# 체성분(BMI · 신장 · 체중)이 폐기능(FVC · $FEV_1$)에 미치는 영향 : 230명을 대상으로 한 예측모형 개발 연구

https://doi.org/10.32337/KACPT.2026.14.2.65
대한심장호흡물리치료학회지 제14권 제2호 2026. PP.65-71

■이한결
■상무병원

Effects of Body Composition on Pulmonary Function: Development of Predictive Models in 230 Adults

**Han-Gyeol Lee PT, PhD**

*Specialized Exercise Center, Sangmoo Hospital*

**Purpose:** Body composition influences thoracic mechanics, lung expansion, and respiratory muscle performance, making it a key determinant of pulmonary function. This study was conducted to examine the effects of body mass index(BMI), height, and weight on forced vital capacity(FVC) and forced expiratory volume in 1s($FEV_1$) among 230 adults and develop predictive models based on body composition. **Methods:** Height, weight, BMI, FVC, and $FEV_1$ were measured in 230 healthy adults. Descriptive statistics, Pearson correlation analyses, and multiple regression analyses(models 1-3) were conducted to determine the independent contributions of body composition variables. Model performance was evaluated using $R^2$, adjusted $R^2$, Akaike information criterion(AIC), and Bayesian information criterion(BIC). Independent-samples t-tests were performed to compare pulmonary function between sexes. **Results:** Height demonstrated the strongest positive correlation with both FVC(r=0.488) and $FEV_1$(r=0.486), followed by weight. Although BMI exhibited a positive correlation in the univariate analysis, it emerged as a significant negative predictor in multivariable regression models. Among the models tested, model 3(included BMI, height, weight, age, and sex) demonstrated the highest explanatory power and the lowest AIC and BIC, indicating superior predictive performance. Sex-based analysis revealed that men had significantly higher FVC and $FEV_1$ than women(p<.001). **Conclusion:** In this study, height was the strongest positive determinant of pulmonary function in adults, whereas BMI was independently associated with reduced lung capacity. The proposed multivariable prediction model incorporating both body composition and demographic variables yielded the most accurate estimates of FVC and $FEV_1$. These findings support the value of body composition-based prediction models to improve respiratory assessment in clinical practice.

**Key words:** Body composition, Pulmonary function, FVC, FEV1, Predictive model

**Received:** December 18, 2025 / **Revised:** January 17, 2026 / **Accepted:** January 20, 2026

## Ⅰ. 서 론

폐기능은 개인의 호흡기 건강 상태를 평가하는 핵심 지표로서, 연령, 성별, 신체활동 수준뿐 아니라 체성분의 구조적 특성에 의해 유의한 영향을 받는다(Komici 등, 2022; Pellegrino 등, 2005; Quanjer 등, 2012). 특히 BMI, 신장, 체중과 같은 체성분 지표는 흉곽의 형태, 폐확장성, 호흡근 기능에 직접적인 변화를 유발함으로써 폐활량과 기류 제한에 관여하는 것으로 보고되고 있다(Dixon과 Peters, 2018; Sutherland 등, 2016; Jones과 Nzekwu, 2006). 선행연구에 따르면 신장은 폐용적을 결정하는 가장 강력한 해부학적 요인 중 하나로, 성인 폐활량 변이를 설명하는 주요 변수로 확인되었다(Ogunlana 등, 2021). 또한 체중 증가와 체지방량 증가는 횡격막 이동성 제한, 기능적 잔기량 감소, 폐탄성 변화 등을 초래하여 노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC)과 1초간 노력성 호기량(forced expiratory volume in one second, $FEV_1$)의 감소와 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되었다(Sutherland 등, 2016; Salome 등, 2010). 이러한 기전은 비만 관련 호흡기 질환의 병태생리를 설명하는 핵심 요인으로도 제시되고 있다.

한편 BMI는 단순한 체중과 신장의 비율을 넘어 체지방 축적

교신저자: 이한결
주소: 광주 서구 상무자유로 181-7 상무병원, E-mail: marchelino2@naver.com

정도를 반영하는 지표로서, BMI 수치가 높은 상태는 폐확장성 감소, 흉곽 압박 증가, 기도 저항 상승 등을 통해 폐기능 저하를 유발하는 대표적 요인으로 제시되고 있다(Lo Mauro 등, 2023). 그러나 일부 연구에서는 BMI가 신장의 영향과 복합적으로 작용하여 단변량 분석에서는 폐기능과 양의 상관관계를 보이기도 하는 등, 분석 모형에 포함되는 공변량에 따라 그 방향성과 크기가 상이하게 나타난다고 보고하였다(Sperrin 등, 2016; Tang 등, 2022). 이는 체성분 지표 간 상호의존성을 고려하지 않을 경우 결과 해석에 왜곡이 발생할 수 있음을 시사하며, BMI 단독 변수보다는 신장과 체중을 포함한 통합적 접근의 필요성을 강조한다. 따라서 BMI와 폐기능의 관계를 명확히 규명하기 위해서는 신장, 체중, 성별, 연령 등 주요 인구학적 요인을 동시에 통제한 다변량 분석이 필수적이다(Liu 등, 2023).

국내에서도 체성분과 폐기능의 관계를 규명하고자 하는 연구가 수행되어 왔으나, 대부분 표본 규모가 제한적이거나 특정 연령대 또는 질환군에 국한되어 있어 일반 성인 인구를 대상으로 한 폐기능 예측모형 연구는 상대적으로 부족한 실정이다(Eom과 Kim, 2013). 특히 건강한 성인을 대상으로 BMI, 신장, 체중을 동시에 고려한 폐기능 예측모형을 구축하고, 각 체성분 변수가 폐기능에 미치는 상대적 영향력을 비교·검증한 연구는 매우 드물다. 또한 기존 예측식의 상당수는 서구 인구 기반 자료에 의존하고 있어, 국내 성인 집단에 대한 적용 가능성에는 한계와 단순 인체 지표 간의 상호의존성으로 인해 발생할 수 있는 결과 해석의 왜곡을 방지하기 위한 통합적 접근의 필요성이 제기되고 있다. 이에 본 연구는 성인 230명을 대상으로 BMI, 신장, 체중과 폐기능 지표(FVC, $FEV_1$) 간의 관계를 규명하고, 체성분 기반 폐기능 예측모형을 개발하여 최적의 설명 모형을 제시하고자 한다. 본 연구 결과는 건강 성인의 폐기능 예측 정확도를 향상시키고, 임상 현장에서의 기초 평가 및 역학 연구에 활용 가능한 근거를 제공한다는 점에서 학술적·실용적 의의를 지닌다.

## Ⅱ. 연구 방법

### 1. 연구 설계

본 연구는 체성분(BMI·신장·체중)과 폐기능(FVC·$FEV_1$) 간의 관계를 규명하고 예측모형을 개발하기 위한 서술적 단면연구(cross-sectional study)이다. 단일 시점에서 체성분과 폐기능을 동시에 측정하고, 상관분석과 다중회귀분석을 통해 폐기능에 대한 독립적 영향요인을 분석하였다.

### 2. 연구대상

#### 1) 모집 및 선정기준

2025년 3월 1일부터 10월 31일까지 G시에 거주하거나 G대학교에 재학 중인 성인 자원자 중 연구 참여에 동의한 자로 하였다. 헬싱키 선언에 근거하여 연구 참여자 전원에게 본 연구의 목적과 실험 절차를 충분히 설명하였으며, 연구 참여는 대상자의 자발적 동의에 기반하고 언제든지 철회할 수 있음을 고지하였다.

#### 2) 포함 기준

만 18세 이상 성인으로서 연구 목적을 이해하고 자발적으로 참여에 동의한 자, 최근 3개월 이내 급성 호흡기 감염이 없는 자, 과거 의사진단에 의한 만성 폐질환(천식, COPD 등) 병력이 없는 자로 하였다.

#### 3)제외 기준

심혈관계·신경근 질환 등으로 폐기능 검사 수행이 어려운 자, 측정 시 협조가 불충분하여 반복 측정 기준을 만족하지 못한 자, 신장·체중 또는 폐기능 자료가 결측인 자로 하였다.

최종적으로 총 230명의 자료가 분석에 포함되었다. 대상자의 나이, 성별, 신장, 체중, BMI 및 기본 폐기능 지표는 결과는 <표 1>과 같다. 또한, 다중회귀분석의 표본 수 적정성을 검토하기 위해 G*Power 3.1 프로그램을 이용하여 사후 검정(post hoc power analysis)을 수행하였다. 유의수준 0.05, 검정력 0.80, 중간 효과크기($f^2 = 0.15$), 독립변수 5개를 기준으로 산출된 최소 표본 수는 92명이었으며, 본 연구의 최종 분석 대상자 수(n = 230)는 이를 충분히 상회하였다.

### 3. 측정항목 및 장비

#### 1) 체성분

신장은 대상자가 가벼운 복장을 착용한 상태에서 자동 신체계측기(Seca, Germany)를 사용하여 0.1 cm 단위까지 측정하였다. 체중은 동일한 복장 상태에서 전자식 체중계를 이용해 0.1 kg 단위까지 측정하였다. 체질량지수(body mass index, BMI)는 측정된 체중(kg)을 신장(m)의 제곱으로 나누어 산출하였다 ($kg/m^2$).

#### 2) 폐기능

폐기능은 Pony FX(Cosmed Inc, Italy)를 사용하여 측정하였으며 폐기능검사 절차와 방법 ATS기준에 따라 진행하였다. 또한 검사자들은 충분히 장비의 사용방법에 대해 숙지한 후 검사를 진행하였다. 노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC)은 최대 흡기 후 노력성 호기 동안 배출된 총 공기량(L)으로 정의하였으며, 1초간 노력성 호기량(forced expiratory volume in one second, $FEV_1$)은 노력성 호기 시작 후 1초 동안 배출된 공기량(L)으로 산출하였다. $FEV_1$/FVC는 두 변수의 비율(%)로 계산하였다. 안정시 폐활량(Slow Vital Capacity; SVC)는 최대 흡기

후 천천히 최대한 호기하여 측정되는 폐활량 지표로, 노력성 호기 시 기도 허탈의 영향을 상대적으로 적게 받아 폐의 기계적 용적 특성을 반영하는 변수이다. SVC는 특히 제한성 환기 장애 평가에 활용될 수 있으며, FVC와 함께 폐활량의 구조적 특성을 비교하는 데 유용한 지표로 사용된다. 각 대상자는 최소 3회 이상의 측정을 수행하였으며, 노력의 적절성과 곡선 형태가 기준을 충족한 검사 중 가장 높은 FVC와 $FEV_1$ 값을 최종 분석에 사용하였다.

#### 3) 인구학적 변수

연령은 자기기입식 설문지를 통해 만 나이로 수집하였다. 성별은 남성과 여성으로 구분하여 분석하였으며, 남성은 1, 여성은 0으로 코딩하였다.

### 4. 자료수집 절차

자료수집에 앞서 연구자는 대상자에게 연구 목적과 검사 절차를 충분히 설명하였으며, 서면 동의를 받은 후 자료수집을 진행하였다. 대상자는 자기기입식 설문지를 통해 연령과 성별 등 기본적인 인구학적 정보를 제공하였다. 이후 신장과 체중을 측정하여 체질량지수(body mass index, BMI)를 산출하였다. 모든 대상자는 폐기능 검사 전 최소 10분 이상 안정 상태를 유지한 후 검사를 실시하였다. 검사에 앞서 대상자에게 최대 흡기 후 가능한 한 빠르고 강하게 완전 호기를 수행하는 검사 방법을 충분히 설명하였고, 1회 이상의 연습 시도를 거친 뒤 본 측정을 시행하였다. 모든 측정은 동일한 검사자가 수행하여 측정자 간 편차를 최소화하였다. 수집된 자료는 개인 식별 정보를 제거한 후 암호화하여 분석에 활용하였다.

### 5. 통계 분석

자료분석은 통계 프로그램 SPSS 26.0(IBM Corp., USA)을 이용하여 수행하였다. 먼저 대상자의 연령, 신장, 체중, 체질량지수(body mass index, BMI), 폐기능 지표(FVC, $FEV_1$, $FEV_1$/FVC)에 대해 평균과 표준편차, 최소값과 최대값, 그리고 빈도수(N)를 산출하는 기술통계를 실시하였다(표 1).

체성분 변인인 신장, 체중, BMI와 폐기능 지표(FVC, $FEV_1$, $FEV_1$/FVC, SVC) 간의 선형적 관계를 확인하기 위해 피어슨 상관분석(Pearson's correlation analysis)을 시행하였다(표 2).

폐활량(FVC)을 종속변수로 설정하고 BMI, 신장, 체중을 주요 독립변수로 하여 단계적으로 다중회귀모형을 구축하였다. Model 1은 BMI만을 독립변수로 포함하였고, Model 2에는 BMI에 신장과 체중을 추가하였으며, Model 3에는 BMI, 신장, 체중에 연령과 성별을 추가하여 분석하였다. 각 모형에 대해 비표준화 회귀계수(B), 표준오차(SE), t값 및 p값을 산출하였고, 모형의 설명력을 평가하기 위해 결정계수($R^2$)와 수정된 결정계수(Adjusted $R^2$)를 보고하였다(표 3).

또한 세 가지 회귀모형(Model 1-3)의 상대적 적합도를 비교하기 위해 Akaike 정보 기준(Akaike information criterion, AIC)과 Bayesian 정보 기준(Bayesian information criterion, BIC)을 산출하였으며, 두 지표 모두 값이 낮을수록 모형 적합도가 우수한 것으로 판단하였다(표 4). 모든 통계 분석에서 유의수준은 $\alpha$=0.05로 설정하였다.

## Ⅲ. 연구결과

### 1. 대상자의 일반적 특성

본 연구에서 대상자의 일반적 특성을 비교한 결과는 표 1과 같다. 본 연구에 포함된 대상자는 총 230명으로, 평균 연령은 22.3세로 비교적 젊은 성인 집단으로 구성되었다. 대상자의 평균 체질량지수(body mass index, BMI)는 23.7 kg/m²로 정상 체중 범위에 해당하였다. 폐기능 지표의 경우 평균 노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC)은 4.17 L, 1초간 노력성 호기량(forced expiratory volume in one second, $FEV_1$)은 3.38 L로, 전반적으로 정상 폐기능 기준을 충족하는 수준이었다. 또한 각 변수의 표준편차가 비교적 크지 않아 연구 표본은 전반적으로 안정적인 분포를 보였다.

### 2. 체성분과 폐기능의 상관분석

체성분 변수와 폐기능 지표 간의 상관관계를 분석한 결과, 신장은 FVC(r=0.488)와 $FEV_1$(r=0.486)과 중등도의 양의 상관관계를 보였으며, SVC와는 비교적 높은 양의 상관관계(r=0.641)를 나타냈다. 체중 또한 FVC(r=0.421)와 $FEV_1$(r=0.388)과 양의 상관관계를 보였고, SVC와는 신장과 동일한 수준의 상관관계(r = 0.641)를 나타냈다. 반면 BMI는 FVC(r=0.249)와

**표 1. 대상자의 일반적 특성** ($N$ = 230)

| 변수 | 평균 | 표준편차 | 최소 | 최대 |
|---|---|---|---|---|
| 나이(세) | 22.32 | 3.01 | 17.0 | 42.0 |
| 신장(㎝) | 169.62 | 8.18 | 149.0 | 187.0 |
| 체중(㎏) | 68.79 | 14.77 | 44.0 | 125.0 |
| BMI(kg/m²) | 23.73 | 3.88 | 16.6 | 39.02 |
| FVC(L) | 4.17 | 0.76 | 2.28 | 5.81 |
| $FEV_1$(L) | 3.38 | 0.64 | 1.46 | 4.77 |
| $FEV_1$/FVC(%) | 81.16 | 6.11 | 53.46 | 98.41 |

BMI: body mass index
FVC: forced vital capacity
$FEV_1$: forced expiratory volume in one second

**표 2. 체성분과 폐기능의 상관분석**

| 변수 | FVC | $FEV_1$ | $FEV_1$/FVC | SVC |
|---|---|---|---|---|
| 신장 | 0.488 | 0.486 | 0.065 | 0.641 |
| 체중 | 0.421 | 0.388 | -0.049 | 0.641 |
| BMI | 0.249 | 0.209 | -0.102 | 0.448 |

BMI: body mass index
FVC: forced vital capacity
$FEV_1$: forced expiratory volume in one second
SVC: slow vital capacity

$FEV_1$(r=0.209)과 약한 양의 상관관계를 보였으며, $FEV_1$/FVC(r=−0.102)와는 약한 음의 상관관계를 나타냈다. 신장과 체중 모두 $FEV_1$/FVC와의 상관계수는 낮아 뚜렷한 선형 관계는 관찰되지 않았다. 전반적으로 신장과 체중이 BMI에 비해 폐용적 지표(FVC, $FEV_1$, SVC)와 더 강한 상관성을 보였다(표 2).

## 3. 다중회귀분석 결과

다중회귀분석 결과, BMI만을 독립변수로 포함한 Model 1에서는 BMI가 FVC에 유의한 양의 영향을 미치는 것으로 나타났다(B=0.050, SE=0.009, t=5.40, $p$<.001). 그러나 신장과 체중을 추가한 Model 2에서는 BMI의 회귀계수가 음의 방향으로 전환되어 FVC와 유의한 음의 관련성을 보였으며(B=−0.030, SE=0.012, t=−2.50, $p$=.013), 신장(B=0.045, SE=0.004, t=11.25, $p$<0.001)과 체중(B=0.012, SE=0.003, t=3.57, $p$<.001)은 모두 FVC에 유의한 양의 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 모든 체성분 변수에 연령과 성별을 추가한 완전 모형(Model 3)에서도 BMI는 FVC와 유의한 음의 관련성을 유지하였으며(B=−0.027, SE=0.011, t=−2.36, $p$=0.020), 신장(B=0.039, SE=0.006, t=7.12, p<.001)과 체중(B=0.010, SE=0.004, t=2.52, $p$=.013)은 여전히 유의한 양의 예측 요인으로 나타났다. 반면 연령은 FVC와의 관련성이 통계적으로 유의하지 않았으며(B=0.014, SE=0.009, t=1.55, $p$=.123), 성별의 경우 남성이 여성에 비해 FVC가 유의하게 높은 것으로 나타났다(B=0.118, SE=0.053, t=2.22, $p$=.028)(표 3).

**표 3. 다중회귀분석 결과**

| 모델/변수 | B | SE | t | $p$ |
|---|---|---|---|---|
| Model 1 | | | | |
| BMI | 0.050 | 0.009 | 5.40 | 0.000*** |
| Model 2 | | | | |
| BMI | -0.030 | 0.012 | -2.50 | 0.013* |
| 신장 | 0.045 | 0.004 | 11.25 | 0.000*** |
| 체중 | 0.012 | 0.003 | 3.57 | 0.000*** |
| Model 3 (Full) | | | | |
| BMI | -0.027 | 0.011 | -2.36 | 0.020* |
| 신장 | 0.039 | 0.006 | 7.12 | 0.000*** |
| 체중 | 0.010 | 0.004 | 2.52 | 0.013* |
| 연령 | 0.014 | 0.009 | 1.55 | 0.123 |
| 성별(M=1) | 0.118 | 0.053 | 2.22 | 0.028* |

*: p < 0.05, **: p < 0.01, ***: p < 0.001
B = 비표준화 회귀계수; SE = 표준오차.
BMI: body mass index

## 4. 예측모형 간 적합도 비교

회귀모형의 설명력과 적합도를 비교한 결과, BMI만을 독립변수로 포함한 Model 1의 결정계수는 0.113(Adjusted $R^2$=0.109)으로 비교적 낮은 설명력을 보였다. 신장과 체중을 추가한 Model 2에서는 설명력이 크게 향상되어 $R^2$는 0.416, Adjusted $R^2$는 0.410으로 증가하였다. 여기에 연령과 성별을 추가한 Model 3에서는 $R^2$가 0.462, Adjusted $R^2$가 0.451로 가장 높은 설명력을 나타냈다.

모형 적합도 지표를 비교한 결과에서도 단계적 변수 추가에 따른 개선이 확인되었다. Akaike 정보 기준(AIC)은 Model 1에서 345.1로 가장 높았으나, Model 2에서는 212.7로 크게 감소하였고, Model 3에서 198.5로 가장 낮은 값을 나타냈다. Bayesian 정보 기준(BIC) 역시 Model 1(352.4)에서 Model 2(224.2), Model 3(215.3)로 순차적으로 감소하였다. 이러한 결과를 종합하면, Model 1에서 Model 2, Model 3 순으로 설명력이 증가하였으며, 체성분 변수에 인구학적 요인을 포함한 Model 3가 FVC를 예측하는 데 있어 가장 우수한 설명력과 적합도를 갖는 모형으로 판단된다(표 4).

## 5. 성별에 따른 비교

성별에 따른 폐기능 지표를 비교한 결과, 노력성 폐활량(FVC)은 남성에서 평균 4.52 L, 여성에서 평균 3.68 L로 나타났으며, 두 집단 간 차이는 통계적으로 매우 유의하였다(t=11.33, $p$<.001). 1초간 노력성 호기량($FEV_1$) 또한 남성에서 평균 3.69 L, 여성에서 평균 3.01 L로 남성이 여성보다 유의하게 높은 값을 보였고, 이 차이 역시 통계적으로 유의하였다(t=10.91, $p$<.001).

**표 4. 예측모형 간 적합도 비교**

| 모델 | $R^2$ | Adj.$R^2$ | AIC | BIC | N |
|---|---|---|---|---|---|
| Model 1 | 0.113 | 0.109 | 345.1 | 352.4 | 230 |
| Model 2 | 0.416 | 0.410 | 212.7 | 224.2 | 230 |
| Model 3 | 0.462 | 0.451 | 198.5 | 215.3 | 230 |

$R^2$ = 결정계수; Adjusted $R^2$ = 수정된 결정계수; AIC = Akaike information criterion; BIC = Bayesian information criterion.

**표 5. 성별에 따른 폐기능 비교** ($N$ = 165)

| 변수 | 남성 (n=111) | 여성 (n=54) | t | p |
|---|---|---|---|---|
| FVC(L) | 4.52±0.62 | 3.68±0.47 | 11.33 | 0.000*** |
| $FEV_1$(L) | 3.69±0.56 | 3.01±0.43 | 10.91 | 0.000*** |
| $FEV_1$/FVC(%) | 81.5±5.7 | 81.0±6.8 | 0.48 | 0.631 |

*: p < 0.05, **: p < 0.01, ***: p < 0.001
FVC: forced vital capacity
$FEV_1$: forced expiratory volume in one second

반면, $FEV_1$/FVC 비율(%) 은 남성과 여성 간에 유의한 차이가 관찰되지 않았다($p$=.631)(표 5).

## Ⅳ. 고 찰

본 연구는 건강한 성인 230명을 대상으로 체성분 변수(BMI, 신장, 체중)가 폐기능 지표(FVC, $FEV_1$)에 미치는 영향을 분석하고, 다변량 예측모형을 통해 각 체성분 및 인구통계학적 요인의 상대적 기여도를 탐색하였다. 주요 결과로 신장은 폐활량에 대해 가장 강력하고 일관된 양의 영향요인으로 확인되었으며, BMI는 다변량 조정 후 폐기능 감소와 유의하게 관련된 음의 예측요인으로 나타났다. 또한 체중은 폐기능에 대해 유의한 양의 영향력을 보였다.

먼저, 신장의 중요성이 본 연구에서 재확인된 결과는 폐용적과 흉곽 크기와 같은 구조적 요인이 폐기능을 결정하는 데 핵심적 역할을 한다는 기존 연구 결과와 일치한다(Lutfi, 2017; Ogunlana 등, 2021). 신장이 클수록 폐의 해부학적 용적이 증가하고, 폐포 수 및 폐조직의 확장 가능성이 커지며, 이러한 생리학적 특성이 폐활량 증가로 이어지는 것으로 이해할 수 있다. 따라서 체성분과 폐기능의 관계를 규명하는 연구에서 신장은 체성분과 폐기능 관계를 연구할 때 반드시 고려되어야 하는 주요 변수라고 할 수 있다.

둘째, BMI가 단순 상관분석에서는 폐기능과 양의 상관관계를 보였으나, 다변량 분석에서는 음의 예측요인으로 전환된 점은 주목할 만하다. 이는 BMI가 신장 및 체중과 밀접하게 연관된 지표인 동시에, 독립적으로는 폐 확장성을 저해하는 요인으로 작용할 가능성을 시사한다. 선행 연구에서도 BMI 수치가 높은 상태는 복부 비만에 따른 흉곽 순응도 감소, 횡격막의 상방 이동, 기도 저항 증가 등을 통해 폐활량 및 기류 제한을 유발하는 것으로 보고된 바 있다(Salome 등, 2010; Littleton, 2012). 이러한 기계적 제한은 BMI 증가에 따라 횡격막 기능 저하, 기능적 잔기량 증가, 폐포 환기 부담 증가 등의 형태로 나타날 수 있다. 본 연구에서 BMI 증가가 FVC 감소와 유의하게 관련된 결과는 이러한 생리학적 기전을 지지하며, BMI가 단순한 체중 지표를 넘어 기능적 제한 요인으로 작용할 수 있음을 보여준다. 본 연구에서 SVC는 노력성 호기 시 기도 허탈의 영향을 상대적으로 덜 받는 폐활량 지표로서, 폐의 구조적 용적 특성을 반영하는 변수로 활용되었다. SVC와 체성분 지표 간의 관계는 FVC, $FEV_1$과는 다소 다른 양상을 보였으며, 이는 체성분이 폐의 동적 기능뿐 아니라 정적 용적 특성에도 영향을 미칠 수 있음을 시사한다. 이러한 결과는 체성분과 폐기능 간의 관계를 보다 폭넓게 이해하는 데 기초 자료로 활용될 수 있다.

셋째, 체중이 폐기능에 양의 영향력을 보인 것도 주목할 만하다. 이는 일정 범위 내에서 체중 증가가 폐용적 확보 및 호흡근 발달 측면에서 긍정적인 역할을 할 수 있음을 시사한다. 그러나 체중만으로는 지방과 근육량 구분이 불가능하므로 단순히 체중 증가가 항상 좋은 것은 아니며, 본 연구에서는 체중보다는 신장과 BMI가 더 중요한 변수로 확인되었다. 따라서 폐기능 예측이나 평가 시에는 신장, BMI뿐 아니라 체중도 함께 고려하는 것이 바람직하다고 생각된다.

넷째, 예측모형 비교에서 BMI, 신장, 체중에 연령과 성별을 추가한 Model 3가 가장 높은 설명력과 최적의 적합도를 보인 것은 매우 의미가 있다. 이는 폐기능이 단일 체성분 요인에 의해 결정되는 것이 아니라, 체성분과 더불어 연령 및 성별 등의 인구통계학적 요인을 함께 고려해야 정확한 예측이 가능하다는 것을 실증적으로 보여준다. 특히 연령과 성별을 함께 조정함으로써 체성분 변수의 순수한 효과를 보다 명확하게 해석할 수 있었다. 본 연구에서는 남성이 여성보다 유의하게 높은 FVC와 $FEV_1$을 보였는데, 이는 일반적으로 남성이 더 큰 흉곽 및 폐용적을 지닌다는 생리학적 차이를 반영하는 것으로 해석된다(Elsaidy 등, 2024; Ogunlana 등, 2021).

다섯째, 임상적 및 현장 적용 측면에서 본 연구는 몇 가지 중요한 시사점을 제공한다. 폐기능 검사 결과를 해석할 때 신장과 연령, 성별뿐 아니라 BMI와 체중을 함께 고려하는 것이 평가 정확도를 높이는 데 기여할 수 있다. 현재 사용되는 다수의 스파이로메트리 참고식은 신장과 연령, 성별을 중심으로 구성되어 있으나, BMI와 체중을 포함한 다변량 예측모형을 적용할 경우 정상 범위 판별 및 위험군 선별의 정확성을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다. 특히 BMI가 높은 대상자는 폐기능 저하 가능성이 상대적으로 높을 수 있으므로, 호흡기 기능 평가나 호흡재활 프로그램 설계 시 기능 제한 위험군으로 고려하는 것이 타당하다. 또한, 본 연구 결과는 임상 현장에서 널리 사용되는 BMI 단독 평가가 폐기능 저하 위험을 충분히 반영하지 못할 가능성을 시사한다. BMI는 체중과 신장을 단일 지표로 통합한 값으로, 체중 증가에 따른 폐확장 제한 효과와 신장 감소에 따른 폐 용적 감소 효과를 구분하지 못한다. 이로 인해 BMI가 정상 범위에 속하더라도 실제 폐기능 저하 위험이 과소평가될 수 있으며, 특히 신장

과 체중이 폐기능에 상반된 영향을 미치는 경우 이러한 한계는 더욱 두드러질 수 있다. 그러나 BMI는 신장과 체중을 기반으로 산출되는 합성 지표이므로, BMI와 신장, 체중을 동일한 회귀모형에 동시에 포함할 경우 변수 간 정보 중복 가능성이 존재한다. 이에 따라 본 연구에서 제시된 회귀계수는 각 변수의 독립적인 '절대적 영향력'이라기보다는, 상호 조정된 상대적 기여도를 반영하는 값으로 해석되어야 한다. 이러한 접근은 체성분 지표들이 폐기능에 미치는 복합적 영향을 탐색하기 위한 분석 전략으로, 단일 지표(BMI)만을 사용하는 경우보다 폐기능 저하 위험을 보다 다차원적으로 이해하는 데 기여할 수 있다.

마지막으로 본 연구의 제한점과 향후 연구 방향을 제시하고자 한다. 본 연구는 단면 연구 설계로 인해 변수 간 인과관계를 직접적으로 규명하는 데에는 한계가 있다. 또한 BMI, 신장, 체중 외에 체지방률이나 근육량과 같은 세부 체성분 지표가 포함되지 못하였다. 더불어 연구 대상자는 평균 연령 22.3세로 20대 젊은 성인으로 구성되어 있어, 연령 분포가 다양한 일반 성인 집단으로의 추정이나 예측에는 주의가 필요하며, 노화에 따른 폐 조직의 구조적 변화와 호흡근 기능 저하가 뚜렷해지는 노인 인구를 연구 대상에서 제외하였다는 제한점이 있다. 따라서 본 연구에서 제시한 예측모형은 전 연령대 성인을 대상으로 한 임상적 도구라기보다는, 20대 대학생 집단을 중심으로 체성분과 폐기능 간의 관계를 탐색한 결과로 전 연령층에 대한 일반화보다는, 노화라는 변수를 배제한 상태에서 체성분(BMI, 신장, 체중)이 폐기능에 미치는 순수한 생리학적 관계를 탐색한 결과로 해석되어야 한다. 마지막으로 흡연 여부, 신체활동 수준, 알레르기 및 비염과 같은 폐기능에 영향을 미칠 수 있는 잠재적 교란 변수를 통제하지 못하였다는 점이 있다. 이러한 변수들은 폐기능 지표에 독립적인 영향을 미칠 수 있으므로, 본 연구 결과는 체성분 요인과 폐기능 간의 직접적 인과관계로 해석하는 데 주의가 필요하다. 향후 연구에서는 이러한 임상적 및 생활습관 요인을 함께 고려한 다변량 분석이 필요할 것으로 판단된다. 향후 연구에서는 근육량과 지방량을 포함한 정밀 체성분 분석을 적용하고, 종단 연구 설계를 통해 체성분 변화가 폐기능 변화에 미치는 영향을 장기적으로 검증할 필요가 있다. 향후 연구에서는 본 연구에서 확인된 체성분과 폐기능 간의 관계가 노인층(60-90대)에서도 동일한 방향성과 크기를 유지하는지 검증할 필요가 있다. 특히 노화에 따른 폐 탄성 감소, 흉곽 순응도 변화, 호흡근 약화가 체성분 지표의 영향력을 어떻게 조절하는지를 분석하는 연령군 비교 연구가 요구된다. 따라서 다양한 연령대와 인종 집단을 포함한 비교 연구가 수행된다면 폐기능 예측모형의 일반화 가능성을 더욱 확장할 수 있을 것으로 기대된다.

## Ⅴ. 결 론

본 연구는 20대의 성인 230명을 대상으로 체질량지수(BMI), 신장, 체중이 폐기능 지표(FVC, $FEV_1$)에 미치는 영향을 분석하고, 이를 기반으로 한 예측모형을 개발하였다. 연구 결과, 신장은 폐기능을 결정하는 가장 강력한 양의 영향 요인으로 확인되었으며, BMI는 다변량 분석에서 일관되게 폐기능 감소와 관련된 예측 요인으로 나타났다. 체중 역시 폐기능에 대해 유의한 양의 영향을 보였으나, 그 영향력은 신장과 BMI에 비해 상대적으로 제한적이었다. 예측모형 비교 결과, BMI, 신장, 체중에 성별과 연령을 포함한 모형이 가장 높은 설명력과 최적의 적합도를 나타냈다. 이러한 결과는 건강한 성인 집단에서 체성분을 기반으로 한 폐기능 예측의 임상적 활용 가능성을 제시하며, 호흡기 기능 평가 시 세부 체성분 변수를 종합적으로 고려할 필요성을 강조한다. 본 연구 결과는 20대의 젊은 성인 집단의 경우, 체성분 지표가 폐기능 예측에 유의한 정보를 제공할 수 있음을 시사한다.

### 참고문헌

Dixon AE, Peters U. The effect of obesity on lung function. Expert Rev Respir Med, 12(9);755-767, 2018.

Elsaidy WH, Alzahrani SA, Boodai SM. Exploring the correlation between body mass index and lung function test parameters: A cross-sectional analytical study. BMC Res Notes, 17(1);320, 2024.

Eom SY, Kim H. Reference values for the pulmonary function of Korean adults using the data of Korea National Health and Nutrition Examination Survey IV (2007-2009). J Korean Med Sci, 28(3);424-430, 2013.

Jones RL, Nzekwu MM. The effects of body mass index on lung volumes. Chest, 130(3);827-833, 2006.

Komici K, D'Amico F, Verderosa S, et al. Impact of body composition parameters on lung function in athletes. Nutrients, 14(18);3844, 2022.

Littleton SW. Impact of obesity on respiratory function. Respirology, 17(1);43-49, 2012.

Liu J, Xu H, Cupples LA, et al. The impact of obesity on lung function measurements and respiratory disease: A Mendelian randomization study. Ann Hum Genet, 87(4);174-183, 2023.

Lo Mauro A, Tringali G, Codecasa F, et al. Pulmonary and chest wall function in obese adults. Sci Rep, 13(1);17753, 2023.

Lutfi MF. The physiological basis and clinical significance

of lung volume measurements. Multidiscip Respir Med, 12(1);3, 2017.

Ogunlana MO, Oyewole OO, Lateef AI, et al. Anthropometric determinants of lung function in apparently healthy individuals. S Afr J Physiother, 77(1);1509, 2021.

Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, et al. Interpretative strategies for lung function tests. Eur Respir J, 26(5);948-968, 2005.

Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ, et al. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: The Global Lung Function 2012 equations. Eur Respir J, 40(6);1324-1343, 2012.

Salome CM, King GG, Berend N. Physiology of obesity and effects on lung function. J Appl Physiol, 108(1);206-211, 2010.

Sperrin M, Marshall AD, Higgins V, et al. Body mass index relates weight to height differently in women and older adults: Serial cross-sectional surveys in England (1992-2011). J Public Health, 38(3);607-613, 2016.

Sutherland TJ, McLachlan CR, Sears MR, et al. The relationship between body fat and respiratory function in young adults. Eur Respir J, 48(3); 734-747, 2016.

Tang X, Lei J, Li W, et al. The relationship between BMI and lung function in populations with different characteristics: A cross-sectional study based on the Enjoying Breathing Program in China. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis, 17;2677-2692, 2022.