

Effects of Breathing Exercises Using Virtual Reality and Schroth Breathing Exercises on the Lung Function of Adults in Their 20s

Byung-Kon Kim¹, Wook-Jin Lee²

¹Department of Physical Therapy, College of Daegu Health, Daegu, Republic of Korea, ²Huwant Cooperation, Daegu, Republic of Korea

Purpose: This study investigated the effect of virtual reality and Schroth breathing exercises on the lung function characteristics of normal adults in their 20s.

Methods: The subjects were randomly divided into groups with ten people each in the experimental groups, namely the virtual reality breathing exercise group (BBEG) and the Schroth breathing exercise group (SBEG), and the control group. The experimental groups performed each breathing exercise for 4 weeks. Subsequently, pulmonary function test indicators such as the forced vital capacity (FVC) and the forced expiratory volume (FEV1) were measured.

Results: In the within-group comparison of the subjects before and after the exercises, there was a significant difference in the FVC and FEV1 ($p < 0.05$), but there was no significant difference in FEV1/FVC. The result of the difference test between groups showed that there was a significant difference in FEV1/FVC after exercise ($p < 0.05$). However, there were no significant differences in the remaining items ($p > 0.05$).

Conclusion: Improvement in lung function was seen in both exercise groups, and the changes in FEV1/FVC indicated significant improvement in the lung function of the experimental groups compared to the control group.

Keywords: Virtual reality breathing exercise, Schroth breathing exercise, Lung function

서론

사회의 발전에 따라 신체활동 기회가 줄어들면서 최근 10년간 국내에서 심폐질환에 의한 사망률이 지속적으로 상승하고 있으며, 이와 함께 성인병의 발병률이 급속하게 증가하고 있다. 인구고령화에 따른 사망 원인 중 순환기계의 성인 병인 폐렴이 지속적으로 증가하고 있다.² 따라서 성인병에서 건강 예방의 중요한 지표가 되는 심폐기능 향상을 목적으로 적절한 운동 프로그램을 수행하기 위해서는 심폐기능에 대한 정확한 진단과 평가, 증진이 필요하다.³

최근 심폐기능 및 호흡근육기능을 위한 운동의 중요성이 강조되고 있지만 진단에 관련된 정확한 결과를 파악하고 있는 것은 제한적이다. 폐의 기능적 능력을 측정할 수 있는 검사에 해당되는 지표에는 노력성 폐활량 검사 방법이 있으며 관련된 항목은 노력성 폐활량(Forced Vital Capacity, FVC)으로 정상보다 감소 시에는 제한성 폐질환에 대한 지표로 사용되며, 1초간 노력성 날숨량(Forced expiratory volume in one second, FEV1)은 정상보다 감소 시 폐쇄성폐질환의 지

표로 사용된다. 그리고 노력성 폐활량에 대한 1초간 노력성 날숨량의 비율을 나타내는 폐활량비(FEV1/FVCLung Capacity Ratio)가 있으며, 기도의 폐쇄성을 알 수 있는 지표로 사용된다.⁴ 호흡법 훈련은 폐환 기능력에 영향을 주고, 호흡계의 개선으로 심박동률 및 날숨비율 증가, 혈압 및 산소소비량 감소 등의 효과를 나타낸다고 하였다.⁵ 슈로스 호흡운동의 선행 연구에서 슈로스 호흡운동을 통한 들숨 시 가슴우리 확장을 유발하여 폐 기능이 향상되었다고 하였으며,⁶ 척추열 굽음증의 기능과 구조에 대한 3D(3차원적)운동 치료방법 및 운동으로 많이 사용되고 있다고 하였고,⁷ 또 다른 연구에서는 자세 부정 정렬에 따른 호흡운동으로 폐 기능 증가를 위한 중재에 효과적이라는 결과들이 보고되었다.⁸

호흡운동기구를 이용한 가상현실프로그램 호흡운동(Virtual Reality Breathing Exercise)은 무선통신을 통한 스마트 기기 어플리케이션과 연동하여 가상현실 프로그램을 이용한 게임이다. 이것을 통하여 폐 기능을 향상시키고 환자들에게 다양한 가상 환경과 재미가 추가된 호흡운동을 제공한다.⁹ 따라서 전통적인 호흡운동과는 차별되

Received March 15, 2024 Revised April 20, 2024

Accepted April 26, 2024

Corresponding author Byung-Kon Kim

E-mail atlas0420@hanmail.net

Copyright ©2024 The Korean Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

는 시각적 피드백을 제공하는 장점을 가지고 있다. 폐 기능 향상을 위한 관련 연구인 Seo 등¹⁰의 선행 연구에서는 호흡기능과 호흡근육을 강화하기 위한 중재방법을 개선시키기 위하여 호흡운동 단일 적용 사례 및 호흡운동기구를 동시에 적용하여 호흡에 영향을 미치는 자세의 안정성 및 근력을 향상시키기 위한 연구가 진행되었다. 호흡 운동프로그램 적용에 대한 다양한 효과가 입증되고 있지만 가상현실을 이용한 호흡운동에 대한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 가상현실호흡운동과 슈로스 호흡운동이 정상 성인들의 폐 기능 특성에 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 알아보고, 이에 따른 기능적 호흡운동의 기초자료를 제시하고자 한다.

연구 방법

1. 연구대상

대상자들은 운동을 수행할 수 있고 폐 질환 이력이 없는 20대 성인 20명을 대상으로 실시하였다. 일반적인 특성은 Table 1과 같다. 측정결과에 영향을 미칠 수 있는 감기와 같은 호흡기 질환을 포함한 급성질환을 가진 대상자는 제외하였다. 연구 목적에 대한 설명을 충분히 듣고 난 후 자발적으로 연구 참여에 동의하였고, 헬싱키 선언의 윤리적 기준에 맞춰 연구윤리를 준수하여 본 연구를 진행하였다.

실험군으로 가상현실 호흡운동군(Breathe-on breathing exercise group, BBEG) 10명, 대조군으로 슈로스 호흡운동군(Schroth breathing exercise group, SBEG) 10명을 무작위로 나누어 4주 동안 호흡운동을 실시하였고, 폐 기능의 대표적인 검사 지표에 해당되는 노력성 폐활

Table 1. General characteristics of subjects

	SBEG (n=10)	BBEG (n=10)	p
Height (cm)	168.3±7.4	163.6±6.4	0.64
Age (years)	24.6±2.2	23.2±2.1	0.65
Weight (kg)	60.2±8.4	56.8±12.4	0.72

Mean ± SD: Mean ± standard deviation, SBEG: Schroth breathing exercise group, BBEG: Breathe-on breathing exercise group.



Figure 1. Breathe-on(c)

량(FVC), 1초간 노력성 호기량(FEV1), 그리고 폐활량비(FEV1/FVC)를 운동 전·후로 검사하였다.

2. 측정도구 및 방법

1) 폐 기능 측정기

연구대상자의 폐 기능에 해당되는 FVC (노력성폐활량), FEV1 (1초간 노력성 날숨량), FEV1/FVC (폐활량비)를 측정하기 위해 Breathe-On(c) (Huwant Cooperation, Daegu, Korea)를 사용하였다(Figure 1). 이 장치는 블루투스를 통해 휴대폰이나 태블릿 PC를 연결하여 기기의 압력센서에서 들숨과 날숨을 측정하여 모바일 어플리케이션으로 전송되어 폐활량/호흡근 모드에 의하여 계산되는 진단용 폐활량계이다.

2) 폐 기능 측정방법(FVC, FEV1, FEV1/FVC)

폐활량 검사는 운동 전·후 폐 기능의 변화를 각각의 그룹에서 측정하였고, 대상자가 최대한 들숨 한 후 최대한 날숨 할 수 있는 공기량을 측정하는 검사로 호흡계의 건강 상태를 점검하여 이상 유무를 판정한다. 검사는 앉은 자세에서 진행하며, 상체를 약 15° 정도 앞으로 기울이고, 턱과 목은 약간 들어 기도가 막히지 않도록 하여, 최대 들숨 후 6초 이상 길게 노력성 날숨을 실시하였고, 검사가 종료될 때까지 이 자세를 유지하였다. 마우스피스의 올바른 사용법과 최대한 숨을 들이쉬는 방법과 숨을 제대로 내쉬는 방법을 시범을 통하여 보여준 후 충분한 연습 시간을 가진 후 숙련된 측정자가 검사하였다. 3회 측정 후 가장 높은 값을 선정하였고, 검사의 재현성을 위하여 가장 높은 두 개의 수치의 차이가 5% 이내 또는 150mL 이내로 하였다.

3. 중재방법

1) 가상현실 호흡운동

연구대상자의 시각적 피드백을 이용한 가상현실 프로그램 호흡운동을 위하여 브리드온(Breathe-On, Huwant Cooperation, Daegu, Korea)으로 호흡운동 중재를 실시하였다(Figure 2). 사물인터넷 기반 호흡



Figure 2. Breathe-on

훈련장비로서 어플리케이션 “Voice On”을 이용하여 다양한 형식의 12가지의 호흡훈련 게임 프로그램을 적용할 수 있도록 설정되어 있다. 편안하게 앉은 자세에서 등이 굽지 않도록 허리와 가슴을 펴고 아래턱을 가볍게 당긴 채로 시각적 피드백에 맞춰 들숨과 날숨을 구분하여 호흡 게이지가 꺼지지 않도록 주의하며 실시한다. 종목은 달리기로 통일하였으며, 대상자의 호흡량에 따라 가상현실 속 캐릭터의 달리기 속도가 변화된다. 달리기 한번(90초)을 1 set로 하여 3 set씩 하루 두 번 주 5회 실시하였다. 1주차는 가장 낮은 난이도로 실행하였고 이후 4주차까지는 보통의 난이도로 실행하였고, 매 세트 간 1분의 휴식 시간을 가졌다.

2) 슈로스 호흡운동

두 가지 자세에서 호흡운동을 적용하였으며 첫째는 앉은 자세에서 의자의 등받이가 앞으로 향하게 하고 상체를 5° 정도 앞으로 기울이고 발을 지면에 고정하여 바르게 앉는다. 들숨 시 숨을 코로 크게 들이 마시고 갈비뼈 아래쪽의 움직임을 최대한 제한하고 입으로 날숨을 할 때 ‘스’ 또는 ‘즈’ 소리를 내며 최대한 길게 날숨을 할 때 갈비뼈 상부가 내려가지 않도록 앞. 위쪽 방향으로 올리고, 어깨가 올림(elevation)되지 않게 주의한다. 두 번째 자세는 양팔을 벌린 바로 누운 자세에서 시작하며 호흡운동 과정은 앉은 자세와 동일하게 진행한다. 이 운동을 3회를 1 set로 하여 하루 두 번 적용하였고, 주 5회 실시하였다.

4. 자료분석

자료의 통계처리는 SPSS version 20 for Window (IBM, Chicago, IL, USA)를 이용하였다. 대상자들의 일반적 특성은 기술통계량을 사용하였고, 정규성 검정은 샤피로-윌크(Shapiro-Wilk)를 사용하였다. 또한 슈로스 호흡운동군과 브리드온 호흡운동군이 폐 기능에 미치는 영향을 비교하기 위해 그룹 내의 차이 비교는 대응표본 t-검정(paired t-test)과 호흡운동군의 그룹 간 비교는 독립표본 t-검정(independent t-test)을 실시하였다. 통계학적 유의 수준은 $\alpha = 0.05$ 로 설정하였다.

결 과

1. 연구대상자들의 4주 동안의 운동 후 그룹 내, 그룹 간 폐 기능에 대한 특성 비교

가상현실 호흡운동군(브리드온 호흡운동그룹)과 슈로스 호흡운동 그룹의 폐 기능 특성에 대한 운동 전·후 그룹 내 비교에서는 FVC, FEV1은 유의한 차이가 있었지만($p < 0.05$), FEV1/FVC는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). 그룹 간의 차이 검정결과 FEV1/FVC는 운동 후 비교에서 유의한 차이가 있었지만($p < 0.05$), 나머지 항목에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$)(Table 2).

Table 2. Comparison of breathing capacity and chest circumference in each groups

		1 week	4 week	t	p
FVC (L)	SBEG	3.66±0.73	3.84±0.68	-7.100	<0.001*
	BBEG	3.29±0.64	3.54±0.59	-5.719	<0.001*
	t	1.19	1.02		
	p	0.25	0.32		
FEV1 (L)	SBEG	3.32±0.63	3.51±0.61	-7.465	<0.001*
	BBEG	2.87±0.55	3.07±0.59	-5.694	<0.001*
	t	1.68	1.68		
	p	0.10	0.11		
FEV1/FVC (%)	SBEG	91.02±4.32	91.79±3.47	-0.835	0.430
	BBEG	87.20±7.80	86.57±7.77	0.428	0.680
	t	1.35	1.93		
	p	0.19	0.043*		

Mean±SD: Mean±standard deviation. SBEG: Schroth breathing exercise group, BBEG: Breath-on breathing exercise group, FVC: forced vital capacity, FEV1: forced expiratory volume in 1 second. * $p < 0.05$.

고 찰

본 연구는 건강한 20대 성인 20명을 대상으로 가상현실을 이용한 호흡운동군과 슈로스 호흡운동군으로 나누어 폐 기능에 미치는 영향을 알아보았다. 연구결과 가상현실 호흡운동군(브리드온 호흡운동 그룹)과 슈로스 호흡운동그룹군 모두 호흡운동 전·후 그룹 내 비교에서 FVC, FEV1에 대한 것은 유의하게 증가하였으며, 두 그룹 간의 실험 후 폐활량비(FEV1/FVC)를 비교한 결과 유의한 향상을 보였다.

Jeon 등¹¹의 뇌졸중 환자를 대상으로 4주 동안의 가상현실을 이용한 호흡운동을 적용한 연구에서 FVC가 증가하였다. 이는 가로막의 움직임 증가에 따른 가슴우리압력 감소로 인한 호흡량의 증가에 의한 것이라고 하였는데 이는 본 실험에서도 유의하게 증가되었다. 그리고 FEV1에서는 실험군과 대조군 모두 통계학적으로 유의한 증가는 나타나지 않았는데, 본 연구에서는 실험 후 두 운동군 모두에서 유의하게 증가하였다. 이는 날숨의 수행단계인 강한 복부근육의 수축이 요구되어지는 과정에서 20대 정상 성인에 비하여 4주 호흡운동을 뇌졸중 환자를 대상으로 하였고 평균 나이가 55세로 폐 기능의 향상을 기대하기에는 어려움이 있었다고 사료된다. Jang 등¹²은 흉곽움직임 제한이 있는 여성환자에게 가상현실을 이용한 흡기근 저항운동 후 FVC, FEV1의 유의한 증가가 나타났다고 하였고, 이는 본 연구와 동일한 결과로써 Kim 등¹³의 연구와 같이 가상의 환경이 제공하는 게임형식의 프로그램이 주는 다양한 장점이 고전적인 호흡운동에 비하여 효과적인 결과를 유도할 수 있다고 사료된다. Kim 등¹⁴은 뇌졸중 환자를 대상으로 대조군은 6주간 주 5회, 1회당 30분간 전통적인 운동 치료를 실시하였고 호흡훈련군은 6주간 주 5회, 1회 30분간 호흡 훈련을 실시한 후 폐활량 비교에서 호흡훈련군에서 증재 후 유의하게

증가하였고, 대조군에서는 유의한 변화가 나타나지 않았다. 이는 폐 기능의 증가가 호흡훈련군에서 유의하게 나타났다는 것에 대하여 가상현실을 이용한 호흡운동을 적용한 본 연구와 유사하였다. Park 과 Shim⁸의 연구에서 슈로스 호흡운동 후 폐활량의 변화 비교 시 유의한 차이가 나타났다. 이는 호흡 운동 후 폐활량이 증가한 본 연구의 슈로스 호흡운동군의 결과와 유사하게 나타났다. 이는 슈로스 호흡운동을 하면 가슴우리 확장이 동반되는 것으로 사료된다.

폐활량비(FEV1/FVC)는 그룹 내 전·후 비교에서 실험군과 대조군 모두 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 Cho 등¹⁵의 연구에서 폐활량비(FEV1/FVC)는 폐쇄성 폐질환을 진단하는 방법으로 70% 이하 일 때 만성폐쇄성폐질환으로 보고하는데, 모든 대상자의 폐활량비(FEV1/FVC)가 80% 이상으로 제한성 환기 장애 양상을 보이지 않기 때문에 폐활량비(FEV1/FVC)가 유의한 차이가 나타나지 않았는데 이는 본 연구와 유사하다고 사료된다. 그룹 간 비교에서는 실험 후 가상현실을 이용한 호흡운동군이 슈로스 호흡운동군보다 유의하게 증가하였는데 이는 Jeon 등¹¹의 연구와 같이 전통적인 호흡운동은 대상자들의 흥미와 동기를 유발하는데 제한점이 있고, 가상현실을 이용한 운동군은 호흡의 변화에 따른 시각적 되먹임을 이용한 목표 지향적인 흥미를 유발하여 호흡운동에 대한 긍정적인 차이가 나타났다고 하는 것과 동일하다고 사료된다.

본 연구 결과를 바탕으로 가상현실을 이용한 호흡운동과 슈로스 호흡운동이 일반대학생들의 폐 기능 향상을 증가시킬 수 있는 호흡운동방법인 것을 알았고, 폐활량비(FEV1/FVC)의 변화에서는 가상현실을 이용한 호흡운동군이 대조군에 비하여 폐 기능 향상이 더욱 유의하게 나타났다. 따라서 임상에서 가상현실프로그램을 이용한 호흡운동은 슈로스 호흡운동법과 더불어 폐 기능 증진을 위한 호흡운동 프로그램에 긍정적으로 작용할 것으로 사료된다. 본 연구 결과에서 고려되어야 하는 몇 가지 제한점은 실험기간이 다른 연구들에 비해 길지 않았고, 대상자들을 일반화하기에는 대상자들의 수가 작았다. 따라서 이를 보완하여 추후 연구에서는 실제 호흡기계질환자 및 다양한 연령대의 대상자 등을 선정하여 가상현실을 이용한 호흡운동과 다양한 전통적 호흡운동들에 대한 장기간 증재에 따른 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Kim KA, Hwang SY. Effects of a daily life based physical activity enhancement program among middle-aged women at risk for cardiovascular disease. *J Korean Acad Nurs.* 2019;49(2):113.
2. Shin HY, Kim J, Lee S et al. Cause-of-death statistics in 2018 in the Republic of Korea. *J Korean Med Assoc.* 2020; 63(5):286-97.
3. Im JH, Jee YS. Chronic diseases and exercise. *Journal of Coaching Development.* 2006;8(4):195-207.
4. Park HK, Kim DW, Kim TH. Improvements of shooting performance in adolescent air rifle athletes after a 6-week balance and respiration training programs. *J Sport Rehabil.* 2019;28(6):552-7.
5. David CH. Anatomy of hatha yoga: a manual for students, teachers, and practitioners, honesdale, Germany, Body and Breath, 2002. 2022:444-6.
6. Lee JW. Effects of dynamic neuromuscular stabilization exercise and Schroth exercise on Cobb's angle, respiratory function and balance in scoliosis patients. Hanseo University. Dissertation of Doctorate Degree. 2018.
7. Christa LS. Three-dimensional treatment for scoliosis. 7th ed. Republic of Korea YMS book. 2010.
8. Park SY, Shim JH. Effect of 8 weeks of schroth exercise (three-dimensional convergence exercise) on pulmonary function, cobb's angle, and erector spinae muscle activity in idiopathic scoliosis. *J Korea Converg Soc.* 2014;5(4):61-8.
9. Kim EJ, Kim MS, Hwang BY. The effect of a virtual reality program on static balance control and fall efficacy of elderly people. *Journal of Korea Gerontological Society.* 2010;30(4):1107-16.
10. Seo KC, Kim HA, Yim SY. The effects of pulmonary function in the stroke patients after thoracic expansion exercise. *J Kor Phys Ther.* 2012; 7(2):157-64.
11. Jeon IC, Choung SD, Hong ST. Effect of virtual reality respiratory exercise during 4 weeks on diaphragm movement and pulmonary function in stroke patients. *Korean Journal of Neuromuscular Rehabilitation.* 2022; 12(1):25-33.
12. Jang MS, Choung SD, Shim JH et al. Effect of virtual reality inspiratory muscle training on diaphragm movement and respiratory function in female patients with thoracic restriction. *J Korean Soc Phys Med.* 2019; 14(1):101-10.
13. Kim EJ, Kim MS, Hwang BY. The effect of a virtual reality program on static balance control and fall efficacy of elderly people. *Journal of Korea Gerontological Society.* 2010;30(4):1107-16.
14. Kim JH, Hong WS, Bae SS. The effect of chest physical therapy on improvement of pulmonary function in the patients with stroke. *J Kor Soc Phys Ther.* 2000;12(2):133-44.
15. Cho SH, Kim TG. Effect of respiration rehabilitation program on pulmonary function in the chronic stroke patients: meta-analysis. *J of RWEAT.* 2018;12(4):300-13.