

의식적 움직임의 가상현상 자극이 대학생의 스트레스에 미치는 영향

김경윤, 배세현*
동신대학교 물리치료학과

Effect of Virtual Reality Stimulation of Conscious Movement on Stress of University Students

Kyung-Yoon Kim, Sea-Hyun Bae*
Department of Physical Therapy, Dongshin University

요약 본 연구는 대학생을 대상으로 가상현실을 통한 공포 자극으로 스트레스를 유발 후 의식적 움직임의 가상현실 자극이 스트레스에 어떠한 영향을 주는지 알아보고자 하였다. 대조군(n=26)은 가상현실의 시각과 청각만을 적용한 군, 실험군(n=29)은 시각과 청각 그리고 의식적 움직임을 함께 적용한 군으로 하였다. 그 결과, 뇌파에서는 대조군 보다 실험군은 이완을 더 잘 유발하였으며, 스트레스 반응도 더 감소시켜 각 기준값으로 회귀하는데 더 효과적이었으며, 심박변이도에서는 실험군은 집중이 더 유발되어 가상현실에 더욱 몰입한 것으로 확인되었다. 그러므로, 의식적 움직임을 적용한 가상현실 자극은 다양한 스트레스에 적용할 수 있는 편한 중재 방법으로 생각된다.

Abstract The purpose of this study was to investigate how the virtual reality stimulation of conscious movement affects stress after inducing stress with fear stimulation through virtual reality for university students. The control group (n=26) was to applied visual and auditory of virtual reality, and the experimental group (n=29) was to applied visual, auditory and conscious movement together. As a result, in brain waves, it was confirmed that the experimental group induced relaxation better than the control group, and the stress response was more reduced to be more effective in regressing to baseline value, in heart rate variation, it was confirmed that the experimental group was more concentrated and more flow in virtual reality. Therefore, virtual reality stimulation applying conscious movement is considered to be a comfortable intervention method that can be applied to various stresses.

Key Words Brain waves, Conscious movement, Heart rate variation, Stress, Virtual reality stimulation

1. 서론

대학생들은 심리적, 신체적으로 미성숙한 상태이며 스스로 자신을 완벽하게 조절할 수 있는 상태가 아니므로 성인들과는 또 다른 불안함과 스트레스를 받고 있다[1]. 경제, 진로의 선택과 고민, 교우관계, 취업 과정에서의 이상과 현실의 차이에서 발생하는 갈등으로 정신적인 스트레스를 얻게 된다[2].

사람들은 원하지 않아도 끊임없이 스트레스를 (Stressor) 받으며 살아가고 있다. 이러한 스트레스는 내부나 외부에서 오는 자극에 대한 신체 및 정신 반응 들의 조합이며[3], 과도한 스트레스는 두통, 피로, 불면증, 빠른 호흡, 불안, 분노 등을 발생시킨다[4]. 하지만 스트레스라고 해서 나쁜 측면만 존재하는 것이 아니다. 같은 스트레스라도 사람이 대처하는 능력에 따라 긍정적인 반응이 나타날 수 있다. 적당한 스트레스는 작업 능력에 긍정적인 요소로 작동한다. 즉, 스트레스에 대한 대처가 매

본 논문은 동신대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

*Corresponding Author : Sea-Hyun Bae(Dongshin Univ.)

Email: qbseadp@naver.com

Received Aug 18, 2022

Revised Sep 15, 2022

Accepted Oct 11, 2022

우 중요하다 하는 것이다[5]. Choi[6]는 스트레스의 대처방식으로 능동적이고 적극적인 대처방식, 정서적·사회적·신체적 등의 도움을 통해 대처하는 방식이 상대적으로 소극적인 스트레스 대처방식이나 방어 기제를 이용한 스트레스 대처방식보다 더 긍정적인 효과를 얻을 수 있다고 하였다.

2019년 12월 코로나19(COVID-19)가 발생 되었으며 전례 없는 ‘사회적 거리두기’가 시행되어 사람들은 스트레스로 삶의 질이 매우 저하되었으며, 취미, 여행 등의 활동과 문화시설 이용이 제한되면서 주변인들과의 교류가 발생 되지 않아 사람들의 스트레스 증가에 심각한 영향을 미쳤다[7]. Lee 등[8]은 2015년 메르스(Middle East Respiratory Syndrome, MERS) 유행으로 사람들이 절망, 불안 같은 스트레스를 경험했다고 보고하였다. 코로나 19 유행으로 인해 대학교의 개강이 연기되고 대면 수업이 비대면 수업으로 바뀌어 대학생들은 수업 적응에 어려움을 겪어 많은 스트레스를 느끼게 되었다[9]. 또한, 코로나19로의 영향으로 여행, 영화, 공연 등을 대면으로 함께 즐기는 문화에서 홈엔터테인먼트와 언택트(Untact) 문화로 바뀌어 가면서 새로운 표준인 뉴노멀(New Normal)의 시대가 열리게 되었다[10]. 그러므로 코로나19 팬데믹 상황에서 가상현실(Virtual Reality, VR)을 활용하여 스트레스를 적극적으로 대처하는 방법이 필요하게 되었다.

가상현실의 기술은 4차 산업혁명 시대의 뉴 미디어로서 공간을 감지하여 움직임에 따라 마치 현장에 있는 것 같은 시각적 몰입감과 현실감을 제공할 수 있으며 실제 주변 상황과 상호작용을 하는 것처럼 만들어 주며 특히, 정서 유도와 조절에 있어 전문화되고 효과적인 도구이다[11]. 가상현실은 현장에 직접 가지 않아도 인간의 환경심리를 자극할 수 있고 환경심리 분야에서는 환경 자극의 변화가 감정과 행동을 변화시킬 수 있다는 연구 결과를 내놓고 있다[11]. 가상현실은 유사 시각을 자극해 실제와 다른 곳에 존재하는 것처럼 느끼게 하므로 가상현실을 이용해 스트레스 감소에 영향을 줄 수 있다는 것을 보여준다[12]. Song 등[13]은 뇌졸중 환자에게 가상현실을 적용하여

스트레스 감소에 영향을 준다고 하였으며, Kim 등[14]은 가상현실이 스트레스 지수가 높은 사람들의 주관적 스트레스를 감소시키는 데 효과적이라고 하였다.

Ozawa 등[15]은 대학생들에게 일상생활에서 스트레스를 많이 받는 대인관계 사건들의 기억을 상기시켜 스트레스를 증가시킨 후 손가락 움직임을 중재로 제공하여 스트레스가 감소 되는 것을 발견하였다. Crafton 등[16]은 손가락의 움직임을 통해 뇌 기능의 향상이 되며, 손의 움직임이 많아지면 뇌에서 새로운 시냅스 체계가 발생 된다고 하였다. 그러므로 손의 움직임이 스트레스 감소에도 영향을 미칠 것으로 생각된다.

따라서 본 연구는 정신적 질환이 없는 대학생들에게 가상현실을 적용하여 시각과 청각 자극 그리고 의식적 손가락 움직임이 스트레스에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 하였다. 더 나아가 이러한 결과를 바탕으로 중재 프로그램을 보완하여 스트레스 프로그램의 다양성과 접근성을 높이고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구의 대상자는 G-power 3.1을 사용하여 효과 크기 0.25, 유의수준 0.05, 검정력 80%로 설정하여 계산한 결과 24명 이상으로 나와 연구대상자 선정을 20대 정상 성인 55명으로 하였다. 대상자 55명 중 가상현실 자극만 실시하는 대조군(control, n=26), 가상현실 자극과 움직임 중재를 실시하는 실험군(experimental, n=29)으로 무작위 배치하여 실시하였다. 대상자 선정은 최근 12개월간 정형외과적 문제가 없는 자; 심혈관계 질환이 없는 자; 정신과 질환이 없는 자; 실험에 영향을 주는 약물을 복용하지 않는 자로 선정하였으며, 실험 전 카페인과 과격한 운동 금지 등의 주의사항을 숙지시켰다. 모든 대상자의 자료 수집과 인간 연구 윤리는 헬싱키선언에 근거하여 대상자에게 실험에 대해 충분히 설명하고 모두 동의를 구하여 수집하였다[Table 1].

[Table 1] The general characteristics of subjects

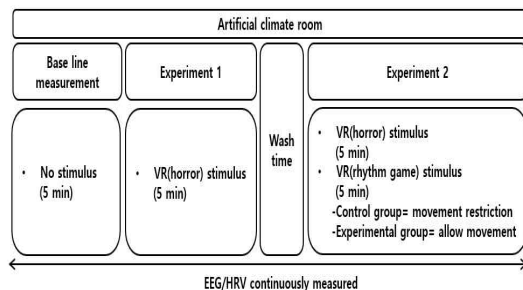
[표 1] 연구대상자의 일반적 특성

Characteristics	Group Control(n=26)	Experiment(n=29)
Age(years)	22.5(1.33) ^a	22.9(1.31)
Sex(M : F)	10 : 16	16 : 13

^aM(SD).

2.2 연구설계

연구의 진행순서는 ‘기준점 측정 - 실험 1 - Wash time - 실험 2’로 온도 24℃, 습도 50%인 공간에서 진행하였으며, 대상자의 생체 변화는 기준점 측정단계부터 마지막까지 연속적으로 측정하였다[Fig. 1].



[Fig. 2] Study design
 [그림 2] 연구설계

2.2.1 기준점 측정

편안한 상태의 생체 신호를 측정하기 위해 실시하였으며 대상자들에게 영상과 소리가 나오지 않는 가상현실 장비를 착용하게 한 후 5분 동안 편안하게 앉아 있는 상태에서 뇌파와 심박변이도를 측정하였다.

2.2.2 실험

실험 1은 ‘가상현실 자극’을 진행하였다. 가상현실 자극은 대상자에게 스트레스를 주기 위한 단계이며 Meta Quest 2 (Meta, formerly Facebook, 2022, build version 33.0)를 사용하였다. 가상현실 자극 영상은 가상현실 공포 영상 중 본 연구 대상자와 비슷한 나이의 또래에게 순위 조사 후 가장 무섭다고 선정된 영상을 사용하였다. 실험 2는 ‘가상현실 자극 - 가상현실 중재’ 순서로 진행되었다.

가상현실 자극은 실험 1과 같이 공포 가상현실 영상이었으며 가상현실 중재의 대조군은 가상현실 리듬 게임을 실행하는데 눈과 귀의 자극만 제공하고 손목과 손의 움직임은 제한하였다. 실험군은 대조군과 다르게 가상현실 리듬 게임을 실행하는데 손목과 손가락을 모두 사용하게 하였다. 가상현실 리듬 게임은 가상현실 장비를 착용하고 가상현실에서 나오는 음악을 따라 양쪽 손목에 쥐고 있는 스틱을 위, 아래, 좌, 우로 움직이면서 화면에 나오는 방향으로 음악에 맞춰 움직이는 게임이다.

2.2.3 Wash time

이 시간에 대상자들은 실험 공간에서 가상현실을 벗고 10분 동안 편안하게 휴식을 취하게 하였다. 이 단계는 이전 자극의 영향을 제거하기 위해 실시하였다.

2.3 측정 방법

뇌파와 심박변이도 측정은 기준점 측정부터 실험 종료 시까지 연속적으로 측정하였다. 심박변이도 측정의 전극 부착은 양극 표준 팔다리 유도기를 사용하여 양쪽 손목에 부착하였다. 자율신경계 변화를 알아보기 위해 LF/HF(Low frequency/High frequency)를 지표로 사용하였다. LF/HF는 교감신경 활성지표이며, 값이 높을수록 집중과 각성을 값이 낮을수록 졸린 상태를 나타낸다[14].

뇌파 측정을 위한 전극 부착은 국제 10-20system에 따라 Fp1, Fp2에 측정 전극을 부착하고 기준전극은 A1, A2, 접지는 목 C7 위치에 부착하였다. RAB(Ratio of alpha waves to beta waves)는 이완-각성 반응을 나타내며, 값이 높을수록 이완을, 낮을수록 각성 상태를 나타낸다. RHB(Relative high-beta power spectrum)은 스트레스 반응을 나타내며, 값이 높을수록 스트레스가 높음을 의미한다[17].

2.4 데이터 분석 방법

심박변이도와 뇌파 데이터 수집은 각 실험 단계에서 각각 300초 동안 측정하였다. 샘플링 주파수 256 Hz로 실시간 데이터를 수집한 후 분석 프로그램

램을 이용하여 분석하였다. 뇌파와 심박변이도의 데이터는 중간값을 사용하기 위해 61~240초 부분을 선택하였으며, 고속푸리에 변환(fast fourier transform, FFT)을 사용하여 뇌파 데이터는 4~50 Hz Band pass filter를 적용하였으며, RAB(8~13 Hz 상대파워/13~30 Hz 상대파워), RHB(20~30 Hz 상대파워/4~50 Hz 상대파워) 값을 구하였다. 심박변이도 데이터는 주파수 영역 분석의 측정지표 중 LF/HF(0.04~0.15 Hz/0.15~0.4 Hz) ratio의 변화를 측정하였다[14][17].

2.5 통계분석 방법

통계분석은 SPSS Statistics 18.0 프로그램을 사용하였다. 시기 변화 비교는 repeated measure ANOVA 실시하였고, 사후분석은 Bonferroni를 사용하였다. 군간 비교는 independent t-test로 비교 분석하였다. 통계학적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

3. 연구 결과

3.1 뇌파의 변화

이완과 각성의 변화를 알아보기 위해 RAB를, 스트레스 변화를 알아보기 위해 RHB를 측정된 결과 모든 군은 시기에 따른 변화가 나타났다($p<0.05$). RAB는 공포 자극 시 두 군 모두 기준값과 비교 시 유의한 하강을 나타내었다($p<0.05$). 대조군의 RAB는 중재 후에도 더 낮아져 기준값과 중재 후 비교 시 유의한 하강을 나타냈다($p<0.05$). 그러나, 실험군의 기준값과 중재 후 비교 시 기준값을 회복하는 수치를 나타내었다($p>0.05$). RHB는 공포 자극 시 두 군 모두 기준값에 비해 유의한 상승을 나타내었다($p<0.05$). 중재 후 모든 군은 공포 자극 시 보다 수치는 감소하였지만, 기준값과의 비교시 대조군의 RHB(left)는 유의한 상승을 나타내었다($p<0.05$). 실험군의 기준값과 중재 후 값 비교 시 기준값을 회복하는 수치를 나타내었다($p>0.05$)[Table 2].

각 구간의 변화량을 가지고 분석한 결과 대조군 RAB의 변화량은 공포-기준, 중재-기준, 중재-공포에서 음수의 값을 나타내었으나, 실험군의 변화량

[Table 2] The change of brain waves
[표 2] 뇌파의 변화

Variable	Group	Time			F (p)	Post-hoc
		Baseline ^a	Horror ^b	Vr ^c		
RAB (Left)	Control(n=26)	0.897(0.755)	0.472(0.314)	0.453(0.299)	5.85 (0.015)	a-b* a-c*
	Experiment(n=29)	1.529(1.190)	0.823(0.422)	1.124(0.688)	6.62 (0.009)	a-b* b-c*
RAB (Right)	Control(n=26)	0.845(0.706)	0.430(0.273)	0.351(0.323)	7.64 (0.004)	a-b* a-c*
	Experiment(n=29)	1.267(0.828)	0.827(0.548)	1.106(0.606)	3.26 (0.046)	a-b*
RHB (Left)	Control(n=26)	0.128(0.0878)	0.189(0.0946)	0.181(0.0906)	4.98 (0.011)	a-b* a-c*
	Experiment(n=29)	0.0737(0.0625)	0.1158(0.0637)	0.0908(0.0676)	3.22 (0.047)	a-b*
RHB (Right)	Control(n=26)	0.142(0.0930)	0.201(0.0788)	0.192(0.0955)	3.73 (0.031)	a-b*
	Experiment(n=29)	0.0774(0.0583)	0.1276(0.0909)	0.1013(0.0786)	3.32 (0.043)	a-b*

All values showed mean(SD) a:Baseline, b>Loading stressor, c:after interventioent, RAB:Ratio of alpha waves to beta waves, RHB: Relative high-beta power spectrum, * $p<0.05$, ** $p<0.01$

[Table 3] The difference between brain waves according to the time of measurement
 [표 3] 측정 시기에 따른 뇌파 간의 차이

Variable	Group	Time		
		Horror-Base	Vr-Base	Vr-Horror
RAB (Left)	Control(n=26)	-0.42472(0.8438)	-0.44363(0.8996)	-0.01891(0.3951)
	Experiment(n=29)	-0.7058(1.2013)	-0.4042(1.2507)	0.3016(0.5369)
t		-0.993	0.133	2.497*
RAB (Right)	Control(n=26)	-0.41565(0.7770)	-0.40589(0.8288)	-0.07870(0.4158)
	Experiment(n=29)	-0.4406(0.9330)	-0.1618(1.0674)	0.2787(0.7994)
t		-0.107	0.939	2.044*
RHB (Left)	Control(n=26)	0.06073(0.1229)	0.05295(0.1066)	-0.00778(0.0879)
	Experiment(n=29)	0.0421(0.0770)	0.0170(0.1055)	-0.0251(0.0846)
t		-0.681	-1.255	-0.743
RHB (Right)	Control(n=26)	0.05295(0.1066)	0.05873(0.1061)	-0.00926(0.1049)
	Experiment(n=29)	0.0501(0.1061)	0.0239(0.1048)	-0.0262(0.1104)
t		-0.312	-0.774	-0.582

All values showed mean(SD) RAB:Ratio of alpha waves to beta waves, RHB:Relative high-beta power spectrum, *p<.05, **p<.01

은 중재-공포에서만 양수 값을 나타내었다. 또한, 각 구간 비교 시 중재-공포에서 유의한 차이를 나타내었다(p<.05). RHB의 변화량은 두 군 모두 공포-기준, 중재-기준에서 양수 값을 나타냈으나, 중재-공포에서만 음수의 값을 나타내었다(p>.05). 구간 비교에서는 유의한 차이는 없었다(p>.05)[Table 3].

3.2 심박변이도의 변화

자율신경계의 변화를 알아보기 위해 심박변이도에서 LF/HF를 측정된 결과 실험군의 시기에 따른 LF/HF는 상승이 나타났으며, 대조군은 공포구간에서 상승을 보였으나 중재 구간에서는 감소를 나타내었다. 두 군 모두 시기에 따른 비교는 통계적으로 유의성이 없었다(p>.05)[Table 4].

[Table 4] The change of heart rate variability

[표 4] 심박변이도의 변화

Variable	Group	Time			F (p)	Post-hoc
		Base ^a	Horror ^b	Vr ^c		
LF/HF	Control(n=26)	2.43(2.11)	2.86(1.67)	2.54(1.92)	0.359 (0.70)	-
	Experiment(n=29)	2.62(1.86)	3.05(2.35)	3.31(1.98)	0.977 (0.383)	-

All values showed mean(SD) a:Baseline, b>Loading stressor, c:after interventiont, *p<.05, **p<.01

4. 고찰 및 결론

코로나19로 인하여 현대사회는 비대면화가 진행됨에 따라 집합 금지, 다중 이용시설 제한, 사회적 거리 두기, 등 여러 제약을 두고 있다. 이에 따라, 사람들의 심리적 불안감과 지속적인 스트레스 증가가 문제가 되고 있다[7]. 높은 스트레스는 인지 기능 문제, 두통, 피로, 불면증, 불안, 학업 성적 등의 문제를 발생시킬 수 있다[4].

지금의 대학생들은 코로나19로 인하여 신체활동이 매우 감소 하였으며, 정서적, 심리적으로 많은 스트레스를 받고 있다. 또한, 스트레스와 같은 외부 요인에 노출되면 자율신경계에 영향을 미쳐 생리적 현상 및 변화를 다양하게 나타내게 된다[18]. 가상현실은 시각적 몰입감과 현실감을 제공하여 실제 주변 상황과 같은 상호작용을 만들어 주며[11], 스트레스 중재에 다양하게 활용 중이다[12]. Radino & Tarantino[19]는 신체 움직임은 스트레스 예방과 감소에 좋은 요소라고 하였다. 그러므로 본 연구에서는 대학생에게 의식적 움직임을 유발하는 가상현실 적용 프로그램을 적용하여 스트레스에 어떠한 영향을 미치는지 뇌파와 심박변이도를 통해 알아보려고 하였다.

본 연구 결과 뇌파의 변화를 살펴보면 이완과 각성을 나타내는 RAB값은 공포 가상현실 자극 시 편안한 상태보다 하강하였다. 이것은 베타파가 알파파보다 상승함을 나타낸다. 베타파의 상승은 외부의 자극으로 인해 스트레스를 받는 상태를 의미한다[20]. 즉, 이완 상태가 아니라 각성된 상태를 나타낸다. 대조군에서 공포 구간과 중재 후 구간 비교 시 RAB값이 하강하였지만, 실험군은 상승을 나타내었다. 즉, 가상현실의 의식적 움직임이 베타파를 감소시키고 알파파를 증가시켜 이완 상태로 만든 것이다[21]. 알파파의 증가는 뇌와 근육이 이완된 상태로 몸과 마음의 조화를 이룬 상태이다. 즉, 안정된 상태를 의미한다[22]. 이러한 결과는 스트레스 중재 시 시각과 청각의 가상현실만 적용한 것보다 의식적 움

직임이 함께 제공된 방법이 스트레스 감소에 긍정적 영향을 미친다는 것을 의미한다.

정신적 스트레스 반응을 나타내는 RHB값은 공포 가상현실 자극 시 편안한 상태보다 상승하였다. 이는 하이베타파의 상승을 의미하며 스트레스 또는 극 각성 상태라는 것을 나타낸다[23,24]. 대조군과 실험군에서 공포 구간과 중재 후 구간 비교 시 RHB값이 하강하여 시각과 청각 자극 그리고 의식적 움직임이 제공된 가상현실이 스트레스 감소에 영향을 미치지만 본 연구에서는 유의한 수준은 아니었다.

각 구간에 대한 RAB의 변화량을 분석한 결과 대조군은 공포-기준, 중재-기준, 중재-공포에서 음수의 값을 나타내었다. 음수 값은 베타파에 대한 알파파에 비율이 감소하여 이완 상태가 아니라 각성된 상태를 의미한다[17]. 하지만, 실험군의 중재-공포의 변화량에서만 양수 값을 나타내었고, 구간 비교 시 중재-공포 구간에서 유의한 차이를 나타내었다. 이는 의식적 움직임을 동반한 가상현실 중재법이 대상자들을 이완 상태로 만들어 스트레스 감소에 더 효과적임을 나타낸다. RHB의 변화량은 대조군과 실험군 모두 공포-기준, 중재-기준에서 양수 값을, 중재-공포에서는 음수의 값을 나타내었다. 양수 값은 하이베타파가 상승하여 스트레스 반응의 증가를 나타내며, 음수 값은 스트레스 반응의 감소를 의미한다[17]. 즉, 본 연구의 의식적 움직임을 동반한 가상현실 중재는 스트레스 감소에 긍정적 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

본 연구에서는 자율신경계 변화를 알아보기 위해 심박변이도의 LF/HF ratio를 사용하였다. 그 결과 실험군은 지속적인 상승을, 대조군은 지속적 상승을 하다 가상현실 중재 구간에서 감소를 나타내었다. LF/HF ratio의 상승은 교감신경계의 상승으로 집중 또는 각성 상태를 의미하며 감소는 이완 상태를 의미한다[25]. 가상현실 적용 시 의식적 움직임을 함께 적용하는 것이 깊은 집중을 유발해 대상자들에게 몰입을 발생시키는 것으로 생각된다. 몰입은 어떠한 과제 활동에 대해 깊은 집중을 하고 있을 때이며, 그 과정에서 발생하는 만족감이나 행복감을 말한다[26]. Song 등[13]은 가상현실 중

재 후 스트레스를 감소시키고 몰입감을 증가시킨다고 하였다.

본 연구 결과 의식적 움직임을 적용한 가상현실 프로그램은 시각과 청각만 자극한 것 보다 이완 상태를 잘 유발하였으며 그로 인하여 스트레스 감소 반응을 발생시켰다. 또한, 의식적 움직임은 집중을 통한 몰입을 상승시킨 것으로 보인다.

Gorman 등[27]은 스트레스 자극에 오면 심박동수 증가와 혈압 상승의 증상이 나타나 교감신경계 활동이 증가한다고 하였다. 본 연구에서도 스트레스를 받으면 LF/HF 값이 상승하였다. 하지만, 중재 후 실험군의 LF/HF 값이 상승한 것은 Song 등[13]의 연구처럼 가상현실의 몰입으로 LF/HF 값이 상승이 발생된다는 것과, 움직임으로 인한 현상으로 설명할 수 있다.

Indovina 등[28]은 시각 자극만 유발, 손가락 움직임만 유발했을 때보다 손가락과 시각의 동반 자극이 뇌를 광범위하게 변화시킬 수 있다고 하였다. Kim & Bae[29]도 단일 자극보다는 다중 자극이 뇌의 변화를 더 잘 유발할 수 있다고 하였다. 또한, Lee[30]은 움직임을 통해 스트레스의 감소가 발생된다고 하였다. 본 연구 결과에서도 시각과 청각 자극 가상현실보다 시각과 청각을 통한 의식적 움직임의 가상현실 자극이 뇌를 더욱 활성화해 스트레스 감소에도 긍정적 영향을 미친 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점은 중재 후 효과가 어느 정도 지속되는지 추적 조사를 실시하지 못한 것이며, 20대의 대학생으로 구성되어 스트레스 감소 중재법으로 연구 결과를 일반화하기는 어려움이 있다. 향후 연구에서는 나이의 범위를 넓히고 다양한 다중 자극 프로토콜을 적용하여 스트레스 변화에 어떠한 영향을 주는지 살펴보고자 한다.

References

- [1] D-Y. Lee, 'Characteristics of stress response and mental health status of university students', Master's thesis, Daegu University, 2015.
- [2] JP. Yi, RE. Smith and PP. Vitaliano 'Stress-resilience, illness, and coping: A person-focused investigation of young women athletes', *Journal of Behavioral Medicine*, vol.28, no.3, pp.257-265, 2005.
- [3] M. Feuerstein, E. Labbe, and A. R. Kuczmierczyk, 'Health psychology: A psychobiological perspective', Springer Science & Business Media, 2013.
- [4] N. Sharma and T. Gedeon, 'Objective measures, sensors and computational techniques for stress recognition: A survey', *Computer methods and programs in biomedicine*, vol.108, no.3, pp.1287-1301, 2012.
- [5] M. Le Fevre, J. Matheny, and GS. Kolt, 'Eustress, distress, and interpretation in occupational stress', *Journal of managerial psychology*, vol.18, no.7, pp.726-744, 2003.
- [6] B-O. Choi, 'Relationships between positive and negative stress perceptions and state hope: mediating effect of anxiety control', *Korean journal of educational therapist*, vol.14, no.2, pp.159-178, 2022.
- [7] B-S. Kim, J-Y. Song, T-S. Kim and J-Y. Kim, 'The effect of a combined arts education program combining choral and respiratory training on the respiratory function, stress, and quality of Life in university students', *Journal of convergence for information technology*, vol.10, no.5, pp.126-133, 2020.
- [8] D-H. Lee, J-Y. Kim and H-S. Kang, 'The emotional distress and fear of contagion related to Middle East Respiratory Syndrome(MERS) on general public in Korea', *korean psychological association*, vol.35, no.2, pp.355-383, 2016.
- [9] J-W. Do, 'An investigation of design constraints in the process of converting face-to-face course into online course', *Journal of Education & Culture*, vol.26, no.2, pp.153-173, 2020.
- [10] M-A. Jeong, 'Prospects for cinema theater and the cinema industry in the post-corona age', *The korean journal of arts studies*, vol.29, pp.29-49, 2020.
- [11] G. Riva, F. Mantovani and BK. Wiederhold,

- 'Positive Technology and COVID-19', *Cyberpsychol Behav Soc Netw*, vol.23, no.9, pp.581-587, 2020.
- [12] S. Yangming, Z. Yibo, KM, Ranjana and DU. Jing, 'A neurophysiological approach to assess training outcome under stress: A virtual reality experiment of industrial shutdown maintenance using Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS)', *Advanced Engineering Informatics*, vol.46, pp.101153, 2020.
- [13] S-I. Song, S-H. Ryu and S-J. Park, 'The effects of virtual-reality game on stress and flow for stroke patients', *Journal of special education & rehabilitation science*, vol.55, no.1, pp.355-370, 2016.
- [14] H. Kim, D-J. Kim, S. Kim, W-H. Chung, K-A. Park, D-K. Kim, D. Kim, M-J. Kim, K. Kim and H-J. Jeon, '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*, vol.12, 614539, 2021.
- [15] S. Ozawa, Y. Hiromasa, O. Kazuo and H. Kazuo, 'Emotional Distraction by Constant Finger Tapping', *Journal of Psychophysiology*, vol.36, no.2, pp.118-134, 2022.
- [16] KR. Crafton, AN. Mark and SC. Cramer, 'Improved understanding of cortical injury by incorporating measures of functional anatomy', *Brain*, vol.126, no.7, pp.1650-1659, 2003.
- [17] S-H. Kim, H-J. Park and S-Y. Choo, 'Effects of Changes to Architectural Elements on Human Relaxation-Arousal Responses: Based on VR and EEG', *Int J Environ Res Public Health*, vol.18, no.8, pp.4305-4332, 2021.
- [18] GP. Chrousos, 'Stress and disorders of the stress system', *Nature Reviews Endocrinology*, vol.5, pp.374-381, 2009.
- [19] A. Radino and V. Tarantino, 'Impact of physical activity on response to stress in people aged 65 and over during COVID-19 pandemic lockdown', *Psychogeriatrics*, vol.22, no.2, pp.227-235, 2022.
- [20] Y. Tran, RA. Thuraisingham, N. Wijesuriya, HT. Nguyen and A. Criag, 'Detecting neural changes during stress and fatigue effectively: A comparison of spectral analysis and sample entropy', Proceedings of the 3rd International IEEE EMBS Conference on Neural Engineering, pp.350-353, 2007.
- [21] Y-S. Kim, S-H. Park, D-H. Nam, J-K. Kim, S-K. Kil and H-K. Min, 'Quantitative recognition of stable state of EEG using wavelet transform and power spectrum analysis', *Journal of Korea Institute of Convergence Signal Processing*, vol.8, no.3, pp.178-184, 2007.
- [22] M. Jiang, A. Hassan, Q. Chen and Y. Liu, 'Effects of different landscape visual stimuli on psychophysiological responses in Chinese students', *Indoor Built Environ*, vol.29, no.7, pp.1006-1016, 2019.
- [23] Y-J. Lee, H-G. Kim, E-J. Cheon, K. Kim, J-H. Choi, J-Y. Kim, J-M. Kim and B-H. Koo, 'The analysis of electroencephalography changes before and after a single neurofeedback alpha/theta training session in university students', *Appl Psychophys Biofeedback*, vol.44, no.3, pp.173-184, 2019.
- [24] S-H Bae and K-Y Kim, 'The stimulation effects of auricular acupressure with magnetic pellets on stress-related brain wave and heart rate variability changes in university students', *Journal of The Health Care and Life Science*, vol.9, no.2, pp.345-354, 2021.
- [25] RP. Sloan, PA. Shapiro, E. Bagiella, SM. Boni, M. Paik, JT. Bigger Jr, RC. Steinman and JM. Gorman, 'Effect of mental stress throughout the day on cardiac autonomic control', *Biol Psychol*, vol.37, pp.89-99, 1994.
- [26] C-D. Kim, 'A Career Counseling Model Using 'Flow' Theory', *The Korea Journal of Youth Counseling*, vol.10, no.1, pp.5-30, 2002.
- [27] JM. Gorman and RP. Sloan, 'Heart rate variability in depressive and anxiety disorders' *Am Heart J*, vol.140, no.4, pp.77-83, 2000.
- [28] I. Indovina and JN. Sanes, 'Combined visual attention and finger movement effects on

human brain representations', *Experimental brain research*, vol.140, no.3, pp.265-279, 2001.

- [29] K-Y Kim and S-H Bae, 'Convergence study on the change of cognitive function through the intentional finger movement,' *Journal of the Korea Convergence Society*, vol.10, no.5, pp.95-102, 2019.
- [30] S-K Lee, 'Effects of walking exercise in stress reduction', *Journal of The Health Care and Life Science*, vol.7, no.3, pp.111-114, 2019.