Korean J Obes Vol.22 No.3 : 177-181. September 2013
http://dx.doi.org/10.7570/kjo.2013.22.3.177
pISSN 1226-4407, eISSN 2234-7631

□ 연구교신 □

대사증후군 진단요소 및 체질량지수, 체지방률, 체지방량과 폐기능 간의 상관관계

Relationship Between Pulmonary Function and Metabolic Syndrome, Body Mass Index, Fat Percentage, and Fat Mass

김재웅 · 김동현 · 안지현 · 김재택*
중앙대학교 의과대학 내과학교실

Jae woong Kim, Dong hyun Kim, Jihyun Ahn, Jaetaek Kim*
Department of Internal Medicine, Chung-Ang University College of Medicine

요 약

연구배경: 대사증후군과 비만의 유병률은 최근 지속적으로 증가하고 있다. 폐기능에 이 두 질환들이 미치는 영향에 대한 보고는 계속되고 있으나 명확한 위험인자의 보고가 없는 실정이다. 본 연구는 대사증후군과 체질량지수, 체지방률, 체지방량과 폐기능 간의 상관관계를 밝히고자 하였다.

방법: 2010년 1월부터 2010년 12월 31일까지 중앙대학교 병원에서 건강검진을 시행한 20세부터 60세까지의 총 1,962명(남자 545명, 여자 1,417명)을 대상으로 횡단적 연구를 시행하였다. 대사증후군의 정의는 2005년 미국심장학회에서 발표한 AHA/NHLBI에 따랐으며 체질량지수, 체지방률, 체지방량은 체성분 분석기를 사용하였다.

결과: 남자에서 낮은 고밀도지단백 콜레스테롤혈증군과 고혈압군에서 FEV1/FVC가 정상군에 비해 각각 84.2 ± 6.2% (P < 0.001)와 83.7 ± 6.2% (P < 0.05) 로 낮게 나타났고 체지방률과 체지방량이 증가할수록 FVC, FEV1, FEV1/FVC 모두 감소하였다. 여자에서는 고혈압군에서 FEV1이 93.8 ± 11.1% (P < 0.05), FVC 가 104.3 ± 13.0% (P < 0.05)로 정상혈압 군에 비해 낮은 결과를 보였으며 체질량지수에 따라 FEV1, FVC가 증가하고 FEV1/FVC는 감소하는 경향이 나타났다.

결론: 대사증후군 진단 요소와 체성분 분석을 통해 얻은 체질량지수, 체지방률, 체지방량과 폐기능 간의 상관관계를 살펴보았으며 남녀에서 각각 다른 인자들이 폐기능에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었으나 통계적으로 명확한 단일 인자는 밝힐 수 없었다. 따라서 폐질환이 없는 60세 미만의 정상군에서 대사

ABSTRACT

Background: The prevalence of metabolic syndrome and obesity has been increasing. Reports on literature concerning the effects of these two diseases on pulmonary function have been inconclusive. This study aimed to determine any correlation between pulmonary function with variable factors from the diagnostic criteria of metabolic syndrome and body composition analysis.

Methods: We reviewed the medical records of 1962 subjects (27.7% males and 72.3% females) who visited the health promotion center at a tertiary hospital from January 2010 to December 2010. We investigated the correlation between pulmonary function with metabolic syndrome, BMI, fat percentage, and fat mass. Metabolic syndrome was diagnosed by using the diagnostic criteria of the AHA/NHLBI (American Heart Association/National Heart, Lung and Blood Institute).

Results: There were negative correlations between FEV1/FVC with HDL-C (P < 0.001) and hypertension (P < 0.05), and between FEV1, FVC, FEV1/FVC with fat percentage and fat mass (P < 0.05), respectively in men. In women, FEV1 and FVC were lower in hypertension group, and BMI was negatively correlated with FEV1/FVC.

Conclusion: Variables affecting pulmonary function

Received: May 20, 2013; **Reviewed:** Jun. 5, 2013; **Accepted:** Jun. 17, 2013
Corresponding author: Jaetaek Kim, Division of Endocrinology and Metabolism, Department of Internal Medicine, Chung-Ang University Hospital 84 Heukseok-ro, Dongjak-gu, Seoul 156-861, Korea
Tel: 82-2-6299 1397, Fax: 82-2-6299-1390, E-mail: jtkim@cau.ac.kr, Mobile: 82-10-9979-0774
* This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

증후군이나 체질량지수, 체지방률, 체지방량에 따라 폐기능의 변화는 그 예측도가 낮으며 임상적 의의는 미미할 것으로 판단된다.

중심단어: 대사증후군, 비만, 체성분 분석, 폐기능

differed by gender, and no statistically significant independent factors were found.

Key words: Metabolic syndrome, Obesity, Body composition analysis, Pulmonary function

서 론

대사증후군은 비만, 고혈압, 이상지질혈증, 당대사이상의 임상적 특징을 갖는 일련의 증후군으로, 심혈관질환이나 제2형 당뇨병을 증가시키는 주요 위험요인으로 잘 알려져 있다.[1,2] 지난 20년 동안 전 세계적으로 대사증후군의 유병률은 지속적으로 증가하고 있으며[3], 우리나라에서도 National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III (NCEP-ATP III), Asia-Pacific criteria (APC), International Diabetes Federation (IDF) criteria 각각의 진단 기준에 따라 정도의 차이는 있으나 유병률이 빠르게 증가하고 있다.[4,5]

대사증후군의 진단적 의미는 향후 제2형 당뇨병과 심혈관질환 발병가능성이 높은 고위험군을 미리 선별하는데 있다. 그러나, 최근에는 이에 국한되지 않고 전신 장기에 미치는 영향에 관한 연구도 활발한데, 특히 폐기능에 악영향을 준다는 보고가 지속되고 있다.[6-8]

하지만 이러한 연구들은 특정 환자군을 대상으로 하고 있거나 그 결과에서도 대사증후군과 폐기능 간의 명확한 상관관계를 나타내지 못하였다.

따라서 본 연구에서는 실제 대사증후군의 진단기준에 포함된 요인들과 폐기능 간의 연관성을 다시 살피고자 하였으며 이와 더불어 최근 비만의 간단한 선별방법으로 여러 검진센터에서 사용되고 있는 체성분 분석을 사용하여 체질량지수, 체지방률, 체지방량과 폐기능 간의 상관관계 또한 밝히고자 하였다.

방 법

2010년 1월 1일부터 2010년 12월 31일까지 중앙대학교병원 건강검진센터에서 폐기능 검사와 체성분 분석을 시행한 1,962명(남자 545명, 여자 1,417명)을 대상으로 하였다. 연령은 20세부터 60세까지로 제한하였고 악성종양, 고혈압을 제외한 심혈관질환, 당뇨병 이외에 내분비 이상의 병력이 있는 경우는 제외하였으며 폐기능에 영향을 줄 수 있는 급성 호흡기 감염, 기관지 확장증, 진폐증, 흉막질환, 그리고 만성 호흡기질환자 및 흡연의 과거력이 있는 경우도 제외하였다.

폐기능은 폐활량 측정법을 이용하여(model Vmax 22, Sensormedics, USA) 노력성 호기곡선에서 노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC) 및 1초간 노력성 호기량(forced expiratory volume at one second, FEV1)을 측정하였다.

체성분은 전기 저항 원리를 이용한 Inbody 2.0 (Biospace, Seoul, Korea)를 사용하여 분석하였으며 이를 토대로 체질량지수(body mass index, BMI, kg/m2), 체지방률(fat %, body fat), 체지방량(fat mass, FM, kg)을 측정하였다.

대사증후군 진단기준은 2005년 미국심장학회(American Heart Association)에서 제시된 AHA/NHLBI9) 진단기준을 사용하였다. 다만 복부비만의 기준은 2000년 세계보건기구에서 제시한 아시아-태평양 지역인을 위한 비만 기준에 따라 허리둘레가 각각 남자 90 cm, 여자 80 cm 이상으로 정의하였다. 따라서 1) 복부 비만(남자 허리둘레 $\geq$ 90 cm, 여자 허리둘레 $\geq$ 80 cm), 2) 중성지방혈증($\geq$ 150 mg/dL), 3) 낮은 고밀도지단백 콜레스테롤혈증(남성 < 40 mg/dL, 여성 < 50 mg/dL), 4) 수축기 혈압 $\geq$ 130 mmHg 또는 이완기 혈압 $\geq$ 85 mmHg 이거나 혈압약을 복용하고 있는 경우, 5)공복혈당 $\geq$ 100 mg/dL이거나 현재 당뇨병 치료를 받고 있는 경우 중에서 3개 이상을 만족한 경우 대사증후군으로 진단하였다.

모든 결과는 평균 ± 표준편차로 표시하였다. 자료 통계처리는 SPSS version 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 시행하였다. 성별을 기준으로 남자와 여자 두 군으로 나누어 분석하였으며 대사증후군의 구성요소인 복부비만, 고혈압, 이상지질혈증, 당대사이상 및 혈압에 대해 조사 항목별 차이를 나타내기 위해 독립표본 t-test (Student's t-test)을 이용하였으며, 연령과 키를 제외한 체성분 분석을 통해 얻은 체질량지수, 체지방률, 체지방량과 폐기능 간의 연관성을 보기 위해 편상관분석(Pearson partial correlation coefficient)을 사용하였다.

모든 통계값은 P 값이 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

대사증후군의 진단기준에 해당하는 요인들과 폐기능검사 사이의 연관성을 조사한 결과, 남자에서 낮은 고밀도지단백

콜레스테롤혈증군에서 FEV1/FVC가 84.2 ± 6.2%로 정상군(85.9 ± 6.0%)에 비해 낮게 측정되었으며($P < 0.001$) 고혈압군에서도 83.7 ± 6.9%로 정상군(85.1 ± 6.1%)에 비해 낮게 측정되었다($P < 0.05$). 여자에서는 FEV1이 고혈압군에서 91.6 ± 11.6% 로 정상혈압군 93.8 ± 11.1% 에 비해 감소하였고, FVC는 102.1 ± 12.5%로 정상혈압군 104.3 ± 13.0% 와 비교해 감소된 것을 확인할 수 있었다($P < 0.05$)(Table 1A).

편상관분석을 통해 폐기능에 영향을 미치는 연령과 키에 따른 제3자교란을 제거한 후 체성분과 폐기능 간의 연관성을 살펴보았을 때, 남자에서 체지방률과 FEV1 (r = -0.119), FVC (r = -0.193)가 음의 상관관계를 보였다($P < 0.05$). 여자에서는 체질량지수(r = 0.239), 체지방률과 FEV1(r = 0.083) 사이의 약한 양의 상관관계를 확인할 수 있었다($P < 0.05$). FEV1/FVC는 남자(r = -0.116)와 여자(r = -0.245) 모두에서 체질량지수와 약한 음의 상관관계를 나타내었다($P < 0.05$)(Table 1B).

고 찰

최근 전세계적으로 비만과 대사증후군의 유병률은 지속적으로 증가하고 있는 추세로 이에 대한 의학적 관심이 높

Table 1A. Relationship between metabolic syndrome components and pulmonary functions

Variables		FEV1 (%)	FVC (%)	FEV1/FVC (%)
Men				
MS‡	Yes	91.5 ± 9.9	100.6 ± 11.6	84.1 ± 7.0
	No	92.2 ± 9.8	102.0 ± 11.0	84.6 ± 6.0
WC (cm)	≥ 90	91.9 ± 9.5	101.3 ± 11.3	84.1 ± 6.4
	< 90	92.2 ± 9.9	101.9 ± 11.0	84.7 ± 6.1
TG (mg/dL)	≥ 150	91.3 ± 10.3	100.6 ± 11.8	84.1 ± 6.2
	< 150	92.4 ± 9.6	102.1 ± 10.9	84.6 ± 6.2
HDL-C (mg/dL)	< 40	91.0 ± 9.5	101.7 ± 9.3	84.2 ± 6.2†
	≥ 40	92.3 ± 9.8	101.7 ± 11.4	85.9 ± 6.0†
FPG (mg/dL)	≥ 100	91.3 ± 9.7	101.4 ± 11.2	84.9 ± 6.3
	< 100	92.3 ± 9.8	101.8 ± 11.1	84.4 ± 6.2
BP (mmHg)	≥ 130/85	92.7 ± 10.5	101.4 ± 12.1	83.7 ± 6.9*
	< 130/85	91.7 ± 9.2	102.0 ± 10.3	85.1 ± 6.1*
Women				
MS‡	Yes	90.8 ± 10.7	100.6 ± 12.1	86.2 ± 6.1
	No	92.1 ± 11.6	102.7 ± 12.7	86.6 ± 6.6
WC (cm)	≥ 80	92.0 ± 10.8	102.3 ± 11.7	86.5 ± 6.2
	< 80	92.0 ± 11.8	102.6 ± 12.9	86.6 ± 6.7
TG (mg/dL)	≥ 150	92.8 ± 11.5	103.2 ± 13.4	86.1 ± 6.1
	< 150	91.9 ± 11.6	102.4 ± 12.5	86.6 ± 6.6
HDL-C (mg/dL)	< 50	91.4 ± 12.4	101.6 ± 12.8	86.2 ± 6.7
	≥ 50	92.2 ± 11.3	102.8 ± 12.6	86.7 ± 6.5
FPG (mg/dL)	≥ 100	91.2 ± 10.6	101.1 ± 12.1	86.1 ± 7.1
	< 100	92.0 ± 11.6	102.6 ± 12.7	86.6 ± 6.5
BP (mmHg)	≥ 130/85	91.6 ± 11.6*	102.1 ± 12.5*	86.0 ± 6.6
	< 130/85	93.8 ± 11.1*	104.3 ± 13.0*	86.7 ± 6.5

Values are presented as mean ± SD. *P*-values are for Student's t-test (* $P < 0.05$, † $P < 0.001$).
FEV1, forced expiratory volume for 1 second; FVC, forced vital capacity; MS, metabolic syndrome; WC, waist circumference; TG, triglyceride; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; FBG, fasting plasma glucose; BP, blood pressure.
‡ Diagnostic criteria of AHA/NHLBI (American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute).

Table 1B. Relationship between pulmonary function and body mass index, fat percentage and fat mass though the body composition analysis

	Men			Women		
	FEV1	FVC	FEV1/FVC	FEV1	FVC	FEV1/FVC
BMI (kg/m^2)	0.025	-0.052	-0.116*	0.239*	0.144*	-0.245*
Fat % (%)	-0.119*	-0.193*	-0.106*	0.083*	-0.046	-0.178*
FM (kg)	-0.094*	-0.165*	-0.103*	0.080	-0.039	-0.140*

P-values are for Pearson partial correlation coefficient adjusted for age, height (*$P < 0.05$).

아지면서 이러한 전신질환이 각 장기에 미치는 영향에 대한 연구도 증가하고 있다. 특히 폐기능과 관련된 연구는, 비만과 대사증후군과 같은 전신질환의 조절이 대부분 비가역적 만성질환으로 이해되고 있는 폐기능 장애에 도움을 줄 수 있을 것이라는 기대로 활발하게 진행되었다.

2008년 일본에서 총 2,396명을 대상으로 시행한 연구에서 대사증후군은 FVC는 낮고 FEV1/FVC는 정상인 제한성 폐질환과 연관되어있을 가능성이 제시되었다.[6] 또한 최근 대만에서 46,514명을 대상으로 체질량지수가 높을수록 제한성폐질환이 나타날 가능성이 높다고 보고하였다.[10] Pistelli 등[11]은 남녀 모두에서 체질량지수가 FVC와 FEV1에 관련이 있는 중요한 예측인자임을 보고하였으며 또한 체지방과 허리둘레가 FVC 및 FEV1과 음의 상관관계가, 제지방률과는 양의 상관관계를 밝힌 보고도 있다.[12] 이 외에도 비록 특정 환자군을 대상으로 하였지만 만성 폐쇄성 폐질환 환자에서 대사증후군의 유병률이 증가하고 비만 환자에서 폐기능이 감소된다는 보고도 있다.[13,14] 국내에서도 남성에서 FVC가 허리둘레와 고중성지방과는 음의 상관관계가, HDL-C과는 양의 상관관계가 있으며, FEV1의 경우에는 고중성지방과 음의 상관관계가 있는 것으로 보고되었다.[8]

하지만 이러한 여러 연구들의 결과에 통일성이 없어 본 연구에서는 대사증후군과 비만에서의 폐기능 변화를 다시 살펴보고자 하였으며, 이에 더해 최근 검진센터에서 대부분 수행되고 있는 체성분 분석을 통해 얻을 수 있는 체질량지수, 체지방률, 체지방량과 폐기능과의 연관성도 포함시켰다. 그 결과 남자에서 낮은 고밀도지단백 콜레스테롤혈증군과 고혈압군에서 FEV1/FVC가 정상군에 비해 낮게 나타났고 체지방률과 체지방량이 증가할수록 FEV1, FVC, FEV1/FVC 모두 감소하는 경향을 얻었다. 여자에서는 고혈압군에서 FEV1, FVC가 정상혈압 군에 비해 낮은 결과를 보였으며 체질량지수에 따라 FVC, FEV1이 증가하고 FEV1/FVC는 감소하는 경향을 확인하였다.

결론적으로 남녀에서 대사증후군 진단 요소와 체질량지수, 체지방률, 체지방량과 폐기능 간의 상관관계를 보여주는 통계적으로 명확한 단일 인자는 밝힐 수 없었다. 또한 각 항목마다 통계적으로 차이가 있는 결과들도 모두 정상치 내에 존재하고 그 차이가 매우 작거나 상관계수 0.25 이내로 폐기능 해석에 있어 임상적 의미를 부여할 수 없었다. 따라서 폐질환이 없는 60세 미만의 정상군에서 대사증후군이나 체질량지수, 체지방률, 체지방량에 따른 폐기능의 변화는 그 예측도가 낮으며 임상적 의의는 미미할 것으로 판단된다.

하지만 본 연구에서는 이전 연구들에서 산별적으로 사용된 대사증후군의 진단요소와 체성분 분석을 통한 체질량지수, 체지방량, 체지방률을 모두 함께 고려해 살펴보았고, 자연적으로 폐기능 감소를 가져오는 60세 이상 연령을 배제하여 연령증가에 따른 폐기능 저하 오류를 보정하여 기존 연구들의 약점을 보완하고자 하였다.[15] 또한, 그 결과에서도 낮은 고밀도지단백 콜레스테롤혈증이나 고혈압 등 몇 가지 인자와 관련하여 폐기능이 악화되는 경향을 확인하였고 이는 이전 연구들과 유사하게 비만과 대사증후군이 폐기능에 영향을 줄 수 있으며 적절한 체중조절과 대사증후군 치료를 통해 부분적으로 폐기능 악화를 예방할 수 있을 것으로 기대하게 한다.

References

1. Meigs JB. Definitions and mechanisms of the metabolic syndrome. Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes 2006;13:103-10.
2. Liu J, Grundy SM, Wang W, Smith SC Jr, Vega GL, Wu Z, et al. Ten-year risk of cardiovascular incidence related to diabetes, prediabetes, and the metabolic syndrome. Am Heart J 2007;153:552-8.
3. Ford ES, Giles WH, Mokdad AH. Increasing prevalence of the metabolic syndrome among U.S. adults. Diabetes care 2004;27:2444-9.
4. Lim S, Shin H, Song JH, Kwak SH, Kang SM, Won Yoon J, et al. Increasing prevalence of metabolic syndrome in Korea: the Korean National Health and Nutrition Examination Survey for 1998-2007. Diabetes care 2011;34:1323-8.
5. Lee SJ, Park JY, Nam CM, Jee SH. The prevalence estimation of metabolic syndrome and it's related factors based on data from general health medical examination : a multi-center study. Journal of the Korean Society of Health Information and Health Statistics 2008;33:119-33.
6. Nakajima K, Kubouchi Y, Muneyuki T, Ebata M, Eguchi S, Munakata H. A possible association between suspected restrictive pattern as assessed by ordinary pulmonary function test and the metabolic syndrome. Chest 2008;134:712-8.
7. Leone N, Courbon D, Thomas F, Bean K, Jégo B, Leynaert B, et al. Lung function impairment and metabolic syndrome: the critical role of abdominal obesity. Am J Respir Crit Care Med 2009;179:509-16.
8. Bae MS, Han JH, Kim JH, Kim YJ, Lee KJ, Kwon KY. The relationship between metabolic syndrome and pulmonary function. Korean J Fam Med 2012 Mar;33:70-8.
9. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, Donato KA, Eckel RH, Franklin BA, et al. Diagnosis and management of the

metabolic syndrome: an American Heart Association/ National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. Circulation 2005;112:2735-52.

10. Lin WY, Yao CA, Wang HC, Huang KC. Impaired lung function is associated with obesity and metabolic syndrome in adults. Obesity(Silver Spring) 2006;14:1654 -61.
11. Pistelli F, Bottai M, Viegi G, Di Pede F, Carrozzi L, Baldacci S, et al. Smooth reference equations for slow vital capacity and flow–volume curve indexes. Am J Respir Crit Care Med 2000;161:899-905.
12. Santana H, Zoico E, Turcato E, Tosoni P, Bissoli L, Olivieri M, et al. Relation between body composition, fat distribution, and lung function in elderly men. Am J Clin Nutr 2001;73:827-31.
13. Marquis K, Maltais F, Duguay V, Bezeau AM, LeBlanc P, Jobin J, et al. The metabolic syndrome in patients with chronic obstructive pulmonary disease. J Cardiopulm Rehabil 2005;25:226-32.
14. Bottai M, Pistelli F, Di Pede F, Carrozzi L, Baldacci S, Matteelli G, et al. Longitudinal changes of body mass index, spirometry and diffusion in a general population. Eur Respir J 2002;20:665-73.
15. Janssens JP, Pache JC, Nicod LP. Physiological changes in respiratory function associated with ageing. Eur Respir J 1999;13:197-205.