

정상 노화와 COPD, 제한성폐질환 그룹 간의 폐 기능 비교

<https://doi.org/10.32337/KACPT.2025.13.1.7>

대한심장호흡물리치료학회지 제13권 제1호 2025.03. PP.7~13

■ 이남기¹, 안소영², 이태현^{2*}

■¹광주여자대학교 물리치료학과, ²충남대학교병원 재활의학과

Comparison of Lung Function in Naturally Aging Lungs, Chronic Obstructive Pulmonary Disease, and Restrictive Lung Disease

Nam-Gi Lee, PT, PhD¹, So-Young Ahn, MD, PhD², Tae-Heon Lee, PT, MS^{2*}

¹Department of Physical Therapy, Kwangju Women's University

²Department of Rehabilitation Medicine, Chungnam National University Hospital

Purpose: This study aimed to compare the lung function between the naturally aging lungs (NALs) and diseased lungs, such as chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and restrictive lung disease (RLD), in older individuals aged ≥ 65 years. **Methods :** This retrospective cross-sectional study included 34 older patients with lung diseases (COPD, $n=18$; RLD, $n=16$) admitted to the Rehabilitation Center of CN University Hospital between January 2021 and December 2024 and 25 older individuals with NALs ($n=25$) in a senior welfare facility. The forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in 1 s (FEV_1), and FEV_1/FVC were measured using a spirometer. The Kruskal-Wallis test was used for group comparisons, and the Mann-Whitney U test was used for post hoc testing. The level of significance was set at 0.05. **Results :** Only the FEV_1/FVC ratio showed a significant difference among the NAL, COPD, and RLD groups. In the post hoc test, the COPD group demonstrated significant differences ($p<0.0167$) from the NAL and RLD groups. Importantly, the FVC in the NAL group was $<80\%$ pred, which was similar to the results of the RLD group, indicating that RLD was due to aging. **Conclusion :** Lung function declines with age in older individuals with NAL. Therefore, management of NALs is important, although they are not diagnosed with respiratory diseases, because a decline in lung function makes individuals more susceptible to respiratory diseases.

Key words : Aging lungs, Chronic obstructive pulmonary disease, Lung function, Restrictive lung disease

Received: January 30, 2025 / **Revised:** February 08, 2025 / **Accepted:** February 13, 2025

I. 서론

노화(aging)는 신체의 대부분 장기(organs)와 계통(systems)의 기능적 저하로 이어지며, 호흡계통에도 영향을 주어 폐 기능이 연령에 따라 변화한다. 폐의 성장(growth)과 성숙(maturation)은 대략 생후 20년 동안 일어나며 남성의 경우 25세경, 여성의 경우 20세경에 정점(lung development peak)에 도달하다가 35세 이후에는 폐 기능이 점차 저하된다(Agusti와 Faner, 2019; Sharma와 Goodwin, 2006). 노화에 따른 폐 기능 저하는 다양한 해부생리학적 변화와 방어기전의 손상, 운동능력 감소 등에 따른다(Cho, 2023). 해부생리학적 측면에서, 가슴벽은 나이가 들면서 골관절염이나 골다공증, 척추굴절 등으로 인해 갈비뼈 관

절의 석회화 및 척주뒤굽음증(kyphosis)과 같은 구조적 변화가 발생하여 가슴벽의 유연성(chest wall compliance)이 감소하고, 가슴벽의 전후 직경이 증가한다(Sharma와 Goodwin, 2006). 이는 가로막의 곡률 변화(alterations in diaphragmatic curvature)를 유발하고, 가로막의 수축력을 감소시키며, 궁극적으로 폐 기능에 부정적 영향을 미친다(Cho, 2023). 그리고 가로막은 속근 수축 섬유(fast-twitch fibers, Type IIb)의 선택적 감소로 발생한 노화 관련 근 위축이 발생하고 근육의 강도도 젊은 성인에 비해 노령 성인에서 약 25% 감소한다(Bordoni 등, 2020). 나이가 들면서 폐포를 둘러싼 탄성섬유가 균질하게 변성되어 폐포벽이 파괴되지 않은 상태에서 폐포가 과도하게 확장됨에 따라 폐의 유순도(lung compliance)가 감소한다(Bordoni 등, 2020; Cho,

교신저자: 이태현

주소: 35015 대전광역시 중구 문화로 266, 충남대학교병원 대전충청권역의료재활센터, TEL: 042-338-2131, E-mail: click79@naver.com

2023). 이러한 호흡근 약화와 가슴벽 유연성 및 폐 유순도 감소는 기침의 효율성을 감소시키고 노화에 따른 섬모 기능도 저하됨으로 인해 방어기전도 손상된다(Cho, 2023). 나이가 들면서 운동 능력은 일반적으로 감소하지만, 이러한 감소의 정도는 개인의 건강과 규칙적인 신체활동에 따라 다를 수 있다. 최대산소섭취량(maximum oxygen consumption)은 20-30세 사이에 정점을 찍은 후 매년 약 1%씩 점차 감소하는 것으로 알려져 있으며, 이는 노화에 따른 사강 환기(dead space ventilation)가 증가함에 따라 지속적인 이산화탄소 생성에 대한 호흡 반응이 나이가 들면서 증가한다는 것을 의미한다(McClaran 등, 1995). 노화에 따른 폐의 기능학적 변화를 살펴보면, 노력성 폐활량(forced vital capacity, FVC)과 1초간 노력성 날숨량(forced expiratory volume in one second, FEV₁)은 점차 감소하는 반면, 잔기용적(residual volume)과 기능적 잔기용량(functional residual capacity)은 증가한다. 총폐용량(total lung capacity)은 평생 비교적 일정하게 유지된다(Cho, 2023).

다양한 해부생리학적 및 기능학적 변화로 인해 노화된 폐는 외부환경 노출로 인한 손상에 더 취약하다(Sharma 등, 2009). 흡연과 대기오염 노출, 호흡기 질환 등과 같은 요인은 세포 기능에 손상을 주어 폐 기능의 급격한 저하를 촉진할 수 있다(Childs 등, 2015). 특히, 만성폐쇄성폐질환(chronic obstructive pulmonary disease, COPD)은 흡연과 직업적 먼지, 대기오염 외에 노화도 위험요인으로 작용하여 만성 염증성 폐질환이며, 기류 제한과 기도 구조의 변화로 특징지어지며, 만성 기관지염(chronic bronchitis)과 폐기종(emphysema)을 포함한다. COPD의 유병률은 연령에 따라 상당히 증가하는 것으로 나타나 노인(60세 이상)에서 2-3배 더 높은 것으로 보고되며, 전 세계 인구의 점진적인 고령화가 질병 증가에 역할을 하고 있는 것으로 간주된다(Faner 등, 2012; Thannickal 등, 2015). FEV₁/FVC 비율(70% 미만)을 사용하여 기도 폐쇄를 정의하면 노인에서 COPD를 진단할 수 있으며, 이 수치는 남녀 모두에서 연령에 따라 감소한다(Hankinson 등, 1999). 폐암(lung cancer)이나 폐렴(pneumonia) 등 질환에 의한 제한성폐질환도 폐의 연령 의존적 및 병리학적 변화와 노인의 면역력 감소와 관련이 깊다. 흡연을 제외하고 노화는 폐암 위험을 결정하는 가장 중요한 요인 중 하나이다. Ma 등 (2023)은 생물학적 노화(PhenoAgeAccel)와 폐암 위험 간의 연관성을 연구했으며, 생물학적으로 나이가 많은 사람들은 젊은 사람들보다 폐암 위험이 더 높다는 것을 발견하였다. 이는 발암 물질(예: 니코틴)에 노출되어 복구되지 않은 손상이 축적되는 것과 연령에 따른 면역력 감소, 세포노화의 증가로 인한 것으로 설명하였다(Calcinotto 등, 2019). 폐암의 발병률은 45-49세경에 급격히 증가하여 남성의 경우 85-89세 연령대, 여성의 경우 80-84세 연령대에서 최고조에 이른다(Bravo-Iñiguez 등, 2014). 노인에서 폐렴의 가장 흔한 원인은

박테리아다. 나이가 들어 감에 따라 B-림프구 기능장애로 인해 체액성 면역이 감소하여 박테리아성 폐렴의 일반적인 원인인 캡슐화된 병원균, 즉 폐렴연쇄상구균과 인플루엔자균에 쉽게 감염된다(Feldman, 2001). Jain 등 (2015)은 65세 이상 폐렴 환자에서 폐렴연쇄상구균과 인플루엔자균의 존재가 젊은 환자에 비해 5배 더 높았다고 보고하였다(Jain 등, 2015).

흡연이나 대기오염, 오염물질에 대한 만성 노출, 재발성 폐 감염, 흡연, 생활 습관, 직업 환경 및 사회 경제적 요인과 같은 외부 요인으로 인한 손상과 자연스러운 노화 관련 생리적 변화의 영향을 구별하는 것은 다른 신체계통에 비해 호흡계통 내에서 특히 어렵다. 많은 임상가는 노인 환자에게 흔히 발생하는 일반적인 폐질환에 대해 잘 알고 있지만, 노화의 일부로 환자에게 발생하는 정상적인 생리적 변화에 대한 인식이 부족하다(Cho, 2023). 특히, 다른 질환으로 인해 약 2일 이상 입원한 후 발생하는 폐 감염을 병원-획득 폐렴(hospital-acquired pneumonia)이라고 하며, 최근 고령화와 만성 질환자의 증가 등으로 각종 의료 시설을 정기적으로 이용하는 인구가 크게 증가하여 이와 관련이 깊다(이홍범과 한효진, 2011). 노화된 폐의 변화에 따른 병원-획득 폐렴 외 다른 폐질환에도 취약한 노인의 건강관리를 위해 폐질환 예방관리 인식이 필요하다. 또한, 노인의 COPD이나 천식에서 폐 기능을 평가한 연구나 연령에 따른 정상 노인이나 COPD의 폐 기능 비교 연구는 많지만(이재명 등, 2000; Han 등, 2020; Kim 등, 2016; Ruan 등, 2023; Ushiki 등, 2017) 일반적으로 알려진 정상 노화 와 COPD, 제한성폐질환에 대한 폐 기능을 같이 비교한 연구를 찾기 어렵다. 그리하여 65세 이상 노인에서 정상적으로 노화된 폐와 COPD 및 제한성폐질환과 같은 폐질환 사이의 폐 기능을 비교하여 정상적으로 노화된 폐의 관리에 대한 중요성을 언급하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 2021년 1월부터 2024년 12월까지 OO대학교병원 재활센터에 입원한 폐질환 노인환자 34명과 노인복지시설에서 정상 노인 25명을 대상으로 한 후향적 단면연구(retrospective cross-sectional study)이다. 폐질환 노인환자는 다음과 같은 선정기준을 포함하였다. 1) 65세 이상 노인, 2) COPD로 진단받은 자, 3) 폐암이나 폐렴 등에 따른 제한성폐질환자, 4) 폐 기능 평가를 실시한 자. 이와 같은 선정기준을 통해 34명 중 COPD 환자 18명과 제한성폐질환자 16명이 최종적으로 결정되었다. 정상 노인은 65세 이상이고, 폐질환이나 폐 기능에 영향을 미치는 근골격계-신경계 질환을 진단받지 않은 자를 선정하였다. 정상 노인

의 경우는 데이터 수집 전에 본 연구의 목적과 방법을 자세히 설명한 후 연구대상자가 정확히 이해했을 때 연구참여 동의서에 서명하였다.

2. 측정 도구

폐 기능 검사(pulmonary function test)

폐질환 노인환자의 폐 기능 측정은 폐활량 측정기(Masterscreen Pneumo, Care Fusion, Germany)를 사용하였고, 정상 노인의 경우는 휴대 가능한 폐활량 측정기(Microquark, COSMED, Roma, Italy)를 사용하였다(그림 1). MicroQuark 폐활량 측정기는 American Thoracic Society에서 제시한 폐 기능 검사 장치 가이드라인에 따라 개발된 장치이며, 표준도구(gold standard device)로 인정받고 있다(Graham 등, 2019). 평가방법은 대한결핵 및 호흡기학회에서 발간한 COPD 진료지침에 따라 실시하였다. 폐활량 측정방법 중 closed circuit method를 선택하여 진행하였다. 피험자 간의 교차감염을 예방하기 위해 일회용 마우스피스를 사용한 후 즉시 폐기하였다. 먼저, 피험자가 이해할 수 있도록 충분한 설명과 시범을 보여준 다음 정확한 측정을 실시하였다. 피험자는 머리를 약간 올려 의자에 바로 앉은 자세로 유지한 다음 집계를 사용하여 코로 공기가 들어가고 나가지 않도록 착용하였고, 마우스피스는 공기가 새지 않게 물었다. 측정 시 3-4회 평상시 호흡을 한 후 이어서 최대한 숨을 빠르게 끝까지 들이 쉰 다음 총폐용량에서 약 1초간 숨을 멈춘 후 더 이상 공기가 나오지 않을 때까지 최대한 빠르고 강하게 내쉬면서 6초간 유지한다. 폐 기능 검사항목에서 FVC와 FEV₁, FEV₁/FVC 비율 값을 측정하였다. FVC(percent predicted; %pred)는 최대 들숨 후 최대의 노력으로 내쉬 수 있는 호흡량을 의미하며, FEV₁(%pred)은 최대 들숨 후 노력성 날숨을 시작하고 1초간 내쉬 호흡량을 의미한다. 그리고 FEV₁/FVC 비율(%)은 기도 폐쇄 여부를 확인하는 유용한 지표로 70% 미만일 때 기도 폐쇄로 해석한다. 만일 FEV₁/FVC 비율이 70% 미만이라면 COPD로 진단할 수 있으며, FEV₁의 감소는 COPD의 정도를 반영하는 지표(경증 80%pred 이상, 중간 50-79%pred, 중증 30-49%pred, 심한 중증 30%pred 미만)로 활용한다. 반면에 FEV₁/FVC 비율은 70% 이상인데 FVC가 80%pred 미만이라면 제한성폐질환을 의미하며, FVC의 감소는 제한성폐질환의 정도를 반영하는 유용한 지표(경증 60-79%pred, 중간 51-59%pred, 중증 50%pred 이하)로 사용된다. 폐 기능 측정은 총 3회씩 실시하여 그 중 최대값을 선택하였고 측정 간의 15분 휴식시간을 가졌다(Ng 등, 2017).

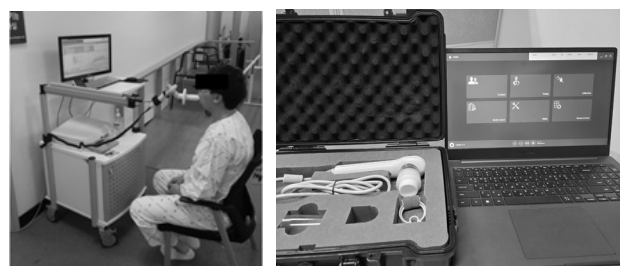


그림 1. 폐활량 측정기

3. 분석 방법

연구대상자의 특성에 대한 평균과 표준편차는 기술통계를 사용하여 분석하였다. 샤피로 윌크 검정(Shapiro-Wilk test)을 사용하여 정규성을 검증하였다. 연구대상자의 특성은 정규분포에 충족하여 그룹 간의 동질성을 평가하고자 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 사용하였다. 반면에 종속변수는 정규분포에 충족되지 않아 비모수 검정인 크루스칼 윌리스 검정(Kruskal-Willis test)을 사용하여 정상 노화와 COPD, 제한성폐질환 그룹 간의 폐 기능(FVC와 FEV₁, FEV₁/FVC 비율) 차이를 분석하였다. 크루스칼 윌리스 검정을 통해 3개 그룹 간의 차이가 있을 때, 맨-휘트니 검정(Mann-Whitney U test)을 사용하여 구체적인 그룹 간의 차이를 검정하고자 사후검정을 하였다. 사후검정 시 제1종 오류의 가능성을 보정하기 위해 본페로니 수정법(Bonferroni Correction Method)에 따라 유의수준을 0.0167(0.05/3)로 수정하여 사용하였다. 모든 자료는 SPSS software package(버전 21; IBM SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하여 분석하였고, 기본적으로 통계학적 유의수준(α)은 0.05로 설정하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 및 임상적 특성

표 1은 연구대상자의 일반적 및 임상적 특성을 나타낸다. 정상 노화와 COPD, 제한성폐질환 그룹 간의 동질성을 확인한 결과로, 나이와 키, 몸무게에서 각각 $p=0.223$ 과 $p=0.127$, $p=0.498$ 로 나왔으며, 이는 그룹 간의 유의한 차이가 없어 그룹 간의 동질성을 확보하였다는 것을 의미한다. 그리고 COPD 그룹에서 경증은 33.3%이고 중간은 16.7%, 중증은 38.9%, 심한 중증은 11.1%를 차지하였고, 제한성폐질환(restrictive lung disease, RLD)에서는 경증은 62.5%이고, 중간은 12.5%, 중증은 25.0%로 분류되었다(표 1). 추가적으로 제한성폐질환 16명은 폐암(37.5%)과 폐렴(37.5%), 신경근질환(25.0%)에서 기인하였다.

표 1. 연구대상자의 일반적 및 임상적 특성(N=59)

Parameters	NAL (n=25)	COPD (n=18)	RLD (n=16)	p
Age(years)	74.5±4.7 ^a	71.9±10.3	70.4±7.2	0.223
Height(cm)	161.2±4.6	163.2±8.9	165.7±6.6	0.127
Weight(kg)	59.3±6.2	58.7±10.6	62.5±13.9	0.498
Gender(male / female)	16 / 9	15 / 3	11 / 5	-
Severity of the disease				
Mild(%)	-	33.3	62.5	
Moderate(%)	-	16.7	12.5	-
Severe(%)	-	38.9	25.0	-
Very severe(%)	-	11.1	-	-

^aMean±standard deviation; NAL, Natural aging lung; COPD, Chronic obstructive pulmonary disease; RLD, Restrictive lung disease; The p values indicate that there is no significant difference between the groups.

정상 노화와 COPD, 제한성폐질환 그룹 간의 폐 기능 차이는 표 2와 같다. 먼저, COPD 그룹에서만 FEV₁/FVC 비율의 값이 51.4±23.7%로 70% 미만을 보여주어 기도 폐쇄를 의미한다. 폐 기능 측면에서, FEV₁/FVC 비율만이 정상 노화와 COPD, 제한성폐질환 그룹 사이에서 유의한 차이를 보였다(p<.05). 반면에 FVC와 FEV₁은 모두 3개의 그룹 간의 유의한 차이가 없는 것으

로 보였지만(p>.05), 이 중 FVC는 유의한 차이를 보이는 경향(p=0.065)을 보였으며 제한성폐질환 그룹의 FVC값이 62.1±20.2%pred로 가장 낮았다(표 2). 추가적으로 COPD와 제한성폐질환 그룹에서 대표적 유량-용적 곡선(flow-volume curve)을 각각 제시하였다(그림 2).

앞서 표 2에서 FEV₁/FVC 비율만이 정상 노화와 COPD, 제한성폐질환 그룹 간의 유의한 차이를 보임에 따라 사후검정 결과는 표 3과 같다. FEV₁/FVC 비율(기도 폐쇄 여부 지표)에서 COPD 그룹은 정상 노화(p<0.0167)와 제한성폐질환(p=0.004) 그룹에 대해 각각 유의한 차이를 보였다(표 3). 정상 노화와 제한성폐질환 그룹 간의 차이에 대한 p값은 0.001로 유의한 차이가 있다. 정상 노화 그룹의 FEV₁/FVC 비율이 92.9±17.4%로 80% 이상임으로 정상이며, 제한성폐질환의 값은 75.1±11.8%이기에 약간의 기도 폐쇄를 의심할 수 있다(표 2와 3). 또한, FVC에서 정상 노화와 COPD 그룹 그리고 COPD와 제한성폐질환 그룹 비교에서 각각 p=0.038과 p=0.047로 나타나 보정된 p값인 0.0167보다 크지만 근접하다(표 3). 이는 표 2에서 제시된 바와 같이 FVC 값이 COPD 그룹에서 78.2±15.7%pred로 가장 높았기 때문이다.

표 2. 정상 노화와 COPD, 제한성폐질환 그룹 간의 폐 기능 차이

Variables	NAL (n=25)	COPD (n=18)	RLD (n=16)	p
FVC(%pred)	68.8±12.1 ^a	78.2±15.7	62.1±20.2	0.065
FEV ₁ (%pred)	64.0±16.9	57.8±24.2	66.3±25.9	0.402
FEV ₁ /FVC ratio(%)	92.9±17.4	51.4±23.7	75.1±11.8	0.000*

^aMean±standard deviation; NAL, Natural aging lung; COPD, Chronic obstructive pulmonary disease; RLD, Restrictive lung disease; FVC, Forced vital capacity; FEV₁, Forced expiratory volume in one second; %pred, percent predicted; *p<0.05.

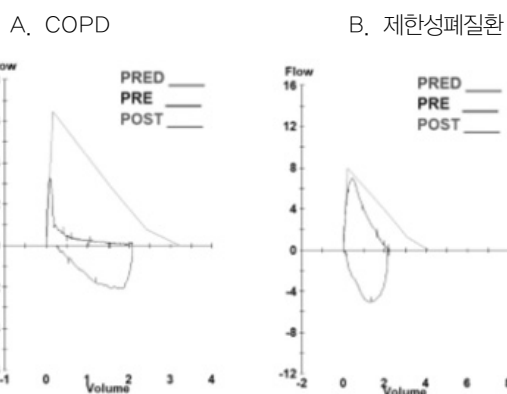


그림 2. 유량-용적 곡선(flow-volume curve)

표 3. 정상 노화와 COPD, 제한성폐질환 그룹 간의 사후검정

Variables	NAL-COPD	NAL-RLD	COPD-RLD
FVC(%pred)	0.038	0.831	0.047
FEV ₁ (%pred)	0.196	0.392	0.407
FEV ₁ /FVC ratio(%)	0.000*	0.001*	0.004*

NAL, Natural aging lung; COPD, Chronic obstructive pulmonary disease; RLD, Restrictive lung disease; FVC, Forced vital capacity; FEV₁, Forced expiratory volume in one second; %pred, percent predicted; *p<0.0167(adjusted p-value using Bonferroni correction method).

IV. 고 찰

본 연구는 65세 이상 노인에서 정상적으로 노화된 폐와 COPD 및 제한성폐질환과 같은 폐질환 사이의 폐 기능을 비교하였다. 정상 노인도 노화로 인한 폐 기능 저하를 제시하여 고령화 인구의 심화에 따른 호흡기 질환 관리의 중요성과 인식을 높이고자 한다. 주요 연구결과에 따르면, COPD 그룹에서만 FEV₁/FVC 비율의 값이 70% 미만으로 기도 폐쇄를 보여주어 정상 노화와 COPD, 제한성폐질환 그룹 사이에서 폐 기능에 대한 유의한 차이를 보였다. 사후검정에서 COPD 그룹은 정상 노화와 제한성폐질환 그룹들에 대해 각각 유의한 차이를 보였다. 중요하게도, 정상 노화 그룹에서 FEV₁/FVC 비율의 값이 92.9%로 기도 폐쇄는 없으나 FVC가 80%pred 미만으로 호흡기 질환에 의한 제한성폐질환 결과와 유사하게 보여줌으로써 이는 노화로 인한 제한성폐질환에 포함되는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 폐질환이 없는 정상 노인에서도 연령 증가에 따른 노화가 진행되어 폐 기능이 저하되었음을 보여주고 있다.

본 연구결과와 같이, 노화에 따른 폐 기능 저하는 기존 연구들에 의해 뒷받침할 수 있다. 나이가 들면서 흉벽의 경직 증가, 폐 조직의 탄력성 소실, 호흡 근육의 약화로 인해 FVC가 감소한다. 40세 이후에는 FVC가 평균 20-25mL 정도 감소한다. FEV₁도 감소하며, 감소 속도는 노화에 따라 빨라진다. 25-40세 사이에 FEV₁의 연간 감소량은 약 20-35mL인 것으로 보고되었고, 70세 이상이 되면 연간 감소량은 약 40-60mL이다(Cho, 2023; Janssens 등, 1999). Thomas 등 (2018)의 리뷰연구에서 FVC 감소율 추정치는 가장 어린 집단(중간 연령 36.2세)의 14.1mL/년부터 더 나이 많은 집단(평균 연령 73.0세)의 65.6mL/년까지 분포하여 40대에서 80대까지 연령에 따라 증가하였다(Thomas 등, 2019). Hussain 등 (2010)은 연령이 폐 기능(FEV₁/FVC 비율)에 미치는 영향을 연구했으며, FEV₁/FVC 비율은 20-60세 사이의 연령에서 거의 동일하고 60세 이상에서는 FEV₁/FVC 비율 값이 상당히 낮아졌다. 이 결과는 고연령층의 폐 기능 측면에서 호흡근이나 폐의 탄성 반동(elastic recoil of the lung) 감소 외에도 기도의 일부 변화와 관련이 있다는 것이다(Hussain 등, 2010). 다른 연구에서도 FEV₁ 감소율 추정치와 FEV₁/FVC 비율은 연령과 유의한 상관관계가 있다고 밝혔다. 60-69세의 비흡연자에서 FEV₁/FVC 비율(<70%)의 빈도는 70세 이상의 16-18%에 비해 약 7%였다(Medboe과 Melbye, 2007). 즉, FVC와 FEV₁ 감소율 추정치가 연령에 따라 증가한다는 것과 FEV₁/FVC 비율 값이 고연령층에서 낮아졌다는 것은 폐의 노화에 따라 폐 기능이 저하된다고 있다는 것을 의미한다.

노화된 폐는 흡연과 대기오염 노출, 바이러스, 세균, 직업적 환경 등 다양한 환경요인에 대해 방어기능이 감소하여 폐질환이 젊은 연령층에 비해 쉽게 발생하여 폐 기능을 더욱 악화시킬 수

있다. 특히, 2023년 사망원인통계 결과(통계청)에서 70대 연령 사망원인의 상위권을 차지하고 있는 폐암이나 폐렴 등에 의한 제한성폐질환과 COPD는 많이 연구되고 있다. 정대근(2016) 연구는 37명 COPD 외래환자를 GOLD (Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease) 기준에 따라 중등증 등급과 중증 등급 그룹으로 분류하여 FEV₁과 FEV₁/FVC를 평가하였다. 중등증 등급 그룹에서 FEV₁ 값은 62.24±4.82%pred이고 FEV₁/FVC 비율은 52.01±2.42%로 기록되었고, 중증 등급 그룹에서는 FEV₁ 값은 42.69±4.28%pred이고, FEV₁/FVC 비율은 31.42±4.24%로 나타나 본 연구의 COPD 그룹 결과와 일치하였다. Medboe와 Melbye (2007)의 연구는 노르웨이 트롬쇠(Tromsø)에서 60세 이상 지역주민 4102명을 대상으로 폐 기능을 평가하였고, 그 중 천식^a과 만성기관지염^b을 앓고 있는 대상자는 남자 12.2%, 여자 14.1%를 차지한 가운데 폐 기능 결과에서 질환 간의 FVC(82.4%pred^a; 81.1%pred^b)와 FEV₁(71.5%pred^a; 69.0%pred^b), FEV₁/FVC 비율(68.8%^a; 67.4%^b)이 거의 비슷한 값으로 보고되었다. 이러한 폐질환이 일부 포함된 전체 4102명의 폐 기능 결과에서 60세 이상 10년 연령대별로 FVC와 FEV₁, FEV₁/FVC 비율은 각각 90.8-92.8%pred와 84.1-85.4%pred, 71.9-75.4%로 각각 기록되었다. 이 값들은 정상 노화인 정상 노인도 상당수 포함되어 있기 때문에 본 연구의 정상 노화와 비교해 볼 때 다소 차이가 있다. 본 연구의 FVC 값은 68.8±12.1%pred로 약 22%pred 차이를 보임으로써 이는 대상자의 수나 특성(흡연 여부, 신체활동량 등)이 다르기 때문이라 추측된다. 김수정 등 (2016)의 후향적 코호트 연구는 COPD 환자에서 연령 관련 폐 기능의 저하를 연구하였고, 518명 환자를 연령 사분위수(Q1: 63세 미만, Q2: 63-67세, Q3: 67-72세, Q4: 72세 이상)로 그룹화하였다. FEV₁ 감소율은 절대값(-10.60±5.57mL/년, -15.84±6.01mL/년, -18.63±5.53mL/년, -32.94±6.01mL/년) 또는 예측값(-0.34±0.19%/년, -0.53±0.21%/년, -0.62±0.19%/년, -1.26±0.21%/년)으로 연령과 비례관계인 것을 보고하였고, 이는 임상적으로 연령이 증가할수록 폐의 노화가 병적 진행에 부정적 영향을 주고 있다는 것을 의미한다.

호흡기 질환으로 진단받은 환자는 폐 기능 향상을 위한 호흡재활을 받고 있지만 정상 노화된 폐 기능의 관리에 대한 인식은 여전히 낮은 편이다. 본 연구결과와 문헌고찰에 따르면, 정상적으로 노화된 폐에서도 기도 폐쇄는 없지만 기도의 탄력이 저하되어 협소해지고 폐의 탄성 반동 감소와 같은 호흡계통의 직접적인 노화 외에도 호흡근 약화나 가슴벽 유연성 감소 등 호흡역학 관련 구조물의 노화도 영향을 주게 되어 결국 폐 기능이 감소하는 것을 볼 수 있다. 저하된 폐 기능은 흡연과 대기오염 노출, 바이러스, 세균 등과 같은 외부 환경요인에 대한 감수성이 낮아져 호흡기 질환이 쉽게 발병하게 된다. 그러므로 호흡기 질환에 대한 진단을 받지 않더라도 정상 노화된 폐의 관리가 중요하고, 국내외 고령화

인구의 심화 및 그로 인한 의료기관 이용 증가로 인해 호흡기 질환이 국내 사망원인 상위권을 차지함에 따라 이를 해결하기 위한 관리방안이 필요하다. 이에 본 연구는 정상 노인에서 폐 기능 저하를 지연 및 예방하고자 노인복지관이나 보건소, 기타 노인복지시설 등 지역사회에서 유산소 운동과 같은 프로그램을 활성화할 것을 제안한다.

본 연구는 정상 노화된 폐의 관리에 대한 중요성과 인식을 높였지만 3가지 연구의 제한점과 제언이 있다. 첫 번째, 본 연구는 폐질환으로 진단받은 노인 환자와 정상 노인 간의 측정된 폐 기능 측정도구가 다르다. 각 측정도구에 대한 데이터 오류의 문제점은 없지만 보다 정확한 실험설계를 위해서는 측정도구가 같을 필요가 있다. 두 번째, 각 그룹별 대상자의 수가 적은 편이며 신체활동량이나 흡연 여부, 교육수준 등을 통제하지 않고 분석함에 따라 일반화하기 어렵다. 이에 향후 대규모 대상자 집단을 대상으로 폐 기능 결과에 영향을 줄 수 있는 혼란변수를 통제한 실험이 진행되어야 한다. 마지막으로, 본 연구에서는 FVC와 FEV₁, FEV₁/FVC만 평가하여 노화된 폐의 기능 저하를 설명하는 데 한계가 있다. 향후 연구에서는 호흡근 근력이나 가슴벽의 유연성, 가스교환 등을 평가하기 위한 최대들숨압과 날숨압, 줄자를 이용한 가슴벽 확장 검사, 폐확산기능 검사 등을 추가적으로 평가해야 한다.

V. 결론

본 연구는 65세 이상 노인에서 정상적으로 노화된 폐와 COPD 및 제한성폐질환과 같은 폐질환 사이의 폐 기능을 비교하였다. FEV₁/FVC 비율만이 정상 노화와 COPD, 제한성폐질환 그룹 간에 유의한 차이를 보였고, 사후검정에서 COPD 군은 정상 노화와 제한성폐질환 그룹에 대해 각각 유의한 차이를 보였다. 중요하게도, 정상 노화 그룹은 FEV₁/FVC 비율은 정상이고, FVC 값이 80%pred 미만임으로, 이는 호흡기 질환에 의한 제한성폐질환 그룹의 결과와 유사하여 노화로 인한 제한성폐질환임을 시사한다. 그러므로 호흡기 질환에 대한 진단을 받지 않더라도 정상 노화된 폐의 관리가 중요하고, 정상 노인의 폐 기능 저하를 지연 및 예방하기 위해서는 노인복지관이나 보건소, 기타 노인복지시설 등 지역사회에서 유산소 운동과 같은 프로그램을 활성화할 필요가 있다.

참고문헌

이재명, 김은정, 강민중 등. 한국에서 노화에 따른 폐기능 지표의 변화 양상. 결핵 및 호흡기 질환, 49(6);752-759, 2000.

- 이흥범, 한효진. 의료기관 관련 폐렴. *Tuberculosis and Respiratory Diseases*, 70(2);105-112, 2011.
- 정대근. 건강한 삶의 질 향상을 위한 호흡운동의 효과비교분석: 만성폐쇄성폐질환을 중심으로: 만성폐쇄성폐질환을 중심으로. *한국엔터테인먼트산업학회논문지*, 10(2);105-112, 2016.
- Agusti A, Faner R. Lung function trajectories in health and disease. *Lancet Respir Med*, 7(4);358-364, 2019.
- Bordoni B, Morabito B, Simonelli M. Ageing of the diaphragm muscle. *Cureus*, 12(1), 2020.
- Bravo-Iñiguez C, Martinez MP, Armstrong KW, et al. Surgical resection of lung cancer in the elderly. *Thorac Surg Clin*, 24(4);371-381, 2014.
- Calcinotto A, Kohli J, Zagato E, et al. Cellular senescence: aging, cancer, and injury. *Physiol Rev*, 99(2);1047-1078, 2019.
- Childs BG, Durik M, Baker DJ, et al. Cellular senescence in aging and age-related disease: from mechanisms to therapy. *Nat Med*, 21(12);1424-1435, 2015.
- Cho HE. Understanding Changes in the Respiratory System with Ageing. *Ann CardioPulm Rehabil*, 3(2);27-34, 2023.
- Faner R, Rojas M, MacNee W, et al. Abnormal lung aging in chronic obstructive pulmonary disease and idiopathic pulmonary fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med*, 186(4);306-313, 2012.
- Feldman C. Pneumonia in the elderly. *Med Clin*, 85(6);1441-1459, 2001.
- Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, et al. Standardization of spirometry 2019 update. An official American thoracic society and European respiratory society technical statement. *Am J Respir Crit Care Med*, 200(8);e70-e88, 2019.
- Han YY, Yan Q, Yang G, et al. Serum free testosterone and asthma, asthma hospitalisations and lung function in British adults. *Thorax*, 75(10);849-854, 2020.
- Hankinson JL, Odencrantz JR, Fedan KB. Spirometric reference values from a sample of the general US population. *Am J Respir Crit Care Med*, 159(1); 179-187, 1999.
- Hussain TA, Mohammed NY, Al-Kadi RG. The effect of age on pulmonary performance using (FEV₁/FVC)% as indicator. *J Fac Med Baghdad*, 52(4);459-561, 2010.

- Jain S, Self WH, Wunderink RG, et al. Community-acquired pneumonia requiring hospitalization among US adults. *N Engl J Med*, 373(5);415-427, 2015.
- Janssens JP, Pache JC, Nicod L. Physiological changes in respiratory function associated with ageing. *Eur Respir J*, 13(1);197-205, 1999.
- Kim SJ, Lee J, Park YS, et al. Age-related annual decline of lung function in patients with COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 51-60, 2016.
- Ma Z, Zhu C, Wang H, et al. Association between biological aging and lung cancer risk: Cohort study and Mendelian randomization analysis. *Iscience*, 26(3), 2023.
- McClaran S, Babcock M, Pegelow D, et al. Longitudinal effects of aging on lung function at rest and exercise in healthy active fit elderly adults. *J Appl Physiol*, 78(5);1957-1968, 1995.
- Medbø A, Melbye H. Lung function testing in the elderly—can we still use $FEV_1/FVC < 70\%$ as a criterion of COPD? *Respir Med*, 101(6);1097-1105, 2007.
- Ng S, Helmy K, Sia K. Comparison between FEV_1/FEV_6 and FEV_1/FVC as screening of chronic obstructive pulmonary disease. *Med J Malaysia*, 72(5);286-290, 2017.
- Ruan Z, Li D, Huang D, et al. Relationship between an ageing measure and chronic obstructive pulmonary disease, lung function: a cross-sectional study of NHANES, 2007–2010. *BMJ open*, 13(11);e076746, 2023.
- Sharma G, Goodwin J. Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. *Clin Interv Aging*, 1(3);253-260, 2006.
- Sharma G, Hanania NA, Shim YM. The aging immune system and its relationship to the development of chronic obstructive pulmonary disease. *Proc Am Thorac Soc*, 6(7);573-580, 2009.
- Thannickal VJ, Murthy M, Balch WE, et al. Blue journal conference. Aging and susceptibility to lung disease. *Am J Respir Crit Care Med*, 191(3);261-269, 2015.
- Thomas E, Guppy M, Straus, S., Bell, K., & Glasziou, P. (2019). Rate of normal lung function decline in ageing adults: a systematic review of prospective cohort studies. *BMJ Open*, 9(6);e028150, 2019.
- Ushiki A, Nozawa S, Yasuo M, et al. Associations between the distance covered in the incremental shuttle walk test and lung function and health status in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Investig*, 55(1);33-38, 2017.

