

가상현실을 이용한 호흡근 훈련의 집중력 변화가 흡연자의 폐 기능에 미치는 효과

<https://doi.org/10.32337/KACPT.2024.12.1.13>

대한심장호흡물리치료학회지 제12권 제1호 2024.03, PP.13-19

■ 배세현¹, 안현², 양희성¹, 김수진¹, 김예림¹, 최예령¹, 이세연¹, 허민규¹, 김경윤*

■ ¹동신대학교물리치료학과, ²삼성전자근골격예방센터

The Effects of Changes in Concentration through Respiratory Muscle Training using Virtual Reality on the Pulmonary Function in Smokers

Sea-Hyun Bae PT, PhD¹, Hyun Ahn PT, MS², Hui-Seong Yang Student¹, Su-Jin Kim Student¹,
Ye-Rim Kim Student¹, Ye-Ryeong Choi Student¹, Se-Yeon Lee Student¹, Min-Kyu Heo Student¹,
Kyung-Yoon Kim PT, PhD^{1*}

¹Department of Physical therapy, Dongshin University,

²Department of Physical therapy, Samsung Electronic Musculoskeletal Disorder Prevention Center

Purpose: This study aimed to investigate the effect of changes in concentration through respiratory muscle training using virtual reality on training concentration and pulmonary function in male smokers who have decreased concentration because of academics, employment, and smoking. **Methods:** The study included 15 male university students who had smoked for >2 years. They were randomly allocated to the control group (n=8) that performed respiratory muscle training using breathing exercise equipment and experimental group (n=7) that performed respiratory muscle training using virtual reality. The training was performed three times a day, three times a week, for a total of 4 weeks. During training, concentration was measured considering changes in the RAHB and heart rate variability (low frequency to high frequency [LF/HF] ratio) using QEEG-32FX, and pulmonary functions were measured based on changes in forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in 1 second (FEV₁), and FEV₁/FVC using Spiropalm. **Results:** After the intervention, the experimental group showed significant improvement in the LF/HF ratio ($p < .01$), FVC ($p < .05$), and FEV₁ ($p < .05$), whereas the control group showed significant improvement in the LF/HF ratio ($p < .05$) and FVC ($p < .05$). **Conclusion:** The result of this study revealed that respiratory muscle training using virtual reality is more effective in improving pulmonary function by further enhancing training concentration.

Key words: Concentration, Pulmonary Functions, Respiratory Muscle Training, Smoking, Virtual Reality

Received: November 27, 2023 / **Revised:** December 24, 2023 / **Accepted:** January 6, 2024

I. 서론

흡연은 호흡기계에 가장 큰 악영향을 미치는 위험 요소 중 하나이다(Durgral과 Balkanci, 2019). 흡연은 건강한 성인의 경우, 만성폐쇄성폐질환, 만성기침, 가래 생성 증가 천명음, 호흡곤란 등과 같은 호흡기 증상의 주요 원인이며(Forey 등, 2011), 정상 폐기능을 방해하거나 혈액의 산소 운반 능력을 방해하고, 전신 또는 폐 혈액학(hemodynamics)에 영향을 주어 운동 능력을 감소시키는 만성질환이다(Louie, 2001).

2021년 우리나라 19세 이상 성인 흡연율은 19.3%(남성 31.3%, 여성 6.9%)이며(통계청, 2022), 대학생들은 학업 및 취

업 문제 등 다양한 유형의 스트레스 대처방식으로 흡연을 즐기거나(이상호, 2006) 부정적 감정 회피 방법으로 니코틴을 통한 해소로 흡연을 선택한다(김영희, 2009). 그러나 흡연 시 발생하는 일산화탄소와 니코틴과 같은 중독 물질들은 스트레스 해소가 아닌 교감신경계의 과도한 자극과 자율신경계의 조절에 영향을 주어 오히려 스트레스 증가와 함께 집중력 저하 및 인지기능에 상당한 부정적 영향을 주며(Plurphanswat 등, 2017; Middlekauff, 2014), 비흡연자에 비해 노력성 폐활량(Forced Vital Capacity; FVC), 1초간 최대 호기량(Forced Expiratory Volume at one second; FEV₁), 최대 수의 환기량(Maximum Voluntary Ventilation; MVV)이 낮게 나타나 폐 기능이 낮은 것으로 보고

*교신저자: 김경윤

주소: 58245, 전남 나주시 동신대길 67, 동신대학교 물리치료학과, 연락처: 061-330-3395, E-mail: redbead7@daum.net

되고 있다(Roh와 Choi, 2013).

흡연으로 인한 다양한 폐질환을 예방하고 치료하기 위해서는 운동 훈련이 필수적이며(Nemmar 등, 2018), 운동 훈련은 심폐 능력과 기도 면역력을 향상시키며, 산화 스트레스로부터 폐를 보호하는 것으로 알려져 있다(Garvey, 2016). 또한 흡연으로 저하된 호흡능력과 심폐 기능 향상을 위한 방법으로 횡격막 호흡(Seo 등, 2015), 유산소 훈련(김명훈 등, 2017), 흡기근 훈련(Bostanci 등, 2019) 등 다양한 호흡 훈련 방법들이 제시되고 있다. 그러나 오히려 장기간 흡연으로 발생된 과도한 스트레스나 집중력 저하와 같은 누적된 부정적 조건 하에서 실시되는 호흡 훈련의 어려움과 효과성은 고려되지 않아 새로운 대체 훈련전략이 필요하다.

한 가지 가능 전략은 가상현실 기술을 활용하여 신체훈련이 결합된 치료 방법이다(Ahmed 등, 2020). 가상현실 기술은 다양한 환경을 실시간 제공하여 참여자의 시각적 피드백을 통한 신체 활동을 증가시키고, 증가된 신체 움직임은 뇌에 다양한 정보를 전달함으로써 집중력을 향상시킨다(Cameirão, 2008). 또한, 새롭게 재현된 가상현실은 재미 요소가 반영되어 몰입감을 효과적으로 촉진시켜 동기 부여와 학습 능력을 향상시키며(You, 2017), 훈련 중 피로나 숨 가쁨 등 부정적인 감각을 느끼지 않도록 주의를 분산시킬 뿐 아니라 흥미로운 과제를 통해 강한 동기 부여와 함께 훈련에 대한 집중력을 높인다(Matsangidou 등, 2019).

Rutkowski 등(2020)은 가상현실훈련으로 보완된 폐 재활 훈련 프로그램이 만성폐쇄성질환자의 체력을 향상시키는데 유의함을 보고했으며, Rutkowski 등(2022)은 코로나 19 입원환자를 대상으로 3주간 가상현실 폐 재활 프로그램 실시로 운동 내성의 향상, 불안 및 우울증 감소에 효과가 있었음을 보고하였다. 또한, Pittara 등(2023)은 가상현실을 통한 폐암, 만성 폐쇄성 폐질환, 천식환자의 폐 재활에 효과적인 솔루션이며, 삶을 크게 향상시킬 수 있는 잠재력이 있음을 보고하였다.

따라서, 본 연구는 남자 성인 흡연자를 대상으로 도구를 이용한 호흡근 훈련과 가상현실을 이용한 호흡근 훈련 수행 시, 호흡 훈련 조건에 따른 집중력 차이 변화가 심폐 기능 향상에 미치는 효과를 알아보고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 OO대학교 재학 중인 20대 남학생 중 흡연경력이 2년 이상(일생동안 최소 100개비 이상, 지난 1달 동안 1개비 이상 흡연)인 흡연자를 대상으로 하였다. 대상자 모집을 위해 논문 목적을 설명하고 간단한 면담 후 최종 16명을 선별하였으나

표 1. 대상자의 일반적 특성

(단위)

	대조군(n=8명)	실험군(n=7명)
나이 (yr)	21.13±1.73	23.13±2.10
신장 (cm)	178.88±5.03	175.38±4.98
체중 (kg)	77.89±16.11	78.38±8.12
흡연경력 (month)	25.13±16.67	25.88±39.34

(M±SD) 대조군: 도구를 이용한 호흡근 훈련군, 실험군: 가상현실을 이용한 호흡근 훈련군

연구 도중 1명이 탈락되었다. 대상자는 연구 목적 및 방법 설명 후 동의를 얻어 연구를 실시하였다. 모집과정 중 선정 제외기준으로 심폐질환을 앓고 있거나 과거력이 있는 자, 흉부기형이 있거나 과거력이 있는 자, 연구 결과에 영향을 될 수 있는 운동을 하는 자, 심폐 기능에 영향을 줄 수 있는 약물을 복용하고 있는 자, 체질량지수(BMI)가 고도비만인 자는 제외하였다. 본 연구의 모든 절차는 연구 윤리에 위배되지 않도록 헬싱키 선언에 입각하여 실시하였다. 대상자의 일반적 특성은 <표 1>과 같다.

2. 연구 절차

최종 15명의 대상자를 대조군(n=8)은 도구를 이용한 호흡근 훈련군, 실험군(n=7)은 가상현실을 이용한 호흡근 훈련군으로 무작위 할당하였다. 훈련 집중도 측정은 QEEG-32FX(LAXTH Inc., Daejeon, Korea)을 사용하여 RAHB(Ratio of Alpha to High Beta, α -wave; 8~13 Hz/high β -wave; 21~30 Hz)와 LF(Low Frequency, 0.04~0.15 Hz)/HF(High Frequency; 0.15~0.4 Hz)비의 변화를 확인하였고, 심폐 기능 측정은 Spiropalm(COSMED Inc., Rome, Italy)를 사용하여 노력성 폐활량(FVC), 1초간 노력성 호기량(FEV₁), 1초간 노력성 폐활량에 대한 비(FEV₁/FVC)를 확인하였다. 모든 대상자의 통제는 참여 선임 연구진이 관리 감독하였다.

3. 훈련 방법

1) 도구를 이용한 호흡근 훈련

호흡근 훈련 도구로 영국 AQUUS 사의 ultrabreathe(BUYTOP Inc., UK)를 사용하였다. 해당 장비는 들숨 및 날숨의 양 조절과 함께 발생하는 저항(resistance)을 사용이 간단한 기구로써 쇠약해진 호흡기능이나 지구력, 폐활량 개선을 필요로 할 때 사용한다. 호흡근 훈련은 <표 2>와 같이 1세트에 25회, 하루 3세트(세트 간 휴식시간 1분), 주 3회, 4주간 실시하였다(이삼철 등,

표 2. 도구(ultrabreathe)를 이용한 호흡근 훈련 방법

프로그램	
1단계	도구 아래 밸브를 회전시켜 내부에 있는 볼 위치 조절 후 sleeve를 회전시켜 aperture가 다 보이도록 조정하여 자신에게 맞는 저항량을 조절
2단계	호흡근 강화훈련을 실시하는 단계로써 마우스피스를 입에 물고 계속적으로 공기가 폐에 가득찰 때까지 숨을 들이마심
3단계	2단계가 실험자 본인이 쉽다고 느껴지면 sleeve를 한 단계씩 회전시킨 후 2단계를 반복

원전: 이삼철 등, 20대 흡연자와 비흡연자의 호흡근 강화 운동에 따른 호흡능력 변화. 대한물리치료과학회지, 18(3), 2011

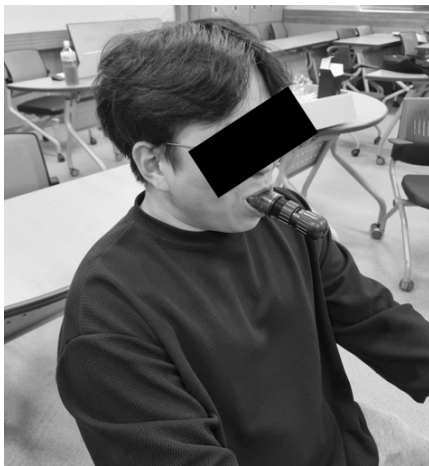


그림 1. ultra-breathe를 이용한 호흡근 훈련

2011).

2) 가상현실을 이용한 호흡근 훈련

가상현실 호흡근 훈련은 인터넷 기반 호흡 훈련 도구인 Breath-on(Breath-on, HUWANT Inc., Korea)를 사용하였다. 해당 장비는 컴퓨터에 연동시켜 Vice On이라는 어플리케이션을 통해 호흡 훈련을 수행하였다. 내장된 호흡 훈련 프로그램 12가지 중 자전거를 타며 언덕을 오르는 형식의 사이클 모드를 사용하여 호흡 훈련을 진행하였다.

훈련을 위해 연동된 호흡근 훈련 기구에 입을 대고 들어 마시면, 모니터 왼쪽에 있는 검은 막대가 들어 마시는 호흡량만큼 차오르며 호흡하는 정도에 따라 해당 검은 막대를 채우게 된다. 대상자가 호흡을 하면 모니터 상의 캐릭터가 자전거를 타며 앞으로 출발하게 된다. 이때, 사이클 모드의 1세트를 끝내는데 2분 정도 소요되며, 하루 3세트(세트 간 휴식시간 1분), 주 3회, 총 4주간 실시하였다(장명수 등, 2019).

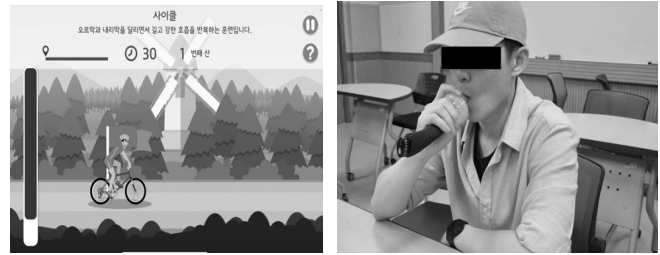


그림 2. Breath-on을 이용한 호흡근 훈련

4. 측정 도구 및 방법

1) 훈련 집중도

훈련 집중도 측정은 QEEG-32FX(LAXTH Inc., Daejeon, Korea)을 사용하여 중재 전, 중재 후 두 구간에서 각각 30초 동안 측정하였다. 국제 10-20 system에 따라 스트레스 관련 2개 영역(Fp1: 왼쪽 앞이마엽, Fp2: 오른쪽 앞이마엽)을 측정하였다. 기준전극(A1, A2) 접지는 C7에 부착하였고, 샘플링 주파수(256 Hz)로 실시간 데이터를 수집한 후, 데이터 중간값 사용을 위한 61~240초 부분을 선택하여 고속푸리에 변환(Fast Fourier Transform; FFT) 및 Band pass filter(4~50 Hz)를 적용한 후, 파워 스펙트럼을 비율로 분석하기 위해 Band to Band Power 분석을 적용하여 RAHB 값을 구하였다(Peniston 등, 1993).

또한, 심박변이(Heart Rate Variability; HRV)는 중재 전, 중재 후 두 구간에서 각각 30초 동안 심박동을 측정하였다. 심전도 전극은 양쪽 손목에 부착하는 양극 표준 팔다리 유도 I을 사용하였다. 샘플링 주파수(256 Hz)로 실시간 데이터 수집 후, 분석 프로그램을 이용하여 분석하였고 데이터의 중간값을 사용하기 위해 61~240초 부분을 선택하여 주파수 영역 분석의 측정지표 중 LF/HF ratio의 변화를 측정하였다(Yilmaz 등, 2018).

2) 심폐 기능

심폐 기능은 Spiropalm(COSMED Inc., Rome, Italy)를 사용하여 노력성 폐활량(FVC), 1초간 노력성 호기량(FEV₁), 1초간 노력성 폐활량에 대한 비(FEV₁/FVC ratio)를 측정하였다. 대상자는 선 자세에서 모든 공기를 내뿜은 후 마우스피스를 입에 물고, 공기가 코안(nasal cavity)으로 유입되지 않도록 코안을 막은 상태에서 공기를 최대한 들어 마시도록 하였다. 그리고 편안하게 3회에 걸쳐 호흡을 실시한 후, 이어지는 네 번째 흡기에 공기를 최대한 많이 들어 마신 다음 최대한 가능한 빠른 속도로 폐의 공기를 모두 내뿜게 하였다(최예령, 2009).

5. 분석 방법

모든 자료는 SPSS Statistics 18.0 통계프로그램을 사용하였다. 측정시기에 따른 군 내 변화 비교는 비모수 방법인 Wilcoxon

rank를 실시하였고, 측정시기에 따른 군 간 비교는 Mann-Whitney U test를 사용하였다. 유의수준(α)은 0.05로 설정하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 훈련 집중도

뇌파 RAHB 변화는 측정시기에 따른 군 내 및 군 간 비교 모두 유의한 차이가 없었다($p>.05$). HRV의 LF/HF ratio 변화는 측정시기에 따른 군 내 변화 비교 시, 대조군($p<.05$)과 실험군($p<.01$) 모두 유의한 차이가 있었고, 측정시기에 따른 훈련 후의 군 간 변화 비교에서 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(표 3).

2. 심폐 기능

FVC 변화로 측정시기에 따른 군 내 변화 비교 시, 대조군과 실험군 모두 유의한 차이가 있었고($p<.05$), 측정시기에 따른 훈련 후의 군 간 변화 비교에서 유의한 차이가 있었다($p<.01$).

FEV₁ 변화는 측정시기에 따른 군 내 변화 비교 시 실험군에서 유의한 차이가 있었고($p<.05$), 측정시기에 따른 훈련 후의 군 간 변화 비교에서는 유의한 차이가 없었다($p>.05$).

FEV₁/FVC 변화는 측정시기에 따른 군 내 및 군 간 비교 모두 유의한 차이가 없었다($p>.05$)(표 4).

Ⅳ. 논 의

집중력은 주어진 과제에 최선을 다하기 위해 주의를 모아 외적

표 3. RAHB와 LF/HF ratio의 변화

		대조군 (n=8명)	실험군 (n=7명)	U	p
RAHB	전	8.87±4.51	7.93±4.26	28.0	0.721
	후	7.24±3.56	5.27±2.36	18.0	0.161
	W	27.0	28.0		
	p	0.250	0.195		
LF/HF ratio	전	3.09±1.22	3.10±1.08	30.0	0.878
	후	3.54±1.26	5.12±1.19	12.0	0.038*
	W	3.0	0.0		
	p	0.039*	0.008**		

(M±SD), * $p<.05$, ** $p<.01$, 대조군: 도구를 이용한 호흡근 훈련군, 실험군: 가상현실을 이용한 호흡근 훈련군, RAHB: Ratio of alpha to high beta, LF/HF ratio: Low frequency/High frequency ratio

표 4. 심폐 기능의 변화

		대조군 (n=8명)	실험군 (n=7명)	U	p
FVC (ℓ)	전	4.09±0.44	4.37±0.54	191	0.054
	후	4.22±0.46	4.56±0.54	159	0.008**
	W	79.0	75.0		
	p	0.044*	0.033*		
FEV ₁ (ℓ)	전	3.29±0.39	3.49±0.54	218	0.152
	후	3.42±0.53	3.73±0.64	204	0.085
	W	99.0	68.0		
	p	0.149	0.020*		
FEV ₁ /FVC (%)	전	80.69±6.17	80.17±8.83	287	0.992
	후	81.51±11.68	81.70±7.89	252	0.458
	W	122.0	130.0		
	p	0.439	0.577		

(M±SD), * $p<.05$, ** $p<.01$, 대조군: 도구를 이용한 호흡근 훈련군, 실험군: 가상현실을 이용한 호흡근 훈련군, FVC: Forced vital capacity, FEV₁: Forced expiratory volume in 1 second

또는 내적 자극의 방해받지 않는 능력을 말하며(Wilson 등, 2006), 주의를 모으는 능력은 목표 지향적 행동과 학습에 있어 매우 중요하다(MacLean 등, 2010). 흡연자는 흡연으로 마음이 편안해진다고 여기지만, 비흡연자에 비해 스트레스를 받는 비율이 더 높으며(Aronson 등, 2010), 뇌의 신경전달물질인 도파민 분비를 촉진시킴으로써 쾌락을 충족시키는 반면, 혈장 에피네프린 농도, 혈압 및 심박수의 급격한 증가를 포함한 스트레스 요인에 대한 교감신경계 반응을 증가시켜 집중력에 부정적인 영향을 일으킨다(Shi 등, 2010; USDHHS, 2010; Middlekauff 등, 2014).

다양한 외부적 요인들로 인한 스트레스 노출과 집중력이 저하된 흡연자의 호흡 훈련 효과성과 실효성을 높일 수 있는 대체 훈련 전략으로 사용자가 몰입감과 집중력을 높일 수 있는 가상현실 기술을 활용한 신체 결합형 훈련 방안을 제시하고자 하였다. 본 연구는 호흡 훈련 시, 훈련 조건에 따른 집중력 차이가 심폐 기능 향상에 어떠한 영향을 주는지 알아보고자 남자 성인 흡연자를 대상으로 도구를 이용한 호흡근 훈련군과 가상현실을 이용한 호흡근 훈련군으로 무작위 할당하여 비교 연구하였다.

먼저, 스트레스는 운동 단서 인지를 방해하거나 집중력을 산만하게 하기 때문에(김승민, 2010), 훈련 조건에 따른 스트레스 차이가 훈련 집중도에 어떠한 영향을 주는지 알아보고자 생리적 스트레스 변화를 RAHB를 통해 알아보았다. 다양한 뇌파 중 RAHB는 생리적 안정성과 뇌 이완의 지표로서 시각 자극이나 후각 자극 등에 대한 정신생리학적 반응 정보를 객관화시켜 제공해 준다(김민주 등, 2018; Choi 등, 2022). 본 연구에서는 측정시기에 따른 군 내 비교 시 통계적 유의한 차이는 없었으나, 실험군에서 유의미한 수치가 감소됨을 확인하였다. 이는 가상현실을 이용한 호흡근 훈련 조건이 긍정적 스트레스로 작동하여 훈련에 대한 집중상태가 더 유도되었음을 의미한다(Kamińska 등, 2021).

또한, HRV 분석은 심박수 변동의 교감미주신경 조절에 대한 비침습적 정보를 제공하는 유용하고 검증된 평가도구이며(Vinet 등, 2005), 정서적 각성과 밀접하게 관련되어 있다(Howland, 2007). 본 연구에서는 훈련 조건에 따른 훈련 집중도 차이를 심박 변이의 LF/HF ratio 변화로 알아보았다. 훈련 후 대조군에 비해 실험군에서 더 높게 수치가 상승됨을 확인하였다. 이는 가상현실을 이용한 호흡 훈련이 교감신경계 상승과 함께 집중과 몰입에 더 효과적임을 의미한다(Kim 등, 2021). 즉, 가상현실 환경 내에서 실시되는 자전거 타기 과제 호흡 훈련이 도구를 이용한 호흡근 훈련에 비해 의식적 집중성을 더 높인 것으로 생각된다.

한편, 폐활량 측정은 시간에 따라 공기량을 들이마시거나 내쉬는 방식의 심폐 기능에 대한 정성적, 정량적 생리학적 테스트 방법으로(Hagberg 등, 1988) 호흡기 기능의 객관적 평가에 가장 일반적으로 사용되는 심폐 기능 검사법이다(Laszlo, 2006).

본 연구에서 FEV₁/FVC는 유의한 차이가 없었으나 FVC와 FEV₁의 수치는 대조군에 비해 실험군에서 더 높게 상승됨을 확인하였다. FVC는 호흡근의 근력이 강하고 기도와 폐의 저항이 작을 때 증가하며(Cho와 Park, 1981), 강한 호기가 요구되는 FEV₁의 증가는 강한 복부근육의 수축을 요구하며, 기도의 공기 흐름이 개선됨을 의미한다(Rawashdeh와 Alnawaiseh, 2018). 따라서, 가상현실을 이용한 자전거 타기 호흡근 훈련은 호흡 근육의 발달 증가와 함께 기도를 넓히고, 기도로 유입되는 공기의 양을 늘리는데 효과적임을 알 수 있었다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 호흡 근육의 힘이 세고 기도와 심폐의 저항이 작을 때 증가하는 FVC(Cho와 Park, 1981)와 기도 폐쇄 정도를 평가하는데 적합한 FEV₁(Burns, 1979)이 가상현실을 이용한 호흡근 훈련 후 모두 향상됨을 확인할 수 있었다. 따라서, 스트레스 노출과 집중력이 저하된 흡연자에게 가상현실을 이용한 호흡근 훈련 시, 호흡 훈련에 대한 집중성과 몰입성을 높여주고, 호흡근들의 집중 활성화도와 기도 및 폐의 환경 개선에 효과적임을 규명함으로써 심폐 기능향상에 유의미한 대체 훈련 중재 방법으로 제안하는 바이다.

V. 결 론

본 연구는 학업 및 취업 스트레스와 흡연 등으로 집중력이 저하된 대학생 남성 흡연자를 대상으로 호흡 훈련의 효과성 및 실효성을 높이고자 새로운 호흡 훈련 전략을 제안하고자 하였다. 본 연구 결과, 도구를 이용한 호흡근 훈련보다 가상현실 호흡근 훈련은 훈련에 대한 긍정적 스트레스와 훈련 집중성을 더 높임으로써 심폐 기능(FVC, FEV₁)을 더욱 향상시킴을 확인할 수 있었다. 이러한 결과로 보아 가상현실을 이용한 호흡근 훈련은 호흡 기능을 개선시켜야 하는 흡연 인구 및 다양한 호흡기 질환자에게 추천될 수 있는 중재 방법이라고 생각된다.

참고문헌

- 김명훈, 나은하, 김현진. 가상현실을 이용한 훈련이 흡연자의 폐 기능에 미치는 효과. 한국엔터테인먼트산업학회논문지, 11(3);235-241, 2017.
- 김민주, 송지은, Sowndhararajan K, 등. 제조제 포장지 색상이 소비자들의 뇌파에 미치는 영향. Weed Turf Sci, 7(2);130-139, 2018.
- 김승민. 운동선수의 스트레스, 시각적 주의협소 및 반응시간이 상해에 미치는 영향. 전남대학교 대학원, 박사학위논문, 2000.
- 김영희. 대학생의 흡연행동과 관련된 흡연환경 특성, 스트레스 대처 방식 및 흡연 동기. 충북대학교 보건대학원, 석사학

- 위논문, 2009.
- 이삼철, 정철현, 이은숙, 등. 20대 흡연자와 비흡연자의 호흡근 강화 운동에 따른 호흡능력의 변화. *대한물리치료과학회지*, 18(3);9-16, 2011.
- 이상호. 흡연과 비만의 관련성에 관한 연구. *경기지역 근로자 건강검진자료 중심. 아주대학교 보건대학원, 석사학위논문*, 2006.
- 장명수, 정성대, 심재훈, 등. 가상현실을 이용한 흡기근 저항운동이 흉곽 움직임 제한이 있는 여성환자의 가로막 움직임과 호흡기능에 미치는 영향. *대한물리치료학회지*, 14(1); 101-110, 2019.
- 최예린. 정상인과 일측성 성대마비환자의 읽기 시 호흡 특성 비교. *언어청각장애연구*, 14; 212-222, 2009.
- 통계청. 2022년 사망원인통계 결과. 2023.
- Forey BA, Thornton AJ, Lee PN. Systematic review with meta-analysis of the epidemiological evidence relating smoking to COPD, chronic bronchitis and emphysema. *BMC Pulmonary Medicine*, 11(1);1-36, 2011.
- Louie D. The effects of cigarette smoking on cardiopulmonary function and exercise tolerance in teenagers. *Can Respir J*, 8(4);289-291, 2001.
- Plurphanswat N, Kaestner R, Rodu B. The effect of smoking on mental health. *American Journal of Health Behavior*, 41(4);471-483, 2017.
- Ahmed S, Safdar M, Morton C, et al. Effect of virtual reality-stimulated exercise on sympathovagal balance. *PLoS One*, 15(7);e0235792, 2020.
- Aronson KR, Almeida D, Stawski R, et al. Smoking is associated with worse mood on stressful days: results from a national diary study. *Ann Behav Med*, 36(3);259-269, 2010.
- Bostanci Ö, Mayda H, Yilmaz C, et al. Inspiratory muscle training improves pulmonary functions and respiratory muscle strength in healthy male smokers. *Respir Physio Neurobiol*, 264;28-32, 2019.
- Burns KL. An evaluation of two inexpensive instruments for assessing airway flow. *Ann Allergy*, 43(4); 246-249, 1979.
- Cameirão, M, Badia S, Verschure P. Virtual reality based upper extremity rehabilitation following stroke: a review. *Journal of CyberTherapy & Rehabilitation*, 1(1);63-74, 2008.
- Cho DK, Park HM. Acute effect of cigarette smoking on pulmonary function. *Korean J Intern Med*, 24(9); 757-765, 1981.
- Choi NY, Wu YT, Park SA. Effects of olfactory stimulation with aroma oils on psychophysiological response of female adults. *Int J Environ Res Public Health*, 19(9);5196, 2022.
- Dugral E, Balkanci D. Effects of smoking and physical exercise on respiratory function test results in students of university: A cross-sectional study. *Observational Study*, 98(32);e16596, 2019.
- Peniston EG, Marrinan DA, Deming WA, et al. EEG alpha-theta brain-wave synchronization in Vietnam theater veteran with combat-related post-traumatic stress disorder and alcohol abuse. *Advances in Medical Psychotherapy*, 6(7);37-50, 1993.
- Garvey C. Recent updates in chronic obstructive pulmonary disease. *Postgraduate Medicine*, 128(2);231-238, 2016.
- Hagberg JM, Yerg JE, Seals DR. Pulmonary functional in young and older athletes and untrained men. *J Appl Physiol*, 65(1);101-105, 1988.
- Howland JM. Mental skill training for coaches to help athletes focus their attention, manage arousal and improve performance in sport. *Journal of Education*, 187(1);49-66, 2007.
- Kamińska D, Smółka K, Zwoliński G. Detection of mental stress through EEG signal in virtual reality environment. *Electronics*, 10(22);2840, 2021.
- Kim H, Kim DJ, Kim S, et al. Effect of virtual reality on stress reduction and change of physiological parameters including heart rate variability in people with high stress: an open randomized crossover trial. *Front Psychiatry*, 12;614539, 2021.
- Laszlo G. Standardisation of lung function testing: helpful guidance from the ATS/ERS task force. *Thorax*, 61(9); 744-746, 2006.
- Yilmaz M, Kayaçıçek H, Çekici Y. Heart rate variability: Highlights from hidden signals', *J Integr Cardiol*, 4(5);1-8, 2018.
- Matsangidou M, Ang CS, Mauger AR, et al. Is your virtual self as sensational as your real? Virtual Reality: The effect of body consciousness on the experience of exercise sensations. *Psychology of Sport and Exercise*, 41;218-224, 2019.
- McLean KA, Ferrer E, Aichele SR, et al. Intensive meditation training improves perceptual discrimination and sustained attention. *Psychol Sci*, 21(6);829-839,

- 2010.
- Middlekauff HR, Park J, Moheimani RS. Adverse effects of cigarette and noncigarette smoke exposure on the autonomic nervous system: mechanisms and implications for cardiovascular risk. *J Am Coll Cardiol*, 64(16);1740-1750, 2014.
- Nemmar A, Al-Salam S, Yuvaraju P, et al. Exercise training mitigates water pipe smoke exposure-induced pulmonary impairment via inhibiting NF-κB and acitiating Nrf2 signalling pathways. *Oxid Med Cell Longev* 2018, 2018.
- Pittara M, Matsangidou M, Patticis CS. Virtual realaity for pulmonary rehabilitation: comprehensive review. *JMIR Rehabil Assist Technol*, 10;e47114, 2023.
- Rawashdeh A, Alnawaiseh N. The effect of high-intensity aerobic exercise on the pulmonary function among inactive male individual. *Biomedical & Pharmacology J*, 11(2);735-741, 2018.
- Roh SK, Choi YS. Effects of smoking on the physical fitness and cardiorespiratory function in university male students. *KSSPE*, 18(2);231-238, 2013.
- Rutkowski S, Rutkowska A, Kiper P, et al. Virtual reality rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled trial. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 15;117-124, 2020.
- Rutkowski S, Bogacz K, Czech O, et al. Effectiveness of an inpatient virtual reality-based pulmonary rehabilitation program among COVID-19 patients on symptoms of anxiety, depression and quality of life: preliminary results from a randomized controlled trial. *Int J Environ Res Public Health*, 19(24);16980, 2022.
- Seo KC, Park SH, Park KY. Effects of diaphragm respiration exercise on pulmonary function of male smokers in their twenties. *J Phys Ther Sci*, 27(7);2313-2315, 2015.
- Shi Y, Weingarten TN, Mantilla CB, et al. Smoking and pain: pathophysiology and clinical implications. *Anesthesiology*, 113(4);977-992, 2010.
- United States Public Health Service, Office of the Surgeon General. How tobacco smoke causes disease: The biology and behavioral basis for smoking-attributable disease: a report of the surgeon general. - Rockville, MD: Dept. of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion Atlanta, GA: 2010.
- Vinet A, Beck L, Nottin S, et al. Effect of intensive training on heart rate variability in prepubertal swimmers. *Eur J Clin Invest*, 35(10);610-614, 2005.
- Wilson VE, Peper E, Schmid A. Training strategies for concentration. *Applied Sport Psychology: Personal growth to peak performance*, 5;404-422, 2006.
- You YH. The effect of participation in virtual reality sports on exercise commitment and lower extremity muscular function of persons with intellectual disability. *Korean J Phys Educ*, 56;613-623, 2017.

