

Body Mass Index와 연령에 따른 흡연력과 폐기능의 관련성 연구: 국민건강영양조사

최지수, 박은주, 설재웅

을지대학교 보건과학대학 임상병리학과

The Relationship between Smoking and Pulmonary Function Test by Body Mass Index and Age: The Korean National Health and Nutrition Survey

Jisu Choi, Eunju Park, Jae Woong Sull

Department of Biomedical Laboratory Science, College of Health Science, Eulji University, Seongnam, Korea

Background: Smoking is a known risk factor for decreasing pulmonary function. The objective of this study was to investigate the relationship between smoking and lung function considering obesity and age group.

Methods: This study was based on the data collected during the 2016 Korean National Health and Nutrition Examination Surveys (KNHANES VII). A total of 3,411 adults were retrieved from KNHANES VII. Among 3,411 adults, we studied 1,411 male subjects. Impaired lung function was measured by spirometry at least twice. Data were analyzed using one way analysis of variance.

Results: In this study, forced expiratory volume in the first second was associated with smoking status ($P=0.024$). The association was stronger in old subjects ($P=0.008$). Also, in the obese group, the association of lung function with smoking status was not significant, but the association was significant in the non-obese group ($P=0.019$).

Conclusions: In this study, Smoking was significantly associated with impaired lung function. The association was stronger in old men and obese men. In order to obtain an accurate assessment of the association between smoking and pulmonary function values, further prospective cohort study in the future is necessary.

Korean J Health Promot 2020;20(4):151-155

Keywords: Smoking, Respiratory function tests, Obesity, Forced expiratory volume

서 론

폐기능과 심혈관질환의 위험요인과는 관련성이 높다는 많은 연구가 있다.¹⁾ 서양의 연구에서 폐기능과 관련이 있다고 보고된 위험요인으로는 비만, 고혈압, 혈당 등이었다. 또한 최근 다른 연구들에서는 염증의 지표 중의 하나인 백혈구 수치도 관련이 있다는 보고도 있었다.²⁻⁴⁾

흡연은 폐기능을 감소시키고, 다양한 호흡기질환을 유발 한다.⁵⁾ 흡연자의 15-20%는 폐질환으로 발전한다.⁵⁻⁷⁾ 또한, 이전 여러 연구에서 비흡연자와 과거 흡연자의 forced expiratory volume in 1 second (FEV₁) 감소에는 차이가 없었

■ Received: Nov. 27, 2020 ■ Revised: Dec. 22, 2020 ■ Accepted: Dec. 22, 2020

■ Corresponding author : **Jae Woong Sull, PhD, MPH**

Department of Biomedical Laboratory Science, College of Health Sciences, Eulji University, 553 Sanseong-daero, Sujeong-gu, Seongnam 13135, Korea

Tel: +82-31-740-7318, Fax: +82-31-740-7354

E-mail: jsull@eulji.ac.kr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5178-0065>

■ This paper was funded by the Basic Science Research Program of the National Research Foundation of Korea through the Ministry of Education, Science, and Technology (2018R1D1A1B07050834).

으나 흡연자는 비흡연자와 과거 흡연자에 비해서 FEV_1 감소가 더 심하였다.^{5,8)} 현재 흡연자에서 비흡연자 혹은 과거 흡연자에 비하여 FEV_1 이 더 많이 감소하였다.^{5,8)} 해외에는 흡연 상태에 따른 폐기능의 상관관계를 연령과 body mass index (BMI)를 고려하여 다룬 연구가 있지만 국내에는 흡연 상태에 대한 폐기능의 상관관계를 연령과 BMI를 고려한 연구가 많지 않다.^{9,10)} 이에 본 연구에서는 우리나라 제7기 국민건강영양조사에서 폐기능검사를 수행한 40대 이상의 성인 남성에서 흡연 상태에 따라 연령, BMI에 따른 폐기능의 관련성을 알아보고자 하였다.

방 법

1. 연구 대상자

본 연구는 보건복지부 산하 질병관리본부의 주관으로 실시된 2016년 제7기 1차 국민건강영양조사의 일반 성인 대상자를 이용하였다. 전체 대상자 8,150명 중 40대 미만의 3,655명을 제외한 40대 이상의 성인은 4,495명이었다. 이 중 폐기능 검사를 시행하지 않은 1,051명을 분석에서 제외하였다. 또한 흡연 상태에 관한 데이터가 없는 33명을 분석에서 제외하였다. 3,411명의 대상자 중 통계 분석은 남성 1,411명을 대상으로 하였다. 본 연구는 을지대학교 IRB (연구윤리심의위원회)로부터 승인받고 시행되었다(EU20-02-01).

2. 조사내용 및 통계 분석 방법

체위자료는 검진조사자료 중에서 체중, 신장, 허리둘레를 이용하였다. 흡연 상태는 ‘비흡연자’, ‘과거 흡연자’, ‘현재 흡연자’로 나누었다. 통계 분석에 이용된 변수로 체질량지수, 연령 등을 분석하였다. 체질량지수는 체중(kg)을 신장(m)의 제곱으로 나누어 계산하였다. 폐기능검사 항목에서는 forced vital capacity (FVC)와 FEV_1 을 사용하였다. FVC는 최대 흡입한 후 내쉰 공기량, FEV_1 은 최대 노력으로 1초간에 내쉰 공기량이다.

통계 프로그램은 SPSS version 26.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였고 P -value 0.05 미만을 통계적으로 유의한 것으로 정의하였고 양측 검정을 사용하였다. 국민건강영양조사 표본 설계는 다단계 충화집락 표본 설계 (multi-stage stratified cluster sampling)를 이용하여 대상자를 추출하였으므로 자료 분석시 질병관리본부 국민건강영양조사 원시자료 이용지침서에 따라 가중치와 복합표본설계 내용이 반영되도록 분석하였다. 또한 1요인 분산분석을 하여 집단 간의 평균을 비교하였다.

본 연구에서는 세계보건기구의 아시아인 비만기준에 따

라서 BMI 25 kg/m^2 를 정상수치로 보고 그 이상과 미만으로 나누어 분석하였다.¹¹⁾ 그리고 전체 집단에서의 모든 연령의 기준은 중앙값인 55세로 정의하여 분석하였다.

결 과

본 연구에서 먼저 40대 이상 남성 집단 1,411명의 평균값을 구하였다. 나이는 56.1 ± 0.4 , BMI는 24.6 ± 0.1 , FVC는 4.1 ± 0.1 , FEV_1 은 3.1 ± 0.1 , FVC % predicted (FVCP)는 89.5 ± 0.4 , FEV_1 % predicted (FEV_1 P)는 88.6 ± 0.4 였으며 이들 중 비흡연자는 257명(17.7%), 과거 흡연자는 713명(47.8%), 현재 흡연자는 441명(34.5%)이었다(Table 1).

나이는 비흡연자에서 56.9 ± 1.0 세, 과거 흡연자에서 57.9 ± 0.5 세, 현재 흡연자에서 53.1 ± 0.5 세로 나타났다. FVC 값은 비흡연자에서 4.1 ± 0.1 , 과거 흡연자에서는 4.1 ± 0.1 , 현재 흡연자에서는 4.2 ± 0.1 로 차이가 있었고, FVC값은 현재 흡연자에서 가장 높았다. FEV_1 값은 비흡연자에서 3.2 ± 0.1 , 과거 흡연자에서 3.1 ± 0.1 , 현재 흡연자에서 3.2 ± 0.1 로 흡연 상태에 따라서 차이가 있었다. FVCP값은 비흡연자에서 89.0 ± 0.9 , 과거 흡연자에서 89.3 ± 0.5 , 현재 흡연자에서 90.1 ± 0.6 으로 세 군 간의 차이가 없었다($P=0.537$). FEV_1 P값은 비흡연자에서 90.5 ± 1.0 , 과거 흡연자에서 88.8 ± 0.6 , 현재 흡연자에서 87.4 ± 0.7 로 흡연 상태에 따라 차이가 있었다($P=0.024$) (Table 2).

표 3은 55세 미만과 55세 이상으로 구분하여서 흡연 상태에 따른 FEV_1 P를 비교한 결과이다. 55세 미만에서 비흡연자는

Table 1. Characteristics of the study subjects

	All male subjects (n=1,411; N=12,782,306)
Age, y	56.1 ± 0.4
Body mass index, kg/m^2	24.6 ± 0.1
FVC, L	4.1 ± 0.1
FEV_1 , L	3.1 ± 0.1
FVC % predicted	89.5 ± 0.4
FEV_1 % predicted	88.6 ± 0.4
Smoking status	
Non-smoker	257, 17.7 (1.2)
Ex-smoker	713, 47.8 (1.7)
Current-smoker	441, 34.5 (1.7)

Values are presented as mean \pm standard error or number, weighted percentage (standard error).

Abbreviations: FEV_1 % predicted, percent predicted forced expiratory volume in the first second; FEV_1 , forced expiratory volume in 1 second; FVC % predicted, percent predicted forced vital capacity; FVC, forced vital capacity; n, unweighted sample size; N, weighted sample size.

91.5±1.1, 과거 흡연자는 89.8±0.8, 현재 흡연자는 89.4±0.7로 FEV₁P의 흡연 상태에 따른 차이는 없었다($P=0.257$). 그러나 55세 이상의 집단에서는 비흡연자 89.7±1.4, 과거 흡연자 88.0±0.8, 현재 흡연자 83.8±1.4로 FEV₁P의 흡연 상태에 따른 차이가 있었고($P=0.008$), 현재 흡연자에서 제일 낮았다 (Table 3).

BMI 25를 기준으로 대상자를 구분하여 분석하였을 때, BMI 25 미만에서 비흡연자는 91.0±1.2, 과거 흡연자는 89.0±0.8, 현재 흡연자는 86.8±0.9로 비흡연자, 과거 흡연자, 현재 흡연자 순으로 폐기능이 감소하였다($P=0.019$). 그러나 BMI 25 이상에서는 비흡연자에서 89.9±1.4, 과거 흡연자에서는 88.6±0.9, 현재 흡연자에서는 88.1±1.0로 각 군 간의 차이가 없었다($P=0.618$) (Table 4).

고찰

본 연구는 2016년 제7기 국민건강영양조사 자료를 이용하여 연령별, BMI별로 흡연 상태에 따른 폐기능의 변화를 분석한 결과이다. 나이 55세 이상, BMI 25 미만에서 현재 흡연자, 과거 흡연자, 비흡연자 사이에 폐기능 차이가 있었다. 기준의 많은 선행연구들에서도 흡연과 폐기종 유무에 따른 변화에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 찾은 결과, 흡연으로 인한 폐내 백혈구 수치 증가가 있을 것으로 예상되며 그로 인한 폐기능 장애로 활동과 관계된 FVCP의 감소가 예상된다고 보고하였다.¹²⁾

본 연구의 결과처럼 나이로 구분하여 분석하였을 때 흡연과 폐기능에 대하여 비슷한 결과를 보인 선행연구들이 많았다. 3,903명의 성인을 대상으로 한 연구에서는 흡연과 기도과민성과의 관련성으로 보고하였다. 이 연구에서 30대의 젊

Table 2. The mean values by smoking status among male subjects

Characteristic	Non-smoker (n=257; N=2,261,549)	Ex-smoker (n=713; N=6,108,196)	Current-smoker (n=441; N=4,412,561)	F (P)
Age, y	56.9±1.0	57.9±0.5	53.1±0.5	26.0 (<0.001)
Body mass index, kg/m ²	24.5±0.2	24.7±0.1	24.6±0.2	0.5 (0.592)
FVC, L	4.1±0.1	4.1±0.1	4.2±0.1	2.8 (0.064)
FEV ₁ , L	3.2±0.1	3.1±0.1	3.2±0.1	4.1 (0.019)
FVC % predicted	89.0±0.9	89.3±0.5	90.1±0.6	0.6 (0.537)
FEV ₁ % predicted	90.5±1.0	88.8±0.6	87.4±0.7	3.8 (0.024)

Values are presented as mean±standard error.

Abbreviations: FEV₁ % predicted, percent predicted forced expiratory volume in the first second; FEV₁, forced expiratory volume in 1 second; FVC % predicted, percent predicted forced vital capacity; FVC, forced vital capacity; n, unweighted sample size; N, weighted sample size.

Table 3. The mean values of FEV₁ % predicted by smoking status and age group among male subjects

Subject	Non-smoker (n=257; N=2,261,549)	Ex-smoker (n=713; N=6,108,196)	Current-smoker (n=441; N=4,412,561)	F (P)
Age <55 years	91.5±1.1	89.8±0.8	89.4±0.7	1.4 (0.257)
Age ≥55 years	89.7±1.4	88.0±0.8	83.8±1.4	5.0 (0.008)

Values are presented as mean±standard error.

Abbreviations: FEV₁ % predicted, percent predicted forced expiratory volume in the first second; n, unweighted sample size; N, weighted sample size.

Table 4. The mean values of FEV₁ % predicted by smoking status and obesity among male subjects

Subject	Non-smoker (n=257; N=2,261,549)	Ex-smoker (n=713; N=6,108,196)	Current-smoker (n=441; N=4,412,561)	F (P)
BMI <25 kg/m ²	91.0±1.2	89.0±0.8	86.8±0.9	4.1 (0.019)
BMI ≥25 kg/m ²	89.9±1.4	88.6±0.9	88.1±1.0	0.5 (0.618)

Values are presented as mean±standard error.

Abbreviations: BMI, body mass index; FEV₁ % predicted, percent predicted forced expiratory volume in the first second; n, unweighted sample size; N, weighted sample size.

은 연령에서는 관련성이 없었지만, 60대 이상의 고령군에서는 흡연과 기도과민성의 관련성이 높음을 보고하였다.¹³⁾ 또한 2,917명의 40세 이상의 성인을 대상으로 한 일본 연구에서도 40대와 50대 대상자에서는 기도제한(airflow limitation)과 흡연과의 관련성이 없었지만 60대 연령군에서는 기도제한과 흡연과의 통계적으로 유의한 관련성을 보고하였다.⁹⁾

또한 흡연과 비만에 대한 선행연구들이 많이 있다. 8,822명의 성인을 대상으로 한 연구에서 흡연자는 비흡연자에 비하여 비만이 될 확률이 적다고 보고하였다.¹⁴⁾ Watanabe 등¹⁵⁾은 남성인 경우 현재 흡연자가 비흡연자에 비해 비만화율이 낮다는 결과를 보여주었다. Nemery 등¹⁶⁾은 45-55세의 철강 근로자에 대한 단면연구에서 흡연자(n=105; 평균 체중 76.1 kg)는 비흡연자(n=54; 81.6 kg)와 과거 흡연자(n=51; 82.6 kg)보다 체중이 적은 것을 보고하였다. 또한 저체중 흡연자는 기류 폐쇄를 가질 위험이 높음을 보고하였다. 이처럼 흡연시 비만율이 낮아지며, 체중이 낮을수록 흡연시 폐기능이 감소되는 여러 연구 결과가 있다. 그러나 BMI가 평균보다 낮은 집단에서 흡연 상태에 따른 폐기능이 감소하는지에 관한 생물학적 기전 및 이유에 대한 연구는 많지 않아서 이에 대한 추가적인 연구가 필요하겠다.

본 연구에서 연령과 BMI에서 폐기능과의 관련성을 분석하였다. 비흡연자, 과거 흡연자, 현재 흡연자에 따라 FEV₁P 가 차이가 있었고, 현재 흡연자에서 가장 낮았다. 58세 이상 남성 집단과 BMI 25 미만의 남성집단에서 비흡연자, 과거 흡연자, 현재 흡연자 순서에 따라 FEV₁P의 감소 양상이 보였다. 따라서 본 연구 결과로 미루어 볼 때 55세 이상, BMI 25 미만의 남성에서 흡연 상태에 따라 FEV₁P는 차이가 있었다. 즉 55세 이상 BMI 25 미만인 남성인 경우 폐쇄성 환기 장애의 위험도가 높아진다는 결론을 내릴 수 있다. 폐쇄성 환기 장애의 진단에는 1초간 노력성 호기량(FEV₁)이 주로 사용되고, 여러 연구에서 비흡연자에 비하여 흡연자에서 의미 있게 FEV₁이 더 감소함을 보고하였다.^{5,17,18)}

본 연구는 다음과 같은 제한점이 있다. 첫째, 이 연구의 대상자인 국민건강영양조사의 경우에는 국민 전체에 대하여 확률표본 추출을 하였다는 좋은 연구 방법론상의 장점을 가지고 있지만 다른 한편으로는 단면연구의 한계점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서의 결과들에서 원인 결과 관계로 결론내기에는 제한점이 있다. 둘째, 본 연구는 폐기능에 영향을 줄 수 있는 만성 질환자를 따로 제외하거나 분류하여 분석하지 않았다. 셋째, 폐기능검사 중 FEV₁/FVC에 대한 분석을 하지 않았다. 넷째, 본 연구 대상자인 제7기 국민 건강영양조사 자료는 40대 이상만 폐기능검사를 하였고 여성 대상자의 흡연율이 낮아서 40대 이상의 남성만을 연구 대상자로 분석하였다. 따라서 본 연구의 결과에 대해서 추후 장기적인 전향적인 코호트연구나 임상시험연구 등을 통

하여 연구가 필요하겠다.

요약

연구배경: 1초량은 폐기능의 지표로 측정된다. 또한 흡연은 폐기능의 잘 알려진 위험요인이다. 본 연구에서는 한국인 남성에서 폐기능과 흡연의 관련성을 체질량지수와 나이를 고려하여 분석하였다.

방법: 연구 대상자는 2016년 국민건강영양조사에 참여한 3,411명의 성인이다. 남성 1,411명이 분석에 포함되었다. 통계 분석은 1요인 분산분석을 하여 집단 간의 평균을 비교하였다. 비만 여부에 따라서 대상자를 나누어 분석하였다. 또한 대상자를 연령의 중앙값인 55세로 나누어서 분석하였다.

결과: 1초량 예측 %는 흡연자에서 비흡연자와 비교하여 통계적으로 낮은 값을 보였다($P=0.024$). 이러한 관련성은 나이가 55세 이상인 대상자만 분석하였을 때 더 차이가 컸다($P=0.008$). 또한 BMI가 25 이상인 대상자에서는 흡연 여부에 따른 1초량 예측 %에 차이가 없었으나, BMI가 25 미만인 대상자에서는 흡연 여부에 따라서 1초량 예측 %에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($P=0.019$).

결론: 본 연구에서 흡연은 55세 이상인 남성과 BMI가 25 미만인 남성에서 예측 1초량 %와 관련이 있었다. 인과관계를 더 정확히 알기 위해서는 추후 전향적인 코호트연구가 필요하겠다.

중심 단어: 흡연, 호흡기능검사, 비만, 강제호기량

ORCID

Jisu Choi	https://orcid.org/0000-0003-1142-9788
Eunju Park	https://orcid.org/0000-0001-9035-8919
Jae Woong Sull	https://orcid.org/0000-0002-5178-0065

REFERENCES

1. Jung JW, Choi SH, Kim SH, Kang HR, Park HW, Chang YS, et al. Correlation between serum CEA and pulmonary function in the healthy adult population. *Journal of Asthma, Allergy and Clinical Immunology* 2010;30(1):30-5.
2. Lee JT, Kim EK, Won JY, Lee DY, Lee JD, Yoo NC, et al. Experimental and clinical studies on the intraarterial injection of holmium-166 chitosan complex in the treatment of hepatocellular carcinoma. *J Korean Radiol Soc* 2001;44(4):441-51.
3. Lim SY, Rhee EJ, Sung KC. Metabolic syndrome, insulin resistance and systemic inflammation as risk factors for reduced lung function in Korean nonsmoking males. *J Korean Med Sci* 2010;25(10):1480-6.
4. Kim SK, Hur KY, Choi YH, Kim SW, Chung JH, Kim HK, et

al. The relationship between lung function and metabolic syndrome in obese and non-obese Korean adult males. *Korean Diabetes J* 2010;34(4):253-60.

5. Lee KH. The effect of smoking on lung function. *Tuberc Respir Dis* 2007;63(4):323-30.
6. Lee JU, Paek YJ. The relationship between reduced lung function and high sensitive C-reactive protein in healthy adult men. *J Korean Acad Fam Med* 2007;28(11):860-6.
7. Jang WC, Beom MS, Jeong IS, Hong YJ, Oh BS. Inflammatory response of the lung to hypothermia and fluid therapy after hemorrhagic shock in rats. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2006;39(12):879-90.
8. Xu X, Dockery DW, Ware JH, Speizer FE, Ferris BG Jr. Effects of cigarette smoking on rate of loss of pulmonary function in adults: a longitudinal assessment. *Am Rev Respir Dis* 1992;146 (5 Pt 1):1345-8.
9. Osaka D, Shibata Y, Abe S, Inoue S, Tokairin Y, Igarashi A, et al. Relationship between habit of cigarette smoking and airflow limitation in healthy Japanese individuals: the Takahata study. *Intern Med* 2010;49(15):1489-99.
10. Kim T, Woo J, Lee W, Jo S, Chun H. Relationship between the change in body weight or body mass index and pulmonary function. *Korean J Health Promot* 2019;19(2):91-5.
11. WHO Expert Consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet* 2004;363(9403):157-63.
12. Lee EY, Kim YT, Yang JO, Hong SY. Long-term prognosis of paraquat-induced lung injury. *Korean J Med* 2003;65(3):308-14.
13. Sposato B, Scalese M, Milanese M, Scichilone N, Scala R, Perrella A. Smoking and obesity increase airway hyperresponsiveness risk in the elderly. *Curr Aging Sci* 2016;9(4):284-94.
14. Rezaei S, Hajizadeh M, Pasdar Y, Hamzeh B, Moradinazar M, Najafi F. Association of smoking with general and abdominal obesity: evidence from a cohort study in west of Iran. *J Res Health Sci* 2017;18(1):e00401.
15. Watanabe T, Tsujino I, Konno S, Ito YM, Takashina C, Sato T, et al. Association between smoking status and obesity in a nationwide survey of Japanese adults. *PLoS One* 2016;11(3):e0148926.
16. Nemery B, Moavero NE, Brasseur L, Stănescu DC. Smoking, lung function, and body weight. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1983;286(6361):249-51.
17. Lindberg A, Larsson LG, Rönmark E, Jonsson AC, Larsson K, Lundbäck B. Decline in FEV1 in relation to incident chronic obstructive pulmonary disease in a cohort with respiratory symptoms. *COPD* 2007;4(1):5-13.
18. Jung IS, Jung IK. Effects of smoking status on chronic obstructive pulmonary disease prevalence in males 40 years and older: findings from the Korean national health and nutrition examination survey. *Korean J Health Promot* 2014;14(4):155-61.