으로 기관지폐이형성증이 없었던 일부 환자에서도 폐 실질의 형태적 변화가 관찰되고 있어, 초극소 저출생 체중아의 경우 출생 후 최소한의 산소 치료로도 폐 발달에 이상이 발생할 수 있다는 것이 폐 HRCT로 확인 가능하였다³⁰⁾. 향후 폐 HRCT를 출생 후 산소치료가 필요했던 환아에 보다 적극적으로 조기에 적용하면 기관지폐이형성증의 병태 생리를 이해하는데 도움이 될 것으로 여겨졌다.

결론적으로 극소저출생 체중아에서 기관지폐이형성증의 폐 HRCT 소견은 폐 공기 폐색과 무기폐가 폐 실질 내에 전반적으로 혼재하고, 선상 음영 증가, 기관지 폐혈관 다발 변형, 능막 두께 증가 등의 소견을 보였다. 폐 HRCT에서 폐 손상 정도의 정량적 지표로 선택한 총 CT 점수와 기관지-폐동맥 직경 비는

기관지 폐이형성증의 임상적 중증도와 통계적으로 의미있는 상관관계를 보였다. 이는 신생아기에 촬영한 기관지폐이형성증의 폐 HRCT가 폐 실질 내의 병리적 변화를 잘 반영하고, 임상적 중증도와 연관되어 향후 예후 예측에도 도움이 될 것으로 추측되었다. 또한, 향후 기관지폐이형성증의 진단 기준에 폐 HRCT 소견도 반영 되어야 할 것으로 기대되고, 이들에 대한 폐기능 검사와 추가적인 폐 HRCT를 시행해 그 변화를 관찰하는 것이 필요할 것으로 여겨졌다.

요 약

목적 : 산소치료를 받았던 극소저출생 체중아에서 교정 주령 38에서 42주에 폐 HRCT를 시행하여 폐 실질 내의 변화를 관찰하고 기관지폐이형성증의 임상적 중증도와 비교 하고자 하였다.

방법 : 산소 치료 받은 재태연령 32주미만, 출생체중 1,500 g 미만의 극소저출생 체중아 44명을 대상으로 출생 후 교정주령 38-42주에 폐 HRCT를 시행하였다. 흔히 관찰되는 폐 HRCT 소견들을 기술하고 그들의 빈도를 구했다. 폐 HRCT 소견에서 폐 손상 정도를 정량적으로 표시한 공기폐색 점수, 무기폐 점수, 총 CT 점수와 기관지-폐동맥 직경 비를 기관지 폐이형성증 환자군과 기관지폐이형성증이 없는 환자군 사이에 비교하고, Jobe-Bancalari 진단 기준에 의한 기관지폐이형성증의 임상적 중증도와 비교하였다.

결과 : 1) 폐 HRCT 소견은 공기 폐색(56.8%), 무기폐(70.5%), 선상 음영 증가(77.3%), 기관지-폐혈관 다발의 변형(65.9%) 등이 흔히 관찰되었다. 이들 소견들은 기관지폐이형성증이 있는 환자 군에서 기관지폐이형성증이 없는 환자 군에 비해 통계적으로 의미 있게 혼재되어 자주 관찰되었으나($P < 0.05$), 기관지폐이형성증이 없는 환자 군 일부에서도 관찰되었다. 공기폐색 점수, 무기폐 점수, 총 CT 점수는 기관지폐이형성증이 있는 환자 군에서 기관지폐이형성증이 없는 환자 군에 비해 통계적으로 의미 있게 높았고($P < 0.05$), 기관지-폐동맥 직경 비는 통계적으로 의미 있게 낮았다($P < 0.05$). 총 CT 점수($r = 0.799, P < 0.0001$)와 기관지-폐동맥 직경 비($r = 0.576, P < 0.0001$)는 임상적 기관지폐이형성증의 중증도와 통계적으로 의미 있는 직선의 상관관계를 보였다.

결론 : 산소치료를 받았던 극소저출생 체중아를 대상으로 신생아기에 촬영한 폐 HRCT 소견은 폐 실질 내의 변화를 잘 반영하고, 기관지폐이형성증의 임상적 중증도와 의미 있는 상관관계를 보였다.

References

1) Northway WH Jr, Rosan RC, Porter DY. Pulmonary disease following respirator therapy of hyaline-membrane disease.

- Bronchopulmonary dysplasia. *N Engl J Med* 1967;276:357-68.
- 2) Bancalari E, Claure N, Sosenko IR. Bronchopulmonary dysplasia: changes in pathogenesis, epidemiology and definition. *Semin Neonatol* 2003;8:63-71.
 - 3) Jobe AH, Bancalari E. Bronchopulmonary dysplasia. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:1723-9.
 - 4) Banks-Randall BA, Ballard RA. Bronchopulmonary dysplasia. In: Tausch HW, Ballard RA, Gleason CA. *Avery's diseases of the newborn*. 8th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2004:723-36.
 - 5) Bancalari E. Changes in the pathogenesis and prevention of chronic lung disease of prematurity. *Am J Perinatol* 2001; 18:1-9.
 - 6) Fitzgerald P, Donoghue V, Gorman W. Bronchopulmonary dysplasia: a radiographic and clinical review of 20 patients. *Br J Radiol* 1990;63:444-7.
 - 7) Mortensson W, Lindroth M. The course of bronchopulmonary dysplasia. A radiographic follow-up. *Acta Radiol Diagn (Stockh)* 1986;27:19-22.
 - 8) Oppermann HC, Wille L, Bleyl U, Obladen M. Bronchopulmonary dysplasia in premature infants. A radiological and pathological correlation. *Pediatr Radiol* 1977;5:137-41.
 - 9) Kuhn JP. High-resolution computed tomography of pediatric pulmonary parenchymal disorders. *Radiol Clin North Am* 1993;31:533-51.
 - 10) Howling SJ, Northway WH Jr, Hansell DM, Moss RB, Ward S, Muller NL. Pulmonary sequelae of bronchopulmonary dysplasia survivors: high-resolution CT findings. *Am J Roentgenol* 2000;174:1323-6.
 - 11) Kubota J, Ohki Y, Inoue T, Sakurai M, Shigeta M, Mochizuki H, et al. Ultrafast CT scoring system for assessing bronchopulmonary dysplasia: reproducibility and clinical correlation. *Radiat Med* 1998;16:167-74.
 - 12) Oppenheim C, Mamou-Mani T, Sayegh N, de Blic J, Scheinmann P, Lallemand D. Bronchopulmonary dysplasia: value of CT in identifying pulmonary sequelae. *AJR Am J Roentgenol* 1994;163:169-72.
 - 13) Hertzog JH, Cartie RJ, Hauser GJ, Dalton HJ, Cleary K. The use of a mobile computed tomography scanner in the pediatric intensive care unit to evaluate airway stenting and lung volumes with varying levels of positive end-expiratory pressure. *Pediatr Crit Care Med* 2001;2:346-8.
 - 14) Kuhn JP, Brody AS. High-resolution CT of pediatric lung disease. *Radiol Clin North Am* 2002;40:89-110.
 - 15) Aquino SL, Schechter MS, Chiles C, Ablin DS, Chipps B, Webb WR. High-resolution inspiratory and expiratory CT in older children and adults with bronchopulmonary dysplasia. *Am J Roentgenol* 1999;173:963-7.
 - 16) Reittner P, Fötter R, Tillich M, Popper H, Lindbichler F, Reiterer F. High-resolution CT findings in Wilson-Mikity syndrome: a case report. *Pediatr Radiol* 1998;28:691-3.
 - 17) Chung YH, Lee YS, Kim JH, Han H, Chung HS, Cha YM, et al. High-resolution CT findings in infants with bronchopulmonary dysplasia: Preliminary report. *J Kor Radiol Soc* 1996;35:131-5.
 - 18) Bomsel F. Radiologic study of hyaline membrane disease: 110 cases. *J Radiol Electrol Med Nucl* 1970;51:259-68.
 - 19) International Committee for Classification of ROP. An international classification of retinopathy of prematurity. *Pediatrics* 1984;74:127-33.
 - 20) Stocker JT. Pathologic features of long-standing "healed" bronchopulmonary dysplasia: a study of 28 3- to 40-month-old infants. *Hum Pathol* 1986;17:943-61.
 - 21) Erickson AM, de la Monte SM, Moore GW, Hutchins GM. The progression of morphologic changes in bronchopulmonary dysplasia. *Am J Pathol* 1987;127:474-84.
 - 22) Takemura T, Akamatsu H. Ultrastructural study on the pulmonary parenchyma of the neonates following prolonged mechanical ventilation. *Acta Pathol Jpn* 1987;37:1115-26.
 - 23) Van Lierde S, Cornelis A, Devlieger H, Moerman P, Lauweryns J, Eggermont E. Different patterns of pulmonary sequelae after hyaline membrane disease: heterogeneity of bronchopulmonary dysplasia? A clinicopathologic study. *Biol Neonate* 1991;60:152-62.
 - 24) Coalson JJ. Pathology of new bronchopulmonary dysplasia. *Semin Neonatol* 2003;8:73-81.
 - 25) Charafeddine L, D'Angio CT, Phelps DL. Atypical chronic lung disease patterns in neonates. *Pediatrics* 1999;103(4 Pt 1):759-65.
 - 26) Sahni R, Ammari A, Suri MS, Milisavljevic V, Ohira-Kist K, Wung JT, et al. Is the new definition of bronchopulmonary dysplasia more useful? *J Perinatol* 2005;25:41-6.
 - 27) Coalson JJ, Winter VT, Siler-Khodr T, Yoder BA. Neonatal chronic lung disease in extremely immature baboons. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;160:1333-46.
 - 28) Husain AN, Siddiqui NH, Stocker JT. Pathology of arrested acinar development in postsurfactant bronchopulmonary dysplasia. *Hum Pathol* 1998;29:710-7.
 - 29) Thibeault DW, Mabry SM, Ekekezie II, Truog WE. Lung elastic tissue maturation and perturbations during the evolution of chronic lung disease. *Pediatrics* 2000;106:1452-9.
 - 30) Jobe AH, Ikegami M. Lung development and function in preterm infants in the surfactant treatment era. *Annu Rev Physiol* 2000;62:825-46.