

## 학동 전기 소아에서 폐활량 측정의 질관리와 성공률

차의과학대학 분당차병원 소아청소년과학교실

서현경 · 장선정 · 정다운 · 이초애 · 위영선 · 지혜미 · 서지영 · 한만용

= Abstract =

### The quality control and acceptability of spirometry in preschool children

Hyun Kyong Seo, M.D., Sun Jung Chang, M.D., Da Woon Jung, Cho Ae Lee, M.D.  
Young Sun Wee, M.D., Hye Mi Jee, M.D., Ji Young Seo, M.D., and Man Yong Han, M.D.

Department of Pediatrics, CHA University School of Medicine, Seongnam, Korea

**Purpose:** We examined the ability of preschool aged children to meet the American Thoracic Society (ATS) and European Respiratory Society (ERS) goals for spirometry quality and tried to find out the major factor for improving the rate of success of spirometry test in this age group.

**Methods:** Spirometry was performed in 2-6 aged 155 children with chronic cough or suspicious asthma with the recording of maneuver quality measures of forced expiratory time, end-of-test volume, back-extrapolated volume (Vbe), and forced vital capacity (FVC), as well as flow-volume curve. The subjects were tested several times and the two best results in each subject were selected. All criteria for quality control were suggested by ATS/ERS guidelines. The criteria for starting of the test was Vbe <80 mL and Vbe/FVC <12.5%. The criteria for repeatability of the test was that second highest FVC and FEV1 are within 100 mL or 10% of the highest value, whichever is greater. For the criteria for termination of the test for preschool aged children, we evaluated the flow-volume curve

**Results:** As getting older, the success rate of spirometry increased and rapidly increased after 3 years old. Total success rate of the test was 59.4% (2 years old - 14.3%, 3 years old - 53.7%, 4 years old - 65.1%, 5 years old - 69.7%, 6 years old - 70.8%). The percentage of failure to meet the criteria for starting the test was 6.5%, repeatability of the test was 12.3% and end of the test was 31%. There was a significant difference only in age between success group and failure group. Evaluating the quality control criteria of previous studies, the success rate increased with age.

**Conclusion:** About 60% of preschool aged children met ATS/ERS goals for spirometry test performance and the success rate was highly correlated with age. It is clearly needed that developing more feasible and suitable criteria for quality control of spirometry test in preschool aged children. (Korean J Pediatr 2009;52:1267-1272)

**Key Words:** Child, Preschool, Quality Control, Spirometry

## 서 론

소아에서 폐기능 측정은 폐의 역학 변화를 알고 폐 성장과 발달을 이해하는데 필수적이며 임상 진단에 유용하게 사용할 수 있다<sup>1)</sup>. 학동기 이후 소아나 2세 미만의 영유아 또는 신생아는 폐기능 검사가 어느정도 표준화 되어 있어 임상연구나 진단, 치료에 사용되고 있으나<sup>2, 3)</sup>, 학동전기 소아는 폐기능을 수행하기 위해

검사에 집중할 수 있는 시간이 짧고 검사에 협조가 잘 되지 않아 폐기능 검사 지표의 적합성과 반복성이 떨어지므로 폐기능 측정이 쉽지 않다<sup>4, 5)</sup>.

폐활량 측정법(spirometry)은 임상에서 흔히 사용되는 폐기능 검사 중 하나로 학동전기 소아에서는 시행하기 어렵다고 알려져 있어 관련 연구가 적었지만 최근 기술적으로 가능하다는 보고가 늘고 있고 다양한 연구결과들이 발표되는 추세이다<sup>6-8)</sup>. 그러나 이러한 결과들이 학동전기 소아의 폐기능을 정확하게 반영하려면 검사가 객관적이며 반복성 있게 시행되었음이 먼저 증명되어야 한다. 이에 American Thoracic Society (ATS)와 European Respiratory Society (ERS)는 공동으로 2007년도에 학동 전기 소아에 적절한 폐활량 측정법의 정도 관리 지침을 발표하기도 하였다<sup>9)</sup>. 이들은 폐기능 검사가 반복성 있고 적절하게 이루어졌는

Received : 21 July 2009, Revised : 15 September 2009

Accepted : 5 October 2009

Address for correspondence : Man Yong Han, M.D.

Department of Pediatrics, CHA Bundang Medical Center, CHA University School of Medicine, 351 Yatap-dong, Bundang-gu, Seongnam, Gyeonggi-do, 463-712, Korea

Tel : +82.31-780-6262, Fax : +82.31-780-5239

E-mail : drmesh@gmail.com

지를 평가하는 방법으로 몇가지 지표를 제시하였는데, 1초간 노력성 호기량(forced expiratory volume in one second, FEV<sub>1</sub>)을 두 번 반복 측정된 값의 차와 노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC)을 두 번 반복 측정된 값의 차를 검사의 반복성(repeatability)의 지표로, 후외삽용적(back-extrapolated volume, Vbe)과 Vbe/FVC를 검사의 적합성을 나타내는 지표로 제시하였다. 일부 연구에서는 최고호기유속 도달시간(time to peak expiratory flow, PEF)을 제시하기도 하였다. 그러나 이러한 지표들을 평가하기 이전에 유량-용적 곡선(flow-volume curve)이 적절하게 그려졌는지를 확인하는 것 또한 검사의 적정성을 평가하는 데 매우 중요하다<sup>9)</sup>.

따라서 본 연구에서는 국내 학동 전기 소아를 대상으로 폐활량 측정법을 시행하고 여러 지표를 이용하여 검사 결과의 적정성을 평가함으로써 학동전기 소아의 폐기능 검사의 성공률을 알아보고자 하였다.

**대상 및 방법**

**1. 대 상**

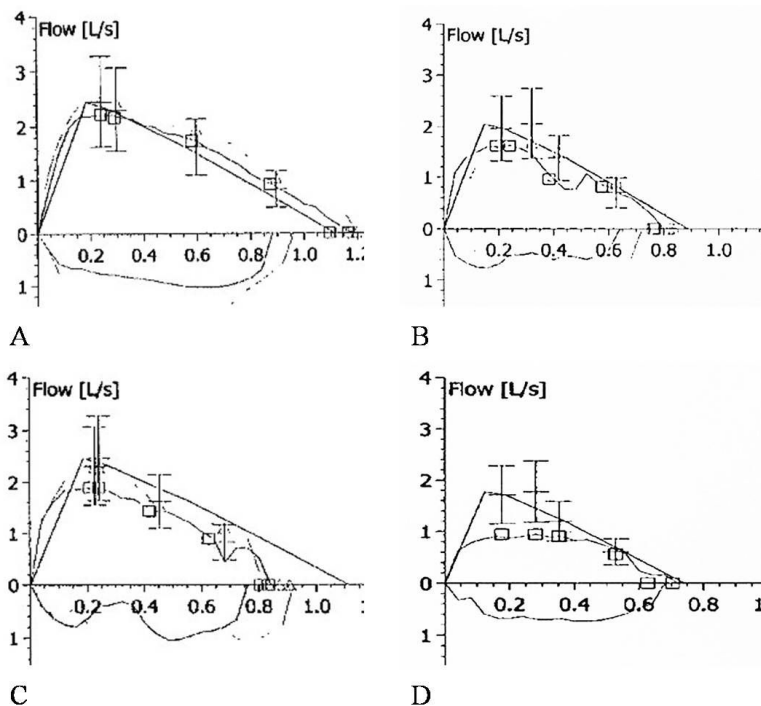
만성 기침이나 천식이 의심되어 분당 차병원에 내원한 2세 이

상 6세 미만의 176 명을 대상으로 폐활량 측정법을 시도하였다. 협조가 되지 않아 측정이 불가능한 14명(2.5±0.65세, 남자 10명)은 제외하여 총 162명(92% 시행율)에서 측정 결과를 얻을 수 있었다. 대상자들은 각 연령별로 성별, 키, 몸무게를 모두 기록하였고 BMI를 계산하였다. 이 연구는 분당 차병원 윤리 위원회의 허가를 받았다.

**2. 폐활량 측정**

폐활량 측정은 MS-IOS Digital instrument (Erich Jaeger AG, Würzburg, Germany)를 사용하였다. 제조사의 매뉴얼에 따라 매일 기계 보정을 하였다. 폐기능 측정자는 ATS/ERS에서 제시한 지침에 따라<sup>9)</sup> 각 항목의 값이 정확히 나온 2회를 선별하였다. 아이들이 좀 더 쉽고 오래 숨을 내쉴 수 있도록 기계 화면 상에 보이는 촛불을 붙여 끄는 행위 혹은 풍선을 부는 행위 등의 장려 프로그램(incentive program)을 이용하였다. 각 측정에서 FVC, FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>0.5</sub>, Vbe (L), Vbe/FVC (%)을 기록하였다.

후외삽용적(Vbe)이란 유량-용적 곡선에서 호기 시작 시점부터 처음 강하게 숨을 내쉬는 순간까지 새어나가는 용적을 후외삽 방법(back extrapolation method)을 이용하여 추정된 값으로, 이 용적이 적을수록 적합한 폐활량 측정법이라 할 수 있다<sup>10)</sup>. 본 연구에서는 ATS/ERS에서 제시한 기준에 따라 후외삽용적(Vbe)



**Fig. 1.** Flow volume loops shows various circumstances of spirometry. A) Flow volume loop of normal subject demonstrates a rapid rise to peak flow and a smooth descending limb. B) Example of flow volume loop with non maximal effort shows slow rise to peak or no obvious peak flow. C) Flow volume loop with premature termination shows abrupt drop in end of flow curve. D) Another example of flow volume loop with non maximal effort demonstrates plateau in flow curve.

이 80 mL 미만이고 FVC 의 12.5% 미만일 때를 시작 기준에 적합하다고 정의하였다. 최고호기유속 도달시간(PEF)이란 호기 시작부터 최대 호기 속도가 나타날 때까지의 시간으로 ATS/ERS에서 제시한 지침에는 포함되지 않았지만 호기 시작점을 평가하는데 좋은 지표이므로 함께 나타내었다<sup>7, 8)</sup>.

검사의 반복성을 확인하기 위해 선별한 두개의 유량-용적 곡선에서 FVC, FEV<sub>1</sub>의 차이를 구하여 반복성 측정하였다. ATS/ERS 지침에서는 FVC와 FEV<sub>1</sub>의 절대적 차이값이 100 mL 혹은 10% 미만인 경우로 정하였다. 학동 전기 연령의 소아에서 폐활량 측정법의 적합성과 반복성을 만족시키기 위한 기준은 1) 검사 시작기준에 적합할 것, 2) 두 번의 검사 결과가 반복성이 있을 것, 3) 인위성(artifact)이 없을 것 등 총 3가지로 분류하였다<sup>11)</sup>.

검사의 종료에 대한 기준은 학동 전기 연령에서 수치적으로 정의되어 있지 않지만 유량-용적 곡선이 초기에 급격하게 증가해서 후기에 완만하게 감소하는 것(Fig. 1)을 합당하다고 보았다. 유량-용적 곡선이 적절하게 나온 대상자(107명)를 선별하여 다른 문헌에 발표된<sup>6-9)</sup> 여러 정도 관리 기준에 맞추어 각 항목별로 성공률을 비교하였다.

3. 통계분석

통계 분석은 ANOVA 를 이용하여 각 연령별로 성별, 키, 체중, BMI 등을 비교 하였고 빈도 분석, 카이 제곱 검정과 독립 표본 T-검정을 이용하여 폐활량측정법의 적합성과 반복성을 분석하여 각 폐활량 측정법의 기준을 만족시키는 군과 그렇지 않은 군의 특성을 분석하였다. SPSS ver. 13.0 (SPSS Institute, Cary, NC)을 이용하여 통계 분석을 하였고 P값이 0.05 미만일 경우 통계적으로 유의하다고 정의하였다.

결 과

1. 성별 및 연령 분포

전체 162명 중 반복 검사를 시행하지 못한 7명을 제외하고 총 155명(4.1±1.2세, 남자 87명)을 대상으로 연구를 진행하였다. 연령이 증가할수록 키와 몸무게는 증가하였으나 연령에 따른 성별과 BMI는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 연령이 증가할수록 적합성과 반복성을 모두 만족하는 폐활량 측정법의 성공률이 증가하였는데(P=0.01, Table 1) 3세부터 급격하게 증

가한 것을 볼 수 있다(Fig. 2).

2. 폐활량 측정법의 성공률

전체 폐활량 측정법의 성공률은 59.4%이었다. 폐활량 측정법의 실패율을 항목별로 살펴보면 시작 기준에 맞지 않는 경우가 전체의 6.5%, 반복성 기준에 맞지 않는 경우가 12.3%이었으며, 최대 호기량의 부족, 조기 종료 등으로 호기 용적 곡선이 완만하지 않은 경우가 전체의 31%로 가장 높았다. 연령에 따른 시작 기준과 반복성의 적합성 여부에서는 통계적으로 차이가 없었으나 호기 용적 곡선이 적합하지 않은 경우는 유의한 차이가 있었으며(P<0.01) 2세에서 가장 낮았다. 검사 시작 기준의 하나인 최고 호기유속 도달시간(PEF)은 Neve 등<sup>8)</sup>의 기준(<120 ms)에 맞는 경우는 전체의 33.5%로 매우 낮았다. 폐활량 측정법이 성공한 군과 실패한 군 간에 성별, 키, 체중, BMI 의 차이는 없었고, 실패한 군이 평균연령이 더 낮았다(P<0.01, Table 2).

3. 폐활량 측정법의 정도 관리 기준 분석

호기 용적 곡선이 제대로 나온 107명을 대상으로 폐기능 측정법 각 항목을 다른 논문의 정도 관리 기준과 비교해 본 결과 2세에서 각 항목에 걸쳐 전반적으로 낮은 성공률을 보였으며 3세부터 급격하게 성공률이 증가한 것을 볼 수 있었다. 적합성 기준에 부합하는 항목들을 보면 Vbe의 중앙값은 30 mL (범위 10-90)이었으며 Vbe/FVC의 중앙값은 3.23% (1-9) 이었다. 연구 대상 중 90%에서 학동 전기 연령의 ATS/ERS 기준(Vbe ≤80

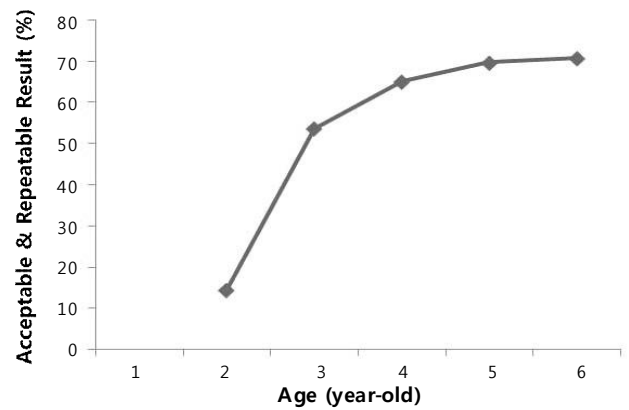


Fig. 2. The percentage of acceptability and repeatability is increasing with the age (P=0.01).

Table 1. Characteristics of Subjects (range)

	2-year-old (n=14)	3-year-old (n=41)	4-year-old (n=43)	5-year-old (n=33)	6-year-old (n=24)	P-value
Sex (M/F)	9/5	20/21	24/19	23/13	14/10	0.81
Weight (kg)	14 (12-16)	15 (12-23)	18 (14-24)	20 (14-26)	24 (18-40)	<0.01
Height (cm)	94 (90-101)	98 (90-111)	108 (97-116)	113 (96-120)	120 (106-132)	<0.01
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	15.8 (13.8-16.6)	15.5 (12.7-23.5)	15.4 (13-19.3)	15.7 (13.1-19)	15.7 (14-25.6)	0.51
Acceptable & repeatable result (%)	2 (14.3)	22 (53.7)	28 (65.1)	23 (69.7)	17 (70.8)	0.01

mL, Vbe/FVC ≤12.5%)과 Neve 등의 기준(Vbe ≤75 mL, Vbe/FVC ≤10%)을 만족시켰으며 ERS 성인 기준(Vbe ≤100 mL, Vbe/FVC ≤5%)을 만족시키는 대상은 84%로 비교적 낮았

다. 최고호기유속 도달시간에서는 Neve 등<sup>8)</sup>이 제시한 <120 ms는 성공률이 41%로 매우 낮았고 Enright 등<sup>6)</sup>이 제시한 <160 ms을 만족시키는 대상은 81%로 높았다(Table 3).

반복성 기준에 부합하는 항목으로 FVC와 FEV<sub>1</sub>의 변화량을 절대값으로 나타낸 값은 ΔFVC가 30 mL (0-180), ΔFEV<sub>1</sub>가 20 mL (0-140)이었으며, 퍼센트로 나타낸 값은 ΔFVC가 3.3% (0-16), ΔFEV<sub>1</sub>값은 3.0% (0-17)이었다. 107명 중 FVC의 변화량에서 ATS/ERS의 기준(≤100 mL와 ≤10%)을 만족시키는 대상은 88%였고 Neve 등의 기준(≤110 mL와 ≤10%)을 만족시키는 대상은 94%로 전자보다 높았다. FEV<sub>1</sub>의 변화량에서는 두 가지 기준 모두 96%에서 만족시키는 것으로 나타나 차이

**Table 2.** Anthropocentric Data of Children Who performed Spirometry (±SD)

	Successful (n=92)	Unsuccessful (n=63)	P-value
Sex (M/F)	50/42	37/26	0.62
Age (years)	4.34 (±1.1)	3.7 (±1.2)	<0.01
Height (cm)	108.3 (±8.3)	105.2 (±10.2)	0.05
Weight (kg)	18.5 (±4.0)	18.1 (±5.3)	0.11
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	15.6 (±2.0)	16.0 (±2.2)	0.81

**Table 3.** Analysis of Acceptability Variables and Success Rate based on Acceptability Criteria (range)

	All age (n=107)	2-year-old (n=4)	3-year-old (n=25)	4-year-old (n=31)	5-year-old (n=27)	6-year-old (n=20)
Distribution of variables						
Vbe (mL, range)	30 (10-90)	30 (20-40)	30 (10-60)	30 (10-60)	50 (30-90)	30 (10-90)
Vbe (% , range)	3.2 (1-9)	1.6 (1-7)	2.8 (2-9)	3.2 (1-4)	3.2 (1-8)	3.5 (2-5)
Time-to-PEF (msec, range)	0.12 (0.06-0.27)	0.13 (0.08-0.16)	0.14 (0.7-0.27)	0.12 (0.06-0.18)	0.11 (0.06-0.23)	0.14 (0.07-0.2)
Success rate in achieving acceptability criteria						
Vbe						
≤80 mL and ≤12.5% <sup>4</sup>	90	50	92	87	93	95
≤100 mL and <5% <sup>1</sup>	84	25	76	87	89	95
≤75 mL and <10 % <sup>2</sup>	90	50	92	87	93	95
Time-to-PEF						
<160 msec <sup>3</sup>	81	75	64	90	89	90
<120 msec <sup>2</sup>	41	25	20	45	67	30

Vbe, back extrapolated volume; PEF, peak expiratory flow

<sup>1</sup>ERS quality control criteria for adults; <sup>2</sup>Quality control criteria for children by Neve et al.<sup>8)</sup>; <sup>3</sup>Quality control criteria for children by Enright et al.<sup>6)</sup>; <sup>4</sup>ATS/ERS quality control criteria for children

**Table 4.** Analysis of Repeatability Variables and Success Rate based on Repeatability Criteria (range)

	All age (n=107)	2-year-old (n=4)	3-year-old (n=25)	4-year-old (n=31)	5-year-old (n=27)	6-year-old (n=20)
Distribution of variables						
ΔFVC (mL, range)	30 (0-180)	40 (10-60)	20 (0-110)	30 (0-90)	40 (0-130)	30 (0-180)
ΔFEV <sub>1</sub> (mL, range)	20 (0-140)	10 (0-50)	20 (0-90)	30 (0-80)	20 (0-60)	30 (10-140)
ΔFVC (% , range)	3 (0-16)	7 (1.7-13)	3 (0-15)	5 (0-13)	3 (0-15)	2 (0-16)
ΔFEV <sub>1</sub> (% , range)	3 (0-17)	1.74 (0-14)	4 (0-17)	3 (0-15)	2 (0-7)	2 (1-13)
Success rate (%) in achieving repeatability criteria						
ΔFVC, N children						
≤100 mL and ≤10% <sup>2</sup>	88	75	92	87	89	85
≤110 mL and <10% <sup>1</sup>	94	100	96	100	93	85
ΔFEV <sub>1</sub> <sup>1</sup> , N children						
≤100 mL and ≤10% <sup>2</sup>	96	75	96	97	100	95
≤110 mL and <10% <sup>1</sup>	96	75	96	97	100	95

FVC, forced vital capacity; FEV<sub>1</sub>, forced expiratory volume in 1 sec

<sup>1</sup>Quality control criteria for children by Neve et al.<sup>8)</sup>

<sup>2</sup>ATS/ERS quality control criteria for children

가 없었다. 모든 항목에서 2세에서 성공률이 가장 떨어졌고 3세 이후부터는 비교적 높은 성공률을 나타내었다(Table 4).

## 고 찰

폐활량 측정법을 6세 이하 학동 전기 연령의 소아에서 시행하는 것은 어렵다고 여겨져 왔으며, 아직도 교과서에는 보통 6세 이상에서 폐활량 측정법이 실행 가능하다고 나와 있다<sup>12)</sup> 그러나 최근 연구를 통해 6세 이하에서도 폐활량 측정이 가능하고<sup>9)</sup> 적절한 폐활량 측정법의 기준이 제시되었다<sup>7, 8)</sup>. 본 연구에서는 이미 발표된 기준에 맞추어 폐활량 측정법을 시행한 결과 2세 이상 6세 이하의 60%의 소아에서 적합성과 반복성의 기준에 부합하는 폐활량 측정법 시행이 가능하다는 것을 보여주었고 연령이 증가할수록 성공률도 증가하는 것으로 나타났다.

ATS/ERS 기준에 따라 4세에서 17세까지 폐활량 측정을 한 연구에 따르면<sup>11)</sup> 4세에서 25%, 5세에서 45%, 6세에서 약 65% 성공률을 보였고 연령이 증가할수록 증가 하였다. 이에 비해 이번 연구에서는 4세 65.1%, 5세 69.7%, 6세 70.8%로 더 높은 성공률을 나타내었으며 3세에서도 53.7%의 비교적 높은 성공률을 나타내었다. 앞의 연구는 학습 효과를 배제하기 위하여 처음 폐기능 검사를 시행하는 대상으로 제한한 반면 본 연구에서는 이미 폐기능 검사 시행 경험이 있는 아이들도 포함시켰기 때문에 학습 효과로 인한 성공률의 차이가 있었다고 생각된다. 4세에서 6세까지 대상수를 보면 앞의 연구는 73명인데 반해 본 연구가 100명으로 더 많았으므로 대상수 차이에 따른 원인도 생각해 볼 수 있다.

검사 실패의 주 원인은 호기 용적 곡선이 적절하지 않아 검사 종료 기준에 적합하지 않은 경우가 가장 많았다(Fig. 1). 호기 용적 곡선이 제대로 나오지 않은 원인은 호기시 최대한으로 숨을 내쉬지 않은 점, 검사의 조기 종료 등이 가장 많았으며 이는 Loeb 등<sup>11)</sup>이 검사 실패의 원인으로 밝힌 성문 폐쇄와 최대 노력 실패, 검사 조기 종료 등과 부합한다.

ATS/ERS에서 발표한 폐활량 측정법의 정도 관리에서 학동기 연령대에는 검사 종료 기준이 호기 용적 곡선에서 1초당 25 mL가 넘지 않은 상태의 용적이 1초 이상 안정기를 가지거나 노력 호기 시간(forced expiratory time, FET)이 3초 이상이어야 한다고 명확하게 나와있다<sup>10)</sup>. 기존의 학동기 연령의 소아를 대상으로 한 연구에서도 폐활량 측정법의 기준을 만족시키지 못하는 대부분의 경우가 이 검사 종료 기준에 부합하지 못하는 것을 원인으로 들고 있을 정도이므로<sup>11)</sup> 학동 전기 연령대의 아이들에게 검사 종료 기준을 적용하기에는 무리가 있다고 판단된다.

ATS/ERS 지침에는 없지만 몇 연구에서 검사 시작 기준으로 최고호기유속 도달시간(PEF)을 함께 제시하고 있다. 이 항목의 기준을 <120 msec로 설정하였을 때<sup>7, 8)</sup> 본 연구에서 전체 155명 중 이를 만족시킬 확률은 33.5%로 연령에 관계 없이 전반적으로 매우 낮았다. 또 다른 기준인 <160 msec로 설정하였을 때

는<sup>6)</sup> 전체의 70.3%로 비교적 높았다. 본 연구에서 평균 최고호기 유속 도달시간은 140 msec ( $\pm 60$ )으로 앞의 기준은 너무 엄격하다고 볼 수 있다. 폐활량측정의 정도 관리 기준을 정할 때 여러 번 반복하여 제대로 된 곡선이 나온 결과만을 대상으로 분석하게 된다<sup>7, 8)</sup>. 호기 용적 곡선이 제대로 나온 107명을 대상으로 최고 호기유속 도달시간 항목의 기준을 120 msec로 정하여도 성공률이 크게 떨어진다. 대상군이나 검사 방식이 제시된 기준에 적합하도록 폐기능을 수행하였음에도 최고호기유속 도달시간에 만족할 만한 결과를 얻기 어려웠으므로 적당한 기준치를 찾기 위한 좀더 광범위한 연구가 필요하다고 여겨진다.

폐활량 측정법의 성공군과 실패군에서 여러 특징을 비교하였을 때 나이 이외에는 통계학적으로 유의한 차이점이 없었다. 소아에서 폐활량 측정법 성공률을 연구한 기존의 논문들에서도 연령이 높아질수록 유의하게 성공률이 높아진다고 발표하였다<sup>11, 13, 14)</sup>. 발달 단계에서 볼 때 3세에서 5세 사이의 아이들은 단지 3단계 명령만을 수행할 수 있다<sup>15)</sup>. 따라서 폐활량 측정법에서 연령대의 발달 정도에 맞는 적절한 방식으로 검사를 진행해야 성공률을 높일 수 있다고 사료된다.

본 연구는 대상수가 적은 점과 외국 연구에 기초한 지침에 따라 성공률을 측정할 한계점이 있었다. 그러나 주변의 여건이 적절하게 갖추어지고 눈높이에 맞는 설명이 이루어진다면<sup>16)</sup> 국내에서도 학동전기 연령의 아이들도 충분히 협조적으로 폐기능 검사를 수행할 수 있다는 것을 보여 주었다는 것에 의의를 찾을 수 있다. 더불어 우리 나라에서도 국내 실정에 맞는 폐활량 측정법의 지침 및 정도 관리 기준을 개발해야 한다고 사료된다.

## 한 글 요약

**목적:** 국내 학동 전기 소아를 대상으로 폐활량 측정법을 시행하여 기준에 제시된 여러 지표를 기준으로 검사 결과의 적정성을 평가함으로써 이 연령대에서의 폐기능 검사의 성공률을 알아보고자 하였다.

**방법:** 만성 기침이나 천식이 의심되어 내원한 2세 이상 6세 이하의 176명을 대상으로 폐활량 측정법을 시도하여 총 155명에서 측정 결과를 얻을 수 있었다. ATS/ERS에서 제시한 기준에 따라 후외삽용적(Vbe)이 80 mL 미만이고 FVC의 12.5% 미만일 때를 시작 기준에 적합하다고 정의하였다. 검사의 반복성을 확인하기 위해 선별한 두개의 유량-용적 곡선에서 FVC, FEV<sub>1</sub>의 차이를 구하여 FVC와 FEV<sub>1</sub>의 절대적 차이값이 100 mL 또는 10% 미만인 경우를 적합하다고 정하였다. 검사의 종료에 대한 기준은 학동 전기 연령에서 수치적으로 정의되어 있지 않지만 유량-용적 곡선이 초기에 급격하게 증가해서 후기에 완만하게 감소하는 것을 합당하다고 보았다. 또한 유량-용적 곡선이 적절하게 나온 대상자(107명)를 선별하여 다른 문헌에 발표된 여러 정도 관리 기준에 맞추어 각 항목별로 성공률을 비교하였다

**결과:** 전체 폐기능 검사의 성공률은 59% 이었고 연령이 증가

할수록 폐활량 측정법의 성공률이 증가하였으며, 특히 3세부터 급격하게 성공률이 증가하였다(2세 14.3%, 3세 53.7%, 4세 65.1%, 5세 69.7%, 6세 70.8%). 폐활량 측정법의 실패 원인으로는 시작 기준에 맞지 않는 경우가 전체의 6.5%, 반복성 기준에 맞지 않는 경우가 12.3% 또 최대 호기량의 부족, 조기 종료 등으로 인해 검사 종료 기준에 맞지 않는 경우가 전체의 31% 로 가장 높았다. 폐활량 측정법 성공군과 실패군을 비교하였을 때 나이에에서만 유의한 차이가 있었다( $P<0.01$ ). 정도 관리에 대한 몇몇 연구결과에 따라 각 항목별로 성공률을 보았을 때 연령이 증가할수록 성공률도 증가하였다.

**결론:** 학동 전기 소아에서도 약 60% 정도 폐활량 측정법을 성공적으로 수행하였다. 성공률은 연령에 따라 급격히 변화하므로 각 연령에 적합한 정도 관리 기준을 개발하여 이용한다면 검사의 성공률을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

References

- 1) Lanteri CJ, Sly PD. Changes in respiratory mechanics with age. *J Appl Physiol* 1993;74:369-78.
- 2) ATS/ERS statement: raised volume forced expirations in infants: guidelines for current practice. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;172:1463-71.
- 3) Park YM. Lung function tests in preschool children. *Korean J Pediatr* 2007;50:422-9.
- 4) Sly PD, Robertson CF. A review of pulmonary function testing in children. *J Asthma* 1990;27:137-47.
- 5) Kanengiser S, Dozor AJ. Forced expiratory maneuvers in children aged 3 to 5 years. *Pediatr Pulmonol* 1994;18:144-9.
- 6) Enright PL, Linn WS, Avol EL, Margolis HG, Gong H Jr, Peters JM. Quality of spirometry test performance in children and adolescents: experience in a large field study. *Chest* 2000;118:665-71.

- 7) Aurora P, Stocks J, Oliver C, Saunders C, Castle R, Chazi-parasidis G, et al. Quality Control for Spirometry in Preschool Children with and without Lung Disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2004;169:1152-9.
- 8) Neve V, Edme JL, Devos P, Deschildre A, Thumerelle C, Santos C, et al. Spirometry in 3-5-year-old children with asthma. *Pediatr Pulmonol* 2006;41:735-43.
- 9) Beydon N, Davis SD, Lombardi E, Allen JL, Arets HG, Aurora P, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: pulmonary function testing in preschool children. *Am J Respir Crit Care Med* 2007;175:1304-45.
- 10) Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 2005;26:319-38.
- 11) Loeb JS, Blower WC, Feldstein JF, Koch BA, Munlin AL, Hardie WD. Acceptability and repeatability of spirometry in children using updated ATS/ERS criteria. *Pediatr Pulmonol* 2008;43:1020-4.
- 12) Liu AH, Covar RA. Childhood asthma. In: Kleigman RM, Behrman RE, Jenson HB, editors. *Nelson textbook of pediatrics*. 18th ed. Philadelphia:WB Saunders Co, 2007: 956.
- 13) Malmberg LP, Nikander K, Pelkonen AS, Syvanen P, Koljonen T, Haahtela T, et al. Acceptability, reproducibility, and sensitivity of forced expiratory volumes and peak expiratory flow during bronchial challenge testing in asthmatic children. *Chest* 2001;120:1843-9.
- 14) Nystad W, Samuelsen SO, Nafstad P, Edvardsen E, Stensrud T, Jaakkola JJ. Feasibility of measuring lung function in preschool children. *Thorax* 2002;57:1021-7.
- 15) Illingworth RS. *The normal child*. 10th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1991:91
- 16) Kozłowska WJ, Aurora P. Spirometry in the pre-school age group. *Paediatr Respir Rev* 2005;6:267-72.