

□ 원 저 □

정상 소아에서 최고호기유량계(peak flow meter)로 측정된 최고호기유량(PEF)와 기타 환기기능검사와의 상관관계

고신대학교 의과대학 내과학교실

옥철호, 손계학, 박기룡, 조현명, 장태원, 정만홍

= Abstract =

Peak Expiratory Flow(PEF) Measured by Peak Flow Meter
and Correlation Between PEF
and Other Ventilatory Parameters in Healthy Children

Chul-Ho Oak, M.D., Kai-Hag Sohn, M.D., Ki-Ryong Park, M.D.,
Hyun-Myung Cho, M.D., Tae-Won Jang, M.D., Maan-Hong Jung, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Kosin University, Busan, Korea

Background : In diagnosis or monitor of the airway obstruction in bronchial asthma, the measurement of FEV₁ in the standard method because of its reproducibility and accuracy. But the measurement of peak expiratory flow(PEF) by peak flow meter is much simpler and easier than that of FEV₁ especially in children. Yet there have been still no data of the predicted normal values of PEF measured by peak flow meter in Korean children. This study was conducted to provide equations to predict the normal value of PEF and correlation between PEF and FEV₁ in healthy children.

Method : PEF was measured by MiniWright peak flow meter, and the forced expiratory volume and the maximum expiratory flow volume curves were measured by Microspiro HI 501(Chest Co.) in 346 healthy children (age:5-16 years, 194 boys and 152 girls) without any respiratory symptoms during 2 weeks before the study. The regression equations for various ventilatory parameters according to age and/or height, and the regression equations of FEV₁ by PEF were derived.

Results : 1. The regression equation for PEF(L/min) was: $12.6 \times \text{age}(\text{year}) + 3.4 \times \text{height}(\text{cm}) - 263 (R^2 = 0.85)$

Address for correspondence :

Maan-Hong Jung, M.D.

Department of Internal Medicine, Gospel Hospital, Kosin University

34 Amnam Dong, Suh Gu, Busan 602-702, Korea

Phone : 051-990-6210 Fax : 051-248-5686 E-mail : jungmh@ns.kosinmed.or.kr

in boys, and $6 \times \text{age}(\text{year}) + 3.9 \times \text{height}(\text{cm}) - 293 (R^2 = 0.82)$ in girls. 2. The value of FEFmax(L/sec) derived from the maximum expiratory flow volume curves was multiplied by 60 to compare with PEF(L/min), and PEF was faster by 125 L/min in boys and 118 L/min in girls, respectively. 3. The regression equation for FEV₁(ml) by PEF(L/min) was: $7 \times \text{PEF} - 550 (R^2 = 0.82)$ in boys, and $5.8 \times \text{PEF} - 146 (R^2 = 0.81)$ in girls, respectively.

Conclusion : This study provides regression equations predicting the normal values of PEF by age and/or height in children. And the equations for FEV₁, a gold standard of ventilatory function, was predicted by PEF. So, in taking care of children with airway obstruction, PEF measured by the peak flow meter can provide useful information. (Tuberculosis and Respiratory Diseases 2001, 51 : 248-259)

Key words : PEF, FEV₁, Regression equation, Normal value, Children.

서 론

기관지 천식환자들의 정확한 진단이나 기도 폐쇄의 정도를 객관적으로 경과 관찰하기 위하여 통상적으로 FEV₁을 가장 많이 이용한다. 그러나 외래를 방문하는 환자들이나 자가치료를 하는 환자들의 경과관찰, 그리고 응급실을 방문한 천식환자들의 중증도를 평가하는 경우에는 최고호기유량(peak expiratory flow: PEF)도 많이 이용된다.

1970년대 초부터 널리 쓰이고 있는 최고호기유량계(peak flow meter)는 기계가 복잡하거나 비싸지 않고 쉽게 휴대 할 수 있으면서 검사방법이 간단하고 또 같은 기계로 반복 검사하는 경우에는 재현성도 높기 때문에 기관지 천식환자들의 호흡곤란의 정도나 치료반응을 객관적으로 평가하는데 도움이 된다. 또한 연속적으로 PEF를 측정하여 일정기간 동안의 PEF의 변화성(variability)을 산출하여 기도의 과민성을 간접적으로 추정할 수 있기 때문에 직업성 천식의 진단이나 항염증약제를 사용한 후의 기도과민성의 변화를 보는 데도 도움이 되고 있다¹. 특히 소아에서는 호흡시간이 짧고 폐활량이 적기 때문에 통상적인 폐활량 측정계(spirometer)로 FEV₁을 측정하는 것보다는 PEF를 측정하는 것이 훨씬 용이하다.

그런데 이 검사는 간단하게 할 수 있는 반면 정상치의 분산이 FEV₁에 비해서 넓고 또한 변이성도 크기 때문에 기도폐쇄가 있는 환자의 상태를 평가할 때는

추정 정상치를 기준으로 사용하는 다른 환기기능검사와는 달리, 증상이 없을 때 측정한 PEF의 최대치를 기준으로 하는 상대적 평가를 이용하기도 한다. 국내에서는 최대 호기유량 곡선에서 구한 PEF(이후 FEFmax)의 추정 정상 치에 대한 보고와^{2,3} 성인에서 최고호기유량계로 측정한 PEF의 보고는 있으나^{4,5} 소아에서 최고호기유량계를 이용한 PEF의 추정 정상치에 대한 보고는 없었다.

이에 본 연구에서는 건강한 소아를 대상으로 최고호기유량계로 PEF를 측정하여 추정 정상치를 산출하였고, 또 PEF가 FEV₁을 포함한 다른 환기기능검사를 얼마나 정확하게 예측할 수 있는지를 알아보았다.

대상 및 방법

1999년 2월 1일부터 1999년 2월 28일 까지 1개월 동안에 건강한 소년 194명(연령; 5-16세), 소녀 152명(연령; 5-16세) 합계 346명을 대상으로 하였다. 이들은 병력상 모두 검사 전 2주 이상 상기도 감염이나 기타 호흡기 증상이 없었고 다른 동반된 질병이 없었다. 각 연령 군에 비교적 균등하게 분포되어 있었으며 연령은 측정한 날짜를 기준으로 하여 개월 수까지 산출하였다.

검사는 오전 10시에서 12시, 그리고 오후 2시에서 4시 사이에 측정하였는데 식후 최소한 1시간 이상 경과한 후에 검사를 실시하였다. 피검자들의 검사결과

Table 1. Physical characteristics of 346 children

	Boy	Girl
Age(year)		
8>	46	41
8-11>	48	28
11-14>	52	44
14-16	48	39
Total	194	152
Height(cm)	107-177	107-165

중 최대호기를 1초 이상 하지 못한 경우나 인지부족으로 검사가 제대로 시행되지 못한 것은 제외하였다. PEF 측정에는 300L/min까지 측정 가능한 소아용과 900L/min까지 측정가능한 성인용 mini-Wright peak flow meter(Clement Clarke International Ltd. England)를 이용하였다. 검사는 앉거나 선 자세에서 목을 굽히지 않은 상태에서 실시하였고 최대한 들어 마신 후 전폐용적(total lung capacity, TLC) 상태에서 피검자가 최대한 힘껏 1초 이상 불게 하였다. 검사 중 mouthpiece를 물거나 혀로 막지 않게, 그리고 침을 뱉는 식으로 공기를 불어내지 않도록 주의시켰고 mouthpiece 주위로 바람이 세지 않게 하였다. 최고호기유량계는 반복 검사에 의한 기계적 오류를 방지하기 위해서 사용 횟수를 200회 이하로 제한하였다. 전례에서 3회 이상 반복 실시한 값들 사이에

서 최대치를 선택하였으며 각 값들 사이에 40 L/min 이상 차이가 나는 경우는 제외하였다.

Microspiro HI-501 휴대용 폐활량측정계(Chest Co. Japan)로 노력성 호기곡선 및 최대호기류량곡선을 통상적인 방법으로⁶ 3회 이상 측정하여 그중 FEV₁과 FVC의 합이 가장 크고 피검자의 협조가 가장 잘 된 곡선을 선택하여 FEV₁, FVC, FEV₁/FVC, FEF₂₅-75%, FEF_{25%}, FEF_{50%}, FEF_{75%} 그리고 FEFmax를 구한 후, 최고호기유량계로 측정한 PEF와의 상관관계를 알아보았다. 폐활량측정계는 1.5 L cylinder로 용적을 정기적으로 점검하였다.

통계분석은 SPSS for MS WINDOWS Release 6.1을 이용하여 변수의 특성에 따라 다중회귀분석과 단순상관분석을 실시하여 각 지표의 추정 정상치를 산출하였고, 최고호기유량계로 측정한 PEF가 FEV₁, FEFmax 및 기타 환기기능검사를 얼마나 정확하게 예측할 수 있는지는 단순회귀분석으로 구하였다.

결 과

표 1은 피검자의 연령 및 신체적 조건을 나타낸 것이며 표 2는 본 연구에서 최고호기유량계를 이용한 PEF와 노력성 호기곡선 및 최대 호기류량 곡선에서 구한 여러 가지 환기기능검사의 지표를 설명한 것이다.

Table 2. Terms and symbols used in peak flowmetry and spirometry

PEF (L/min)	The highest forced expiratory flow measured with peak flow meter.
FEV ₁ (ml)	Forced expiratory volume in 1sec.
FVC (ml)	Forced vital capacity
FEF _{25-75%} (L/s)	Mean forced expiratory flow during the middle half of the FVC (formerly called maximum mid-expiratory flow, MMEF)
FEF _{max} (L/s)	The maximal forced expiratory flow with maximal expiratory flow volume curve.
FEF _{25%} (L/s)	Instantaneous forced expiratory flow after 25% of the FVC has been exhaled.
FEF _{50%} (L/s)	Instantaneous forced expiratory flow after 50% of the FVC has been exhaled.
FEF _{75%} (L/s)	Instantaneous forced expiratory flow after 75% of the FVC has been exhaled.

— Peak expiratory flow(PEF) measured by peak flow meter and correlation between PEF —

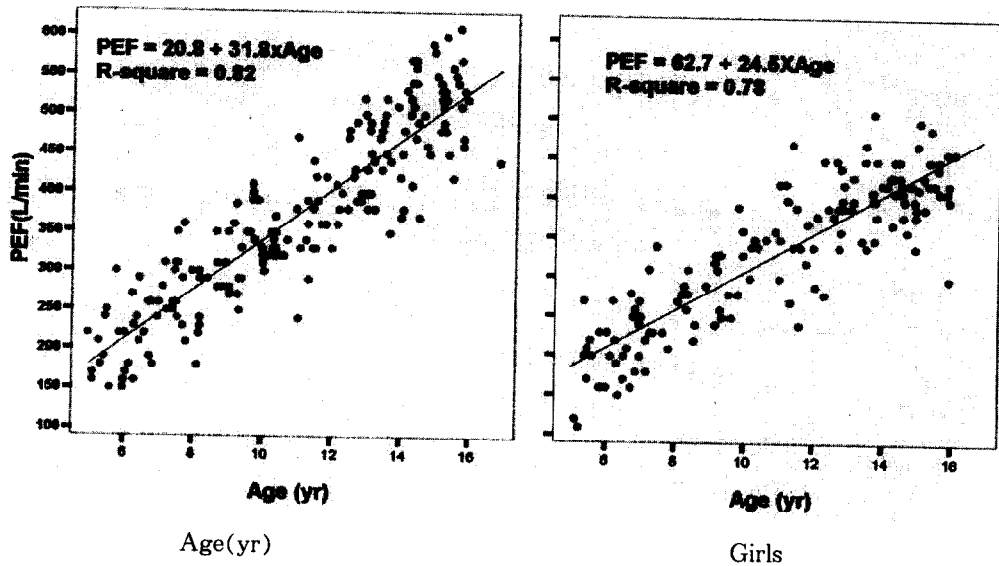


Fig. 1. Distribution of PEF by age in the healthy children.

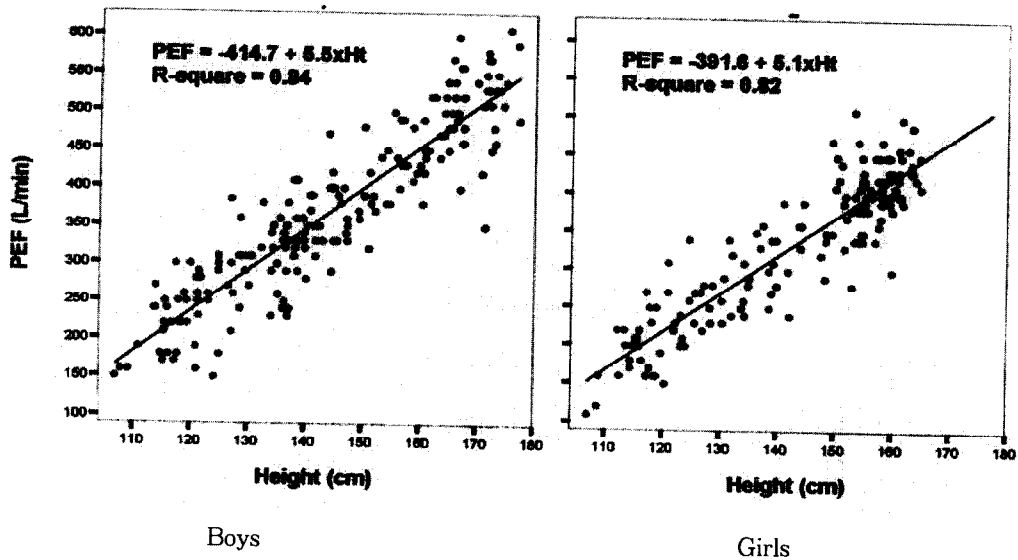


Fig. 2. Distribution of PEF by height in the healthy children.

남녀 모두에서 나이나 신장이 증가함에 따라 PEF도 직선적으로 증가하였는데, 그 정도는 남자에서 여자보다, 그리고 신장에 따른 변화가 나이에서 보다 더 컸다(그림 1, 2).

표 3 및 4에서는 최고호기유량계를 이용한 PEF와 노력성 호기곡선 및 최대호기유량곡선에서 구한 FEV₁, FVC, FEF_{max}, FEF_{25%}, FEF_{50%}, FEF_{75%}를 연령과 신장을 변수로 산출한 회귀방정식, 중상관계수 및 설명

Table 3. Regression equations of parameters of FEV, MEFV curves and PEF in boys according to age and/or height

	Regression equation	R	R ²	SEE
PEF (L/min)	$12.6 \times A + 3.4 \times H - 263$	0.92	0.85	44
PEF (L/min)	$5.4 \times H - 415$	0.92	0.84	45
FEV ₁ (ml)	$36.2 \times A + 36.2 \times H - 3589$	0.92	0.84	352
FVC (ml)	$24.5 \times A + 39.3 \times H - 3802$	0.89	0.80	415
FEF _{25-75%} (L/s)	$0.09 \times A + 0.04 \times H - 4.3$	0.89	0.78	0.6
FEF _{max} (L/s)	$0.14 \times A + 0.06 \times H - 6.8$	0.90	0.81	0.8
FEF _{25%} (L/s)	$0.14 \times A + 0.05 \times H - 5.5$	0.90	0.80	0.7
FEF _{50%} (L/s)	$0.1 \times A + 0.04 \times H - 4.3$	0.85	0.72	0.7
FEF _{75%} (L/s)	$0.05 \times A + 0.03 \times H - 3.1$	0.86	0.74	0.4

(A; Age, H; Height, R: Correlation coefficient, R²: Coefficient of determination, SEE: Standard error of estimate)

Table 4. Regression equations of parameters of FEV, MEFV curves and PEF in girls according to age and/or height

	Regression equation	R	R ²	SEE
PEF (L/min)	$6.0 \times A + 3.9 \times H - 293$	0.91	0.82	40
PEF (L/min)	$5.1 \times H - 392$	0.91	0.82	40
FEV ₁ (ml)	$19.2 \times A + 29.8 \times H - 2664$	0.92	0.85	241
FVC (ml)	$27.8 \times A + 29.5 \times H - 2622$	0.91	0.83	265
FEF _{25-75%} (L/s)	$0.006 \times A + 0.04 \times H - 3.9$	0.84	0.71	0.5
FEF _{max} (L/s)	$0.05 \times A + 0.06 \times H - 5.7$	0.88	0.77	0.7
FEF _{25%} (L/s)	$0.01 \times A + 0.06 \times H - 5.6$	0.86	0.74	0.7
FEF _{50%} (L/s)	$-0.1 \times A + 0.04 \times H - 4.0$	0.82	0.68	0.5
FEF _{75%} (L/s)	$0.03 \times A + 0.02 \times H - 2.1$	0.76	0.57	0.4

(A; Age, H; Height, R: Correlation coefficient, R²: Coefficient of determination, SEE: Standard error of estimate)

력(R²)을 남녀 별로 각각 나타내었다. PEF를 환기 기능 검사에서 추정정상치의 변수로 가장 널리 사용되는 연령과 신장을 사용하여 7 산출한 회귀방정식은 남자에서는 $12.6 \times \text{연령} + 3.4 \times \text{신장} - 263$, 여자에서는 $6.0 \times \text{연령} + 3.9 \times \text{신장} - 293$ 였고, 중상관계수는 남자에서는 0.92, 여자에서는 0.91 였으며 설명력은 각각 0.85와 0.82로 신장을 변수로 한 경우보다 높았지만 그 차이는 크지 않았다. 따라서 신장만을 변수로 하여 PEF의 추정정상치를 산출하는 것이 더 간단한

방법일 것으로 생각된다. FEV₁은 남녀에서 각각 중상관계수가 0.92였고 설명력은 각각 0.84와 0.85였는데 남자에서는 오히려 PEF에서 보다 그 값이 낮았다. 이것은 성인과는 달리 소아에서 PEF의 측정이 FEV₁ 만큼 신뢰성이 높은 검사임을 나타내는 것으로 생각된다.

그리고 표 5는 최고호기유량계로 측정한 PEF(L/min)를 변수로 FEV₁ 및 FEF_{max}를 산출한 회귀방정식을 나타낸 것이다. 남녀 모두에서 FEV₁, FEF_{max}

— Peak expiratory flow(PEF) measured by peak flow meter and correlation between PEF —

Table 5. Regression equations of FEV₁ and FEF_{max} according to PEF

	Regression equation	R	R ²	SEE
Boys				
FEV ₁ (ml)	$7.02 \times \text{PEF} - 550$	0.90	0.82	374
FEF _{max} (L/s)	$0.02 \times \text{PEF} - 1.5$	0.94	0.88	0.66
Girls				
FEV ₁ (ml)	$5.83 \times \text{PEF} - 146$	0.90	0.81	269
FEF _{max} (L/s)	$0.01 \times \text{PEF} - 0.67$	0.91	0.83	0.57

(R:Correlation coefficient, R²:Coefficient of determination, SEE:Standard error of estimate)

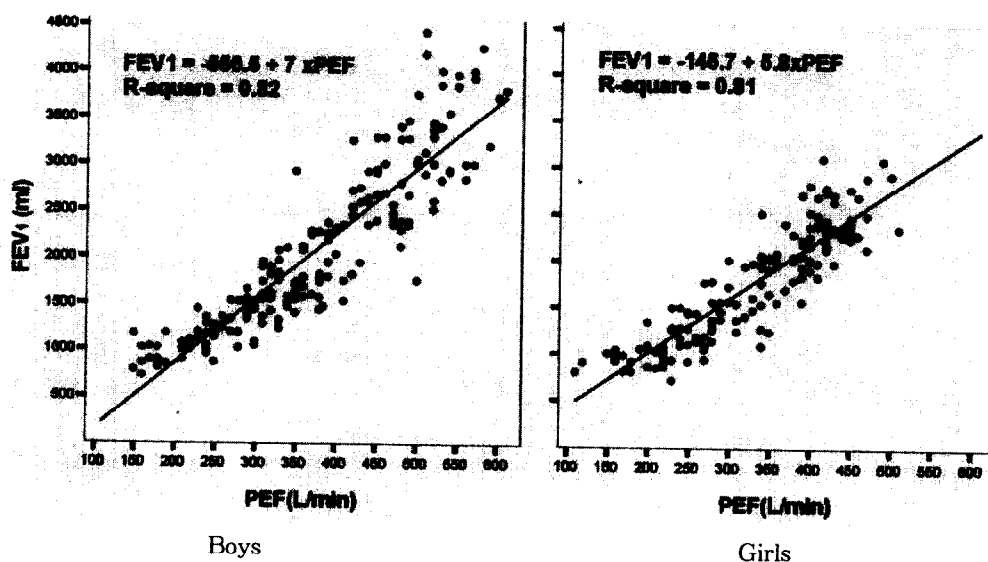


Fig. 3. Correlation between FEV₁ and PEF in the healthy children.

와의 상관계수가 0.90에서 0.94 정도로 매우 높았고 설명력도 0.81에서 0.88로 높은 정상관 관계를 보였다. PEF값을 변수로 하여 예측할 수 있는 FEV₁ (ml) 값은 남자에서 $7.02 \times \text{PEF} - 550$ 이고, 여자에서는 $5.83 \times \text{PEF} - 147$ 였다.(그림 3)

FEF_{max}(L/sec)를 PEF와 같은 단위로 환산하기 위하여 60을 곱한 다음 peak flow meter로 구한 PEF값과 비교해 본 결과 PEF가 남자에서는 평균 125(L/min), 여자에서는 118(L/min) 높게 나타났다.(그림 4)

고 찰

기관지 천식환자에서 기도의 폐쇄 정도를 객관적으로 평가하는 방법으로 FEV₁과 함께 PEF의 측정이 중요한 수단이 된다^{8,9}. 최고호기유량(PEF)은 최대한 공기를 들이마신 상태에서 최대한 힘껏 불어낼 때 얻을 수 있는 최대 호기류를 의미하는데 PEF의 측정은 최고호기유량계 외에도 폐활량측정법(spirometry), 유속측정계(pneumotachometer)를 이용하는 방법 등이 있으나 그 사용의 간편성과 경제성으로 최고호기

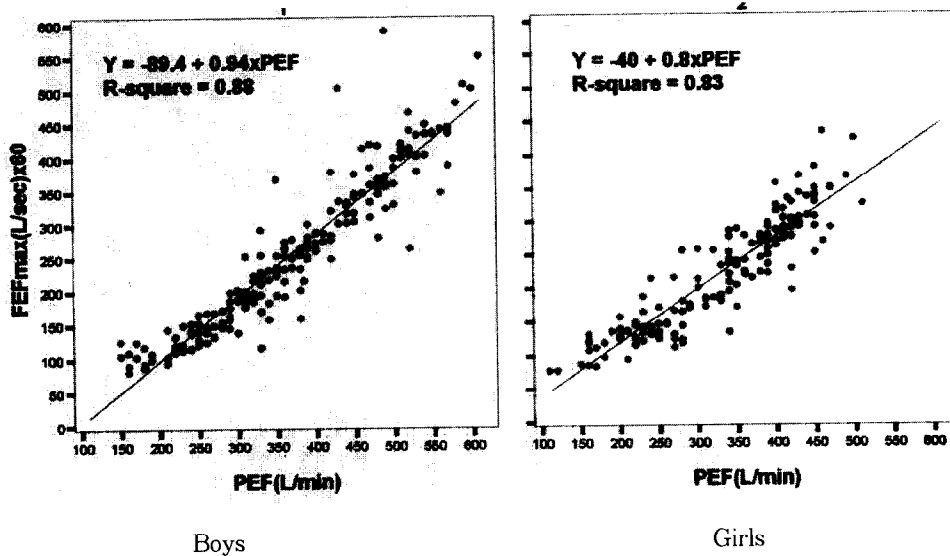


Fig. 4. Correlation between PEF and $FEF_{max} \times 60$ in the healthy children.

유량계를 가장 많이 사용한다. 최고호기유량계는 현재 천식환자들의 가정, 개인 의원, 작업현장, 역학조사 등에서 널리 이용되고 있다¹⁰.

PEF는 노력성 호기곡선이나 최대호기유량 곡선의 검사 방법과는 달리 100 msec 내에 최대치에 도달하기 때문에 폐활량이 작은 소아나 노인에서도 쉽게 측정이 가능하다. 검사는 통상 3회 이상 반복 실시하여 가장 큰 값을 취하는데 환자의 노력 정도에 따라서 그 값은 차이가 많이 난다. 각 측정치의 차이가 40 L/min 이하가 되어야 하는데 천식환자의 44%, 정상인의 33%에서는 반복 검사 중 그 값이 연속 10 L/min 이상 감소하는 경우가 있으므로 반복 측정동안 각각 값의 변화를 비교해 보아야 한다¹¹.

PEF는 다른 환기기능검사와 같이 하루 중 여러 번 측정할 때 일중변화(diurnal variation)가 있게 되는데 건강인에서도 오후 4시경이 가장 높고 아침에 가장 낮다¹²⁻¹⁴. 여러 가지 지표 중에서 PEF의 변화성 [variability index (VI) : $(PEF \text{의 최고값} - PEF \text{의 최저값}) \times 100 / (PEF \text{의 평균값})$]¹⁵이 역학 조사 등에서 가장 많이 이용되고 있으며 그 외 오후에 측정된 최고치와 아침 8시에 측정한 값을 비교하여 그 차이

를 보는 morning dip,^{16,17} 그리고 아침에 측정한 최저치를 최근에 측정한 최대치에 대한 백분율로 표시한 것들도 이용하고 있다¹⁸. PEF의 변화성은 기도의 폐쇄가 악화될 때 유용한 지표가 되는데 그 값이 증가한 경우는 호흡기 증상이 심하거나 기관지 천식이 부적절하게 치료된 경우 및 급사할 가능성이 많을 때인 것으로 알려져 있다^{19,20}. 그리고 부신피질스테로이드 사용 후에는 그 값이 감소하는 등 기도의 과민성을 어느 정도 반영하기 때문에 기관지 천식의 진단이나 경과관찰에 많이 이용되고 있다¹⁷. 정상범위는 성인은 20% 미만, 소아는 31% 미만으로 추정하는데 천식환자에서는 기도 과민성이 심할수록 증가하지만 위음성율이 성인에서는 40%, 소아에서는 24% 정도로 비교적 높은 편으로 알려져 있다¹¹. 그리고 Reddel 등은¹⁸ 바이루스 상기도 감염으로 인해서 급성으로 악화된 천식환자의 경우에는 항원이나 부신피질호르몬제의 부적합한 사용에 의해서 천식이 악화된 경우와는 달리 PEF의 변화성이 정상범위인 경우가 있기 때문에 이것만을 기준으로 하여 기도폐쇄의 심한 정도를 평가하기에는 문제가 있다고 하였다. PEF는 생리적 요인과 병리적 요인에 의해서 그 값이 달라지는데 생리적 요인으로는

기도의 직경, 주로 키 크기에 의해서 결정되는 폐용적(lung volume), 폐의 탄성도와 유순도, 그리고 호기 근육들의 힘에 의해서 결정된다. 병리적인 요인으로는 기관지 천식에서처럼 흉곽내 기도의 구조적 혹은 기능적 장애에 의한 기도저항이 증가되면서 PEF가 감소하는 경우가 가장 흔한데, 그 외 흉곽외부의 확장을 방해할 수 있는 질환, 호흡근과 신경계 질환 등에서도 PEF는 감소하게 된다.

PEF의 monitoring은 자주 하는 것이 좋겠으나 통상 중등도 및 중증 천식인 경우는 매일 아침 및 오후에 2번 이상 측정하며, 경과가 안정된 천식환자의 경우는 아침에 한번 측정한 결과를 치료지침으로 하는 것을 권하고 있다²¹. 그러나 경과 중에 증상이 악화된 경우는 그 빈도를 늘리게 되는데 통상 최고치의 80% 미만이 되면 치료약제를 증가시키도록 교육한다. 그러나 측정결과와 환자의 기도폐쇄정도와는 개인차가 많기 때문에 환자의 상태에 따라서 개별적으로 조정하는 것을 권하고 있다. PEF를 기준으로 기관지 천식의 심한 정도를 나눌 수 있는데 PEF가 예측치나 최고치의 75% 이상인 경우는 경한 천식으로, 50-75%는 중등도의 천식으로 간주하고, 50%이하일 때는 급성 중증의 천식으로, 33% 미만일 때는 생명에 지장을 초래하는 수준으로 분류한다²².

그러나 FEV₁에 비해서 전체적으로 기도폐쇄를 과소 평가하는 경향이 있고²¹ 기관지 확장제나 기관지 수축제에 대한 반응이 덜 예민하기 때문에 FEV₁을 대체할 수는 없다고 한다^{23, 24}.

그런데 병력청취와 진찰소견만으로 기관지천식 환자들의 상태를 평가한 경우에 기도폐쇄 정도를 과소 평가하는 경향이 있고, 일부 중증 천식환자에서는 호흡곤란을 느끼는 감수성(sensitivity)이 감소되어 있어서 환기기능의 악화에도 불구하고 적절한 치료가 늦어져 사망하는 경우도 있기 때문에²⁵ PEF 등의 monitoring은 객관적인 환기장애를 조기에 발견할 수 있도록 도와주는 매우 중요한 수단으로 이용될 수 있다.

PEF의 추정정상치는 성별, 인종적 차이, 나이, 신장 등에 따라서 달라지며 또한 자료의 분석방법, 검사

기계의 종류, 성능에 따라서 영향을 받는다²⁶⁻²⁸. 실제로 임상에서 추정정상치는 그림표나 계산도표(nomogram) 또는 회귀방정식을 이용하여 구하게 되는데 증상이 없는 경우에 얻은 최대값(maximal attained value, MAV)을 기준으로 하여서 평가하기도 한다. 그러나 성인과 달리 소아 및 청소년에서는 예측치 주위의 분산이 비교적 일정하기 때문에 추정정상치의 신뢰성이 높은 편이다¹¹. 본 연구에서도 PEF의 추정정상치에 대한 설명력 R²값이 남녀에서 각각 0.85, 0.82로 회귀방정식의 신뢰성이 FEV₁ 만큼 높았다. 따라서 PEF의 추정정상치가 성인보다 소아에서 더 정확한 지표가 될 수 있음을 확인하였다.

우리 나라 청소년에 대한 PEF의 추정정상치에 관한 보고는 최대호기유량곡선에서 구한 PEF 즉 FEF_{max}에 대한 것이 있다^{4, 7}. 그러나 검사방법이나 측정기계에 따라서 PEF값이 달라지는데 본 연구에서도 FEF_{max}(L/sec)를 PEF와 같은 단위(L/min)로 환산하여 비교해 본 결과 PEF가 FEF_{max}보다 남자에서는 평균 125L/min, 여자에서는 118L/min 높은 것을 확인할 수 있었다. 따라서 최고호기유량계로 측정한 PEF의 추정정상치가 필요한 실정이었다. 본 연구에서는 세계적으로 가장 보편적으로 사용되면서 다른 측정 기계와의 비교에도 이용되는 mini-Wright peak flow meter를 사용하여 그 값을 산출하였다.

기도폐쇄를 평가하는데 널리 사용되는 FEV₁을 PEF가 어느 정도 예측할 수 있는지에 대한 여러 보고에서 PEF와 FEV₁의 상관계수는 0.78-0.95로 매우 높고²⁹⁻³³ 본 연구에서도 남녀 모두에서 0.90으로 아주 높은 편이었다. 따라서 FEV₁의 측정이 여의치 않은 응급환자의 경우에는 FEV₁의 변화를 간접적으로 추정하는데 PEF가 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 PEF가 FEV₁ 등의 다른 환기기능검사만큼 언제나 정확하게 기도의 직경과 폐쇄의 정도를 정확하게 알려 주는 것은 아니다. PEF는 환자의 노력에 따라서 그 값이 크게 차이가 나며, 또 대기도의 변화를 주로 반영하여³²⁻³⁴ 세소기도의 변화는 발견하기 어렵기 때문이다³⁵⁻³⁸. 또한 천식의 치료에서는

단순히 기관지 직경만이 중요한 것이 아니라 야간증상, 약제의 적절한 사용, 객담의 유무 등도 중요하므로 이들에 대한 전반적인 고려가 반드시 필요하다. 따라서 외래나 가정에서 최고호기유량계로 monitoring 하는 동안에 증상이 악화됨에도 불구하고 PEF가 의미 있게 감소하지 않은 경우는 FEV₁ 등의 다른 환기 기능검사와 병력청취 및 진찰을 반드시 다시 실시하여 적절히 치료해야 할 것이다.

또한 최고호기유량계는 여러 번 사용한 후에는 정확도가 변할 수 있으므로 믿을 만한 기구로 매년 검정할 필요가 있으며, 재현성을 유지하기 위해서는 같은 기계로 계속 monitoring 하도록 권하고 있다²¹. 2년 이상 사용한 경우 기계적 결함이 생길 수 있기 때문에 최고호기유량계를 바꾸어 주어야 한다는 보고도 있지만³⁹ 최근의 다른 연구에서는 5년간 2000회 이상 사용한 경우에도 검사결과를 신뢰할 수 있다고 한다⁴⁰. 그러나 무엇보다 PEF를 계속 monitoring 하기 위해서는 환자들의 의지가 가장 중요하다. 증상이 경한 환자들은 상태가 호전되면서 유순도가 점차 낮아지고 따라서 기록의 신빙성이 떨어지게 되는데 이 경우에 전자 칩이 내장되어서 PEF 값과 검사시간을 자동적으로 기록해주는 기계가 도움이 될 수 있다²¹. 몇 가지 문제점이 있지만 최고호기유량계로 측정된 PEF는 천식환자의 진단 및 치료에 도움을 주고 있고, 기도 폐쇄의 심한 정도를 평가하는데 본 연구에서 산출한 추정정상치를 기준으로 이용할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 소아 기관지 천식환자들의 환기기능을 평가하는데 널리 이용되고 있는 PEF의 추정정상치를 구하고, 이것이 FEV₁ 등의 환기기능검사를 어느 정도 정확하게 예측할 수 있는지 알아보기 위하여 5세부터 16세까지의 건강한 소아 346명을 대상으로 mini-Wright peak flow meter로 PEF를 측정하여 연령, 신장을 변수로 하는 추정정상치를 구하였고, PEF가 FEV₁, FEF_{max} 등을 비교적 유의하게 예측할 수 있는 것을 확인하였다. 따라서 기도 폐쇄성 질환이 의심되는 소아 환자들에서 PEF를 측정하여 추정정상치에 대한 백분율로 비교함으로써 환자의 환기

능상태를 신속하고 비교적 정확하게 평가할 수 있을 것으로 생각되며 그 결과 적절한 치료 및 경과관찰을 할 수 있을 것으로 생각한다.

요 약

연구배경 :

소아 기관지 천식 환자들의 진단이나 기도폐쇄 정도를 알기 위하여도 통상적으로 노력성 호기곡선이나 최대 호기류량곡선을 이용한 환기기능검사가 기본검사로 널리 사용된다. 그러나 호흡곤란이 있는 소아에서는 이러한 검사를 적절히 시행하는 것이 어려운 경우가 많다. 따라서 자가 치료를 하는 환자들의 경과관찰이나 응급실을 방문한 환자들은 검사가 비교적 용이하기 때문에 최고호기유량계로 최고호기유량(PEF)을 많이 측정한다. PEF는 절대값이나 증상이 없을 때의 최대치 혹은 추정정상치에 대한 백분율로 표시하는데 현재까지 국내에서 소아를 대상으로 최고호기유량계로 측정된 PEF에 관한 보고는 아직까지 없었다. 이에 건강한 소아에서 PEF의 추정정상치를 산출하고 이 값이 FEV₁을 비롯한 다른 환기기능검사를 어느 정도 정확하게 예측할 수 있는 지를 조사하였다.

방 법 :

호흡기 증상이나 기왕 병력이 없는 5세에서 16세 사이의 건강한 소아(남자 196명, 여자 152명)를 대상으로 mini-Wright 최대호기유량계(Clement Clarke International Ltd. England)를 이용하여 3회 이상 PEF를 측정하였다. 아울러 Microspiro HI-501 휴대용 폐활량측정계(Chest Co., Japan)로 노력성호기곡선, 최대호기류량곡선을 측정 분석하여 FEV₁, FVC, FEV₁/FVC, FEF_{25-75%}, FEF_{25%}, FEF_{50%}, FEF_{75%}와 FEF_{max}를 구하여 각각의 추정정상치를 나 이와 신장을 변수로 하여 구하였다. 또한 PEF를 변수로 FEV₁ 및 FEF_{max}를 구하는 회귀방정식을 구 하였다.

결 과 :

1. PEF(L/min)를 나이와 신장을 변수로 하여 구

한 회귀방정식은 다음과 같다. 남자는 $12.6 \times \text{age}(\text{year}) + 3.4 \times \text{height}(\text{cm}) - 263(R^2=0.85)$, 여자는 $6 \times \text{age}(\text{year}) + 3.9 \times \text{height}(\text{cm}) - 293(R^2=0.82)$ 이었다. 신장만을 변수로 하여 구한 회귀방정식은 남자는 $6.6 \times \text{height}(\text{cm}) - 415(R^2=0.84)$, 여자는 $5.1 \times \text{height}(\text{cm}) - 382(R^2=0.82)$ 였다.

2. 최대호기류량곡선에서 산출한 FEF_{\max} 를 같은 단위로 환산하여 비교한 결과 PEF보다 평균 남자에서는 125(L/min), 여자에서는 118(L/min) 적었다.

3. PEF을 변수로 예측할 수 있는 $FEV_1(\text{ml})$ 값은 남자에서 $7.02 \times \text{PEF}(\text{L/min}) - 550(R^2=0.82)$, 여자에서는 $5.83 \times \text{PEF}(\text{L/min}) - 146(R^2=0.81)$ 이었다.

결 론 :

건강한 소아 346명(남자 194명, 여자 152명)을 대상으로 최고호기류량계로 측정된 PEF의 추정정상치를 연령과 신장을 변수로 하여 구하였다. 여기서 측정된 PEF로 FEV_1 및 FEF_{\max} 를 예측할 수 있는 수식을 구하였다. 그리고 측정기계 및 방법에 따라서 PEF값이 달라짐을 확인하였는데 이런 점을 유의한다면 PEF의 측정은 향후 환기기능 장애를 환자 진료에 많은 도움이 될 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

1. American Thoracic Society. Standardization of spirometry, 1994 update. Am J Resp Crit Care Med 1995;152:1107-36.
2. 정태훈, 전재은, 이장백, 박희명. 환기역학검사의 추정정상치에 관한 연구, 최대호기류량 곡선의 분석을 중심으로. 대한의학협회지 1980;23:985-90
3. 이병수, 정경재, 박창호, 박현수, 이장백, 박희명. 청소년의 환기역학의 추정정상치, 최대호기류량곡선의 분석을 중심으로. 대한내과학회잡지 1980; 23:279-83
4. 김민철, 권기범, 임동현, 송창석, 정용석, 장태원

- 등. peak flow meter로 측정된 최대호기류속도(PEF)의 추정정상치 및 기타 환기기능검사와의 상관관계. 결핵 및 호흡기 질환 1998;45:1000-11
5. 김영삼, 안애란, 김세규, 장준, 안철민, 오재준, 김성규. Mini-Wright peak flow meter로 측정된 한국 성인의 최고호기류량의 정상치. 결핵 및 호흡기질환 2001;50:320-33.
6. 정태훈. 폐기능 검사의 실제. 결핵 및 호흡기질환 1985;32:144-52
7. Kory RC, Callhan R, Boren HG, Syner JC. The Veterans administration-army cooperative study of pulmonary function. ; I. Clinical spirometry in normal men. Am J Med 1961;30:243-58.
8. Cross D, Nelson H. The role of the peak flow meter in the diagnosis and management of asthma. J Allergy Clin Immunol 1991;87:120-8.
9. Wright BM, McKerrow CB. Maximum forced expiratory flow rate as a measure of ventilatory capacity with the description of a new portable instrument for measuring it. BMJ 1959;2:1041-7.
10. Rubsamen DS. The doctor, the asthmatic patient, and the law. Ann Allergy 1993;71:493-4.
11. Quanjer PH, Lebowitz MD, Gregg I, Miller MR, Pederson OF. Peak expiratory flow—conclusions and recommendations of a working party of the European Respiratory Society. Eur Respir J 1997;10(suppl 24):2s.
12. Turner-Warwick M. On observing patterns of airflow obstruction in chronic asthma. Br J Dis Chest 1997;71:73-86.
13. Bagg LR, Hughes DT. Diurnal variation in peak expiratory flow in asthmatics. Eur J Respir Dis 1980;61:298-302.
14. Barnes PJ. Nocturnal asthma. Practitioner 1987; 231:479-81.
15. Hetzel MR, Clark TJ. Comparison of normal and

- asthmatic circadian rhythms in peak expiratory flow rate. *Thorax* 1980;35:732-8.
16. Bellia V, Visconti A, Insalaco G, Cuttitta G, Ferrara G, Bonsignore G. Validation of morning dip of peak expiratory flow as an indicator of the severity of nocturnal asthma. *Chest* 1988;94:108-10.
17. Horn CR, Clark TJ, Cochran GM. Inhaled therapy reduces morning dips in asthma. *Lancet* 1984;1:1143-5.
18. Reddel HK, Salome CM, Peak JK, Woolcock AJ. Which index of peak expiratory flow is most useful in the management of stable asthma? *Am J Respir Crit Care Med* 1995;151:1320-5.
19. Quackenboss JJ, Lebowitz MD, Krzyzanowski M. The normal range of diurnal changes in peak expiratory flow rates. relationship to symptoms and respiratory disease. *Am Rev Respir Dis* 1991;143:323-30.
20. Boezen HM, Schouten JP, Postma DS, Rijcken B. Relation between respiratory symptoms, pulmonary function and peak flow variability in adults. *Thorax* 1995;50:121-6.
21. Jain P, Kavuru MS, Emerman CL, Ahmad M. Utility of peak expiratory Flow monitoring. *Chest* 1998;114:861-76.
22. The British Thoracic Society, The National Asthma Campaign, The Royal College of Physicians of London in association with the General Practitioner in Asthma Group, the British Association of Accident and Emergency Medicine, the British Paediatric Respiratory Society and the Royal College of Paediatrics and Child Health. The British guidelines on asthma management. *Thorax* 1997;52 Suppl 1:S1-S21.
23. Dekker FW, Schrier AC, Sterk PJ, Dijkman JH. Validity of peak expiratory flow measurement in assessing reversibility of airflow obstruction. *Thorax* 1992;47:162-6.
24. Berube D, Cartier A, L'Archeveque J, Ghezzi H, Malo JL. Comparison of peak expiratory flow rate and FEV₁ in assessing bronchomotor tone after challenges with occupational sensitizers. *Chest* 1991;99:831-6.
25. Peters JL. Emergency treatment of asthma. *Curr Opin Pulm Med* 1996;2:66-74.
26. Gregg I, Nunn AJ. Peak expiratory flow in normal subjects. *BMJ* 1973;3:282-4.
27. Nunn AJ, Gregg I. New regression equations for predicting peak expiratory flow in adults. *BMJ* 1989;298:1068-70.
28. Gregg I, Nunn AJ. Peak expiratory flow in symptomless elderly smokers and ex-smokers. *BMJ* 1989;298:1071-2.
29. Rosenblatt G, Alkalay I, McCann PD, Stein M. The correlation of peak flow rate, one-second forced expiratory volume, and maximal breathing capacity. *Am Rev Respir Dis* 1963;87:589-91.
30. Friedman M, Walker S. Assessment of lung function using an air-flow meter. *Lancet* 1975;1:310-1.
31. Kelly CA, Gibson GJ. Relation between FEV₁ and peak expiratory flow in patients with chronic airway obstruction. *Thorax* 1988;43:335-6.
32. Meltzer AA, Smolensky MH, D'Alonzo GE, Harrist RB, Scott PH. An assessment of peak expiratory flow as a surrogate measurement of FEV₁ in stable asthmatic children. *Chest* 1989;96:329-33.
33. Paggiaro PL, Moscato G, Giannini D, Di Franco A, Gherson G. Relationship between peak expiratory flow (PEF) and FEV₁. *Eur Respir J Suppl* 1997;24:39S-41S.
34. Osmanliev D, Bowley N, Hunter DM, Pride NB.

- Relation between tracheal size and forced expiratory volume in one second in young men. *Am Rev Respir Dis* 1982;126:179-82.
35. Dolyniuk MV, Fahey P.J. Relationship of tracheal size to maximal expiratory airflow and density dependence. *J Appl Physiol* 1986;60:501-5.
36. Robinson DR, Chaudhary BA, Speir WA Jr. Expiratory flow limitation in large and small airways. *Arch Intern Med* 1984;144:1457-60.
37. Gautrin D, D'Aquino LC, Gagnon G, Malo JL, Cartier A. Comparison between peak expiratory flow rates(PEFR) and FEV₁ in the monitoring of asthmatic subjects at an outpatient clinic. *Chest* 1994;106:1419-26.
38. Higgins MW, Keller JB. Seven measures of ventilatory lung function. Population values and a comparison of their ability to discriminate between persons with and without chronic respiratory symptoms and disease, Tecumseh, Michigan. *Am Rev Respir Dis* 1973;108:258-72.
39. Shapiro SM, Hendler JM, Ogirala RG, Aldrich TK, Shapiro MB. An evaluation of the accuracy of Assess and Mini-Wright peak flowmeters. *Chest* 1991;99:358-62.
40. Douma WR, van der Mark TW, Folgering HT, Kort E, Kerstjens HA, Koeter GH, Postma DS. Mini-Wright peak-flow meters are reliable after 5 years use. Dutch CNSLD Study Group. *Eur Respir J* 1997;10:457-9.
-