

[원저]

건강한 성인남성에서 폐활량저하와 대사증후군의 관련성

이정운¹, 백유진²원광대학교 산본병원 가정의학과¹, 한림대학교 성심병원 가정의학과²

- 요약 -

연구배경	폐기능이 현저히 떨어진 사람들은 인슐린저항성이 높게 관찰되며 그 중에서도 제한성 폐질환은 일부 대사증후군과 관련성이 보고 되었다. 하지만, 폐질환이 없는 비교적 정상범위 내에서의 폐활량 저하와 대사증후군의 관련성은 분명하지 않다. 따라서 본 연구는 폐질환이 없는 정상성인 남성에서 폐활량 저하와 대사증후군의 관련성을 알아보고자 한다.
방 법	2006년 1월부터 12월까지 일개 대학병원 건강검진센터를 방문한 성인남성 4583명을 대상으로 폐기능검사, 생활습관조사, 신체계측, 대사증후군의 항목에 대한 검사를 실시하였다.
결 과	노력성 폐활량(FVC) 예측값에 따라 가장 높은 군부터 사분위 그룹(Q1~4)로 나누었을 때, 대사증후군의 비율은 Q1에서 144명(12.9%), Q2에서 171명(15.2%), Q3에서 173명(15.4%), Q4에서 228명(18.9%)으로 증가하였다(P for trend < 0.0001). 나이, 체질량지수 그리고 흡연상태를 보정한 후 대사증후군 항목별로 FVC 평균값의 차이를 관찰한 결과, 혈압(P=0.308)을 제외한 복부비만(P < 0.0001), 고혈당(P=0.002), 중성지방(P < 0.0001), 고밀도콜레스테롤(P=0.034) 등은 모두 의미 있는 차이를 보였다. 대사증후군을 갖는 집단의 평균 FVC값은 99.6%로, 대사증후군이 없는 집단의 101.7%보다 낮았다(P < 0.0001). 교란변수를 보정한 후에 대사증후군 항목의 개수에 따라 FVC 평균값을 비교했을 때 항목이 하나도 없는 그룹은 102.5%, 항목이 1개일 때 101.6%, 2개일 때 99.8%, 3개일 때 98.9%, 4개 이상일 때 98.3%로 의미 있게 감소하는 양상을 보였다(P for trend < 0.0001).
결 론	건강한 성인남성에서 폐활량의 저하는 대사증후군의 높은 유병률과 관련이 있다. 향후 폐기능저하와 대사증후군, 더 나아가 심혈관질환의 인과관계를 밝히기 위한 전향적인 연구가 필요하다. (대한임상건강증진학회지 2007;7(4):245~252)
중심단어	대사증후군, 노력성 폐활량, 폐기능검사, 한국

서 론

폐기능이 현저하게 떨어진 사람들은 심혈관질환의 발생과 사망률이 증가한다.¹⁻³ 또한 폐질환이 없는 사람도 정상범위 내에서의 폐기능 저하는 심혈관질환 발생률이 높다는 보고가 있으며 이는 흡연자 뿐만 아니라 비흡연자에서도 공통으로 관찰된다.³ 여러 전향적인 연구결과에 따르면 현재 폐기능이 떨어져 있을수록 향후 인슐린저항성^{4,5}과 당뇨병의 발생위험^{4,6,7}이 높아진다고 알려져 있다. 일부는 그 이유를 폐기능저하 환자들에서는 심혈관질환의 위험인자인 염증반응이 높게 관찰되므로, 이러한 저강도 전신염증반응(low grade systemic inflammation)을 발생원인으로

설명하고 있다.⁸⁻¹⁰

대사증후군은 인슐린 저항성과 비만을 특징으로 하면서 향후 당뇨병의 발생에 밀접한 관련이 있는 대사지표군이며^{11,12} 동시에 심혈관질환의 발생과 사망률을 증가시킨다.¹²⁻¹⁵ 최근 들어 우리나라 대사증후군의 발생률은 점차 증가하여 2001년 국민건강영양조사에 따르면 전국민의 21.4%가 대사증후군에 속한다.¹⁶

이처럼 폐기능저하는 비만과 복부비만환자에서 뚜렷하게 증가하고¹⁷⁻¹⁹, 또한 인슐린저항성과 관련이 있음을 고려하면, 공통의 기전을 갖는 대사증후군과도 그 연관성을 찾을 수 있을 것이다.

최근 일부 단면적연구에서 폐기능이 현저하게 저하된 폐쇄성 폐질환(Obstructive lung disease)과 제한성폐질환(Restrictive lung disease)환자들에서 인슐린저항성과 대사증후군이 높게 관찰된 바가 있다.^{20,21}

하지만 폐기능이 비교적 정상인 성인에서 폐활량이 저하되

• 교신저자 : 백 유 진 한림대성심병원 가정의학과
 • 주 소 : 경기도 안양시 동안구 평촌동 896번지
 • 전 화 : 031-380-1784
 • E-mail : samsumok@dreamwiz.com
 • 접수 일 : 2007년 9월 5일 • 채 택 일 : 2007년 12월 4일

었을 때 대사증후군의 유병률이 증가하는지에 대해서는 알려진 바가 없다. 따라서 본 연구는 건강검진을 위해 일개 대학 병원을 방문한 건강한 성인남성을 대상으로 폐활량 저하와 대사증후군의 관련성을 알아보고자 한다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

2006년 1월 1일부터 2006년 12월 31일까지 경기도 소재 일개 대학병원 건강증진센터를 방문한 20세 이상 무증상 남성을 대상으로 하였다. 검사 전 자신의 건강상태에 관한 자기 기입식 설문조사를 실시하였고, 키, 몸무게, 체중, 5분간 안정을 취한 후의 혈압을 비롯한 신체검진, 공복 시 채혈을 실시하였다. 연구대상 중 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈 등의 약물 치료를 받고 있는 사람과 만성폐쇄성질환, 천식, 급성호흡기 감염 등 호흡기질환을 현재 앓고 있거나 과거력이 있는 자, 현재 호흡곤란, 기침 등 호흡기증상이 있는 자, 그리고 흉부 방사선 소견상 폐질환의 증거가 있는 자는 제외하여 총 4583명을 최종 연구대상으로 선정하였다.

2. 연구방법

1) 대상군의 분류

대상군 모두에게서 spirometry (Model 2130; SensorMedics, Yorba Linda, CA)를 이용하여 1초간 노력성 호기량(Forced expiratory volume in 1 second, FEV₁), 노력성 폐활량(Forced vital capacity, FVC)를 측정하였다. 노력성 폐활량(FVC)은 측정하기 전에 피검자에게 그 요령을 충분히 이해시킨 후, 피검자로 하여금 2~3회의 가벼운 호흡을 하게 한 후에, 전 폐활량까지 빠르게 흡기한 상태에서 코를 막고 입에 대는 부분을 물고, 가능한 한 빠르고 완전하게 최대의 노력으로 호기한 다음, 다시 가능한 빠르게 피검자가 최대의 노력으로 흡기와 호기를 반복하게 한 결과를 채택하였다. 총 2번 시행하여 이중 결과가 좋은 것으로 채택하였다. 폐기능 검사결과 중 FVC의 예상 측정값(%)에 따라 가장 높은 군부터 대상군을 사분위 그룹(Quartile 1~4)으로 나누었고, 나이, 흡연력, 음주력, 운동습관, 과거력은 설문을 통해 정보를 얻었다. 현재 흡연하는 사람을 현재 흡연군, 금연한 지 1개월 이상 된 사람을 과거 흡연군, 한번도 흡연하지 않은 사람을 비흡연군으로 분류하였다.

키, 몸무게, 허리둘레, 5분간 안정을 취한 후 수축기혈압, 이완기혈압을 측정하였고, 공복상태에서 채혈을 통해 백혈구

(WBC), 공복혈당(glucose), 총콜레스테롤(total cholesterol), 중성지방(triglyceride), 고밀도지단백질(HDL-cholesterol)을 측정하였다.

3. 통계분석

공복혈당, 중성지방을 제외한 모든 변수들은 정규분포를 하였고, 공복혈당, 중성지방은 로그변환 후 분석을 실시하였다.

FVC의 사분위 그룹(Q1~Q4)별로 나이, 체질량지수는 분산분석(one way analysis of variance)을, 허리둘레 등 대사증후군의 여러 지표간의 경향성의 분석은 나이, 체질량지수, 흡연상태를 보정한 후에 공분산분석(Analysis of covariance)을, 흡연상태와 대사증후군 환자유병률 비교는 카이제곱검정의 선형대선형 결합(linear by linear association)을 이용하였다.

공분산분석을 이용하여 나이, 체질량지수, 흡연상태를 보정한 후에 대사증후군의 각 위험요인의 유무에 따른 FVC의 평균값의 차이를 비교하였고, 대사증후군의 위험인자의 개수별로 FVC 평균값의 경향성을 분석하였다.

결 과

1. 연구대상자의 특성(Table 1)

대사증후군 유무에 따라 연구대상자의 특성을 살펴보았을 때 대사증후군에서 나이가 더 많고, 일주일에 소주 반병 이상을 마시는 사람도 많았으나, 흡연자의 비율($P=0.467$)과 일주일에 1회 이상 운동을 하는 사람의 비율($P=0.068$)은 차이가 없었다. 수축기혈압, 이완기혈압, 공복혈당, 총콜레스테롤, 중성지방 모두 대사증후군에서 높았고 고밀도콜레스테롤은 대사증후군에서 유의하게 낮았다. 폐기능검사 중 FVC 예측값의 평균은 대사증후군에서 101.7%, 대사증후군이 아닌 사람에서 99.8%였고, FEV₁ 예측값의 평균은 각각 대사증후군에서 109.5%, 대사증후군이 아닌 사람에서 106.7%로 유의하게 차이가 관찰되었다(각각 $P < 0.0001$).

2. FVC 구간별 대사증후군 변화양상(Table 2)

FVC의 사분위 그룹별로 나이는 Q4로 갈수록 나이와 체질량지수는 높았고, 각 그룹별 흡연자의 차이는 없었다. 나이, 체질량지수, 흡연상태를 보정한 후에 대사증후군의 각 항목을 그룹간 비교했을 때 수축기혈압(P for trend=0.127)과 이완기혈압(P for trend=0.945)은 차이가 없었지만, 허리둘레 (P

Table 1. General characteristics of total study participants (n= 4583)

Variables	Non-Metabolic Syndrome (n=3867)	Metabolic Syndrome (n=716)	P value
Age (yrs)	43.9 ± 8.0	45.6 ± 8.9	< 0.0001
BMI (kg/m ²)	24.0 ± 2.5	26.7 ± 2.9	< 0.0001
WC (cm)	83.0 ± 6.3	90.2 ± 6.6	< 0.0001
Current smoker [†] , n(%)	1721 (44.6)	330 (46.1)	0.467
Alcohol drinker [†] , n(%)	3082 (79.7)	519 (72.5)	< 0.0001
Regular exercise [†] , n(%)	2825 (73.0)	548 (76.5)	0.068
White blood cell count (10 ³ /μL)	5.75 ± 1.35	6.30 ± 1.33	< 0.0001
Systolic BP (mmHg)	119.8 ± 13.2	139.0 ± 12.8	< 0.0001
Diastolic BP (mmHg)	70.5 ± 10.0	85.2 ± 10.9	< 0.0001
Fasting plasma glucose* (mg/dL)	86.1 ± 1.1	98.8 ± 1.3	< 0.0001
Total cholesterol (mg/dL)	186.4 ± 32.3	198.1 ± 34.3	< 0.0001
Triglyceride* (mg/dL)	114.4 ± 0.5	203.8 ± 1.6	< 0.0001
HDL cholesterol (mg/dL)	53.0 ± 11.8	46.0 ± 10.5	< 0.0001
FVC (%)	101.7 ± 11.0	99.8 ± 10.5	< 0.0001
FEV1 (%)	109.5 ± 13.0	106.7 ± 12.5	< 0.0001

Definition of abbreviations: BMI=body mass index, WC=waist circumference, BP=blood pressure, HDL=high density lipoprotein, FVC=forced vital capacity, FEV1 = forced expiratory volume in 1 second.

Data are mean ± SD or percentages.

*Geometric means and standard deviation of variables.

[†] Categorical variables were calculated by linear by linear association of chi-square test

Table 2. General characteristics of the study participants according to predicted FVC (n= 4583).

Variables	FVC %				P for trend
	Q1 n = 1120	Q2 n = 1128	Q3 N = 1127	Q4 n = 1208	
FVC (%)	115.5 (109 ~ 149)	104.8 (102~108)	98.1 (95~101)	88.1 (51 ~ 94)	
Age* (years)	43.4 ± 8.6	43.8 ± 8.0	44.0 ± 8.0	45.6 ± 7.8	< 0.0001
Smoker [†] , n (%)	387 (43.0)	411 (44.1)	410 (44.8)	466 (47.0)	0.530
BMI* (kg/m ²)	24.3 ± 2.3	24.3 ± 2.7	24.5 ± 2.8	24.5 ± 3.1	0.029
WC (cm)	83.7 ± 6.1	84.1 ± 6.7	84.4 ± 6.8	84.5 ± 7.7	< 0.001
Systolic BP (mmHg)	121.9 ± 14.7	123.1 ± 14.9	123.2 ± 15.0	123.1 ± 14.8	0.127
Diastolic BP (mmHg)	72.5 ± 11.2	73.0 ± 11.6	73.1 ± 11.7	72.7 ± 11.4	0.945
Fasting plasma glucose [†] (mg/dL)	87.4 ± 1.2	87.4 ± 1.2	88.2 ± 1.2	89.1 ± 1.2	0.001
Total cholesterol (mg/dL)	186.3 ± 31.6	188.8 ± 32.6	188.6 ± 34.1	189.2 ± 33.2	0.009
Triglyceride [†] (mg/dL)	87.4 ± 1.7	125.2 ± 1.7	126.5 ± 1.7	131.6 ± 1.7	< 0.0001
HDL-cholesterol (mg/dL)	53.5 ± 13.0	51.7 ± 11.5	51.7 ± 11.1	50.8 ± 11.8	< 0.0001
White blood cell count (10 ³ /μL)	5.7 ± 1.4	5.9 ± 1.4	5.8 ± 1.4	5.9 ± 1.4	0.007
Metabolic syndrome [†] , n(%)	144 (12.9)	171 (15.2)	173 (15.4)	228 (18.9)	< 0.0001

Data were calculated using analysis of covariance.

Data are mean ± SD or percentages.

*Data were calculated using one way analysis of variance.

[†] Geometric means and standard deviation of variables.

[†] Categorical variables were calculated by linear by linear association of chi-square test.

for trend < 0.001), 로그변환 후 공복혈당(P for trend 0.001)과 로그변환 후 중성지방(P for trend < 0.0001), 그리고 고밀도콜레스테롤(P for trend < 0.0001)은 뚜렷한 차이를 보였다. 총콜레스테롤(P for trend=0.009), 백혈구수(P for trend=0.007)

역시 증가하는 경향을 보였다.

대사증후군의 비율은 Q1에서 144명(12.9%), Q2에서 171명(15.2%), Q3에서 173명(15.4%), Q4에서 228명(18.9%)으로 증가하였다(P for trend < 0.0001).

Table 3. Means of predicted FVC adjusted for age, BMI, and smoking status, and standard deviation for the variables of metabolic syndrome.

Variables	N	FVC	P value
		Means \pm SD	
Abdominal obesity (waist circumference > 90cm)			
No	3791	101.9 \pm 0.21	< 0.0001
Yes	792	98.7 \pm 0.51	
High blood pressure (\geq 130/85 mmHg)			
No	3070	101.5 \pm 0.23	0.308
Yes	1513	101.1 \pm 0.31	
High fasting glucose (\geq 110 mg/dL)			
No	4287	101.5 \pm 0.19	0.002
Yes	296	99.2 \pm 0.70	
High triglycerides (\geq 150 mg/dL)			
No	2945	101.9 \pm 0.22	< 0.0001
Yes	1638	100.1 \pm 0.31	
Low HDL cholesterol (< 40mg/dL)			
No	4004	101.5 \pm 0.20	0.034
Yes	579	100.3 \pm 0.50	
Metabolic syndrome			
No	3867	101.7 \pm 0.20	< 0.0001
Yes	716	99.6 \pm 0.47	

Data were calculated using analysis of covariance.

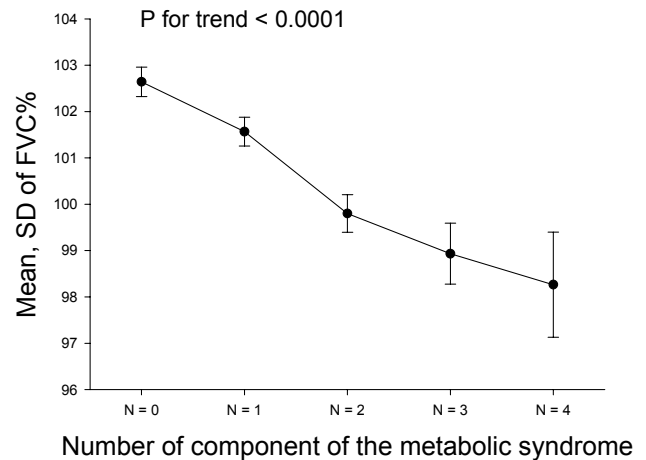


Figure 1. Mean levels of FVC and S.D. adjusted for age, BMI, and smoking status according to the number of components of the metabolic syndrome.

일 때는 98.3%로 의미 있게 감소하는 양상을 보였다(P for trend < 0.0001).

고 찰

3. 대사증후군 항목별 FVC 평균값의 차이(Table 3)

대사증후군의 각 항목별로 정상과 비정상 그룹별로 FVC 예측값의 평균을 나이, 체질량지수, 흡연상태를 보정한 후 비교하였다. 130/85mmHg를 경계로 고혈압을 나눈 후 비교한 FVC 평균값의 차이는 없었다($P=0.308$). 하지만 허리둘레 90cm를 기준으로 복부비만을 나누었을 때 FVC 평균값에 차이가 있었고($P < 0.0001$), 110mg/dL 기준으로 나눈 고혈당의 FVC 평균값($P=0.002$)과, 150mg/dL로 나눈 고중성지방혈증의 FVC값($P < 0.0001$), 40mg/dL을 경계로 나눈 고밀도콜레스테롤의 FVC 평균값($P=0.034$)은 정상인 군과 뚜렷한 차이가 관찰되었다. 대사증후군이 있는 집단의 FVC 평균값은 99.6%로, 대사증후군이 없는 집단의 FVC 평균값인 101.7%보다 낮았다($P < 0.0001$).

4. 대사증후군 위험인자 수에 따른 FVC값의 변화양상(Figure 1)

나이, 체질량지수, 흡연상태를 보정한 후 대사증후군의 항목의 개수가 늘어남에 따른 FVC값의 변화를 관찰하였다. 대사증후군이 없을 때의 FVC값은 평균 102.5%였고, 1개일 때는 101.6%, 2개일 때는 99.8%, 3개일 때는 98.9%, 4개 이상

폐질환이 없는 건강한 성인남성에서 FVC가 낮을수록 대사증후군을 구성하는 각 대사지표들은 혈압을 제외하고는 복부비만, 고혈당, 이상지질혈증에 가까웠으며, 나이, 체질량지수, 흡연상태를 보정한 후 대사증후군의 비율도 FVC를 기준으로 사분위 그룹으로 나누었을 때 제1구간에서 제4구간으로 갈수록 12.9%, 15.2%, 15.4%, 18.9%로 증가하였다(P for trend < 0.0001). 또한 대사증후군의 각 항목을 기준별로 나누었을 때 비정상그룹과 정상그룹간에 FVC의 평균값은 혈압을 제외한 나머지 4개의 항목에서 모두 FVC값이 비정상그룹에서 낮게 관찰되었다. 역시 교란변수를 교정한 상태에서 대사증후군의 위험인자 개수가 많아질수록 FVC값도 일관되게 낮아지는 것을 관찰할 수 있었다(P for trend < 0.001).

이는 일부 폐활량과 당뇨병의 발생을 관찰한 연구결과와 일치하지만, 당시 연구에서는 연령이나 흡연과 같은 교란변수를 보정하지 않았다는 점에서 차이가 있으며⁷⁾, 또 다른 연구들에서는 대사증후군을 구성하는 항목과 폐활량의 관련성이 일관되게 관찰되지는 않았다.⁴⁾

흡연은 인슐린저항성을 유도하고²²⁾ 대사증후군을 유발하는 위험인자이며 동시에 폐기능 저하를 일으킬 수 있으므로²³⁾ 폐기능과 대사증후군의 관련성에 영향을 줄 수 있는 주요한 교란변수로 작용한다. 하지만, 이전 연구와 달리 본 연구에서

는 폐기능이 저하된 그룹에서도 흡연자의 비율은 폐기능이 높은 군과 차이가 없었다. 이는 본 연구연구는 흡연여부와 함께 흡연량과 기간을 정확하게 조사하지 못한 까닭에 폐기능에 대한 흡연의 영향이 정확하게 반영되지 않은 것으로 생각된다. 하지만, 대부분의 연구결과가 흡연은 폐기능과 대사증후군에 공통으로 영향을 끼치므로 흡연상태를 교란변수에 포함시켰다.

본 연구에서는 나이, 체질량지수, 흡연상태를 보정한 후에도 폐활량이 낮을수록 대사증후군의 증가는 뚜렷이 관찰되었으며 비록 인슐린을 측정하지 않아 인슐린저항성과 폐활량을 비교하지 못했지만, 폐활량이 낮을수록 허리둘레와 공복혈당, 중성지방이 증가하였고 고밀도콜레스테롤도 낮아졌다.

이러한 폐기능저하와 대사증후군의 관련성은 다음과 같은 기전을 통해 설명할 수 있다.

첫째 일반적으로 비만한 사람들은 흉벽의 탄력(compliance)이 떨어지고 말초기도의 저항이 증가하기 때문에 FEV₁, FVC가 낮으며, 주로 제한성폐질환(restrictive lung disease)의 양상을 보인다.^{24,25)}

둘째, FEV₁, FVC이 낮을수록 혈장 내 인슐린농도와 HOMA(homeostasis model assessment)로 측정된 인슐린 저항성도 증가하는 소견을 보이며⁴⁵⁾, 일부 전향적인 연구에 따르면 당뇨병의 발생이 의미 있게 증가한다.^{46,7)} 그 이유로 저산소증으로 인한 인슐린 조절장애와 이로 인한 인슐린 분비의 영향 등이 거론되고 있다.^{26,27)}

셋째, 만성폐쇄성폐질환(COPD)처럼 FEV₁과 FVC가 저하된 환자들은 CRP, fibrinogen과 같은 염증반응지표가 높게 관찰되며²⁸⁾ 이러한 전신의 저강도 염증반응은 대사증후군에서도 관찰된다.²⁹⁾

이러한 관찰을 통해 비만, 인슐린저항성, 그리고 전신염증 반응 등이 폐활량저하와 대사증후군의 발생에 공통의 역할을 하는 것으로 생각된다.

폐기능검사 중에서 FEV₁은 기도의 폐쇄성과 폐용적에 의해 결정되지만 FVC는 주로 폐용적에 따라 결정된다. 하지만 FEV₁도 아주 폐기능이 저하된 환자들이 아닌 경우에는 대부분 폐용적에 따라 영향을 받는다.³⁰⁾ 반면에 FEV₁/FVC는 말초기도저항을 반영하기 때문에 기도의 폐쇄질환의 진단에 민감하다. 일반적으로 기도의 폐쇄성을 보는 FEV₁/FVC보다는, 폐용적이 줄어든 상태를 반영하는 FVC나 FEV₁이 떨어진 제한성폐질환에서 비만과 인슐린저항성²¹⁾ 등을 관찰할 수 있다. 건강한 성인을 대상으로 한 단면적연구에서도 전체 폐질환 중에서 제한성폐질환만이 정상인보다 대사증후군과 의미 있는 관련성을 보였고²¹⁾, 70세 이상의 노인만을 대상으로 한 연구결과는 제한성폐질환만이 대사증후군의 모든 항목과 전체

유병률과 높은 관련성을 보고하였다.²⁰⁾ 이번 연구 역시 폐용적이 줄어들어 FVC값이 저하되었을 때 대사질환의 발생위험성이 높음을 보여주었다.

결과에 제시하지 않았지만, FEV₁값도 대사증후군의 각 항목별로 혈압(P=0.466)을 제외하고는 허리둘레(P < 0.0001), 고혈당(P=0.016), 고중성지방(P < 0.0001), 고밀도콜레스테롤(P=0.020)의 각 항목별로 의미있는 감소가 관찰되었고, 대사증후군의 개수가 많을수록 FEV₁값의 저하도 뚜렷하게 관찰되었다(P for trend < 0.0001).

하지만 이번 연구는 몇 가지 점에서 그 한계가 있다.

먼저, 대사증후군의 각 항목별로 FVC값의 평균값의 차이가 통계적인 의미는 있지만 임상적인 해석을 하기엔 너무 작은 편이다. 하지만, 호흡기질환자가 아닌 정상적인 폐기능을 갖는 성인남성을 대상으로 한 연구인 까닭에 각 그룹간의 차이가 작게 나온 것이며 건강한 사람에서도 폐기능이 낮을수록 대사증후군과 관련이 있을 수 있다는 임상적인 의미는 충분하다 하겠다.

둘째, 연구대상이 지역거주민이 아닌 일개 대학병원을 방문한 사람으로 선택비뚤림(selection bias)의 가능성이 있다. 또한 성인 남성만이 대상에 포함되어 흡연율이 높은 편이며 간접흡연의 영향력을 파악하지 못한 점이다. 또한, 폐기능과 대사증후군에 영향을 줄 수 있는 심폐지구력을 직접 측정하지 않아 영향을 분석하지 못하였다. 하지만 설문으로 측정된 운동횟수와 운동시간 등으로 추가분석을 했을 때 안정 시 폐기능에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

셋째, 단면적 연구의 한계로 폐활량의 저하와 대사증후군간의 인과관계를 설명할 수 없으며 이는 향후 전향적인 연구결과가 이루어져야 할 것이다.

하지만, 이러한 한계에도 불구하고 폐질환이 없는 건강한 성인남성에서 폐활량의 저하가 대사증후군의 유병률 증가와 관련이 있음을 밝혔다는데 그 의의가 있을 것이다.

참고문헌

1. Mannino DM, Buist AS, Petty TL, Enright PL, Redd SC. Lung function and mortality in the United States: data from the First National Health and Nutrition Examination Survey follow up study. *Thorax*. 2003;58(5):388-93.
2. Schunemann HJ, Dorn J, Grant BJ, Winkelstein W, Jr., Trevisan M. Pulmonary function is a long-term predictor of mortality in the general population: 29-year follow-up of the Buffalo Health Study. *Chest*. 2000;118(3):656-64.
3. Sin DD, Wu L, Man SF. The relationship between reduced lung

- function and cardiovascular mortality: a population-based study and a systematic review of the literature. *Chest*. 2005;127(6):1952-9.
4. Engstrom G, Hedblad B, Nilsson P, Wollmer P, Berglund G, Janzon L. Lung function, insulin resistance and incidence of cardiovascular disease: a longitudinal cohort study. *J Intern Med*. 2003;253(5):574-81.
5. Lazarus R, Sparrow D, Weiss ST. Impaired ventilatory function and elevated insulin levels in nondiabetic males: the Normative Aging Study. *Eur Respir J*. 1998;12(3):635-40.
6. Ford ES, Mannino DM. Prospective association between lung function and the incidence of diabetes: findings from the National Health and Nutrition Examination Survey Epidemiologic Follow-up Study. *Diabetes Care*. 2004;27(12):2966-70.
7. Yeh HC, Punjabi NM, Wang NY, Pankow JS, Duncan BB, Brancati FL. Vital capacity as a predictor of incident type 2 diabetes: the Atherosclerosis Risk in Communities study. *Diabetes Care*. 2005;28(6):1472-9.
8. Engstrom G, Lind P, Hedblad B, Wollmer P, Stavenow L, Janzon L, et al. Lung function and cardiovascular risk: relationship with inflammation-sensitive plasma proteins. *Circulation*. 2002;106(20):2555-60.
9. Mannino DM, Ford ES, Redd SC. Obstructive and restrictive lung disease and functional limitation: data from the Third National Health and Nutrition Examination. *J Intern Med*. 2003;254(6):540-7.
10. Sin DD, Man SF. Why are patients with chronic obstructive pulmonary disease at increased risk of cardiovascular diseases? The potential role of systemic inflammation in chronic obstructive pulmonary disease. *Circulation*. 2003;107(11):1514-9.
11. Hanson RL, Imperatore G, Bennett PH, Knowler WC. Components of the "metabolic syndrome" and incidence of type 2 diabetes. *Diabetes*. 2002;51(10):3120-7.
12. Klein BE, Klein R, Lee KE. Components of the metabolic syndrome and risk of cardiovascular disease and diabetes in Beaver Dam. *Diabetes Care*. 2002;25(10):1790-4.
13. Isomaa B, Almgren P, Tuomi T, Forsen B, Lahti K, Nissen M, et al. Cardiovascular morbidity and mortality associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Care*. 2001;24(4):683-9.
14. Lakka HM, Laaksonen DE, Lakka TA, Niskanen LK, Kumpusalo E, Tuomilehto J, et al. The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men. *Jama*. 2002;288(21):2709-16.
15. Pyorala M, Miettinen H, Halonen P, Laakso M, Pyorala K. Insulin resistance syndrome predicts the risk of coronary heart disease and stroke in healthy middle-aged men: the 22-year follow-up results of the Helsinki Policemen Study. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2000;20(2):538-44.
16. Park HS, Kim SM, Lee JS, Lee J, Han JH, Yoon DK, et al. Prevalence and trends of metabolic syndrome in Korea: Korean National Health and Nutrition Survey 1998-2001. *Diabetes Obes Metab*. 2007;9(1):50-8.
17. Canoy D, Luben R, Welch A, Bingham S, Wareham N, Day N, et al. Abdominal obesity and respiratory function in men and women in the EPIC-Norfolk Study, United Kingdom. *Am J Epidemiol*. 2004;159(12):1140-9.
18. Carey IM, Cook DG, Strachan DP. The effects of adiposity and weight change on forced expiratory volume decline in a longitudinal study of adults. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1999;23(9):979-85.
19. Lazarus R, Gore CJ, Booth M, Owen N. Effects of body composition and fat distribution on ventilatory function in adults. *Am J Clin Nutr*. 1998;68(1):35-41.
20. Fimognari FL, Pasqualetti P, Moro L, Franco A, Piccirillo G, Pastorelli R, et al. The association between metabolic syndrome and restrictive ventilatory dysfunction in older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2007;62(7):760-5.
21. Lin WY, Yao CA, Wang HC, Huang KC. Impaired lung function is associated with obesity and metabolic syndrome in adults. *Obesity (Silver Spring)*. 2006;14(9):1654-81.
22. Attvall S, Fowelin J, Lager I, Von Schenck H, Smith U. Smoking induces insulin resistance—a potential link with the insulin resistance syndrome. *J Intern Med*. 1993;233(4):327-32.
23. Park YW, Zhu S, Palaniappan L, Heshka S, Carnethon MR, Heymsfield SB. The metabolic syndrome: prevalence and associated risk factor findings in the US population from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Intern Med*. 2003;163(4):427-36.
24. Collins LC, Hoberty PD, Walker JF, Fletcher EC, Peiris AN. The effect of body fat distribution on pulmonary function tests. *Chest*. 1995;107(5):1298-302.
25. Sahebji H, Gartside PS. Pulmonary function in obese subjects with a normal FEV₁/FVC ratio. *Chest*. 1996;110(6):1425-9.
26. Braun B, Rock PB, Zamudio S, Wolfel GE, Mazzeo RS, Muza SR, et al. Women at altitude: short-term exposure to hypoxia and/or alpha(1)-adrenergic blockade reduces insulin sensitivity. *J Appl Physiol*. 2001;91(2):623-31.
27. Larsen JJ, Hansen JM, Olsen NV, Galbo H, Dela F. The effect of altitude hypoxia on glucose homeostasis in men. *J Physiol*. 1997;504 (Pt 1):241-9.

28. Kony S, Zureik M, Driss F, Neukirch C, Leynaert B, Neukirch F. Association of bronchial hyperresponsiveness and lung function with C-reactive protein (CRP): a population based study. *Thorax*. 2004;59(10):892-6.
29. Rutter MK, Meigs JB, Sullivan LM, D'Agostino RB, Sr., Wilson PW. C-reactive protein, the metabolic syndrome, and prediction of cardiovascular events in the Framingham Offspring Study. *Circulation*. 2004;110(4):380-5.
30. 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(2):258-72.

[Abstract]

The Association of Low Vital Capacity with the Metabolic Risk Factors Among Healthy Korean Adult Men

Jung Un Lee¹, Yu Jin Paek²

Department of Family Medicine, SanBon Hospital, Wonkwang University¹,

Department of Family Medicine, Hallym University Sacred Heart Hospital²

Background	Impaired lung function, especially low vital capacity is associated with insulin resistance. In this study, we investigated the relationship between low vital capacity and metabolic syndrome in healthy Korean adult men.
Methods	We analyzed pulmonary function tests including FVC and component of metabolic syndrome from male participants (n=4583), more than 20 years old who had visited a health promotion center in a university hospital between January and December, 2006.
Results	In this cross-sectional analyses, there was a inverse association between metabolic syndrome and quartiles of FVC (P for trend < 0.0001) after adjusting for age, BMI, and smoking status. The mean of FVC in subjects with each risk factor of metabolic syndrome was significantly higher than in subjects without risk factors(abdominal obesity P < 0.0001, hyperglycemia P=0.002, high triglyceride P < 0.0001, low HDL-Cholesterol P=0.034) except hypertension (P=0.308) after adjusting for age, BMI, and smoking status. The mean level of FVC decreased with increasing number of risk factors of metabolic syndrome (P for trend < 0.0001).
Conclusions	Vital capacity was inversely associated with the metabolic syndrome in healthy Korean adult men. Insulin resistance may be the common pathways underlying low vital capacity and metabolic syndrome. Further prospective study about the relationship between impaired lung function and metabolic syndrome would be required.
(Korean J Health Promot Dis Prev 2007 ; 7(4):245~252)	
Key words	metabolic syndrome, forced vital capacity, pulmonary function tests, Korea

• Address for correspondence : **Yu Jin Paek**
Department of Family Medicine, Hallym University Sacred Heart Hospital
• Tel : 031-380-1784
• E-mail : samsumok@dreamwiz.com