

트레드밀 운동 시 호흡 저항 마스크가 호흡 기능에 미치는 영향

강중호 · 박태성[†]

부산가톨릭대학교 물리치료학과, ¹부산대학교병원 융합의학기술원, 의생명연구원

Effect of Respiratory Resistance Mask on Respiratory Function during Treadmill Exercise

Jong-Ho Kang, PT, PhD, Tae-Sung Park, PT, PhD[†]

Department of Physical Therapy, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan

¹Department of Convergence Medical Institute of Technology and Biomedical Research Institute
Pusan National University Hospital

Received: November 9 2022 / Revised: November 10 2022 / Accepted: November 25 2022

© 2023 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: Recently, the proportion of respiratory diseases has been increasing worldwide, and deaths from respiratory diseases in Korea are increasing. Maintaining a healthy respiratory function is a crucial factor in preventing respiratory diseases. There are various ways to improve respiratory function, such as respiratory muscle and aerobic exercises. In other countries, respiratory muscle exercise is performed using a respiratory resistance mask, but such research is insufficient in Korea. Therefore, this paper proposes a respiratory exercise program using a respiratory resistance mask.

METHODS: This study was conducted by dividing healthy adults in their 20s into a treadmill exercise + respiratory resistance mask group and a treadmill exercise group into an experimental group and a control group. The changes in the subject's physical function before and after exercise were confirmed by cardiopulmonary exercise and pulmonary function tests.

RESULTS: As a result of the study, the experimental and control groups increased their physical function significantly ($p < .05$). On the other hand, when the increase rate according to the group was confirmed, the increase rate of the experimental group was higher.

CONCLUSION: Based on this study, it is necessary to develop a respiratory exercise program using respiratory exercise tools such as a respiratory resistance mask and provide it easily to various subjects.

Key Words: Cardiopulmonary exercise test, Respiratory exercise program, Respiratory function, Respiratory resistance mask

[†]Corresponding Author : Tae-Sung Park
tsbark@naver.com, <http://orcid.org/0000-0001-6554-7638>

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

최근 전 세계적으로 호흡기 질환의 비율이 늘어나고 있다. 국내에서 호흡기 질환으로 인한 사망자수가 2005년 5.82% 5위에서 2020년에는 11.93%로 3위까지 순위가 상승하였다[1]. 호흡기 질환 중 대표적인 것이 만성 폐쇄성폐질환(Chronic Obstructive Pulmonary Disease, COPD)으로 이는 완전히 회복되지 않는 기류 제한이 특징으로 기침, 객담 그리고 호흡 곤란이 대표적인 증상이다[2]. 한국의 COPD 유병률은 2009년 40세 이상에서 11%이었으나, 2019년에는 12.7%로 증가하였다[3]. 이러한 COPD를 포함하는 호흡기 질환은 사전에 예방하는 것이 중요하다.

호흡기 질환을 예방하기 위해서는 호흡기능을 건강하게 유지해야 하는데 이러한 호흡기능을 나타내는 지표로는 폐활량과 호흡근력이 있다. 폐활량과 호흡근력을 건강하게 유지하기 위해서는 지속적인 호흡운동이 필수적이다. 호흡근 강화 운동을 실시하면 폐 기능이 향상되어 호흡기 질환 예방에 도움이 되며[4], 땀이 날 정도의 운동을 실시하였을 때는 폐활량이 증가하게 된다[5].

이렇게 호흡기능을 증진시키는 운동방법으로는 호흡근 저항 운동과 같은 호흡운동과, 유산소 운동 등이 있다[6-8]. 최근에는 일반적인 운동과 함께 호흡근 저항 운동을 같이 실시하여 호흡기능을 더 효과적으로 증진시키고자 하는 시도들이 계속되고 있다[9,10].

그러나 일반적인 운동과 호흡근 저항 운동을 같이 실시할 때 일반적으로 사용되는 호흡 저항 도구의 경우 입에 물고 사용해야 하기 때문에 유산소 운동 시 불편함이 있다. 최근 해외에서는 기존에 사용하는 호흡 저항 도구인 흡기근육운동(inspiratory muscle training; IMT) 장비 대신 유산소 운동과 동시에 사용하기 편한 호흡 저항 마스크를 사용하여 운동을 실시하고 있다[11]. 그러나 국내에서는 아직 호흡 저항 마스크에 대한 운동 프로그램과 연구가 미비한 실정으로 실질적으로 적용을 하고 있지 않는 상황이다.

그리하여 본 연구는 건강한 20대 성인을 대상으로 호흡 저항 마스크를 착용한 후 트레드밀 운동을 진행한 실험군과 단순 트레드밀 운동을 진행한 대조군으로 나

누어 운동능력과 호흡기능의 변화를 알아보고자 한다. 특히 본 연구에서는 일반인들도 쉽게 따라할 수 있는 운동방법으로 연구를 진행하여 병원뿐만 아니라 일반 운동 센터에서도 쉽게 사용할 수 있는 운동 프로그램을 제시하고자 한다.

II. 방법

1. 연구 대상자

본 연구는 신경계, 근골격계와 심호흡계 질환이 없는 건강한 20대 정상 성인 20명을 대상으로 진행하였다 (Table 1). 모든 대상자들은 연구에 대한 설명을 충분히 듣고 자발적으로 참여에 동의하였으며 헬싱키 선언의 윤리적 기준에 따라 연구윤리를 준수하여 연구를 진행하였다.

2. 실험 프로토콜

1) 실험 설계

본 연구는 B시에 위치한 P대학교에서 진행되었다. 모든 대상자는 운동능력과 호흡기능을 측정하기 위해

Table 1. General characteristics of the study subjects

	Experimental group (n = 10)	Control group (n = 10)
Age (years)	22.9 ± 2.37	22.1 ± 2.13
Height (cm)	167.7 ± 9.39	169.9 ± 10.4
Weight (Kg)	72.9 ± 12.64	66.7 ± 15.47



Fig. 1. Treadmill exercise and cardiopulmonary exercise test.

서 운동부하검사와 폐활량, 호흡근력 검사를 운동 전, 후로 실시하였다. 검사 순서는 폐활량 검사를 실시한 다음 호흡 근력 검사, 운동부하검사 순으로 실시하였으며 검사 간 휴식시간은 1분을 제공하였다. 대상자들은 호흡 저항 마스크를 착용한 실험군과 호흡 저항 마스크를 착용하지 않은 대조군으로 나누었다. 집단 분배는 엑셀 무작위 난수표를 활용하였으며 남성과 여성 비율을 1:1로 맞춘 다음 무작위로 10명씩 배치하였다. 대상자들은 총 4주, 주 5회, 일 30분 트레드밀 운동을 진행하였다. 실험군의 경우 트레드밀 훈련 중 호흡 저항 마스크를 착용하였다(Fig. 1).

2) 운동 프로그램

운동 전 다리 스트레칭을 5분 실시한 다음 트레드밀 운동을 진행하였으며, 5 km/h(7분), 9.5 km/h(2분), 7 km/h(4분), 9.5 km/h(2분), 7 km/h(4분), 9 km/h(2분), 7 km/h(4분), 5 km/h(3분), 3 km/h(2분)의 순서로 총 30분 동안 트레드밀 운동을 진행하였다. 호흡 저항 마스크(Training Mask 3.0, Training Mask Korea, USA)는 Training Mask 3.0(Fig. 2)을 사용하였으며 강도는 제품에서 조절이 가능한 가장 높은 저항 강도(6단계)로 설정하여 진행하였다.

3) 측정 방법

운동부하검사 장비는 운동부하 호흡가스분석 시스템(Quark CPET, Cosmed Srl, Italy)을 사용하였으며, Bruce protocol로 트레드밀에서 검사를 진행하였다.



Fig. 2. Training mask 3.0.

Bruce protocol은 3분마다 속도와 경사도가 점진적으로 증가시키는 방법이다[12]. 검사 중지는 대상자가 검사가 힘들어서 측정 중단을 요청하였을 때 중단하였다. 운동부하검사에서는 최대산소섭취량(maximal oxygen uptake, VO_{2max})과 최대 심박수(heart rate max, HRmax)를 측정하였다.

폐활량은 폐활량계(Pony Fx, Cosmed Srl, Italy)를 사용하여 노력성 폐활량(Forced Vital Capacity, FVC), 1초간 노력성 날숨량(Forced Expiratory Volume in 1 second, FEV₁)을 측정하였다. 측정 자세는 엉덩관절 90° 굽힘 자세로 의자에 앉은 상태로 진행하였으며, 측정 중에 공기가 새어나가지 못하게 측정 장비의 마우스피스에 입을 밀착시키고 코마개를 사용하였다. 측정은 최소 3회에서 최대 8회까지 반복 측정 후 재현성 있는 값 중에서 가장 높은 값을 사용하였다[2,13,14]. 호흡 근력은 호흡근 측정계(Pony Fx, Cosmed Srl, Italy)를 사용하였으며 최대 흡기압(Maximal Inspiratory Pressure, MIP), 최대 호기압(Maximal Expiratory Pressure, MEP)을 측정하였다. 측정 자세는 폐활량과 같은 자세로 진행하였다. 총 3회 반복 측정하여 재현성 있는 가장 높은 값을 사용하였다[13,15].

3. 분석

본 연구는 SPSS 22.0을 이용하였으며 모든 데이터는 평균과 표준편차로 기술하였다. 실험군과 대조군의 집단 내 전, 후 비교를 위해 정규성 검증을 먼저 진행하였으나 만족하지 못하여 비모수 검정인 Wilcoxon signed-rank test를 수행하였으며, 실험군과 대조군 집단 간 비교를 위해 Mann-Whitney U test을 수행하였다. 통계학적 유의수준 α 은 .05로 설정하였다.

III. 결과

1. 실험군, 대조군 운동 전 비교

운동 전 실험군과 대조군의 결과 값을 비교하였을 때 모든 값에서 유의한 차이가 없었다($p > .05$)(Table 2). 실험군과 대조군의 사전 동질성을 확인할 수 있었다.

Table 2. Comparison before the experimental and control group exercise

	Experimental group (n = 10)	Control group (n = 10)	p
VO ₂ max (ml/kg/min)	35.61 ± 5.37	36.69 ± 5.51	.545
HRmax (bpm)	176.1 ± 11.94	177.1 ± 8.78	.940
FVC (ℓ)	3.67 ± .88	3.59 ± .94	.940
FEV ₁ (ℓ)	2.46 ± .87	2.64 ± 1.01	.705
MIP (cmH ₂ O)	89.4 ± 31.47	88.6 ± 38.04	.596
MEP (cmH ₂ O)	89.8 ± 23.26	90.5 ± 38.72	.571

*p < .05

FVC: Forced Vital Capacity, FEV₁: Forced Expiratory Volume in 1 second, MIP: Maximal Inspiratory Pressure, MEP: Maximal Expiratory Pressure

Table 4. Comparison before and after the experimental group exercise

	Before	After	Rate of increase (%)	p
VO ₂ max (ml/kg/min)	35.61 ± 5.37	40.92 ± 8.72	14.85	.005*
HRmax (bpm)	176.1 ± 11.94	189.9 ± 5.13	7.83	.005*
FVC (ℓ)	3.67 ± .88	3.95 ± .90	7.63	.005*
FEV ₁ (ℓ)	2.46 ± .87	3.17 ± 0.82	28.86	.005*
MIP (cmH ₂ O)	89.4 ± 31.47	119.5 ± 62.59	33.67	.005*
MEP (cmH ₂ O)	89.8 ± 23.26	109.4 ± 27.91	21.83	.005*

*p < .05

FVC: Forced Vital Capacity, FEV₁: Forced Expiratory Volume in 1 second, MIP: Maximal Inspiratory Pressure, MEP: Maximal Expiratory Pressure

Table 3. Comparison after experimental and control group exercise

	Experimental group (n = 10)	Control group (n = 10)	p
VO ₂ max (ml/kg/min)	40.92 ± 8.72	39.51 ± 8.78	.821
HRmax (bpm)	189.9 ± 5.13	184.6 ± 6.02	.095
FVC (ℓ)	3.95 ± .90	3.77 ± .93	.496
FEV ₁ (ℓ)	3.17 ± .82	2.96 ± .99	.597
MIP (cmH ₂ O)	119.5 ± 62.59	108 ± 39.42	.256
MEP (cmH ₂ O)	109.4 ± 27.91	111.7 ± 43.75	.762

*p < .05

FVC: Forced Vital Capacity, FEV₁: Forced Expiratory Volume in 1 second, MIP: Maximal Inspiratory Pressure, MEP: Maximal Expiratory Pressure

Table 5. Comparison before and after the control group exercise

	Before	After	Rate of increase (%)	p
VO ₂ max (ml/kg/min)	36.69 ± 5.51	39.51 ± 8.78	7.69	.005*
HRmax (bpm)	177.1 ± 8.78	184.6 ± 6.02	4.23	.007*
FVC (ℓ)	3.59 ± .94	3.77 ± 0.93	5.01	.012*
FEV ₁ (ℓ)	2.64 ± 1.01	2.96 ± 0.99	12.12	.022*
MIP (cmH ₂ O)	88.6 ± 38.04	108 ± 39.42	21.90	.005*
MEP (cmH ₂ O)	90.5 ± 38.72	111.7 ± 43.75	23.43	.012*

*p < .05

FVC: Forced Vital Capacity, FEV₁: Forced Expiratory Volume in 1 second, MIP: Maximal Inspiratory Pressure, MEP: Maximal Expiratory Pressure

2. 실험군, 대조군 운동 후 비교

운동 후 실험군과 대조군의 결과 값을 비교하였을 때 모든 값에서 유의한 차이가 없었다($p > .05$)(Table 3).

3. 실험군 운동 전, 후 비교

실험군 운동 전, 후의 결과를 비교하였을 때 $VO_2\max$ 와 HRmax, 폐활량, 호흡근력 모두 유의하게 증가한 것을 확인할 수 있었다($p < .05$)(Table 4).

4. 대조군 운동 전, 후 비교

대조군 운동 전, 후의 결과를 비교하였을 때 $VO_2\max$ 와 HRmax, 폐활량, 호흡근력 모두 유의하게 증가한 것을 확인할 수 있었다($p < .05$)(Table 5). 그러나 전반적인 증가율을 확인하였을 때 실험군보다는 증가율이 적은 것을 확인할 수 있었다.

IV. 고 찰

본 연구에서는 건강한 20대 성인을 대상으로 호흡 저항 마스크를 착용한 후 트레드밀 운동을 진행한 실험군과 단순 트레드밀 운동을 진행한 대조군으로 나누어 운동능력과 호흡기능의 변화를 알아보았다. 그 결과 두 집단 모두 운동능력과 호흡기능이 증가하였으며 집단 내 유의한 변화가 관찰되었으나 운동 후 집단 간의 비교에서는 유의한 변화가 없음을 확인할 수 있었다. 하지만 실험군과 대조군의 운동 전, 후 결과 값을 증가율로 확인하였을 때 실험군에서 대조군보다 더 높은 증가율을 확인할 수 있었다.

Segizbaeva와 Aleksandrova[10]의 연구에서는 Elevation Training Mask 2.0을 사용하여 건강한 20대 성인 12명을 대상으로 마스크를 착용한 실험군 6명과 마스크를 착용하지 않은 대조군 6명으로 나누어 총 12주, 주 2회, 1회당 40분 동안 3 km 달리기, 버피 테스트, 크로스핏 운동을 실시하였다. 실험군의 경우 1단계 강도(해발고도 914 m 수준)에서 6주 훈련 후 남은 6주는 2단계 강도(해발고도 1,828 m 수준)로 운동을 진행하였다. 그 결과 본 연구와 동일하게 폐활량과 호흡근력이 실험군과 대조군 모두 증가하였으나 실험군의 증가율이 더

높은 것을 확인할 수 있었다. 또한 100 m 달리기와 3,000 m 달리기에서 실험군의 속도가 더 증가한 것을 확인할 수 있었다. Porcari 등[16]의 연구에서도 Elevation Training Mask 2.0를 사용하였으며 건강한 20대 성인 24명을 대상으로 마스크를 착용한 실험군 12명과 마스크를 착용하지 않은 대조군 12명으로 나누어 총 6주, 주 2회, 1회당 30분 동안 고강도 인터벌 자전거 운동을 실시하였다. 실험군의 경우 1주는 1단계, 2주는 2단계, 3-4주는 3단계(해발고도 2,743 m 수준), 5-6주는 4단계(해발고도 3,658 m 수준)으로 운동을 실시하였다. 결과는 본 연구와 유사하게 폐활량의 경우 실험군이 더 높은 증가율을 보였으며 $VO_2\max$ 도 실험군이 더 높은 증가율을 보여주었다. 하지만 HRmax는 실험군과 대조군 모두 변화가 없었다. Jung과 Lee[17]의 연구에서는 호흡근력 운동과 유산소성 달리기 운동, 호흡근력 및 달리기 운동 그룹으로 8명씩 나누어 6주 동안 훈련을 진행하였다. 호흡근력 운동은 흡기근육운동 장비를 활용하여 본인의 MIP의 50% 강도로 주 4회, 일 2회, 회당 30회 운동을 진행하였으며, 달리기의 경우 개인별 $VO_2\max$ 의 70~75%강도로 주 4회, 일 1회, 회당 30분 달리기를 진행하였다. 복합 운동 집단은 모든 운동에 참여를 하여 결과를 확인하였는데 $VO_2\max$ 는 호흡근력 운동 그룹, 유산소성 달리기 운동 그룹, 복합 운동 그룹에서 각각 $6.1 \pm 3.3\%$, $5.9 \pm 6.6\%$, $10.0 \pm 8.3\%$ 증가하였고($p < .05$), MIP 또한 호흡근력 운동 그룹, 유산소성 달리기 운동 그룹, 복합 운동 그룹에서 각각 $21.7 \pm 14.3\%$, $19.7 \pm 12.0\%$, $27.0 \pm 12.1\%$ 증가하였으나($p < .05$), 그룹 간의 유의한 차이는 나타나지 않았다.

선행연구들과 본 연구의 결과를 종합하여 살펴보면 호흡 저항 마스크 또는 호흡근력 장비를 활용한 운동 프로그램이 기존 유산소 운동보다 $VO_2\max$ 와 호흡근력을 증진시켜주는데 있어 도움이 되는 것을 확인할 수 있었다. 위와 같이 호흡 저항 운동 후 호흡근의 기능이 증진되는 것은 숨을 들이마실 때 호흡근육인 횡격막에 저항을 주기 때문에 횡격막의 두께와 움직임이 증가하고, 폐의 용적이 커지기 때문이다[18,19]. 호흡근력의 증가로 호흡기능이 증진이 된다면 대상자의 운동능력을 개선시킬 수 있다[18]. 운동능력이 개선되면 일상생

활에 있어서 많은 도움이 되기 때문에 이러한 호흡근력 운동은 모든 연령층에 있어서 중요한 요소이다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 본 연구에서는 모든 대상자가 동일한 트레드밀 속도를 사용하여 운동 효과를 확인하였는데 이는 VO₂max를 검사하기 힘든 조건에서 운동을 실시할 때 호흡 저항 마스크의 효과를 검증하기 위해서 트레드밀 속도를 통일시켰다. 하지만 그 추후 연구에서는 개인별 VO₂max 수준에 맞춰서 운동을 진행하여 효과를 검증할 필요성도 있다. 또한 남, 여 표본수가 적었기 때문에 적절한 운동 효과를 검증하기 어려웠다. 추후 연구에서는 남, 여 표본 수를 늘려 남, 여의 효과도 추가로 비교 분석해야 할 것이다.

V. 결론

앞으로 현대사회에서 호흡기 질환의 비율은 지속적으로 증가하고 있기 때문에 호흡기능을 건강하게 유지하는 방안은 매우 중요한 사회적 문제로 떠오를 것이다. 본 연구 결과 호흡근 저항 마스크를 착용 후 트레드밀 운동을 진행하였을 때 일반적인 트레드밀 운동보다 신체 기능의 증가율이 높은 것을 확인할 수 있었다. 최근 일반적인 운동과 함께 호흡 저항 마스크와 같이 장비를 활용하여 호흡근력 운동을 같이 실시하여 호흡기능을 증진시키는 방안들이 많이 나오고 있다. 추후 더 다양하고 적용하기 쉬운 호흡근력 운동 프로그램을 개발하여 호흡기 질환자, 노인 등 호흡기능 증진이 필요한 대상자에게 적용할 필요성이 있다.

Acknowledgements

본 연구는 문화체육관광부, 국민체육진흥공단, 부산광역시 지원을 받아 수행된 2022 지역융복합스포츠산업거점육성사업으로 수행되었음.

References

- [1] Statistics Korea. Number of deaths by cause of death (236 items)/gender/age (5 years old), mortality. Statistics Korea. 2021.
- [2] The Korean Academy of Tuberculosis and Respiratory Diseases. 2016 pulmonary function test guidelines. The Korean Academy of Tuberculosis and Respiratory Diseases. 2016.
- [3] Korea National Health and Nutrition Examination Survey. National Health and Nutrition Survey - [2019 National Health Statistics]. Korea National Health and Nutrition Examination Survey. 2020.
- [4] Yang SH. The Effects of strengthening exercises on the respiratory muscle function in the university smokers. *Journal of KOEN*. 2016;128-34.
- [5] Park JS, Kim YS, Choi EK, et al. The effect of exercise on pulmonary function. *Tuberc Respir Dis*. 1998;45(2): 351-59.
- [6] Zampogna E, Zappa M, Spanevello A, et al. Pulmonary rehabilitation and asthma. *Front. Pharmacol*. 2020;11:542.
- [7] Chiu KL, Hsieh PC, Wu CW, et al. Exercise training increases respiratory muscle strength and exercise capacity in patients with chronic obstructive pulmonary disease and respiratory muscle weakness. *Heart Lung*. 2020;49(5): 556-63.
- [8] Seixas MB, Almeida LB, Trevizan PF et al. Effects of inspiratory muscle training in older adults. *Respir Care*. 2020;65(4):535-44.
- [9] Park TS, Kim SH, Shin MJ, et al. The effect of complex exercise using inspiratory muscle training equipment on physical function in community-based elderly people. *Journal of Next-generation Convergence Technology Association*. 2021;5(1):57-64.
- [10] Segizbaeva MO, Aleksandrova NP. Effect of the elevation training mask on the functional outcomes of the respiratory muscles. *Hum Physiol*. 2018;44(6):656-62.
- [11] Sumpena A, Sidik DZ, Syahid AM. The using of an elevation training mask: Does it improve the physiological abilities of futsal players?. *Malaysian J Med & Health Sci*. 2021;17(SUPP14):129-34.
- [12] Ko SH, Kim TH, Jekal Y. Comparative analysis of

- protocols through a treadmill exercise test. *J Exerc Sport Sci.* 2016;22:53-62.
- [13] American Thoracic Society. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166:518-624.
- [14] Miller MR, Hankinson J, Brusasco V. Standardisation of spirometry. *Eur Respir.* 2005;26(2):319-38.
- [15] Shin SO. Effect of upper extremity resistance exercise with elastic band on respiratory Function in children with cerebral palsy. Master's Degree. Catholic University of Pusan. 2017.
- [16] Porcari JP, Probst L, Forrester K, et al. Effect of wearing the elevation training mask on aerobic capacity, Lung Function, and Hematological Variables. *J Sports Sci Med.* 2016;15(2):379.
- [17] Jung HJ, Lee DT. Impact of concurrent inspiratory muscle and aerobic exercise training on pulmonary function and cardiopulmonary responses. *ES.* 2012;21(3):373-84.
- [18] Enright SJ, Unnithan VB, Heward C, et al. Effect of high-intensity inspiratory muscle training on lung volumes, diaphragm thickness, and exercise capacity in subjects who are healthy. *Phys Ther.* 2006;86(3):345-54.
- [19] Jeon HW, Shim JH, Kang SY. The immediate effects of inspiratory muscle training on diaphragm movement and pulmonary function in normal women. *J Korean Soc Phys Med.* 2018;13(1):73-80.