

## mini-Wright Peak Flow Meter에 의한 PEFR 측정의 정확도

전남대학교 의과대학 내과학교실 및 의과학 연구소

고영일, 최인선, 나현주, 박석채, 장안수

= Abstract =

### An Evaluation of the Accuracy of Mini-Wright Peak Flow Meter

Young Il Koh M.D., In Seon Choi M.D., Hyun Ju Na M.D.,  
Seok Chae Park M.D., An Soo Jang M.D.

*Department of Internal Medicine, and Research Institute of Medical Science  
Chonnam University Medical School, Kwangju, Korea*

**Background :** Portable devices for measuring peak expiratory flow(PEF) are now of proved value in the diagnosis and management of asthma and many lightweight PEF meters have become available. However, it is necessary to determine whether peak expiratory flow rate(PEFR) measurements measured with peak flowmeters is accurate and reproducible for clinical application. The aim of the present study is to define accuracy, agreement, and precision of mini-Wright peak flow meter(MPFM) against standard pneumotachygraph.

**Methods :** The lung function tests by standard pneumotachygraph and PEFR measurement by MPFM were performed in a random order for 2 hours in 22 normal and 17 asthmatic subjects and also were performed for 3 successive days in 22 normals.

#### Results :

The PEFR measured with MPFM was significantly related to the PEFR and FEV<sub>1</sub> measured with standard pneumotachygraph in normal and asthmatics(for PEFR,  $r = 0.92$  ;  $p < 0.001$  ; for FEV<sub>1</sub>,  $r = 0.78$  ;  $p < 0.001$ ).

The accuracy of MPFM was within 10%(limits of accuracy recommended by NAEP) in all the subjects or 22 normal, mean difference from standard pneumotachygraph being 16.5L/min(percentage of difference being 2.90%) or 10.6L/min(percentage of difference being 1.75%), respectively.

According to the method proposed by Bland and Altman, the 95% limits of the distribution of differences between MPFM and standard pneumotachygraph after correction of PEFR using our regression equation were +38.2 and -71.5L/min in all the subjects or -20.49~+9.49L/min in 22 normal and was similar to the

intraindividual agreements for 3 successive days in normal.

There was no statistically significant difference of PEFR measured with MPFM and standard pneumotachygraph among three days( $p > 0.05$ ) and the coefficient of variation( $2.4 \pm 1.2\%$ ) of PEFR measured with MPFM was significantly lower than that( $5.2 \pm 3.5\%$ ) with standard pneumotachygraph in normal ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion :** This results suggest that the MPFM was as accurate and reproducible as standard pneumotachygraph for monitoring of PEFR in the asthmatic subjects.

**Key Words :** accuracy, agreement, precision, mini-Wright peak flow meter

## 서 론

최대호기유속(peak flow expiratory rate, PEFR)은 폐 환기기능의 유용한 지표로서 천식의 진단<sup>1)</sup>과 추적 관찰<sup>2,3)</sup>에 널리 이용되고 있으며, 1959년 Wright<sup>4)</sup>에 의해 처음으로 최대호기유속기(peak flowmeters, PFMs)가 개발된 이후로 다양한 종류가 상품화되어 실제 임상에서 많이 사용되고 있다. 이들은 값이 싸서 환자가 쉽게 구입이 가능하고, 가지고 다닐 수 있어서 가정이나 작업장에서도 측정할 수 있으며, 숙련된 폐 기능검사기술자 없이도 측정이 가능한 장점이 있다.

숙련된 폐 기능검사기술자에 의해 전산화폐기능검사 기계로 American Thoracic Society(ATS)표준방법<sup>5)</sup>에 따라 노력성폐활량(forced vital capacity, FVC)수기를 시행하여 얻은 일초간 노력성 호기량(forced expiratory volume in one second, FEV<sub>1</sub>)은 PEFR에 비해서 기도의 직경을 잘 반영하고<sup>6)</sup> 개체내 변이성이 작아<sup>7,8)</sup> 기도 폐쇄 정도를 정확히 측정하는데 유용한 것으로 알려져 있는데, 천식환자에서 전산화폐기능검사기계 혹은 PFMs에 의해 측정된 PEFR은 이러한 FEV<sub>1</sub>과 높은 상관관계가 있는 것으로 보고하였다<sup>9~13)</sup>.

실제로 임상에서 여러 종류의 PFMs가 사용되고 있는데, 이들 종류에 따라 PEFR성적에 차이가 있을 수 있기 때문에 이들에 의해 측정된 PEFR이 얼마나 믿을만 할 것인지는 의문이다. 그동안 각종 PFMs의 정확도(accuracy)에 관한 연구<sup>14~19)</sup>가 진행되어 왔

으며, 1991년 National Asthma Education Program(NAEP)<sup>20)</sup>에서 PFMs에 대한 정확도, 변이성(variability), 반복성(reproducibility)에 관한 기준을 보고하기도 하였다.

따라서 저자들은 흔히 사용되는 PFMs에 대한 기술적인 측면을 표준화된 전산화폐기능검사기계와 비교분석하여 천식을 진단하고 추적관찰하는데 적절한지 여부를 알아볼 필요가 있어 mini-Wright peak flow meter(MPFM)로 측정된 PEFR성적을 전산화 폐기능검사기계인 pneumotachygraph로 측정된 폐 기능검사성적과 비교하여 그들의 상관관계, 정확도, 일치성(agreement), 정밀성(precision)을 검토하고자 하였다.

## 대상 및 방법

연구대상은 비흡연자인 건강한 젊은 의사 및 의과대학생으로서 자원하는 사람들인 정상인 22명과 전남대학병원 내과에 내원한 경증 및 중증도의 천식환자 17명을 포함한 총 39명으로 하였으며 정상인의 평균연령은  $28.3 \pm 2.4$ 세로 남자 20명, 여자 2명였고, 환자군의 평균연령은  $49.5 \pm 14.8$ 세로 남자 10명, 여자 7명였다(Table 1).

전산화폐기능검사기계는 pneumotachygraph를 사용하였고 ATS표준방법<sup>5)</sup>에 따라 FVC 수기를 이용하여 수용가능기준에 맞는 적어도 3개 이상의 노력성호기곡선을 얻었으며, Intermountain Thoracic Soci-

Table 1. Characteristics of subjects

	Normal	Asthmatics
Number(M/F)	22(20/2)	17(10/7)
Age(year)	28.3 ± 2.4	49.5 ± 14.8***
Height(cm)	169.6 ± 7.0	161.0 ± 8.5*
FVC(L)	4.42 ± 0.70	3.16 ± 0.81***
FEV(L)	3.99 ± 0.63	2.32 ± 0.82***
FEV <sub>1</sub> /FVC(%)	90.2 ± 5.7	72.9 ± 16.4***
PEFR(L/min)	594.9 ± 106.2	361.9 ± 146.6***
Vmax50(L/sec)	5.92 ± 1.54	2.89 ± 1.90***

Data represents mean values ± SD. Definition of abbreviations : M = male ; F = female ; FVC = forced vital capacity ; FEV<sub>1</sub> = forced expiratory volume in one second ; PEFR = peak expiratory flow rate ; Vmax50 = maximal flow at fifty per cent expired vital capacity.

\*\*p < 0.01, \*\*\*p < 0.001 compared to normal.

ety방법<sup>21)</sup>에 따라 FVC와 FEV<sub>1</sub>의 합이 가장 큰 노력성호기곡선으로부터 검사성적의 대표치를 선택하였다. PEFR측정은 MPFM(Clement Clarke International, London, England)를 사용하여 FVC수기로 최대한도로 숨을 들어마신 뒤 mouthpiece를 입에 물도 되도록 빨리 힘껏 불어 내도록 하였고 끝까지 불지 않아도 되었으며, 최소한 3회 이상 시행하여 가장 높은 성적을 선택하여 기록하였다. 일교차에 의한 생물학적 변이성을 줄이기 위해 검사는 모든 검사는 오후 2~4시에 시행하였다. 정상인들은 폐기능검사성적에 영향을 줄 수 있는 약물을 복용중인 대상자는 없었고, 천식환자들은 경구 혹은 흡입용 교감신경자극제, 테오필린, 흡입용 스테로이드 등 항천식약물을 사용하고 있었으나 검사당시에 기침, 호흡곤란, 천명음 등의 천식 증상은 없었다.

모든 정상인과 천식환자들을 대상으로 같은날 두 검사기계의 순서에 상관없이 검사를 시행하여 pneumotachygraph에 의한 폐기능검사성적과 MPFM으로 측정한 PEFR간의 상관관계, 일치성 및 정확도를 검토하였고, 천식환자를 제외한 정상인만을 대상으로 서로 다른 3일 동안 연속적으로 pneumotachygraph와 MPFM으로 검사를 시행하여 각 검사기계

의 일간 변이성(day-to-day variation)을 구하고 서로 다른 3일중 2일을 선택하여 각 검사기계에 의한 개체내 일치도(intraindividual agreement)를 구하여 두 검사기계간의 일치도(interinstrument agreement)와 비교하였다.

두 검사기계간의 일치성은 Bland-Altman의 방법<sup>22)</sup>에 따라 두 검사기계로 측정한 PEFR성적 차이 분포의 95% 신뢰한계를 구하였으며, 정확도는 pneumotachygraph에 의한 PEFR성적을 기준으로 MPFM에 의한 PEFR성적과 차이로 하여 검토하였고, 각 검사기계내의 정밀성은 서로 다른 3일 동안 날마다 측정한 폐기능검사성적의 변이계수(Coefficient of Variation, CV)를 구하여 검토하였다.

통계처리는 SPSS/PC+를 이용하여 서로 다른 군간의 비교는 one-way ANOVA, student t-test를 이용하고, 상관관계는 linear regression으로 Pearson의 상관계수 r을 구하여 분석하였으며 p < 0.05 일때 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

## 결 과

Pneumotachygraph로 측정한 폐기능검사성적은 17

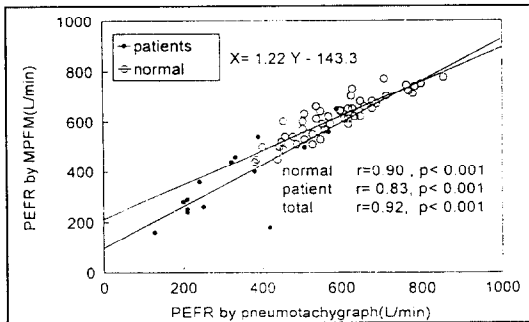


Fig. 1. Relationship of PEFR measurements between pneumotachygraph and mini-Wright peak flow meter(MPFM) in 22 normal and 17 asthmatic subjects.

례의 천식환자에서 FVC  $3.16 \pm 0.81\text{L}$ , FEV<sub>1</sub>  $2.32 \pm 0.82\text{L}$ , PEFR  $361.9 \pm 146.6\text{L/min}$ 으로 22례의 정상인의 FVC  $4.42 \pm 0.70\text{L}$ , FEV<sub>1</sub>  $3.99 \pm 0.63\text{L}$ , PEFR  $594.9 \pm 106.2\text{L/min}$ 에 비해 유의하게 낮았다(각각,  $p < 0.001$ , Table 1).

총 39례의 모든 정상인과 천식환자군에서 MPFM로 측정된 PEFR성적(Y)과 pneumotachygraph로 측정된 PEFR성적(X)사이의 회귀방정식  $X = 1.22 Y - 143.3$ 을 구하였으며 순상관관계( $r = 0.92$ ,  $p < 0.001$ )를 보였다. 마찬가지로 22례의 정상인만을 대상으로 한 경우나 17례의 천식환자만을 대상으로 하였을 때도 MPFM로 측정된 PEFR성적과 pneumotachygraph로 측정된 PEFR성적사이의 순상관관계(각각,  $r = 0.90$ ,  $p < 0.001$ ;  $r = 0.83$ ,  $p < 0.001$ )를 나타냈다(Fig. 1).

총 39례의 모든 정상인과 천식환자군에서 MPFM로 측정된 PEFR성적(Y)과 pneumotachygraph로 측정된 FEV<sub>1</sub>성적(X)사이의 회귀방정식  $X = 0.009 Y - 1.50$ 을 구하였으며 순상관관계( $r = 0.78$ ,  $p < 0.001$ )를 보였다. 마찬가지로 22례의 정상인만을 대상으로 한 경우나 17례의 천식환자만을 대상으로 하였을 때도 MPFM로 측정된 PEFR성적과 pneumotachygraph로 측정된 FEV<sub>1</sub>성적사이의 순상관관계(각각,  $r = 0.45$ ,  $p < 0.001$ ;  $r = 0.89$ ,  $p <$

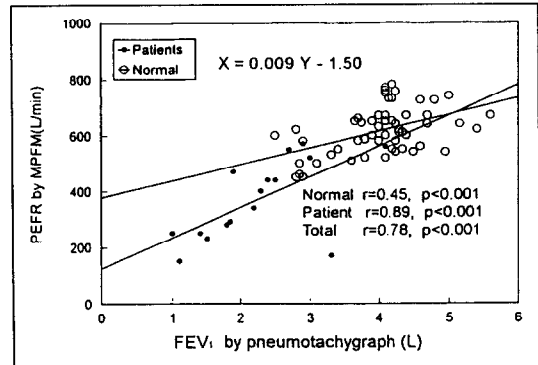


Fig. 2. Relationship between FEV<sub>1</sub> measured with pneumotachygraph and PEFR measured with mini-Wright peak flow meter(MPFM) in 22 normal and 17 asthmatic subjects.

0.001)를 나타냈다(Fig. 2).

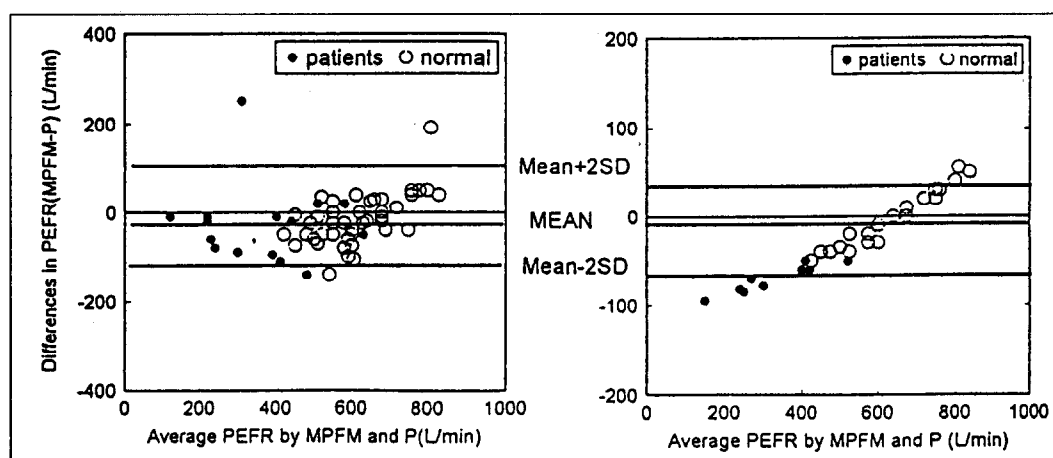
총 39례의 모든 정상인과 천식환자를 대상으로 하였을 때 MPFM로 측정된 PEFR은  $569.3 \pm 133.9\text{L/min}$ 으로 pneumotachygraph에 의한 PEFR  $552.8 \pm 150.7\text{L/min}$ 에 비해 평균  $16.5\text{L/min}$ 만큼 차이를 보이고 통계적으로 유의하게 높았으며( $p < 0.05$ ) 이는 측정된 실제 PEFR의 2.90%에 해당하였다. 이중 22례의 정상인만을 대상으로 하였을 때 MPFM로 측정된 PEFR은  $605.5 \pm 82.6\text{L/min}$ 으로 pneumotachygraph에 의한 PEFR  $594.9 \pm 106.2\text{L/min}$ 에 비해 평균  $10.6\text{L/min}$ 만큼 차이를 보여 유의하게 높았고( $p < 0.001$ ) 이는 측정된 실제 PEFR의 1.75%에 해당하였다. 17례의 천식환자군만을 대상으로 하였을 때는 두 검사기계의 PEFR성적간 차이가 없었다(Table 2).

모든 정상인과 천식환자에서 Bland-Altman의 방법<sup>22)</sup>에 의해서 pneumotachygraph로 측정된 PEFR과 MPFM로 측정된 PEFR성적간의 일치성을 검토하였을 때 두 검사기계의 PEFR성적간 차이의 95% 신뢰한계는  $-134.9 \sim +102.5\text{L/min}$ 이었으나, PEFR성적간 회귀방정식( $X = 1.22 Y - 143.3$ , Fig. 1)으로 MPFM로 측정된 PEFR성적을 교정하였

**Table 2.** Difference between PEFR measured with MPFM and pneumotachygraph in normal and asthmatic subjects

	Normal (n = 22)	Asthmatics (n = 17)	Total (n = 39)
MPFM(L/min)	605.5 ± 82.6**	361.7 ± 140.2	569.3 ± 133.9*
Pneumotachygraph(L/min)	594.9 ± 106.2	361.9 ± 146.6	552.8 ± 150.7

Data represents mean values ± SD. Definition of abbreviations : MPFM = mini-Wright peak flow meter. \*p < 0.05, \*\*p < 0.001 compared to pneumotachygraph.



**Fig. 3.** Agreement between mini-Wright peak flow meter(MPFM) and pneumotachygraph(P) measured according to the method proposed by Bland and Altman before(left panel) and after(right panel) correction of PEFR using our regression equation in 22 normal and 17 asthmatic subjects.

을 때는  $-71.5 \sim +38.2$  L/min을 나타냈다(Fig. 3).

20례의 정상인만을 대상으로 서로 다른 3일 동안 연속적으로 pneumotachygraph로 측정한 FEV<sub>1</sub>, FVC, PEFR, 호기성폐활량 50%점의 최대기류속도(Maximal flow at fifty per cent expired vital capacity)는 각각 횡수에 따라 차이는 없었다( $p > 0.05$ ). 같은 방법으로 MPFM로 측정하였을 때도 PEFR성적의 횡수에 따른 유의한 차이는 없었고( $p > 0.05$ ), 서로 다른 3일 동안 PEFR성적의 변이계수 CV는  $2.39 \pm 1.15\%$ 로 pneumotachygraph로 측정한 PEFR의 CV  $5.20 \pm 3.54\%$ , FEV<sub>1</sub>의 CV  $3.36 \pm 1.10\%$ 에 비해서 유의하게 낮았다(각각,  $p$

$< 0.01$ ,  $p < 0.05$ , Table 3, Table 4). 정상인에서 MPFM로 측정한 PEFR성적의 CV는 PEFR성적과 유의한 역상관관계( $r = -0.49$ ,  $p < 0.05$ )를 보였고, pneumotachygraph로 측정한 PEFR성적의 CV는 PEFR성적과 역상관관계 경향( $r = -0.30$ ,  $p = 0.09$ )을 보였다(Fig. 4).

20례의 정상인만을 대상으로 MPFM로 측정한 PEFR성적과 pneumotachygraph로 측정한 PEFR성적간 Bland-Altman 방법<sup>22)</sup>에 의한 일치성을 검토하였을 때 두 검사기계 PEFR성적간 차이의 95% 신뢰한계는  $-114.61 \sim +86.55$  L/min이었고, 두 검사기계로 측정한 PEFR성적간의 회귀방정식( $X = 1$

**Table 3.** Difference of representative PEFR measured with MPFM and pneumotachygraph among three successive days in 22 normals

	1st day	2nd day	3rd day
MPFM			
PEFR(L/min)	623.9 ± 83.5	612.7 ± 79.0	611.6 ± 76.4
Pneumotachygraph			
PEFR(L/min)	616.2 ± 125.2	590.5 ± 92.5	599.4 ± 106.0
FVC(L)	4.65 ± 0.71	4.44 ± 0.74	4.35 ± 0.66
FEV <sub>1</sub> (L)	4.15 ± 0.62	4.00 ± 0.62	3.98 ± 0.60
FEV <sub>1</sub> /FVC(%)	89.6 ± 5.90	90.4 ± 0.60	92.0 ± 6.20
Vmax50(L/sec)	6.17 ± 1.62	5.87 ± 1.52	5.88 ± 1.64

Data represents mean values ± SD. There was no statistically significant difference.

**Table 4.** Comparisons of spirometric variability(coefficients of variation) between MPFM and pneumotachygraph in 22 normals

		Coefficients of Variation(%)
MPFM	PEFR	2.39 ± 1.15
Pneumotachygraph	PEFR	5.20 ± 3.54**
	FVC	3.93 ± 1.21***
	FEV <sub>1</sub>	3.36 ± 1.10*
	FEV <sub>1</sub> /FVC	2.56 ± 2.19
	Vmax50	6.03 ± 4.24**

Data represents mean values ± SD. \*p < 0.05, \*\*p < 0.01, \*\*\*p < 0.001 compared to MPFM.

.22Y - 143.3, Fig. 1)으로 MPFM로 측정한 PEFR을 교정하였을 때는 -20.49~+9.44L/min을 나타냈다. 같은 정상인에서 서로 다른 3일동안 측정한 서로 다른 날 PEFR성적간의 일치성은 pneumotachygraph로 측정하였을 경우에 서로 다른 2일간 차이의 95% 신뢰한계중 최대치는 -56.08~+82.92L/min였고 MPFM로 측정하였을 때 최대치는 -31.53~+57.07L/min였다(Table 5).

20례의 정상인에서 pneumotachygraph로 측정한 PEFR을 기준으로 하여 MPFM로 측정한 PEFR성적과의 차이를 정확도로 표현했을 때 이러한 정확도는 pneumotachygraph로 측정한 PEFR성적과 유의한

순상관관계(r = 0.66, p < 0.001)를 보였다(Fig. 5).

## 고 찰

휴대용 PFMs에 의한 PEFR 측정은 다양한 기도 폐쇄 질환을 평가하는데 유용한 검사방법으로 천식의 진단<sup>1)</sup>, PEFR의 일중 변이성에 의한 천식의 중증도 평가<sup>23)</sup>, 항천식약물에 대한 반응의 평가 및 추적관찰<sup>2,3)</sup>에 매우 중요하다.

1959년 Wright<sup>4)</sup>에 의해서 간단한 폐기능 측정 기구인 휴대용 PFMs가 개발된 이후로 천식환자에서

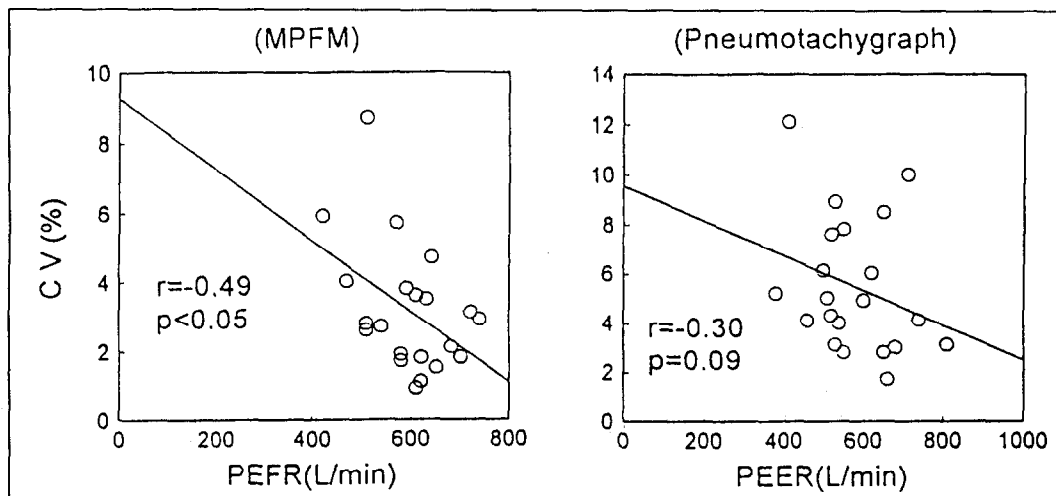


Fig. 4. Relationship between PEFR values and the coefficients of variation (CV) measurements for mini-Wright peak flow meter(MPFM, left panel) and pneumotachygraph (right panel) in 22 normals.

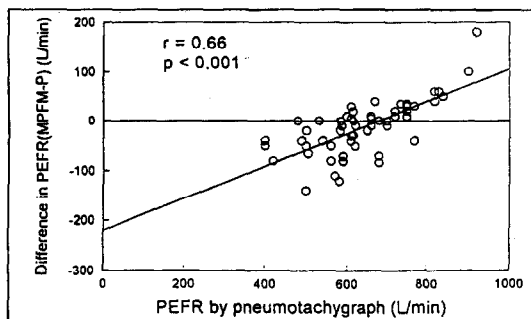


Fig. 5. Regression analysis in 22 normals between accuracy of mini-Wright peak flow meter(MPFM) and PEFR values recorded with the pneumotachygraph(P).

PFMs를 이용한 PEFR 측정이 임상적으로 유용하게 되었고, 천식 및 기도 폐쇄 질환 환자에서 FEV<sub>1</sub>과 PEFR의 상관관계가  $r = 0.82 \sim 0.89$ 로 매우 높다고 보고<sup>9-13)</sup> 하였으며, 이를 근거로 PFM을 이용한 PEFR의 측정이 더욱 더 널리 이용되었다. 본 연구에서도 정상인 22례와 천식환자 17례에서 pneumo- tachygraph로 측정한 FEV<sub>1</sub>과 MPFM로

측정한 PEFR 사이에 유의한 순상관관계( $r = 0.78$ ,  $p < 0.001$ )를 보였다. 그러나 Meltzer 등<sup>13)</sup>은 소아 천식 환자를 대상으로 전산화폐기능검사기계로 측정한 FEV<sub>1</sub>(% 예측치)과 MPFM로 측정한 PEFR(% 예측치) 사이에 높은 상관관계를 보임에도 불구하고, 약 1/3환자에서는 FEV<sub>1</sub>과 PEFR 사이에 20% 이상의 차이가 나서 PEFR이 FEV<sub>1</sub>에 비해 기도 폐쇄 정도를 정확히 반영하지 못한다고 하였고 Gautrin 등<sup>2)</sup>도 MPFM로 측정한 PEFR이 전산화폐기능검사기계에 의한 FEV<sub>1</sub>의 변화를 적절히 반영하지 못한다고 보고하여 PEFR 측정만으로 기도 폐쇄 정도를 평가하는데 주의해야 할 필요가 있겠다.

본 연구에서 정상인과 환자군 모두에서 전산화폐기능검사기계인 pneumotachygraph로 측정한 PEFR 성적과 MPFM로 측정한 PEFR 간에 유의한 상관관계를 보였는데( $r = 0.92$ ,  $p < 0.001$ ), 이러한 높은 상관관계를 보임에도 불구하고 두 검사기계에 의해 측정된 성적간에 차이가 있을 수 있어 상관관계만으로는 적절한 비교는 어렵다고 하였다<sup>22)</sup>.

**Table 5.** Comparisons between interinstrument(MPFM and pneumotachygraph) and intra-individual agreement of PEFR in 22 normal subjects.

		Mean	95%limit	
			+2SD	−2SD
Interinstrument	Before Correction	−14.03	+86.55	−114.61
	After Correction	−14.99	+9.49	−20.49
Intraindividual				
MPFM	1st-2nd	8.48	+32.14	−15.18
	1st-3rd	23.26	+73.66	−17.14
	2sd-3rd	14.77	+57.07	−31.53
Pneumotachygraph	1st-2nd	8.04	+69.90	−53.82
	1st-3rd	13.42	+82.92	−56.08
	2nd-3rd	5.38	+63.54	−52.78

되어 왔는데, 측정된 실제 PEFR과 표준화된 검사기계에 의한 PEFR성적과의 차이를 측정된 PEFR로 나눈 값의 백분율<sup>19, 25, 26)</sup> 혹은 측정된 실제 PEFR과 표준화된 검사기계로 측정된 PEFR성적과의 차이만<sup>27)</sup>으로 평가하기도 하였다. 본 연구에서 전산화폐기능 검사기체인 pneumotachygraph로 측정된 PEFR을 기준으로 하여 MPFM으로 측정된 PEFR성적과의 차이로서 정확도를 검토하였는데, 정상인과 환자군 모두에서 MPFM에 의한 PEFR성적은 pneumotachygraph에 의한 PEFR성적에 비해 평균 16.5L/min 즉 측정된 실제 PEFR의 2.90%의 차이를 보였고, 정상인만을 대상으로 했을 때는 평균 10.6L/min 즉 측정된 실제 PEFR의 1.75%의 차이를 보였으며, 천식환자군만을 대상으로 했을 때는 유의한 차이가 없었다. 이는 ATS에서 정한 전산화폐기능 검사기계에 의해 측정된 유속에 대한 정확도의 기준인 5%<sup>5)</sup>, NAEP에서 발표한 PFMs로 측정된 PEFR에 대한 정확도의 기준인 10%<sup>20)</sup> 이내로 높은 정확도를 보였다. 한편 Pistelli등<sup>27)</sup>이 MPFM로 측정된 PEFR성적의 정확도 즉 pneumotachygraph로 측정된 PEFR성적과의 차이는 48.02L/min를, Assess peak flow meter로 측정된 PEFR성적의 정확도는 8.41L/min를 나타냈다.

본 연구에서 정상인에서 MPFM에 의한 PEFR성적의 정확도는 pneumotachygraph로 측정된 PEFR과 순상관관계( $r = 0.66$ ,  $p < 0.001$ )를 보여, MPFM에 의한 PEFR성적은 낮은 범위에서는 pneumotachygraph에 의한 성적보다 더 높게 측정되고 높은 범위에서는 더 낮게 측정되었는데, 이는 Pistelli등<sup>27)</sup>의 결과와 일치하였다.

Pneumotachygraph로 측정된 PEFR성적과 MPFM에 의한 PEFR성적간에 Bland-Altman의 방법<sup>22)</sup>을 이용하여 두 검사기계간의 일치성을 검토하였는데, 두 검사기계간 PEFR차이 분포의 95% 신뢰한계는  $-134.9 \sim +102.5$ L/min으로 좋지 않았으나, 두 검사기계의 PEFR간 회귀방정식(Fig. 1)으로 MPFM로 측정된 PEFR을 교정하였을 때는  $-71.5 \sim +38.2$ L/min을 보였고, 같은 방법으로 정상인만을 대상으로 했을 때는 MPFM의 PEFR성적을 회귀방정식으로 교정하기 전  $-114.61 \sim +86.55$ L/min에서 교정후에는  $-20.49 \sim +9.49$ L/min을 나타냈다. 이러한 두 검사기계간 일치성 정도는 동일한 검사기계로 한 사람의 검사기술자에 의해 연속적으로 서로 다른 3일동안 PEFR을 측정하여 얻은 서로 다른 5일동안 PEFR성적간의 개체내 일치성의 성적과 유사하였다(Table 5).



일반적으로 기관지 천식 등의 기도 폐쇄성 폐질환을 가진 환자들의 폐기능성적은 정상인에 비해서 높은 변이성을 가지고 있어서<sup>26)</sup>, 22례의 정상인만을 대상으로 MPFM으로 측정한 PEFR성적의 정밀도를 조사하였는데, 서로 다른 3일동안 연속적으로 MPFM나 pneumotachygraph로 측정한 PEFR성적의 횡수에 따른 유의한 차이는 없었고, 같은 검사기계로 한 사람의 검사기술자에 의해 3일동안 연속적으로 측정한 PEFR성적의 개체내 CV는 MPFM에 의한 경우는  $2.39 \pm 1.15\%$ , pneumotachygraph에 의한 경우는  $5.20 \pm 3.54\%$ 로 유의하게 작아 MPFM에 의한 PEFR성적이 더 높은 정밀성을 나타냈으며, 이는 Pistelli등<sup>27)</sup>이 보고한 MPFM에 의한 PEFR성적의 CV  $4.93 \pm 3.93\%$ , Assess peak flow meter의  $8.23 \pm 6.65\%$ , pneumotachygraph의  $8.45 \pm 7.02\%$ 에 비해서 비교적 높은 정밀도를 보였다.

전산화폐기능검사기계로 검사기술자에 의해서 ATS표준방법<sup>5)</sup> 따라 FVC수기를 이용하여 측정되는 FEV<sub>1</sub>은 같은 전산화폐기능검사기계나 PFM으로 측정한 PEFR에 비해서 개체내 변이성이 작아서<sup>9)</sup> 기도폐쇄의 평가에 표준화된 방법(gold standard)으로 이용되고 있는데, 본 연구에서는 서로 다른 3일동안 연속적으로 pneumotachygraph로 폐기능을 측정하였을 때 FEV<sub>1</sub>의 CV는  $3.36 \pm 1.10\%$ 로 MPFM로 측정한 PEFR의 CV  $2.39 \pm 1.15\%$ 에 비해 유의하게 커서 MPFM으로 측정한 PEFR이 전산화폐기능검사기계에 의한 FEV<sub>1</sub>보다 개체내 변이성이 더 작은 것으로 나타나 천식환자의 추적관찰에 유용함을 보였으나 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서 정상인에서 MPFM로 측정한 PEFR의 CV와 PEFR성적사이에 역상관관계( $r = -0.49$ ,  $p < 0.05$ )를 보여 PEFR성적이 높을수록 정밀성이 증가하였으며 이는 Pistelli등<sup>27)</sup>이 보고한 Assess peak flow meter에 의한 PEFR의 CV와 PEFR성적사이에 역상관관계( $r = -0.476$ ,  $p < 0.01$ )의 결과와 일치하였다.

따라서 MPFM로 측정한 PEFR성적은 전산화폐기

능검사기계인 pneumotachygraph로 측정한 PEFR성적과 높은 상관관계를 나타내고, 높은 정확도 및 정밀성을 보이며, MPFM로 측정한 PEFR성적을 pneumotachygraph로 측정한 PEFR성적과의 회귀방정식으로 교정하였을 경우에 두 검사기계간 PEFR성적의 일치성은 동일한 폐기능검사기계로 한 사람의 폐기능검사에 의해 연속적으로 3일동안 PEFR을 측정하여 얻은 서로 다른 2일간 PEFR의 개체내 일치성과 유사하여, MPFM에 의해 측정한 PEFR은 전산화 폐기능 검사기에 의한 폐기능성적과 다를 바 없는 좋은 성적을 측정할 수 있으며 기관지 천식환자의 폐기능상태의 변화양상을 추적관찰하는데 유용할 것으로 사료된다.

## 요 약

### 연구배경 :

휴대용 PFM에 의한 PEFR측정은 쉽고 간편하여 천식의 진단과 추적관찰에 널리 이용되고 있는데, 이들에 의해 측정된 PEFR성적이 얼마나 믿을만 할 것 인지는 의문이다. 따라서 저자는 전산화폐기능검사기 계인 pneumotachygraph를 기준으로 MPFM에 의한 PEFR측정의 정확도, 일치성, 정밀성을 검토하고자 하였다.

### 방 법 :

22례의 정상인과 17례의 경증 및 중증도의 천식환자를 대상으로 휴대용 PFM인 MPFM로 PEFR을 측정하였고 전산화폐기능검사기계인 pneumotachygraph로 폐환기기능검사를 시행하였으며, 이중 정상인만을 대상으로 서로 다른 3일 동안 연속적으로 같은 방법으로 폐기능검사를 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

### 결 과 :

정상인과 환자군 모두에서 MPFM로 측정한 PEFR은 pneumotachygraph에 의해 측정한 PEFR, FEV<sub>1</sub>과 유의한 순상관관계에 있었다(for PEFR,  $r = 0.92$ ,  $p < 0.001$ ; for FEV<sub>1</sub>,  $r = 0.78$ ;  $p < 0$ .

001).

정상인과 환자군 모두에서 MPFM로 측정한 PEFR은 pneumotachygraph로 측정한 PEFR과 평균 16.5L/min의 차이(측정된 실제 PEFR의 2.90%)를 보였고 정상인만을 대상으로 했을 때는 10.6L/min의 차이(측정된 실제 PEFR의 1.75%)를 보여 NAEP에서 추천한 정확도의 기준 10%이내로 높은 정확도를 나타냈다.

정상인과 환자군 모두에서 MPFM로 측정한 PEFR과 pneumotachygraph로 측정한 PEFR사이의 Bland-Altman 방법에 의한 일치성은 회귀방정식을 이용해 교정했을 때  $-71.5 \sim +38.2$  L/min을 보였고 정상인만을 대상으로 했을 때는  $-20.49 \sim +9.49$  L/min을 보여, 정상인에서 연속 3일간 측정하여 얻은 개체내 일치성과 유사하였다.

정상인만을 대상으로 연속 3일간 MPFM로 측정한 PEFR과 pneumotachygraph에 의한 폐기능성적은 각각 횡수에 따라 유의한 차이가 없었고( $p > 0.05$ ), MPFM에 의한 PEFR의 CV는  $2.4 \pm 1.2\%$ 로서 pneumotachygraph에 의한  $5.2 \pm 3.5\%$ 보다 유의하게 작았다( $p < 0.05$ ).

#### 결 론 :

이상의 성적으로 MPFM에 의해 측정한 PEFR은 전산화폐기능검사기에 의한 폐기능성적과 다를 바 없는 좋은 성적을 측정할 수 있어서 기관지 천식환자의 폐기능상태의 변화양상을 추적관찰하는데 유용한 것으로 사료되었다.

## 참 고 문 헌

1. Hetzel MR, Clark TJ : Comparison of normal and asthmatic circadian rhythms in peak expiratory flow rate. *Thorax* 35 : 732, 1980
2. Beasley R, Cusley M, Holgate ST : A self management plan in the treatment of adult asthma. *Thorax* 44 : 200, 1989
3. Charlton I, Charlton G, Broomfield J, Mullee MA : Evaluation of peak flow and symptoms only self management plans for control of asthma in general practice *BMJ* 301 : 1355, 1990
4. Wright BM, McKerrrow CB : Maximum forced expiratory flow rate as a measure of ventilatory capacity with a description of a new portable instrument for measuring it. *BMJ* ii : 1041, 1959
5. American Thoracic Society : Standardization of spirometry-update. *Am Rev Respir Dis* 298 : 1068, 1987
6. Burns KL : An evaluation of two inexpensive instruments for assessing airway flow. *Ann Allergy* 43 : 246, 1979
7. Vaughan TR, Weber RW, Tipton WR, Nelson HS : Comparison of PEFR and FEV<sub>1</sub> in patients with varying degrees of airway obstruction : effect of modest altitude. *Chest* 95 : 558, 1989
8. Loveland M, Corbin R, Ducic S, Martin RR : Evaluation of the final analysis and variability of the helium response. *Bull Eur Physiopathol Respir* 14 : 551, 1978
9. Rosenblatt G, Alkalay I, McCann PD, Stein M : The correlation of peak flow rate with maximal expiratory flow rate, one-second forced expiratory volume, and maximal breathing capacity. *Am Rev Respir Dis* 87 : 589, 1963
10. Ritchie B : A comparison of forced expiratory volume and peak flow in clinical practice. *Lancet* 2 : 271, 1962
11. Connelly CK, Chan NS : Relationship between different measurements of respiratory function in asthma. *Respiration* 52 : 22, 1987
12. Kelly C, Gibson G : Relation between FEV<sub>1</sub> and peak expiratory flow in patients with chronic airway obstruction. *Thorax* 43 : 335, 1988
13. Meltzer AA, Smolensky MH, D'Alonzo GE,

- Harrist RB, Scott PH : An assessment of peak expiratory flow as a surrogate measurement of FEV<sub>1</sub> in stable asthmatic children. *Chest* **96** : 329, 1989
14. Perks WH, Tams IP, Thompson DA, Prowse K : An evaluation of the mini-Wright peak flowmeter. **34** : 79, 1973
  15. Harm DL, Kotses H, Creer TL : Portable peak flow meters : intrasubject comparisons. *J Asthma* **21** : 9, 1984
  16. Brown LA, Sly RM : Comparison of mini-Wright and standard Wright peak flowmeters. *Ann Allergy* **45** : 72, 1980
  17. Darden MD, Sly RM : Evaluation of Healthscan Assess peak flowmeters. *Ann Allergy* **52** : 486, 1985
  18. de Hamel FA : The mini-Wright peak flowmeter as a lung function measuring device. *NZ Med J* **95** : 666, 1982
  19. Eichenhorn MS, Beauchamp RK, Harper PA, Ward JC : An assessment of three portable peak flowmeters. *Chest* **82** : 302, 1982
  20. Statement of technical standards for peak flowmeters. Bethesda, Md : National Asthma Education Program, National Heart, Lung, and Blood Institute. Feb 4, 1991
  21. Morris AH, Kanner RE, Crapo RO, Gardner RM : Clinical pulmonary function testing : A manual of uniform laboratory procedures. 2nd Ed., Salt Lake City, Intermountain Thoracic Society, 1984
  22. Bland JM, Altman DG : Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* **1** : 307, 1986
  23. Murray AB, Hardwick DF, Pirie GE, Fraser BM : Assessing severity of asthma with Wright peak flow meter. *Lancet* **1** : 708, 1977
  24. Gautrin D, D'Aquino LC, Gagnon G, Malo JL, Cartier A : Comparison between peak expiratory flow rates (PEFR) and FEV<sub>1</sub> in the monitoring of asthmatic subjects at an outpatient clinic. *Chest* **106** : 1419, 1994
  25. Jackson AC : Accuracy, reproducibility, and variability of portable peak flowmeters. *Chest* **107** : 648, 1995
  26. Shapiro SM, Hendler JM, Ogirala RG, Aldrich TK, Shapiro MB : An evaluation of the accuracy of Assess and mini Wright peak flow meters. *Chest* **99** : 358, 1991
  27. Pistelli R, Fuso L, Muzzolon R, Bevignani G, Patalano F, Ciappi G : Comparison of the performance of two mini peak flow meters. *Respiration* **56** : 103, 1989
  28. Bagg LR, Hughes DT : Diurnal variation in peak expiratory flow in asthmatics. *Eur J Respir Dis* **61** : 298, 1980