

Research Article

Open Access

한국 노인에서 대사증후군과 제한성폐질환의 연관성: 7차 국민건강영양조사 자료분석

이도연[†]

국민대학교 교양대학

Association Between Metabolic Syndrome and Restrictive Lung Disease in Older Adults in Korea:
Analysis of Data from the 7th Korea National Health and Nutrition Examination Survey

Do-Youn Lee, PT, PhD[†]

College of General Education, Kookmin University

Received: March 18, 2025 / Revised: March 24, 2025 / Accepted: May 7, 2025

© 2025 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study was conducted to analyze the association between metabolic syndrome (MetS) and lung disease in older Korean adults. Given the increasing prevalence of MetS and its potential impact on pulmonary function, understanding its relationship with lung disease is crucial for improving preventive and therapeutic strategies.

METHODS: Using data from the 7th Korea National Health and Nutrition Examination Survey (2016–2018), the prevalence and association of MetS and lung disease were evaluated in 2,619 individuals aged 65 years or older. Lung function was classified as normal, obstructive lung disease ($FEV_1/FVC < .70$), or restrictive lung disease ($FVC < 80\%$

predicted, $FEV_1/FVC \geq .70$). A multivariate logistic regression analysis was conducted to assess the association between MetS and lung disease.

RESULTS: The results showed that the prevalence of MetS in the restrictive lung disease group was significantly higher at 50.63%, compared to the normal group (37.84%) and the obstructive lung disease group (34.13%). Multivariate logistic regression analysis revealed a significant association between restrictive lung disease and MetS (OR 1.730, 95% CI 1.349–2.219), while no significant association was found for obstructive lung disease.

CONCLUSION: This study suggests that restrictive lung disease may pose a risk for cardiovascular diseases, diabetes, and hypertension through its association with metabolic syndrome and provides essential foundational data for the development of health management and prevention strategies for the elderly population.

Key Words: Lung disease, Metabolic syndrome, Obstructive lung disease, Restrictive lung disease

[†]Corresponding Author : Do-Youn Lee
triptoyoun@kookmin.ac.kr, <https://orcid.org/0000-0003-0886-1713>

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.

I. 서론

대사증후군(Metabolic Syndrome, MetS)은 심혈관질환 및 제2형 당뇨병의 위험을 증가시키는 여러 대사적 이상이 동시적으로 나타나는 상태를 말하며[1], 일반적으로 복부비만, 고혈압, 고혈당, 고중성지방혈증, 그리고 낮은 고밀도지단백(HDL) 콜레스테롤 수치와 같은 임상적 요소를 포함하는 일련의 증후군이다[2]. MetS은 전 세계적으로 유병률이 증가하고 있으며, 특히 고령 인구에서 더 높은 발병률을 보인다[3]. 이러한 상태는 비만 및 인슐린 저항성과 밀접하게 연관되어 있으며, 노화와 생활습관 변화로 인해 그 위험이 증가한다[4].

폐질환은 기도의 염증, 폐조직 손상이나 폐 기능의 이상으로 인해 호흡 능력이 감소하는 상태를 의미한다[5]. 폐질환은 크게 폐쇄성폐질환과 제한성폐질환으로 분류된다. 폐쇄성 폐질환은 기도의 폐쇄로 인해 공기 흐름이 감소하는 질환으로, 만성폐쇄성폐질환(chronic obstructive pulmonary disease, COPD) 및 천식이 대표적이다[6]. 반면, 제한성폐질환은 폐의 신축성 감소로 인해 폐의 확장이 제한되는 상태를 의미하며, 간질성 폐질환, 흉벽 기형, 또는 근육질환 등이 원인이 될 수 있다[7]. 폐쇄성폐질환은 기도장애로 인해 1초간 불어낸 공기의 양인 노력성호기량(Forced Expiratory Volume in One second, FEV₁)이 상당히 감소되는 반면, 제한성폐질환은 노력성 폐활량(Forced Vital Capacity, FVC)과 FEV₁이 모두 감소되는 패턴을 나타낸다[8].

선행연구에서 MetS 구성 요소인 고혈압, 복부비만, 고혈당은 폐기능 감소와 독립적으로 연관되어 있다는 연구 결과들이 보고되며, 이들 질환들 간의 연관성 연구가 최근 증가하고 있다[9,10]. 한 선행연구에서는 MetS이 COPD 발생 위험을 증가시킨다고 보고하였다[11]. 폐쇄성폐질환에 대한 연구는 많이 밝혀진 것에 비해 제한성폐질환과 MetS 간의 연관성에 대한 연구는 상대적으로 부족하다. 더욱이, 기존 연구들은 주로 비만이나 제2형 당뇨병과 같은 MetS의 개별 요소와 폐기능 간의 연관성을 밝혔으며, 제한성폐질환과의 직접적인 상관성을 다룬 연구는 미흡한 실정이다[12,13].

특히, 제한성폐질환은 호흡근 약화, 흉곽의 기계적 제한, 폐포 감소 등으로 인해 발생하며[7], 복부비만, 인슐린 저항성, 전신 염증과 같은 대사 이상과 병태생리적으로 깊이 연결될 수 있음에도 불구하고[9,10], 그 역학적 연관성에 대한 연구는 여전히 제한적이다. 제한성 폐기능은 고혈압, 당뇨병, 심혈관 질환과 같은 MetS 구성요소의 발생 위험을 높이는 조기 지표일 수 있으나, 대부분의 기존 연구는 폐쇄성폐질환에 집중되어 제한성 질환에 대한 독립적 분석이 부족하다[11]. 더욱이 한국 노인을 대상으로 제한성폐질환과 MetS의 상관성을 구체적으로 평가한 연구는 거의 없으며, 이들 질환의 상호작용에 대한 이해는 고령자의 임상적 관리 및 건강정책 수립에 중요한 근거를 제공할 수 있다.

이에 본 연구는 한국 노인의 MetS과 제한성폐질환의 연관성을 평가함으로써, 노인 인구의 생활습관 및 건강행태와 같은 다양한 요인을 고려한 두 질환의 연관성을 규명하고자 한다. 이를 통해 한국 노인을 대상으로 MetS 및 폐질환의 예방과 관리를 위한 중요한 정보를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

본 연구는 제7차 국민건강영양조사 자료(2016-2018년도)를 사용하였다. 참가자는 폐기능 검진조사와 건강설문조사에 모두 응답한 자로 정하였다. 총 24,269명 중 65세 미만 대상자 19,313명, 검진조사 및 건강설문조사를 하지 않은 대상자 4,956명을 제외하였다. 최종적으로 2,619명이 선정되었다(Fig. 1).

2. 연구변수

1) 인구사회학적 요인

인구사회학적 요인 변수는 나이, 성별, 학력수준, 배우자 동거여부 및 개인 소득 수준이 수집되었다. 학력수준은 초등학교, 중학교, 고등학교, 대학교 졸업으로 구분하였다[14]. 배우자 동거 여부는 현재 배우자와 생

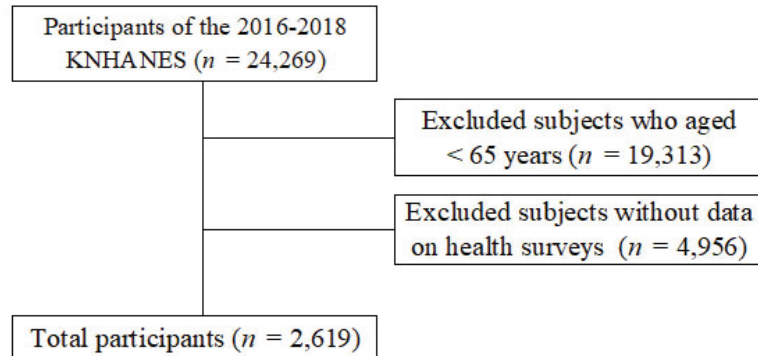


Fig. 1. Participant selection process. KNHANES, Korea National Health and Nutrition Examination Survey.

활하고 있는지에 따라 분류되었다. 개인의 소득수준은 월 평균 소득을 기준으로 사분위수로 나누어 분석하였다[15].

2) 건강 및 생활습관 요인

체질량 지수(body mass index, BMI)는 체중(kg)을 신장(m)의 제곱으로 나누어 계산하였고, 이를 기준으로 저체중(18.5 미만), 정상(18.5~22.9), 과체중(23~24.9), 비만(25 이상) 범주로 분류하였다[16]. 흡연 여부는 현재 흡연, 과거 흡연, 비흡연으로 분류하였다. 음주 여부는 ‘월 1회 이상 음주’를 현재 음주로 정의하였고, ‘월 1회 미만 음주’ 또는 ‘최근 1년간 음주 경험 없음’으로 응답한 경우를 비음주로 구분하였다.

유산소 운동은 참가자가 지난 1주일 동안 1회에 10분 이상 걷기 일수를 통해 다음과 같이 계산되었다: 걷는 일수 (days/week) × 걷는 시간 (minutes/day). 하루 평균 걷기 시간이 30분 이상이면 유산소 운동을 하는 것으로 간주하여 “Yes”로, 30분 미만이면 “No”로 분류하였다[17]. 근력운동은 “일주일에 몇 회 근력 운동(윗몸일으키기, push업, 아령 또는 바벨 들기)을 합니까?”라는 질문에 근력운동을 전혀 하지 않는 경우(inactive), 주 1-3회인 경우 중간 빈도(active) 운동군, 주 4회 이상인 경우 고 빈도(high active) 운동군으로 분류하였다[18].

3) MetS

본 연구의 MetS 정의는 National Cholesterol Education

Program Adult Treatment Panel III의 진단기준을 이용하여 다음 5개 대사이상 항목 중 3개 이상을 만족할 경우 MetS으로 진단하였다. 고혈압은 수축기 혈압이 130 mmHg 이상이거나 이완기 혈압이 85 mmHg 이상인 경우, 또는 항고혈압제를 복용 중인 경우로 정의하였다. 고혈당은 공복 혈당이 100 mg/dL 이상이거나 항당뇨 약물을 복용 중인 경우로 간주하였다. 고중성지방혈증은 중성지방 수치가 150 mg/dL 이상이거나 지질강화제를 복용 중인 경우로 판단하였다. HDL 콜레스테롤 수치는 남성에서 40 mg/dL 미만, 여성에서 50 mg/dL 미만이거나 관련 약물을 복용 중인 경우를 저 HDL-C로 정의하였다. 복부비만은 허리둘레가 남성 90 cm 이상, 여성 85 cm 이상인 경우로 분류하였다[19].

4) 폐질환

본 연구에서 사용된 폐기능 변수는 FVC, FEV₁, 최대 호기유량(peak expiratory flow, PEF)이다. 참가자들은 폐기능 검사 결과에 따라 정상(FEV₁/FVC ≥ .70, FVC ≥ 80 % predicted), 폐쇄성폐질환(FEV₁/FVC < 0.70), 제한성폐질환(FVC < 80 % predicted, FEV₁/FVC ≥ .70)으로 구분하였다[20].

3. 자료분석

연구의 자료분석은 SPSS 28.0 프로그램을 사용하였으며, 통계학적 유의수준은 .05를 기준하였다. 본 자료의 분석에는 복합층화표본으로 추출된 자료를 활용하였고,

자료가 우리나라 국민을 대표할 수 있게 기수간 통합가중치(integrated weight), 층화변수(strata) 및 집락변수(cluster)를 적용하였다. 이를 통해, 모든 국민에게 일반화할 수 있는 추정빈도와 값을 산출하였으며, 본 연구에서는 조사 값과 추정 값을 기반으로 결과를 도출하였다.

구체적인 분석방법은 다음과 같다. 첫째, 그룹 간 특성 차이는 복합표본 일반선형모델과 카이제곱검정(χ^2 -test)으로 분석하였고, 분산 추정은 표준오차(standard error, SE)를 이용하였다. 둘째, MetS과 폐질환 간의 연관성 분석은 복합표본 다중로지스틱 회귀분석 통해 평가하였고, 결과는 오즈비(odds ratio)와 95% 신뢰구간(confidence interval)으로 나타내었다.

III. 연구결과

1. MetS에 따른 특성 차이

MetS에 따른 대상자들의 특성에서는 성별($p < .001$), BMI($p < .001$), 흡연 상태($p = .007$), 음주 상태($p = .002$), 유산소운동($p < .001$), 근력운동($p = .011$), 폐기능 지표인 FVC($p < .001$), FVCp($p < .001$), FEV1($p = .002$), FEV1/FVC($p < .001$), 그리고 MetS 구성요소인 고혈압($p < .001$), 당뇨병($p < .001$), 고중성지방혈증($p < .001$), 저 HDL-C($p < .001$), 복부비만($p < .001$)에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. MetS 대상자의 폐쇄성 및 제한성폐질환의 유병률은 각각 24.5%와 24.7%로 정상군의 30.6%, 15.6%에 비해 유의한 차이가 나타났다($p < .001$). 이 중 제한성폐질환 유병률은 MetS 그룹에서 정상군보다 약 1.6배 높아, 제한성폐질환과 MetS 간의 밀접한 연관성을 뒷받침한다(Table 1).

2. 폐기능에 따른 특성 차이

폐기능에 따른 대상자의 특성에서는 성별($p < .001$), 교육수준($p = .032$), 배우자 동거여부($p < .001$), BMI($p < .001$), 흡연 상태($p < .001$), 음주 상태($p < .001$), FVC($p < .001$), FVCp($p < .001$), FEV1($p < .001$), FEV1/FVC($p < .001$), 당뇨병($p < .001$), 저 HDL-C($p = .004$), 복부비만($p < .001$) 등에서 통계적으로 유의한

차이가 나타났다. 본 연구 참가자에서 폐질환에 따른 MetS 유병률은 각각 정상군에서 37.8%, 폐쇄성폐질환에서 34.13%, 제한성폐질환에서 50.63%로 나타났다($p < .001$). 제한성폐질환군에서 MetS 유병률이 가장 높아, 제한성폐질환이 MetS과 역학적 연관성을 가질 수 있음을 보여준다(Table 2).

3. MetS과 폐질환의 연관성

로지스틱 회귀분석을 통한 MetS과 폐질환의 연관성 분석 결과는 Table 3에 제시하였다. 폐기능 정상에 비해 폐쇄성폐질환에서는 유의한 차이가 나타나지 않았고(OR .852 95% CI .678-1.069, $p = .165$), 제한성폐질환에서는 유의한 차이가 나타났다(OR 1.681 95% CI 1.317-2.147, $p < .001$). MetS과 폐질환에 영향을 미칠 수 있는 변수를 보정한 Model 2에서도 제한성폐질환은 유의한 차이(OR 1.730, 95% CI 1.349-2.219, $p < .001$)가 나타났지만, 폐쇄성폐질환에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다(OR .928, 95% CI .715-1.203, $p = .569$). 이러한 결과는 제한성폐질환이 MetS의 독립적 위험요인일 가능성을 시사하며, 고령자 건강 평가 시 제한성 폐기능의 중요성이 두드러진다.

IV. 고 찰

본 연구는 한국 노인에서 MetS과 폐기능 장애의 연관성을 분석하기 위해 시행되었다. 이번 연구의 주된 발견은 MetS이 폐쇄성폐질환이 아닌 제한성폐질환과 유의미한 연관성이 있음을 보여준다는 것이다. 이러한 결과는 제한성폐질환이 MetS 및 그 구성요소 간의 연관성을 보고한 기존의 연구와 일치하지만, 폐쇄성 폐질환에서는 일관된 결과를 보이지 않았다. 이는 노인의 건강 관리에 있어 중요한 시사점을 제공한다.

MetS의 유병률은 제한성폐질환에서 50.63%로 가장 높게 나타났으며, 폐쇄성폐질환에서는 34.13%로 가장 낮게 나타났다. 이는 성인의 성별에 따른 폐질환의 MetS 유병률 비교에서 제한성폐질환에서 가장 높은 유병률을 보였다는 선행연구의 결과와 유사하다[21].

Table 1. Characteristics of participants according to the presence of metabolic syndrome

Factors	Categories	Normal (n = 1,046) M ± SE or %	MetS (n = 1,573) M ± SE or %	p
Prevalence (obstructive/restrictive)		30.6/15.6	24.5/24.7	< .001
Age (y)		72.2 ± .16	71.83 ± .15	.076
Sex	Male	48.53	40.08	< .001
Education	elementary	45.72	50.00	.131
	middle	19.24	18.92	
	high	20.51	19.84	
	university	14.63	11.44	
Marital status	with	75.07	71.53	.068
	without	24.93	28.47	
Personal income	Q1 (Lowest)	21.73	22.90	.692
	Q2	23.94	23.51	
	Q3	25.51	26.91	
	Q4 (Highest)	28.92	26.78	
BMI	Low	2.11	.00	< .001
	Normal	72.56	40.76	
	Overweight	1.22	53.24	
	Obese	1.31	6.00	
Smoking status	current	8.42	8.87	.007
	past	32.46	25.72	
	non	59.12	65.41	
Drinking status	Yes	41.64	34.39	.002
	No	58.36	65.61	
Aerobic exercise	Yes	53.44	45.52	< .001
Resistance exercise	Never	76.82	82.73	.011
	Mid	10.18	7.14	
	High	13.00	10.33	
Lung function	FVC	2.99 ± .02	2.82 ± .02	< .001
	FVCp (% predicted)	87.16 ± .37	84.07 ± .49	< .001
	FEV ₁	2.15 ± .02	2.08 ± .02	.002
	FEV ₁ /FVC	.73 ± .00	.74 ± .00	< .001
MetS conditions				
Hypertension		31.53	67.37	< .001
Diabetes		38.72	78.34	< .001
High triglyceride		12.34	60.00	< .001
Low HDL-C		26.48	72.64	< .001
Abdominal obesity		22.12	70.15	< .001

MetS, metabolic syndrome; BMI, body mass index; FVC, forced vital capacity; FEV₁, forced expiratory volume in one second; HDL-C, high density lipoprotein-cholesterol.

Table 2. Characteristics of participants according to their lung function

Factors	Categories	Normal (n = 1,369)	Obstructive (n = 744)	Restrictive (n = 506)	p
		M ± SE or %	M ± SE or %	M ± SE or %	
MetS prevalence		37.84	34.13	50.63	< .001
Age		72.59 ± .24	72.76 ± .20	72.33 ± .15	< .001
Sex	Male	29.7	74.4	44.8	< .001
Education	elementary	49.85	44.14	45.37	.032
	middle	19.05	21.23	15.92	
	high	19.50	19.24	23.41	
	university	11.50	15.48	15.40	
Marital status	with	71.42	81.74	68.22	< .001
	without	28.58	18.26	31.78	
Personal income	Q1 (Lowest)	21.85	25.45	18.25	.087
	Q2	23.52	24.65	23.0	
	Q3	26.13	25.50	26.45	
	Q4 (Highest)	28.50	24.40	32.20	
BMI	Low	.90	2.52	.60	< .001
	Normal	61.45	66.54	47.24	
	Overweight	35.10	29.33	45.14	
	Obese	2.45	1.69	7.02	
Smoking status	current	2.76	20.87	6.25	< .001
	past	20.62	46.42	30.73	
	non	76.62	32.81	63.02	
Drinking status	Yes	32.36	50.68	38.78	< .001
	No	67.64	49.32	61.22	
Aerobic exercise	Yes	50.72	50.14	49.74	.933
Resistance exercise	Inactive	79.28	78.22	79.66	.210
	Active	10.00	7.92	7.82	
	High active	10.72	13.86	12.52	
Lung function	FVC	2.94 ± .02 ^a	3.2 ± .04 ^b	2.47 ± .04 ^c	< .001
	FVCp (% predicted)	92.24 ± .28 ^a	83.89 ± .60 ^b	71.74 ± .34 ^c	< .001
	FEV ₁	2.27 ± .02 ^a	2.02 ± .03 ^b	1.9 ± .03 ^c	< .001
	FEV ₁ /FVC	.78 ± .01 ^a	.63 ± .01 ^b	.78 ± .01 ^a	< .001
MetS conditions					
Hypertension		47.28	42.32	45.85	.171
Diabetes		50.74	52.73	66.02	< .001
High triglyceride		29.22	31.53	35.34	.08
Low HDL-C		45.08	39.62	50.55	.004
Abdominal obesity		38.55	33.69	58.08	< .001

Data were presented as mean ± SE (%). a, b, c, the same letters indicate the non-significant difference between groups based on the Bonferroni multiple comparison test.

MetS, metabolic syndrome; BMI, body mass index; FVC, forced vital capacity; FEV₁, forced expiratory volume in one second; HDL-C, high density lipoprotein-cholesterol

Table 3. Odds ratio for metabolic syndrome according to the lung function

	Lung function	Odds ratio (95% CI)	p
Crude	normal	1 (reference)	
	obstructive	.852 (.678–1.069)	.165
	restrictive	1.681 (1.317–2.147)	< .001
Model 1	normal	1 (reference)	
	obstructive	.977 (.763–1.252)	.853
	restrictive	1.752 (1.367–2.246)	< .001
Model 2	normal	1 (reference)	
	obstructive	.928 (.715–1.203)	.569
	restrictive	1.730 (1.349–2.219)	< .001

Model 1: age, sex, education, marital

Model 2: Model1+smoking, drinking, aerobic, resistance exercise

Reference category: participants with non-metabolic syndrome

폐질환은 당뇨병, 인슐린 저항성, 고혈압, 복부비만과 같은 MetS 구성요소와 관련이 있으며, 특히 제한성 폐질환에서 이러한 연관성이 두드러지게 나타난다[22,23]. 본 연구의 Table 2에서도 폐쇄성폐질환군에 비해 제한성폐질환에서 MetS 구성요소의 비율이 유의하게 높았다. 또한, MetS의 폐기능 지표(FVC, FVCp, FEV₁)는 정상군에 비해 유의하게 낮았다. 여러 선행연구에서 감소된 폐기능을 가진 성인은 10년 이내에 심혈관질환, 고혈압, 당뇨병에 걸릴 위험이 더 큰 것으로 나타났다[24,25]. 이러한 선행연구와 본 연구의 결과는 제한성폐질환과 MetS는 상당한 연관성이 있으며, 이는 당뇨병, 고혈압, 심혈관질환의 위험성을 높일 수 있음을 의미한다.

폐기능의 저하는 흡연의 영향을 많이 받는다고 알려져 있다[26]. 하지만, 본 연구의 결과에서는 제한성폐질환 보다는 폐쇄성폐질환에 더 많은 영향력이 있는 것으로 확인된다. Table 2에서 비흡연자의 비율이 제한성에서는 63.0%였던 반면, 폐쇄성폐질환에서는 32.8%로 유의한 차이가 나타났다. 이 결과는 제한성 폐기능 패턴이 폐쇄성 패턴에 비해 흡연에 대한 영향력이 적다는 선행연구의 결과와 일치한다[27,28]. 또한 본 연구에서 폐쇄성폐질환군의 74.4%가 남성이었고, 이는 COPD의 주요 위험요인 중 하나인 흡연과 깊은 관련이 있다. 폐쇄성폐질환군에서는 현재 흡연율이 20.87%로 가장

높았으며, 과거 흡연을 포함하면 67.3%에 달하였다. 이는 흡연이 폐쇄성폐질환 발생의 주요 원인이라는 점과 일치한다[6,11]. 반면, 제한성폐질환군은 여성의 비율이 더 높고 비흡연자가 많았으며, 이는 복부비만이나 전신 염증 반응 등 다른 병태생리적 경로가 제한성폐기능 감소와 더 밀접하게 연관되어 있을 수 있음을 시사한다. 이러한 성비 및 흡연 패턴의 차이는 폐질환 유형별로 위험 요인과 경로가 다를 수 있음을 보여주며, 향후 성별을 고려한 정밀한 분석이 필요하다.

MetS의 유병에 따른 폐기능 교차비에서 영향을 미칠 수 있는 변수를 보정했을 때(Table 3), 제한성폐질환에서만 유의한 차이가 나타났다(Model 2: OR 1.730, 95% CI 1.349–2.219). 이러한 연관성을 설명할 수 있는 명확한 병리학적 매커니즘은 아직 밝혀지지 않았지만, 몇 가지 설명 가능한 가설이 있다. 첫째, 폐기능 감소는 인슐린 저항성과 관련이 있으며, 흉부 근육의 포도당 흡수를 변화시켜 호흡근의 기능 감소로 인해 제한성폐질환과 연관성이 나타났을 수 있다[29,30]. 여러 선행연구에서는 제한성폐질환의 매개변수가 당뇨병의 발생을 예측하며 인슐린 저항성과 연관이 있다고 하였다[29,31]. 둘째, 복부비만으로 인해 횡경막의 운동이 제한되고, 이로 인해 폐용적이 감소되어 폐기능이 저하를 초래할 수 있다[32,33]. 본 연구의 결과에서도 제한성폐질환의 복부비만 비율이 58.08%로 정상군(38.6%)과 폐

쇄성폐질환(33.7%)에 비해 유의하게 높은 것으로 나타나 선행연구와 일치함을 알 수 있다. 셋째, 내장지방에서 분비되는 염증성 사이토카인(tumor necrosis factor- α , leptin, Interleukin-6 등)은 전신성 염증반응을 유발하여 폐기능 저하에 기여하였을 수 있다. 폐질환과 전신성 염증반응 지표인 hs-CRP의 증가가 연관성이 높으며 [34][35], 만성적인 조직의 염증은 폐기능을 저하시킬 수 있다[36]. 이러한 메커니즘은 MetS과 제한성폐질환의 연관성을 뒷받침한다.

본 연구의 의의는 국민대표조사인 KNHANES를 활용하여 복합표본 분석을 수행함으로써, 결과의 일반화 가능성을 확보했다는 점이다. 특히 제한성폐질환을 중심으로 MetS과의 연관성을 규명한 연구는 드물며, 고령 인구를 대상으로 제한성 폐기능과 대사이상의 병태생리적 연관을 인구 수준에서 제시한 연구라는 점에서 학술적·공중보건적 가치를 가진다. 이처럼 본 연구의 의미있는 발견에도 불구하고, 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 본 연구는 MetS과 제한성폐질환의 연관성을 밝혔지만, 두 요소를 동시에 측정하는 단면조사였다. 단면적 연구 설계는 시간적 순서를 규정할 수 없기 때문에 두 질병의 근본적 원인의 순서를 규명하는 것은 불가능했다. 따라서, 향후 종적연구를 통해 두 질병의 명확한 메커니즘을 밝혀내는 것이 가치있을 것이다. 둘째, MetS 구성요소 및 폐질환에 대한 불완전한 정보가 있는 참가자는 제외하였기 때문에 전체적인 MetS 및 폐질환 유병률을 과소평가했을 수 있다. 하지만, 이러한 과정은 무작위로 제외되었기 때문에 연구 결과에 큰 영향을 미치지 않았을 것이다. 셋째, 본 연구의 참가자들은 비교적 가벼운 수준의 MetS 및 폐질환을 앓고 있을 수 있다. 이로 인해 소수의 심한 환자의 미참여가 결과에 다소 영향을 미칠 수 있다. 그러나 본 연구의 데이터는 전국의 인구로부터 얻었기 때문에 이러한 잠재적인 교란요인이 결과에 큰 영향을 미치지 않았을 것으로 생각된다. 넷째, 연구참가자의 사회통계학적 특성이 설문조사를 통해 수집되었기 때문에 회상편향을 유발했을 수 있다. 이러한 제한점에도 불구하고, 본 연구는 학문적 및 임상적 측면에서 중요한 의미를 지닌다. 특히, 본 연구는 응답률이 높은 한국의 대규모 대표 표본

으로부터 수집하였기 때문에 여러 잠재적 교란 변수를 고려한 다각적인 통계 분석에서 강점을 지닌다.

V. 결론

본 연구는 한국 노인에서 MetS과 폐질환의 연관성을 알아보기 위해 시행되었다. 폐쇄성폐질환이 아닌 제한성폐질환에서 다양한 교란변수에 상관없이 MetS과 높은 연관성이 있었다. 본 연구의 결과에서 영향을 줄 수 있는 다양한 교란변수를 보정한 Model 2에서도 유의한 연관성이 나타났다. 이는 MetS에서 제한성폐질환이 발생할 경우가 정상에 비해 1.73배 높은 것을 의미하며, 두 질환이 서로 연관성이 높다는 것을 시사한다.

References

- [1] Han TS, Lean ME. Metabolic syndrome. *Medicine* (Baltimore). 2015;43(2):80-7.
- [2] Nilsson PM, Tuomilehto J, Rydén L. The metabolic syndrome-what is it and how should it be managed? *Eur J Prev Cardiol*. 2019;26(2 Suppl):33-46.
- [3] Saklayen MG. The global epidemic of the metabolic syndrome. *Curr Hypertens Rep*. 2018;20(2):1-8.
- [4] Nolan CJ, Prentki M. Insulin resistance and insulin hypersecretion in the metabolic syndrome and type 2 diabetes: time for a conceptual framework shift. *Diabetes Vasc Dis Res*. 2019;16(2):118-27.
- [5] Labaki WW, Han MK. Chronic respiratory diseases: a global view. *Lancet Respir Med*. 2020;8(6):531-3.
- [6] Lee DY. Analysis of risk factors for COPD incidence in adults over 40 years of age in Korea. *J Korean Soc Phys Med*. 2024;19(1):23-30.
- [7] Lee DY. Restrictive lung disease incidence and risk factors in Korea. *J Korean Soc Neuromuscul Rehabil*. 2024;3:10-8.
- [8] Ruppel GL, Enright PL. Pulmonary function testing. *Respir*

- Care. 2012;57(1):165-75.
- [9] Lee YY, et al. Association between risk factors of metabolic syndrome with lung function. *Eur J Clin Nutr*. 2020; 74(5):811-7.
- [10] Leone N, et al. Lung function impairment and metabolic syndrome: the critical role of abdominal obesity. *Am J Respir Crit Care Med*. 2009;179(6):509-16.
- [11] Fang NN, et al. Pulmonary function in metabolic syndrome: a meta-analysis. *Metab Syndr Relat Disord*. 2022; 20(10):606-17.
- [12] Phillips LK, Prins JB. The link between abdominal obesity and the metabolic syndrome. *Curr Hypertens Rep*. 2008;10(2):156-64.
- [13] Katsimardou A, et al. Hypertension in metabolic syndrome: novel insights. *Curr Hypertens Rev*. 2020;16(1):12-8.
- [14] Lee DY. Prevalence of tinnitus and related factors among middle-aged people in Korea. *J Korean Soc Phys Ther*. 2024;36(5):171-6.
- [15] Lee DY. Chronic kidney disease and grip strength: a comprehensive analysis of health and lifestyle factors in Korean older adults. *J Korean Soc Neuromuscul Rehabil*. 2024;14(2):114-23.
- [16] Hwang JS. Sarcopenic obesity frequency and associated risk factors in young Korean women: a comprehensive cross-sectional analysis. *J Korean Soc Phys Med*. 2024;19(1):43-51.
- [17] Lee DY. Prevalence and risk factors of stroke in Korean older adults: focusing on sociodemographic and health behavior factors. *J Korean Soc Phys Med*. 2024;19(3): 103-10.
- [18] Lee DY. Association between sarcopenia and osteoporosis in Korean older adults. *J Korean Soc Neuromuscul Rehabil*. 2024;14(4):186-95.
- [19] Tan CE, et al. Can we apply the national cholesterol education program adult treatment panel definition of the metabolic syndrome to Asians? *Diabetes Care*. 2004;27(5):1182-6.
- [20] Rabe KF, et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007;176(6):532-55.
- [21] Lee DY, Kim SG. The association between pulmonary function and metabolic syndrome in Koreans: a cross-sectional study. *Int J Gerontol*. 2021;15(3):228-32.
- [22] Nakajima K, Kubouchi Y, Muneyuki T, et al. A possible association between suspected restrictive pattern as assessed by ordinary pulmonary function test and the metabolic syndrome. *Chest*. 2008;134(4):712-8.
- [23] Leone N, et al. Lung function impairment and metabolic syndrome: the critical role of abdominal obesity. *Am J Respir Crit Care Med*. 2009;179(6):509-16.
- [24] Engström G, et al. Lung function, insulin resistance, and incidence of cardiovascular disease: a longitudinal cohort study. *J Intern Med*. 2003;253(5):574-81.
- [25] Yeh HC, et al. Vital capacity as a predictor of incident type 2 diabetes: the atherosclerosis risk in communities study. *Diabetes Care*. 2005;28(6):1472-9.
- [26] Anthonisen NR, Connett JE, Murray RP. Smoking and lung function of lung health study participants after 11 years. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(5):675-9.
- [27] Laniado-Laborín R. Smoking and chronic obstructive pulmonary disease (COPD): parallel epidemics of the 21st century. *Int J Environ Res Public Health*. 2009; 6(1):209-24.
- [28] Eriksson B, et al. Association of heart diseases with COPD and restrictive lung function—results from a population survey. *Respir Med*. 2013;107(1):98-106.
- [29] Wannamethee SG, et al. Lung function and risk of type 2 diabetes and fatal and nonfatal major coronary heart disease events: possible associations with inflammation. *Diabetes Care*. 2010;33(9):1990-6.
- [30] Engström G, et al. Lung function, insulin resistance, and incidence of cardiovascular disease: a longitudinal cohort study. *J Intern Med*. 2003;253(5):574-81.
- [31] Sagun G, et al. The relation between insulin resistance and lung function: a cross-sectional study. *BMC Pulm*

- Med. 2015;15(11):139-46.
- [32] Jayawardena R, Sooriyaarachchi P, Misra A. Abdominal obesity and metabolic syndrome in South Asians: prevention and management. *Expert Rev Endocrinol Metab.* 2021;16(6):339-49.
- [33] Gol RM, Rafraf M. Association between abdominal obesity and pulmonary function in apparently healthy adults: a systematic review. *Obes Res Clin Pract.* 2021;15(5): 415-24.
- [34] Oztan O, et al. The relationship between impaired lung functions and cytokine levels in formaldehyde exposure. *Arch Environ Occup Health.* 2021;76(5):248-54.
- [35] Yang D, et al. Correlation between hs-CRP, IL-6, IL-10, ET-1, and chronic obstructive pulmonary disease combined with pulmonary hypertension. *J Healthc Eng.* 2022;2(1): 3247807.
- [36] Lim YH, et al. Inflammatory markers and lung function in relation to indoor and ambient air pollution. *Int J Hyg Environ Health.* 2022;241(4):113944.