

기류폐색의 평가에서 mini-Wright 최대유량계로 측정된 최대호기유속의 유용성

계명대학교 의과대학 내과학교실, 예방의학교실*

이상원 · 최원일 · 박순효 · 박훈표 · 서용우 · 이정은
구덕희 · 서창균 · 이미영* · 이충원* · 전영준

=Abstract=

Validity of peak expiratory flow for assessing the presence of airflow obstruction

Sang Won Lee, M.D., Won-Il Choi, M.D., Soon Hyo Park, M.D.,
Hoon Pyo Park, M.D., Yong Woo Seo, M.D., Jung Eun Lee, M.D.,
Duk Hee Ku, M.D., Chang Gyun Seo, M.D., Mi Young Lee, M.D.*,
Choong Won Lee, M.D.* and Young June Jeon, M.D.

Departments of Internal Medicine and Preventive Medicine
Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea*

Background : Since there has been strong correlation between peak expiratory flow (PEF) and forced expiratory volume in one second (FEV₁), assessing the presence of airflow obstruction by PEF measurements would be useful in general practice, but its usefulness has not been well investigated. We hypothesize that PEF would be practicable for assessing the presence of airflow obstruction.

Methods : PEF measurements were performed mini-Wright peak flow meter in 106 patients (aged 19-82) with a history of asthma or chronic obstructive lung disease. The change in PEF (% predicted value) was compared with the change in FEV₁ and forced expiratory volume in one second to forced vital capacity ratio (FEV₁/FVC). Airflow obstruction was analyzed according to European Community for Coal and Steel criteria. When defined as an FEV₁ and FEV₁/FVC ratio both below the 90% confidence interval of predicted values before bronchodilator.

Results : Airflow obstruction was observed in 76.4% (81) of patients. Relative operating characteristic analysis showed that an below in PEF of 60% of predicted value gave optimal discrimination between patients with no airflow obstruction and airflow obstruction (the sensitivity and specificity of below 60% of predicted value in detecting FEV₁ and FEV₁/FVC ratio both below the 90% confidence interval of predicted values were 86.4% and 83.0% respectively, with a positive predictive value of 94.5%)

Conclusion : Percentage of predicted value in PEF could be used to diagnose airflow obstruction.(Korean J Med 67:170-175, 2004)

Key Words : Peak Expiratory Flow Rate, Airflow Obstruction

-
- 접수 : 2004년 1월 26일
 - 통과 : 2004년 5월 17일
 - 교신저자 : 최원일, 대구시 중구 동산동 194, 계명대학교 의과대학 내과학교실(700-712)
E-mail : wichoi@dsmc.or.kr

서 론

호흡곤란을 호소하는 환자에서 심장 또는 폐로 인한 호흡곤란의 감별진단은 필수적이다. 때로는 기류폐색(airflow obstruction)이 있지만 평상시 생활에는 호흡곤란을 호소하지 않는 경우도 있다.

기류폐색의 진단에는 강제호기량 1초치(forced expiratory volume in one second; FEV₁)와 강제호기량 1초치(forced expiratory volume in one second; FEV₁)와 노력성 폐활량(forced vital capacity; FVC)의 비(FEV₁/FVC)를 사용하고 있으나 국내의 1차 진료기관에서는 폐활량 검사기계가 보편화되어 있지 않아서 기류폐색의 객관적인 진단에 어려움이 있다.

최대호기유속(peak expiratory flow; PEF)과 FEV₁의 상관관계가 매우 높은 것이 보고된¹⁾ 이래로 기류폐색 환자에 응용하려는 노력이 있어왔다^{2,3)}. PEF는 FEV₁에 비해 노력이 더 의존적이며, 기도폐쇄의 정도를 저평가할 수 있으나⁴⁾, 천식 및 만성폐쇄성폐질환 환자의 치료 후 효과판정 및 중증도 판정에 매우 유용하게 이용되고 있다⁵⁻⁸⁾. 이에 더해서 기관지확장제 전 후의 PEF 측정을 통해 기류가역성의 평가에 유용성이 이미 입증된 바 있을 뿐더러^{9,10)}, 기류가역성의 증명은 바로 천식의 진단과 밀접한 관계가 있어서 기류폐색의 감별진단에도 유용하다.

이에 mini-Wright 최대유량계와 같은 간단한 기구로서 최대호기유속을 측정하여 기류폐색이 있는지를 감별할 수 있다면 1차 진료기관에서 호흡곤란의 진단에 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 예상된다. 그러나 기류폐색의 진단에 있어서 최대호기유속의 유용성에 대해서는 아직 충분한 연구가 없는 상태이다. 따라서 본 연구는 mini-Wright 최대유량계로 측정한 PEF가 기류폐색의 진단에 유용한지를 알아보려고 한다.

대상 및 방법

1. 대상 환자

본 연구는 미국흉부학회 기준¹¹⁾에 의해서 진단된 천식 및 만성폐쇄성폐질환 환자 106명을 대상으로 조사하였다.

2. 검사장비 및 방법

폐기능검사는 미국 SensorMedics사의 6200 Autobox DL Pulmonary Function Laboratory를 이용하여 검사에

대한 환자 교육 후에 협조가 잘된 3번의 반복검사 중에서 최대치를 선택하였으며 최대호기유속은 mini-Wright 최대유량계(Clement Clarke International, Co. Ltd, England)를 사용해서 측정하였으며 각각의 측정값은 검사에 대한 환자 교육 후에 협조가 잘된 3번의 반복 검사 중에서 최대치를 선택하였다. 본 연구에서는 200회 미만을 사용한 mini-Wright 최대유량계를 사용하였다.

3. 예측치(predicted value)

예측치의 계산은 유럽흉부학회에서 제시한 식¹²⁾을 사용하였으며 공식은 다음과 같다.

남자 : FEV₁ (L) = 4.30 × 신장(m) - 0.029 × 나이(년) - 2.49, 추정표준오차 0.51

FEV₁/FVC (%) = -0.81 × 나이(년) + 87.21, 추정표준오차 7.17

여자 : FEV₁ (L) = 3.95 × 신장(m) - 0.025 × 나이(년) - 2.60, 추정표준오차 0.38

FEV₁/FVC (%) = -0.19 × 나이(년) + 89.10, 추정표준오차 6.51

기류폐색은 기관지확장제 사용 전 FEV₁과 FEV₁/FVC 모두 예측치 신뢰구간의 90% 미만인 경우로 정의하였다¹²⁾. mini-Wright 최대유량계로 측정된 PEF의 예측치는 Nunn등¹³⁾의 공식을 사용하였으며 식은 다음과 같다.

남자 : logePEF (L/min) = 0.544 × loge[나이(년)] - 0.0151 × 나이(년) - 74.7/신장(cm) + 5.48

여자 : logePEF (L/min) = 0.376 × loge[나이(년)] - 0.0120 × 나이(년) - 58.8/신장(cm) + 5.63

4. 계산 및 통계

최대호기유속과 폐기능검사치 사이의 상관관계를 알기 위해 spearman rank correlation으로 통계처리를 하였다.

결 과

조사 대상자는 모두 106명으로 남자가 51명, 여자가 55명이었고, 평균 연령은 55.7세였으며 흡연자는 54명이었고, 흡연자의 평균 흡연량은 33.1±18.8 pack-years이었다. FEV₁ 절대값의 평균은 1.29±0.62L로 FEV₁/FVC의 평균은 61.75%로 관찰되었다(표 1).

Table 1. Patient characteristics (n=106).

Age (year)	62.02±11.83	19-82
Men/Female	51/55	
Smoker	54	
pack/year	33.13±18.81	2-60
FEV ₁		
Liters	1.29±0.62	0.4-3.40
FEV ₁ /FVC		
%	62.80±13.93	38-99
PEF: mini-Wright		
Liter/min	214.43±110.45	60-500

Values are numbers of patients or means (SD) with ranges
 FEV₁, forced expiratory volume in one second;
 PEF, peak expiratory flow;
 FVC, forced vital capacity

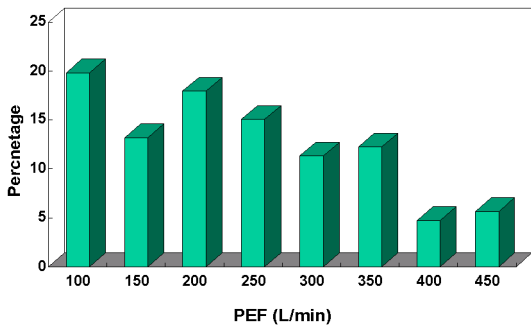


Figure 1. Relative distribution of PEF expressed as an absolute value (L/min).

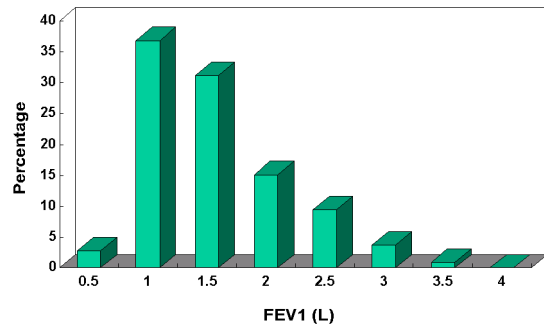


Figure 2. Relative distribution of FEV₁ expressed as an absolute value (L).

1. 기류폐색

기류폐색은 FEV₁과 FEV₁/FVC 모두 신뢰구간 90% 미만인 경우로 정의하였을 때 106명 중 81명(76.4%)에서 기류폐색이 있는 것으로 관찰되었다. PEF의 절대치는 측정자의 89%에서 350 L/min 이하로 관찰되었다(그림 1). FEV₁은 측정자의 86%에서 2 L 이하로 관찰되었다(그림 2). FEV₁/FVC 예측치의 분포에서는 예측치의 70% 이하로 관찰된 자가 70%였다(그림 3). FEV₁ (% 예측치)과 mini-Wright 최대유량계로 측정된 PEF의 예측치 사이에 유의한 상관관계($r=0.683, <0.001$)가 관찰되었다(그림 4). FEV₁/FVC (% 예측치)와 mini-Wright 최대유량계로 측정된 PEF의 예측치 사이에도 유의한 상관관계($r=0.619, <0.001$)가 관찰되었다(그림 5).

2. 민감도 및 특이도

폐활량검사서 기류폐색이 증명된 환자에서 PEF로 평가한 기류폐색의 진단 민감도 및 특이도는 PEF 예측치의 백분율 60% 진후에서 가장 높게 관찰되었다(그림 6). PEF가 예측치의 60% 이하일 때 민감도 86.4%, 특이도 83.0%, 양성예측율 94.5%로 관찰되었다.

고 찰

천식 및 만성폐쇄성폐질환 환자들을 진단하고 증상의 경중을 평가하는 객관적인 방법 중의 하나는 기류폐색의 정도를 확인하는 것이다. 기류폐색을 진단하는데 가장 보편적으로 사용되어지고 있는 방법으로는 폐활량검사법(spirometry)을 들 수 있다. 기류폐색이 심한 환자에서는 병력과 신체검사 그리고 단순흉부방사선 촬영 등

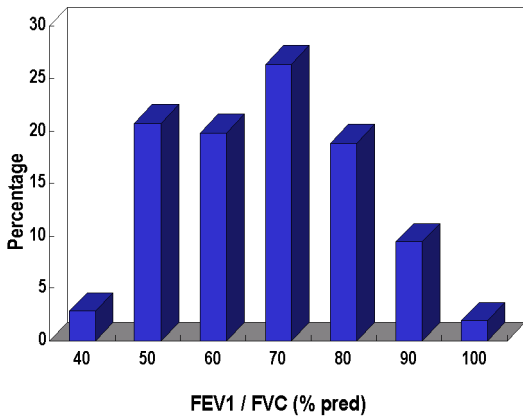


Figure 3. Relative distribution of FEV₁/FVC ratio expressed as a percentage of predictive value.

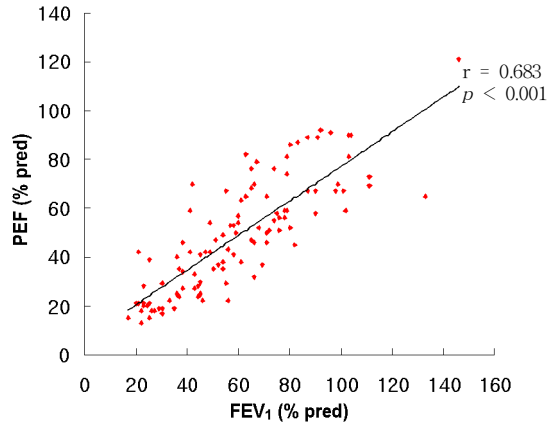


Figure 4. Correlation between FEV₁ expressed as a percentage of predictive value and a percentage of predictive value of peak expiratory flow rate (PEF).

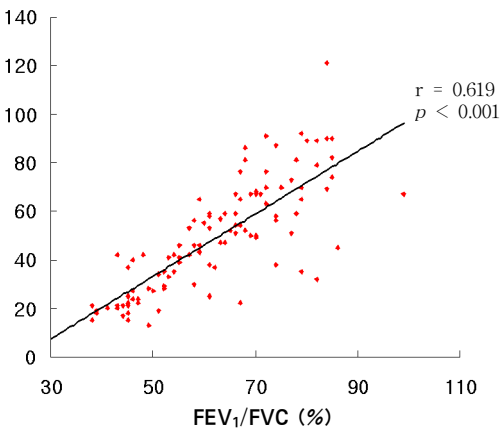


Figure 5. Correlation between FEV₁/FVC expressed as a percentage and a percentage of predictive value of peak expiratory flow rate (PEF).

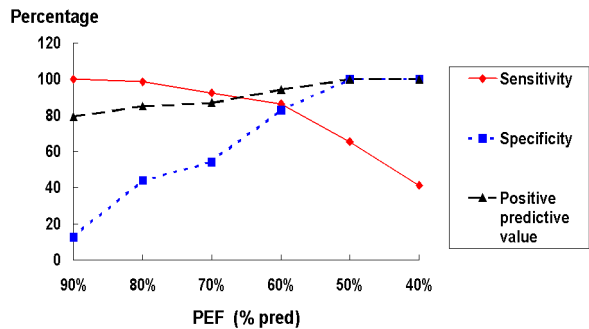


Figure 6. Sensitivity, specificity of percentage of predictive value in peak expiratory flow (PEF). Measures of airflow obstruction are defined as an FEV₁ and FEV₁/FVC ratio both below the 90% confidence interval of predicted values before bronchodilator.

으로도 기류폐색을 진단할 수 있을 것으로 보이나, 증상이나 이학적소견이 뚜렷하지 않은 경우에는 폐활량 검사로 진단에 도움을 받을 수 있다.

폐기능검사에서 정상과 비정상을 구분하는 것은 매우 어려운 일이나 통상적으로 FEV₁의 경우 예측치의 80% 미만을 비정상적으로 해석하고 있다. 그러나 이러한 고정된 값은 성인에서는 아무런 통계학적인 근거가 없으므로 보고 되어 있다¹⁴⁻¹⁶⁾. FEV₁/FVC (%)에서도 비정상을 구분하는 고정된 값은 성인에게서는 적합하지 않은데 이유로는 나이와 키에 따른 역 상관관계가 있기 때문이다^{17, 18)}. 따라서 고정된 값을 사용할 경우 노년층에서

는 비정상군이 증가하는 오류를 범할 수 있다. 위와 같은 이유로 1991년 미국흉부학회에서는¹⁹⁾ 정상범위를 정할때 5번째 백분위수(percentile)를 기준으로 비정상을 구분하는 것을 제시하였으며 아울러 정상과 비정상의 경계에 있는 수치는 해석에 주의를 요한다고 보고하였다. 1993년에 보고한 유럽흉부학회의 기준¹²⁾을 보면 90% 신뢰구간을 벗어나는 경우 비정상적으로 구분하고 있으며, 폐기능검사실에서 주로 이용되는 방법으로 보고한 바 있다. 폐기능검사의 예측치는 회귀분석을 통해 구한 공식으로 나이, 키 등을 대입해서 구할 수 있으며 이러한 공식에 추정표준오차(standard error of estimate;

SEE)가 있을 경우 개개인의 환자에서 90% 신뢰구간을 구할 수 있다. 현재까지 국내에서 보고한 예측치 공식에서는 90% 신뢰구간을 제시하지 않아서 본 연구에서는 Quanjer 등¹²⁾의 식을 사용하였다.

국내에서도 성인에서 mini-Wright 최대유량계로 측정한 PEF의 예측치가 있으며^{20, 21)}, Nunn 등¹³⁾이 Wright 최대유량계로 보고한 것과 국내 연구²⁰⁾의 예측치가 유사하였지만 FEV₁과 FVC의 예측치를 외국의 식을 통해 구해서 본 연구에서는 Nunn 등¹³⁾이 제시한 식을 이용하였다.

본 연구에서 PEF 예측치의 60% 이하로 감소할 경우 기류폐색을 진단하는데 민감도 86.4%, 특이도 83.0%로 관찰되었고, 70% 이하로 감소하는 경우를 기준으로 정할 경우 민감도는 92.6%로 증가하나 특이도는 54.1%로 감소함을 관찰할 수 있었다. 1차 진료기관에서 기류폐색이 의심되는 환자에서 본 연구의 결과를 적용할 경우 진료에 적지않은 도움이 될 것으로 생각된다.

이제까지 기류폐색을 진단하는 기준으로 FEV₁/FVC와 FEV₁을 이용하여 왔으나 간단하게 측정할 수 있는 최대호기유속으로도 기류폐색을 진단하는데 도움을 줄 수 있음이 본 연구에서 관찰되었다. 그리고 mini-Wright로 측정한 PEF의 예측치가 60% 미만일 경우에 흉부방사선을 통해 제한성환기장애를 배제할 수 있다면 기류폐색의 진단에 더욱 접근하리라 생각된다. 이와 같은 기준으로 1차 진료기관에서 호흡기환자의 진료에 적용한다면, 특히 증상과 신체검사 소견이 특징적이지 않은 경증의 만성폐쇄성폐질환 환자의 진단 및 치료에 도움을 줄 것으로 기대한다.

요 약

목적 : 최대호기유속(PEF)은 강제호기량 1초치(FEV₁)에 비해 측정이 간단하며 쉽고 빠르게 검사할 수 있는 장점이 있어 1차 진료기관에서도 쉽게 이용할 수 있다. PEF와 FEV₁은 상관관계가 매우 높으므로, 본 연구에서는 기류폐색의 진단에 PEF가 유용한지를 조사하고자 하였다.

방법 : 천식 및 만성폐쇄성폐질환으로 진단 받고 치료 중인 환자들을 대상으로 전향적으로 조사하였다. 기류폐색은 FEV₁과 FEV₁/FVC 모두 신뢰구간의 90% 미만인 경우로 정의 하였고, 대상 환자 106명 중 81명(76.4%)에서 기류폐색이 있었다. PEF에 따른 기류폐색

의 민감도, 특이도, 양성예측율을 구했다.

결과 : 폐활량측정법으로 기류폐색이 증명된 환자에서 PEF로 기류폐색을 평가하여 민감도, 특이도, 양성예측율 등을 구했을 때, PEF 예측치의 60% 미만을 기류폐색의 진단기준으로 정할 경우 민감도 86.4%, 특이도 83.0%, 양성예측율 94.5%로 나타났다.

결론 : 이상의 결과로 mini-Wright 최대유량계로 측정한 PEF로 기류폐색을 진단하는 것은 유용한 방법으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Kelly CA, Gibson GJ. *Relation between FEV₁ and peak expiratory flow in patients with chronic airflow obstruction. Thorax 43:335-336, 1988*
- 2) Quanjer PH, Lebowitz MD, Gregg I, Miller MR, Pedersen OF. *Peak expiratory flow: conclusions and recommendations of a Working Party of the European Respiratory Society. Eur Respir J Suppl 24:2S-8S, 1997*
- 3) Paggiaro PL, Moscato G, Giannini D, di Franco A, Gherson G. *Relationship between peak expiratory flow (PEF) and FEV₁. Eur Respir J Suppl 24:39S-41S, 1997*
- 4) Cross D, Nelson HS. *The role of the peak flow meter in the diagnosis and management of asthma. J Allergy Clin Immunol 87:120-128, 1991*
- 5) British Thoracic Society, Scottish Intercollegiate Guidelines Network. *British guideline on the management of asthma. Thorax 58(Suppl 1):i1-i94, 2003*
- 6) National Asthma Education and Prevention Program. *Expert panel report: guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma Update on Selected Topics-2002. J Allergy Clin Immunol 110(Suppl 5):S141-S219, 2002*
- 7) BTS guidelines for the management of chronic obstructive pulmonary disease. *The COPD Guidelines Group of the Standards of Care Committee of the BTS. Thorax 52(Suppl 5):S1-28, 1997*
- 8) Siafakas NM, Vermeire P, Pride NB, Paoletti P, Gibson J, Howard P, Yernault JC, Decramer M, Higenbottam T, Postma DS. *Optimal assessment and management of chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Eur Respir J 8:1398-1420, 1995*
- 9) Dekker FW, Schrier AC, Sterk PJ, Dijkman JH. *Validity of peak expiratory flow measurement in assessing reversibility of airflow obstruction. Thorax 47:162-166, 1992*
- 10) Choi WI, Kwak JH, Kwon DY, Han SB, Jeon YJ.

- Validity of peak expiratory flow for assessing reversible airflow obstruction. Tuberc Respir Dis 48:522-529, 2000*
- 11) American Thoracic Society. *Standards for the diagnosis and care of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and asthma. Am Rev Respir Dis 136:225-244, 1987*
 - 12) Quanjer PH, Tammeling GJ, Cotes JE, Pedersen OF, Peslin R, Yernault JC. *Lung volumes and forced ventilatory flows. Eur Respir J Suppl 16:5-40, 1993*
 - 13) Nunn AJ, Gregg I. *New regression equations for predicting peak expiratory flow in adults. BMJ 298:1068-1070, 1989*
 - 14) Crapo RO, Morris AH, Gardner RM. *Reference spirometric values using techniques and equipment that meet ATS recommendations. Am Rev Respir Dis 123:659-664, 1981*
 - 15) Miller MR, Pincock AC. *Predicted values: how should we use them? Thorax 43:265-267, 1988*
 - 16) Oldham PD. *Percent of predicted as the limit of normal in pulmonary function testing: a statistically valid approach. Thorax 34:569-570, 1979*
 - 17) Knudson RJ, Lebowitz MD, Holberg CJ, Burrows B. *Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging. Am Rev Respir Dis 127:725-734, 1983*
 - 18) Paoletti P, Pistelli G, Fazzi P, Viegi G, di Pede F, Giuliano G, Prediletto R, Carrozzi L, Polato R, Saetta M. *Reference values for vital capacity and flow-volume curves from a general population study. Bull Eur Physiopathol Respir 22:451-459, 1986*
 - 19) American Thoracic Society. *Lung function testing and selection of reference values and interpretative strategies. Am Rev Respir Dis 144:1202-1218, 1991*
 - 20) Kim YS, Ran AA, Kim SK, Chang J, Ahn CM, Oh JJ. *Peak expiratory flow in normal healthy Korean subjects measured by mini-wright peak flow meter. Tuberc Respir Dis 50:320-333, 2001*
 - 21) Kim MC, Kwon KB, Yim DH, Song CS, Jung YS, Jang TW, You HD, Jung MH. *The normal predicted value of peak expiratory flow (PEF) measured by the peak flow meter and correlation between PEF and other ventilatory parameters. Tuberc Respir Dis 45:1000-1011, 1998*