

2D 숲동영상 및 Virtual Reality 숲동영상 시청이 성인의 스트레스 감소에 미치는 영향

홍성준 · 정다워 · 이정도 · 김다영 · 김수진 · 박범진^{ID*}

충남대학교 산림환경자원학과

Effect of 2D Forest Video Viewing and Virtual Reality Forest Video Viewing on Stress Reduction in Adults

Sungjun Hong, Dawou Joung, Jeongdo Lee, Da-young Kim,

Soojin Kim and Bum-Jin Park^{ID*}

Department of Environment & Forest Resources, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

요약: 본 연구는 평면 숲동영상 및 VR 숲동영상 시청이 성인의 스트레스 감소에 미치는 영향을 밝히기 위해 수행되었다. 실험은 인공기후실에서 진행되었으며, 피험자는 40명이 참가하였다. 피험자의 스트레스를 유발한 후 2D 회색동영상, 2D 숲동영상, VR 숲동영상을 5분 동안 시청하게 하였다. 실험하는 동안 연속적으로 심박변동성을 측정하여 자율신경계 활동을 평가하였으며, 각 실험 후 설문지를 이용하여 심리 상태를 평가하였다. 생리적 측정 결과 2D 숲동영상은 2D 회색동영상보다 스트레스 지수 감소효과가 크고, HF 증가효과가 크며, 심장박동수 감소효과가 크다는 사실을 확인하였다. 또한 VR 숲동영상은 2D 회색동영상 시청보다 스트레스 지수 감소효과가 크고, LF/HF 증가효과가 크며, 심장박동수 감소효과가 크다는 사실을 확인하였다. 심리적 측정 결과 피험자들은 2D 회색동영상보다 2D 숲동영상과 VR 숲동영상을 더 폐적하고, 자연적이며, 진정된다고 느꼈다는 사실을 확인하였다. 그리고 2D 숲동영상과 VR 숲동영상이 2D 회색동영상보다 긍정적인 정서를 증가시키고 부정적인 정서를 감소시킨다는 사실을 확인하였다. 이상의 결과를 바탕으로 2D 숲동영상과 VR 숲동영상의 시청은 스트레스 상황을 벗어나 2D 회색동영상을 시청하는 것보다 더 스트레스 지수를 감소시키고, 심장박동수를 감소시키는 것으로 판단된다. 또한 2D 숲동영상은 부교감 신경계의 활동을 증가시키고 VR 숲동영상은 교감 신경계의 활동을 증가시키는 차이점이 있는 것으로 판단된다. 마지막으로 VR 숲동영상의 교감 신경계의 활동 증가는 스트레스, 긴장 등의 부정적 교감신경 활성이 아닌 신기함, 호기심 등의 긍정적 교감신경 활성으로 판단된다. 이러한 연구의 결과가 산림치유의 시각적 효과에 대한 기반이 되길 기대하고, 임업분야에서 4차 산업혁명의 기술인 VR의 활용이 넓어지는 기반이 되길 기대한다.

Abstract: This study was carried out to investigate the effect of watching a two-dimensional (2D) forest video and a virtual reality (VR) forest video on stress reduction in adults. Experiments were conducted in an artificial climate room, and 40 subjects participated. After inducing stress in the subjects, subjects watched a 2D gray video, 2D forest video, or VR forest video for 5 mins. The autonomic nervous system activity was evaluated continuously in terms of measured heart rate variability during the experiment. After each experiment, the subject's psychological state was evaluated using a questionnaire. The 2D forest video decreased the viewer's stress index, increased HF, and reduced heart rate compared with the 2D gray video. The VR forest video had a greater stress index reduction effect, LF/HF increase effect, and heart rate reduction effect than the 2D gray video. Psychological measurements showed that subjects felt more comfortable, natural, and calm when watching the 2D gray video, 2D forest video or VR forest video. We also found that the 2D forest video and VR forest video increased positive emotions and reduced negative emotions compared to the 2D gray video. Based on these results, it can be concluded that watching the 2D forest and VR forest videos reduces the stress index and heart rate compared with watching the 2D gray video. Thus, it is considered that the 2D forest video increases the activity of the parasympathetic nervous system, and the VR forest video increases the activity of the sympathetic nervous system. The increased activity of the sympathetic nervous system upon watching the VR forest video is judged to be positive sympathetic nerve activity, such as novelty and curiosity, and not negative sympathetic activity, such as stress and tension. The results of this study are expected to be the basis for examining the visual effects of forest healing, with hope that the utilization of VR, the technology of the fourth industrial revolution in the forestry field, will broaden.

Key words: forest landscape, forest therapy, forest welfare, heart rate variability, positive affect and negative affect schedule, profile of mood state, semantic differential method

* Corresponding author

E-mail: bjpark@cnu.ac.kr

ORCID

Bum-Jin Park  https://orcid.org/0000-0002-5214-5688

서 론

현재는 3차 산업을 넘어 4차 산업혁명의 시대를 살고 있다고 말하고 있다. 2016년에 진행된 알파고와 이세돌의 바둑 경기, 전 세계적으로 인기를 끌었던 증강현실 게임 ‘포켓몬 고’ 등은 4차 산업혁명의 기술이 우리의 일상생활에 밀접하게 연관이 되어 있음을 보여준다. 4차 산업혁명이라는 용어는 2016년 1월에 개최된 다보스 포럼에서 “제 4차 산업혁명의 이해”를 의제로 삼으면서 처음 사용되었으며, 4차 산업혁명이란 세상의 모든 것이 인터넷으로 연결되고 인간과 사물의 모든 데이터가 수집·축적·활용되는 만물초지능 통신혁명을 말한다(Kim, 2018). 이를 기반으로 인류의 생활방식과 사회·경제의 운영 방식이 혁신되는 거대한 변혁의 총체라고 할 수 있다. 독일의 인더스트리 4.0(Industrie 4.0), 미국의 첨단제조기술 중심 제조업 혁신 정책 등 선도국가들은 4차 산업혁명의 기술을 활용하기 위해 다양한 전략들을 세우고 있으며, 우리나라 또한 대통령 직속 기관으로 ‘4차산업혁명위원회’를 신설하여 4차 산업혁명으로 인한 변화에 대응하고 있다(Noh, 2017).

4차 산업혁명의 기술은 인공지능, 자율주행, 3D 프린팅 등 다양하지만 그 중 가상현실(VR) 기술에 대해서 논하고자 한다. 가상현실(virtual reality, VR)이란 사용자가 느끼기에 실제와 같거나, 또는 보통 일반인이 얻기 힘든 시각, 청각, 촉각, 힘의 감각, 전정 감각 등의 경험을 제공할 수 있도록 다양한 컴퓨터 인터페이스를 통하여 인공적으로 만들어 놓은 현실을 말한다(Brooks et al., 1999). 즉 VR 기술은 사용자의 오감을 자극하며 실제와 유사한 체험을 하게함으로서 공간적, 시간적 제한을 뛰어넘을 수 있다는 장점이 있다. 이러한 장점을 가지고 있는 VR은 오락/엔터테인먼트, 서비스업, 교육, 산업 등 다양한 분야에서 활용되고 있다. Steam, playstaion 등 다양한 게임회사에서 VR 전용 게임을 개발하여 제공하고 있으며, VR을 체험할 수 있는 테마파크도 생겨났다. 또한 전 세계 명소의 실제적 프리젠테이션을 제공하는 토마스쿡(Thomas Cook)사와 삼성 ‘기어 VR’이 협업하여 사람들에게 VR 기술을 통해 전 세계의 명소를 제공하고 있다. 그리고 의료진의 교육, 군인들의 훈련 등에도 활용되고 있으며(Aggarwa et al., 2009; Livingston et al., 2002), 심리적인 치료에도 활용되고 있다(Garcia et al., 2002; Rothbaum., 2000; Powers and Emmelkamp, 2008). VR 기술은 점점 더 다양한 분야에서 활용될 것이라고 판단되며, 연구에서도 활용될 것으로 생각된다. 그러나 임업 분야에서는 VR 기술의 활용이 다른 분야에 비해 부족한 실정이다. 국립산림과학원은 산림과학관에 VR 장비를 설치하여 방문객에게 산림 정보를 제공하고 있고, 국립산

림치유원은 2017년과 2018년에 대한민국 산림문화 박람회를 개최하여 VR을 통한 산림레포츠 체험을 제공하였다. 이렇듯 임업 분야에서 VR 기술은 정보제공, 홍보 목적으로만 활용되고 있다. 임업 분야에서 VR의 활용을 증가시키려면 VR 기술을 임업 분야에 접목시킬 수 있는 연구들이 필요하다.

그래서 본 연구는 VR 기술을 활용하여 산림치유 시각적 효과에 대한 연구를 진행하고자 한다. 산림치유의 효과에 대한 선행연구 중 산림치유의 효과를 명확하게 파악하기 위해 온도, 습도, 조도 등 물리환경을 통제할 수 있는 실내에서 진행한 연구들이 있었다. 그 중 산림치유의 시각적 효과를 증명하기 위한 연구들은 2D 사진이나 동영상을 활용한 시각적 자극을 사용하여 진행되었다(Ulrich, 2003; Van den Berg, 2003; Igarashi et al., 2014; Gen et al., 2015; Lee, 2017). 따라서 VR 기술을 활용한 시각적 자극 또한 산림치유 효과를 줄 수 있을 것이라고 판단된다. 또한 본 연구에서는 VR 기술을 활용한 산림치유의 시각적 효과를 명확히 파악하기 위하여 2D 기술 또한 같이 활용하여 비교, 분석하고자 한다.

재료 및 방법

1. 측정대상 및 일자

본 연구는 만 20세에서 만 34세의 성인을 대상으로 실시하였다. 본 연구는 충남대학교 윤리심사위원회의 승인을 얻었으며 실험에 참여한 피험자는 총 40명으로 남자 21명, 여자 19명이 참가하였으며 피험자의 평균 연령은 24.40 ± 2.81 세였다(Figure 1). 심박변이도와 심장박동수 측정에 대한 동일한 조건을 적용하기 위해 실험 실시 전 정신질환유무, 신체질환유무, 특정 약물 복용 등의 사항을 검토하였으며 실험 전 카페인 섭취 금지, 과도한 운동금지 등의 주의사항을 숙지하도록 하였다. 실험은 2018년 11월 7일부터 2018년 12월 6일까지 9시부터 18시 사이의 시간에 실시하였다.

2. 실험방법

본 연구는 ‘오리엔테이션 – 장비착용 – 기준점 측정 – 실험1 – Wash time – 실험 2 - Wash time – 실험 3’의 순서로 진행되었으며(Figure 2) 총소요시간은 88분이었다. 실험은 교차실험으로 설계하여 순서의 영향을 제거하였다. 실험은 온도, 습도, 조도를 제어 할 수 있는 인공기후실에서 진행되었으며 본 실험에서는 온도 25°C, 습도 50%, 조도 500Lux로 설정하여 진행하였다. 피험자의 생리 변화를 연속적으로 측정하기 위해 장비착용단계에서 실험의 마지막 단계까지 연속적으로 측정하였다. 피

number	sex	age	number	sex	age
1	male	26	21	male	34
2	male	25	22	female	22
3	female	22	23	female	31
4	male	25	24	male	27
5	male	24	25	male	25
6	female	25	26	female	20
7	male	25	27	male	28
8	female	21	28	male	28
9	female	24	29	female	20
10	male	24	30	female	27
11	female	22	31	male	25
12	male	27	32	male	24
13	male	23	33	female	23
14	female	23	34	male	24
15	male	25	35	male	20
16	male	24	36	male	25
17	female	25	37	male	25
18	female	21	38	female	22
19	female	25	39	female	23
20	female	22	40	female	25

Figure 1. Information of participants.

험자의 심리 변화를 측정하기 위해서 기준점 측정단계와 실험1,2,3 단계에서 설문지 조사를 실시하였다.

1) 기준점 측정

기준점 측정단계는 안정 상태(Base Line)를 측정하기 위해 실시되었으며 피험자에게 영상이 송출되지 않는 VR 헤드셋을 착용하게 한 후 의자에 앉아있도록 하였다. 5분 동안 심박변이도와 심장박동수를 연속적으로 측정하였으며 기준점 측정단계가 끝난 후 설문지 조사를 실시하였다.

2) 실험 1,2,3

실험 1,2,3 단계에서는 ‘암산 – 동영상 시청 – 혈압 측정 – 설문지 작성’의 순서로 진행되었다. 암산 단계는 피험자에게 스트레스를 주기 위해 실시되었다. 피험자는 VR 헤드셋을 착용하였고 피험자가 보고 있는 VR 평면화면에 두 자릿수와 한 자릿수의 곱셈 문제가 나타나게 하였다. 피험자에게 화면에 보이는 곱셈 문제를 암산하여 정답을 말하게 하였으며 암산단계는 2분 동안 진행되었다. 곱셈 문제는 피험자에게 공평한 난이도의 문제를 제시하기 위해 난수표를 이용하여 제작하였다. 동영상 시청 단계는 암산 단계가 끝난 후 바로 진행되었으며, 2D 회색동영상, 2D 숲동영상, VR 숲동영상을 피험자에게 교차 방법으로 5분 동안 보여주었다. 동영상 시청 단계가 끝난 후 피험자는 혈압을 측정하고 설문지를 작성하였다.

3) Wash time

Wash time 단계에는 이전 자극으로 인한 영향을 제거

하기 위해 실시되었다. 피험자는 VR 헤드셋을 벗은 상태로 10분 동안 의자에 앉아서 편하게 쉬었다. 피험자는 Wash time 단계 동안 인공기후실을 벗어나지 않았으며 온도, 습도, 조도는 처음 설정한 값을 그대로 유지하였다.

3. 동영상

본 연구에서는 인간이 가지고 있는 오감 중에서 시각을 통한 시각적 자극을 제시하고자 한다. 본 연구에서는 2D 회색동영상, 2D 숲동영상, VR 숲동영상을 사용하였다. 피험자는 세 가지 동영상을 모두 VR 헤드셋을 착용한 상태로 5분 동안 시청하였다. 2D 회색동영상은 Youtube에 올려진 ‘Grey Screen Gray Screen 30 minutes background 16:9’ 영상에서 소리를 제거하여 사용하였다. 2D 숲동영상은 Youtube에 올려진 ‘여름날 숲속의 새소리, 자연의 소리 / 짧은 ASMR Nature’ 영상에서 소리를 제거하여 사용하였다. VR 숲동영상은 민주지산에서 360도 카메라로 찍은 VR 동영상에서 소리를 제거하여 사용하였다. VR 숲동영상은 여름에 촬영되었고, 교목과 관목이 어우러진 흔효림에서 촬영하였다. 세 가지 동영상은 교차방법으로 시청하여 순서의 영향을 제거하였다.

4. 측정도구

1) 심박변이도(Heart Rate Variability, HRV)

HRV는 심장박동과 심장박동 사이의 간격 변화를 이용하여 자율신경계의 반응을 측정하는 방법이다(Kobayashi et al., 1999). 본 연구에서는 HRV 측정은 휴대가 가능한 휴대용 형식의 웨어러블 심박센서를 사용하여 측정하였

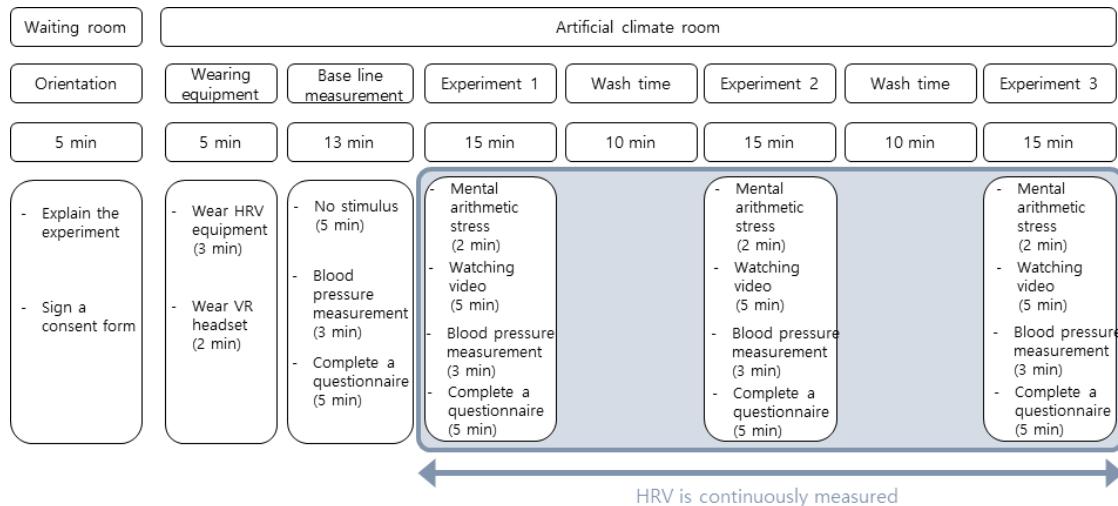


Figure 2. Order of experiment.

으며 장비를 착용하는 장비착용단계에서부터 실험이 종료할 때까지 연속적으로 측정하였다(Figure 3). 본 연구에서는 자율신경계의 활동 변화를 측정하기 위해 스트레스 지수(Stress Index, SI)와 심장박동과 심장박동 사이의 표준편차(Standard Deviation of RRI, SDNN)을 지표로 사용하였으며, 부교감신경계의 활동 변화를 측정하기 위하여 HF(High Frequency)를 지표로 사용하였다.

① SI(Stress Index)

SI는 Baevsky et al.(1984)이 개발한 스트레스 분석법으로서 심박변이도를 통한 스트레스를 측정하는데 널리 쓰이고 있다. SI 지수가 높을수록 스트레스가 높은 상태를 의미한다.

② HF(High Frequency)

HF는 high frequency로 0.15~0.4Hz 범위의 주파수이다. HF가 높을수록 부교감신경계가 활성화되었음을 의미하며, 안정 상태를 의미한다(Berntson et al., 1997).

③ LF/HF(Low Frequency / High Frequency)

LF/HF는 low frequency 와 high frequency의 비율로써 교감신경계의 활성화 지표이다. LF/HF가 낮을수록 출린 상태를 나타내고, 높을수록 집중, 각성 상태를 의미한다(Patel et al., 2011)

2) 심장박동수(Heart Rate, HR)

본 연구에서는 자율신경계 지표로 심장박동수를 사용하였다. 심장박동수 측정은 휴대가 가능한 휴대용 형식의 웨어러블 심박센서를 사용하여 측정하였으며 장비를

착용하는 장비착용 단계에서부터 실험이 종료할 때까지 연속적으로 측정하였다(Figure 3). 심장박동수가 높을수록 긴장 상태를 의미한다.

3) 의미분별법(Semantic Differential method, SD method)

SD method(Osgood et al., 1957)는 인간의 감성을 표현하는 형용사를 활용하여 인간의 심상공간을 평가하는 방법이다. 본 연구에서는 ‘쾌적감-불쾌감’, ‘자연감-인공감’, ‘진정감-불안감’의 형용사를 이용하여 13점 척도를 사용하였으며 점수가 높을수록쾌적감, 자연감, 진정감이 높다는 것을 의미한다. 본 연구에서의 내적 일치도 Cronbach's α 는 .885이었다.

4) 기분상태검사(Profile of Mood State, POMS)

POMS(McNair et al., 1971)는 일시적인 감정과 기분을 평가하는 설문지로서 본 연구에서는 30문항의 5점 척도로 구성된 단축판을 사용하였다. POMS는 긴장(T-A), 우울(D), 분노(A-H), 활기(V), 피곤(F), 혼란(C)의 6개의 하위영역으로 구성되어있으며, 각 하위영역별로 점수화가 가능하다. 그리고 부정적 기분척도인 긴장, 우울, 분노, 피로, 혼란의 5개 영역의 점수를 더한 값에서 긍정적 기분척도인 활기 영역 점수를 뺀 총 정서장애(Total Mood Disturbance, TMD)도 점수화가 가능하다. 총 정서장애는 점수가 높을수록 부정적 감정이 높은 것을 의미한다. 본 연구의 내적일치도 Cronbach's α 는 .881이었다.

5) 정적정서 및 부적정서 척도(Positive Affect and Negative Affect Schedule, PANAS)

PANAS(Watson et al., 1988)은 인간의 긍정적 정서와



Figure 3. Wearable heart rate sensor and belt type electrode.

부정적 정서를 평가하는 설문지이다. 본 연구에서는 Watson et al.(1988)에 의해 개발된 PANAS를 Park and Lee (2016)가 타당화한 척도를 사용하였다. 사용된 PANAS 설문지는 5점 리커트 척도이며 긍정적 정서를 측정하는 10문항의 형용사와 부정적 정사를 측정하는 10문항의 형용사로 구성된 총 20문항으로 구성되어 있다. 본 연구에서의 내적일치도 Cronbach's α 는 .889이었다.

5. 자료분석

VR 숲동영상 시청이 스트레스 감소에 미치는 영향을 확인하기 위해 전체 피험자를 대상으로 데이터를 비교분석하였다. 생리평가에 대해서는 대응표본t검정을 실시하였으며, 심리평가에 대해서는 비모수통계법인 윌콕슨 부호 순위 검정을 실시하였다. 통계적 분석은 IBM SPSS 24.0(Statistical Package for Social Science, Version 24, SPSS Inc, Illinois, USA)을 사용하였으며, 유의수준은 $p<.05$ 로 하였다.

결과 및 고찰

1. 생리측정 결과

1) 스트레스 지수

피험자를 대상으로 각 과정의 심박변이도와 심장박동 수를 측정하였다. 7분 동안 측정한 스트레스 지수를 1분 간격으로 나누어 분석한 결과, 암산 과정의 스트레스 지수는 $20.67\pm0.67\%$ (1분), $19.26\pm0.60\%$ (2분)이었다(Figure 4). 2D 회색동영상 시청의 스트레스 지수는 $19.38\pm0.72\%$ (3분), $19.13\pm0.60\%$ (4분), $19.49\pm0.69\%$ (5분), $21.63\pm1.82\%$ (6분), $18.59\pm0.80\%$ (7분)으로 3분, 4분, 7분에서 암산의 평균 스트레스 지수보다 유의하게 감소하였다[Figure 4(a)]. 2D 숲동영상 시청의 스트레스 지수는 $18.31\pm0.64\%$ (3분), $18.56\pm0.67\%$ (4분), $20.00\pm0.79\%$ (5분), $19.49\pm0.53\%$ (6분), $17.19\pm0.58\%$ (7분)으로 3분, 4분, 7분에서 암산의 평균 스트레스 지수보다 유의하게 감소하였다[Figure 4(b)].

VR 숲동영상 시청의 스트레스 지수는 $18.00\pm0.54\%$ (3분), $18.41\pm0.42\%$ (4분), $22.67\pm3.39\%$ (5분), $19.04\pm0.72\%$ (6분), $18.12\pm0.67\%$ (7분)으로 3분, 4분, 6분, 7분에서 암산 과정의 평균 스트레스 지수보다 유의하게 감소하였다[Figure 4(c)]. 즉 스트레스 상황인 암산과정을 벗어나 세 가지 동영상을 시청하는 것이 암산과정보다 스트레스 지수가 유의하게 감소하였다. 또한 2D 회색동영상과 2D 숲동영상과, 그리고 VR 숲동영상 시청의 스트레스 지수를 비교한 결과, 2D 숲동영상 시청의 스트레스 지수는 2D 회색동영상 시청의 스트레스 지수보다 3분, 7분에서 유의하게 낮았고[Figure 5(a)] VR 숲동영상 시청의 스트레스 지수는 2D 회색동영상 시청의 스트레스 지수보다 3분에서 유의하게 낮았으며[Figure 5(b)] 2D 숲동영상과 VR 숲동영상 시청의 스트레스 지수는 유의한 차이가 없었다[Figure 5(c)]. 따라서 2D 회색동영상, 2D 숲동영상, VR 숲동영상 모두 암산과정보다 스트레스 지수를 감소시키지만 2D, VR 숲동영상이 2D 회색동영상보다 스트레스 지수를 더 감소시키는 것으로 판단된다.

2) HF

7분 동안 측정한 HRV의 HF 측정값을 1분 간격으로 나누어 분석한 결과, 암산 과정의 HF는 202.88 ± 14.82 msec² (1분), 231.42 ± 17.86 msec² (2분)이었다(Figure 6). 2D 회색동영상 시청의 HF는 240.87 ± 22.96 msec² (3분), 281.62 ± 24.69 msec² (4분), 266.95 ± 23.82 msec² (5분), 245.74 ± 19.50 msec² (6분), 219.38 ± 20.40 msec² (7분)으로 4분, 5분, 6분에서 암산 과정의 평균 HF보다 유의하게 증가하였다[Figure 6(a)]. 2D 숲동영상 시청의 HF는 315.05 ± 27.72 msec² (3분), 266.23 ± 24.64 msec² (4분), 296.21 ± 26.75 msec² (5분), 287.26 ± 25.07 msec² (6분), 292.56 ± 54.06 msec² (7분)으로 3분, 4분, 5분, 6분에서 암산과정의 평균 HF보다 유의하게 증가하였다[Figure 6(b)]. VR 숲동영상 시청의 HF는 237.69 ± 25.53 msec² (3분), 247.82 ± 18.78 msec² (4분), 267.00 ± 22.21 msec² (5분), 243.92 ± 21.40 msec² (6분), 252.64 ± 22.68 msec² (7분)으로 5분, 7분에서 암산과정의 평균 HF

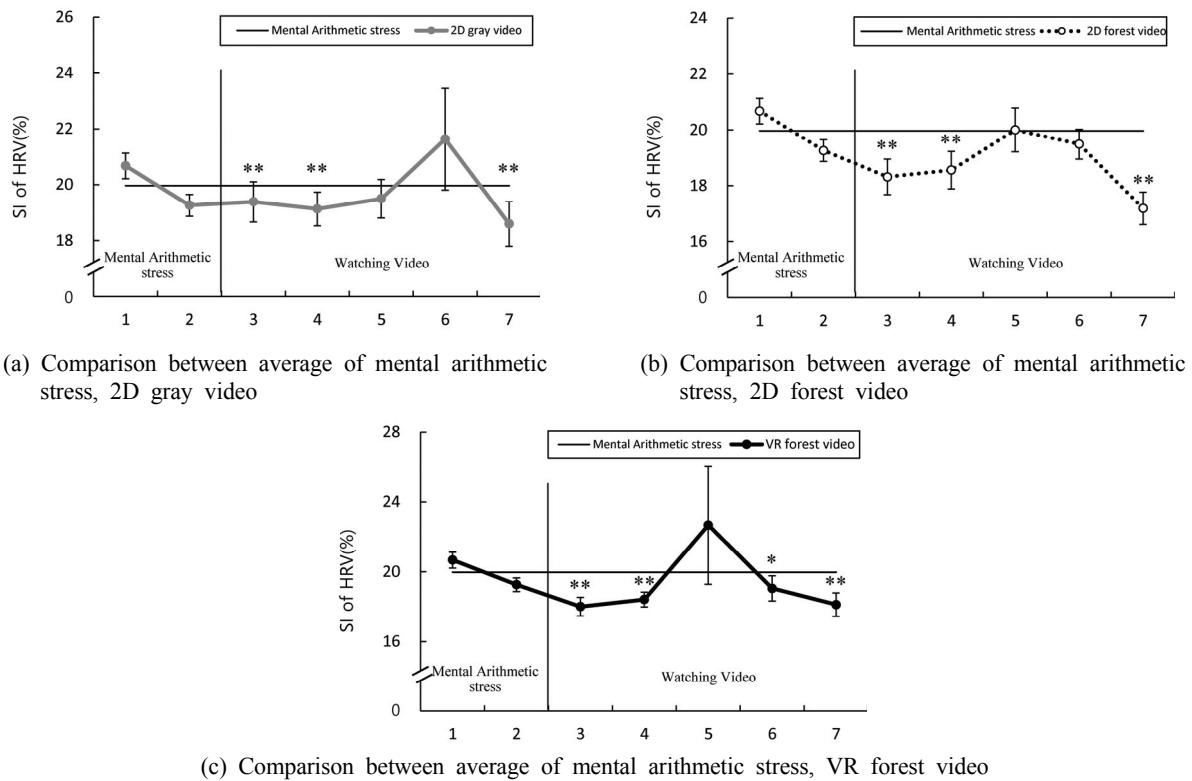


Figure 4. Comparison of stress index between average of mental arithmetic stress, watching 2D gray video, watching 2D forest video, watching VR video. N=39, mean \pm standard error, *: p<.05, **: p<.01; significant differences verified using paired T-test.

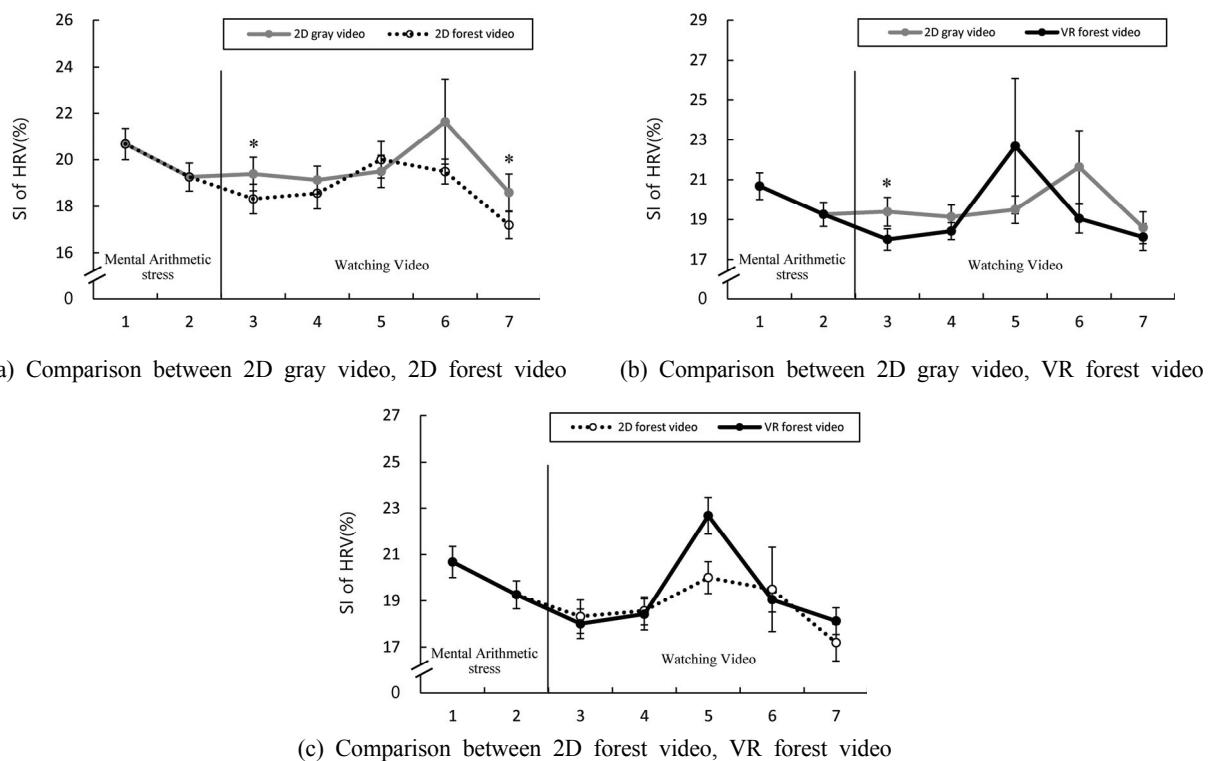


Figure 5. Comparison of stress index between watching 2D gray video, watching 2D forest video, watching VR video. N=39,

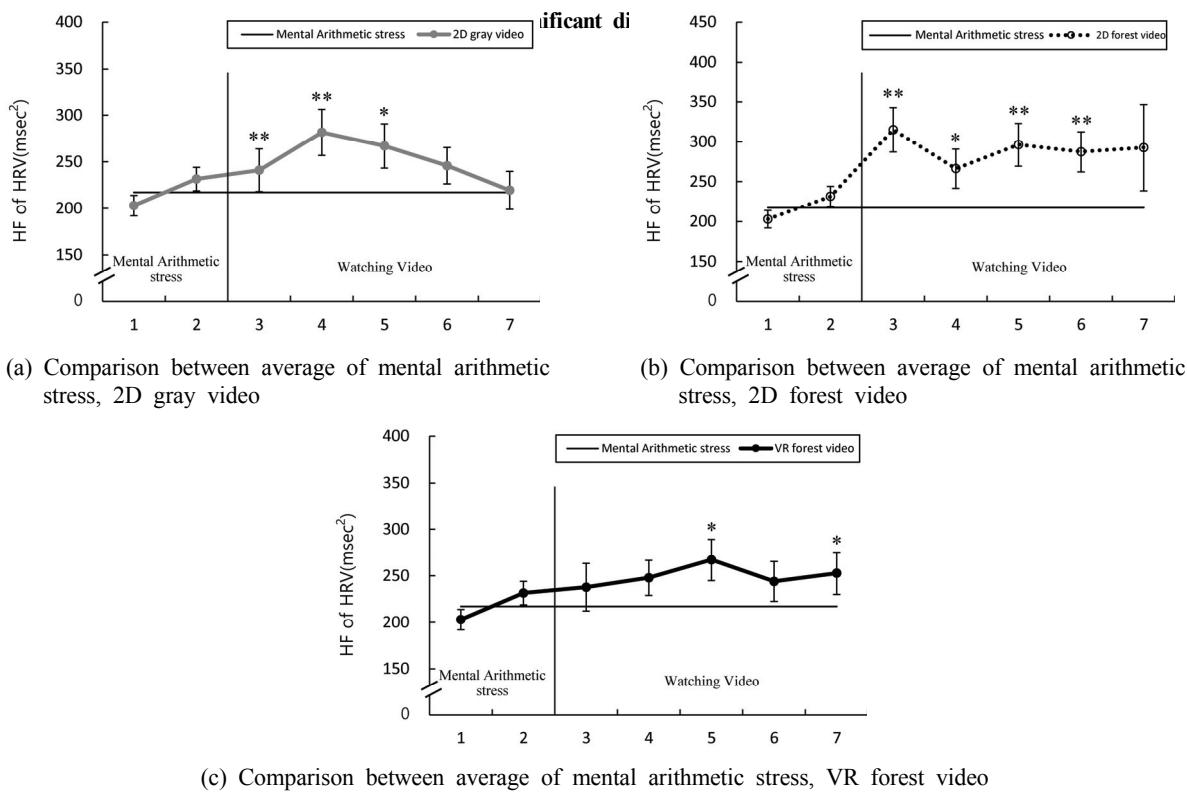


Figure 6. Comparison of high frequency between average of mental arithmetic stress, watching 2D gray video, watching 2D forest video, watching VR video. N=39, mean±standard error, *: p<.05, **: p<.01; significant differences verified using paired T-test.

보다 유의하게 증가하였다[Figure 6(c)]. 즉 스트레스 상황인 암산과정을 벗어나 세 가지 동영상을 시청하는 것 이 암산과정보다 HF가 유의하게 증가하였다. 또한 2D 회색동영상과 2D 숲동영상과, 그리고 VR 숲동영상 시청의 HF를 비교한 결과, 2D 숲동영상 시청의 HF는 2D 회색동영상 시청의 HF보다 3분, 6분에서 유의하게 높았고 [Figure 7(a)], VR 숲동영상 시청의 HF보다 3분, 6분에서 유의하게 높았으며[Figure 7(c)], 2D 회색동영상과 VR 숲동영상시청의 HF는 유의한 차이가 없었다[Figure 7(b)]. 따라서 2D 회색동영상, 2D 숲동영상, VR 숲동영상 모두 암산과정보다 HF를 증가시키지만 2D 숲동영상이 2D 회색동영상과 VR 숲동영상보다 HF를 더 증가시키는 것으로 판단된다.

3) LF/HF

7분 동안 측정한 HRV의 LF/HF 측정값을 1분 간격으로 나누어 분석한 결과, 암산 과정의 LF/HF는 1.92 ± 0.18 (1분), 2.12 ± 0.26 (2분)이었다[Figure 8]. 2D 회색동영상 시청의 LH/HF는 1.96 ± 0.30 (3분), 1.29 ± 0.21 (4분), 1.75 ± 0.30 (5분), 1.70 ± 0.37 (6분), 2.63 ± 0.50 (7분)으로 암산과정의 평균 LF/HF보다 4분에서 유의하게 감소하였다

[Figure 8(a)]. 2D 숲동영상 시청의 LH/HF는 1.33 ± 0.21 (3분), 2.07 ± 0.39 (4분), 1.41 ± 0.40 (5분), 1.55 ± 0.36 (6분), 2.31 ± 0.53 (7분)으로 암산과정의 평균 LF/HF보다 3분에서 유의하게 감소하였다[Figure 8(b)]. VR 숲동영상 시청의 LF/HF는 3.05 ± 0.63 (3분), 1.98 ± 0.34 (4분), 1.80 ± 0.35 (5분), 1.88 ± 0.31 (6분), 1.86 ± 0.28 (7분)으로 암산과정의 평균 LF/HF보다 3분에서 증가하는 경향을 보였다[Figure 8(c)]. 즉 2D 회색동영상과 2D 숲동영상은 LF/HF가 암산과정보다 유의하게 낮아지며, 전체적으로 낮은 양상을 보였으나, VR 동영상은 LF/HF가 유의하지 않았지만 암산과정보다 높아졌고, 전체적으로 암산과정에 비슷한 양상을 보였다.

또한 2D 회색동영상과 2D 숲동영상과, 그리고 VR 숲동영상 시청의 LF/HF를 비교한 결과, VR 숲동영상 시청의 LF/HF는 2D 회색동영상 시청의 LF/HF보다 3분에서 높은 경향을 보였고, 4분에서 유의하게 높았다[Figure 9(b)]. 그리고 VR 숲동영상 시청의 LF/HF가 2D 숲동영상 시청의 LF/HF보다 3분에서 유의하게 높았다[Figure 9(c)]. 따라서 VR 숲동영상이 2D 회색동영상과 2D 숲동영상보다 LH/HF를 더 증가시키는 것으로 판단된다.

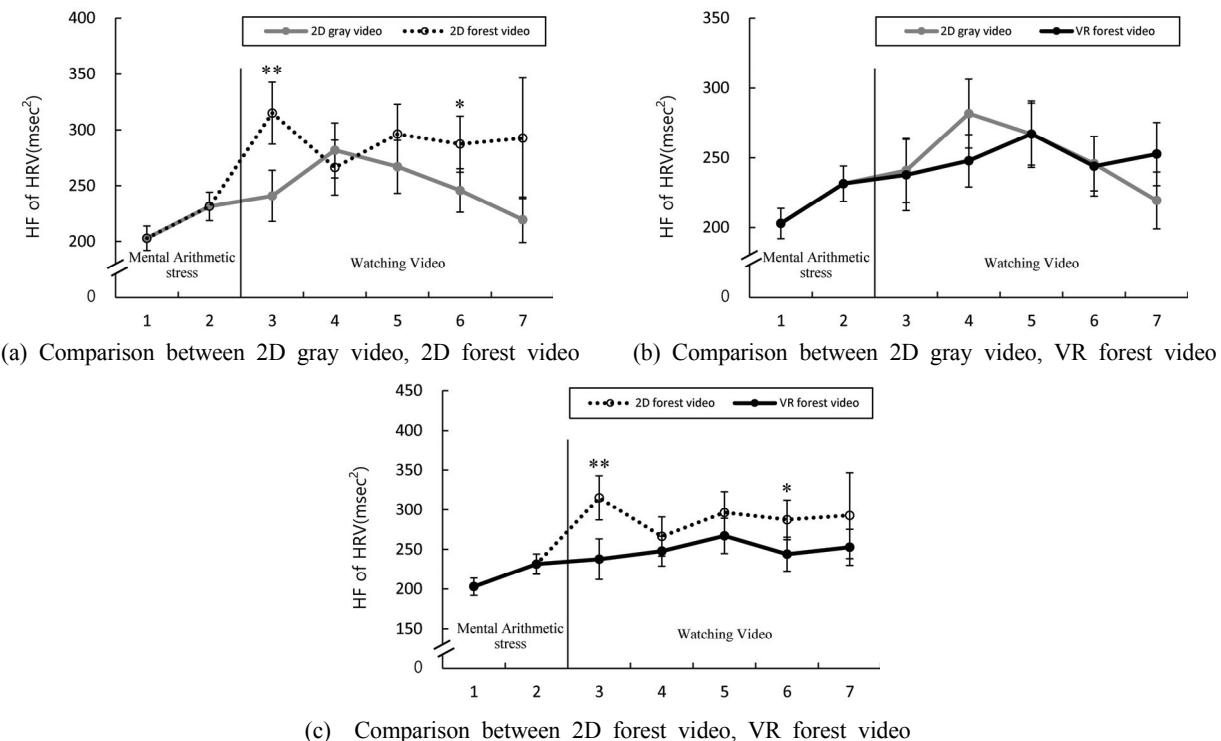


Figure 7. Comparison of high frequency between watching 2D gray video, watching 2D forest video, watching VR video. N=39, mean±standard error, *: p<.05, **: p<.01; significant differences verified using paired T-test.

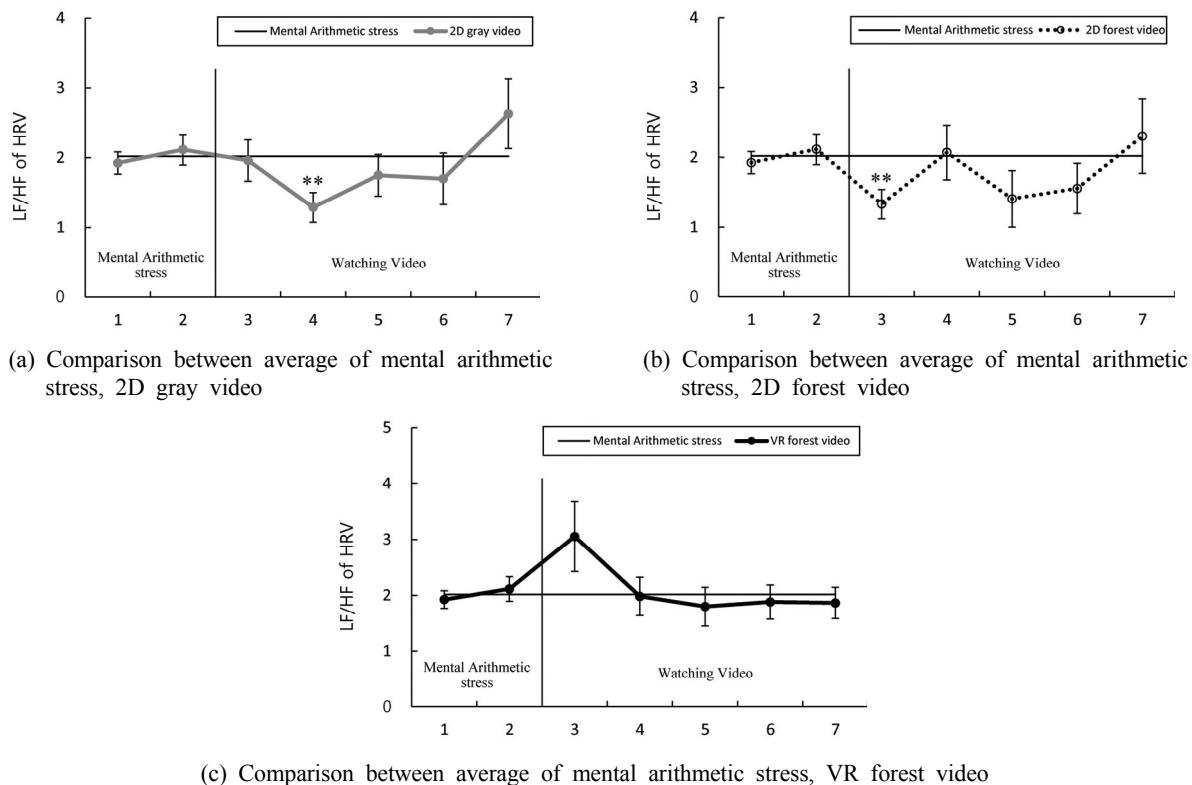


Figure 8. Comparison of low frequency / high frequency ratio between average of mental arithmetic stress, watching 2D gray video, watching 2D forest video, watching VR video. N=39, mean±standard error, **: p<.01; significant differences verified using paired T-test.

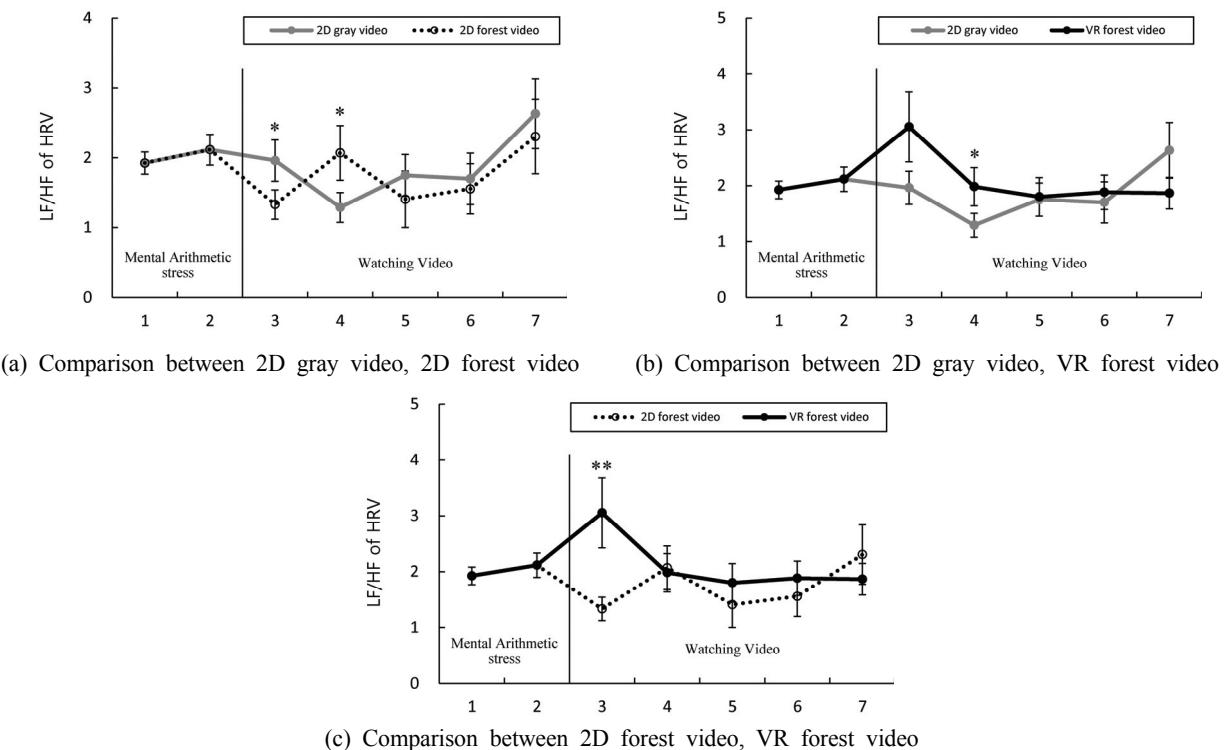


Figure 9. Comparison of low frequency / high frequency between watching 2D gray video, watching 2D forest video, watching VR video. N=39, mean±standard error, *: p<.05, **: p<.01; significant differences verified using paired T-test.

4) 심장박동수

7분 동안 측정한 심장박동수를 1분 간격으로 나누어 분석한 결과, 암산 과정의 심장박동수는 76.40 ± 1.40 bpm (1분), 73.09 ± 1.49 bpm (2분)이였다(Figure 10). 2D 회색동영상 시청의 심장박동수는 71.31 ± 1.41 bpm (3분), 72.33 ± 1.39 bpm (4분), 71.74 ± 1.39 bpm (5분), 72.26 ± 1.41 bpm (6분), 72.92 ± 1.48 bpm (7분)으로 암산 과정의 평균 심장박동수보다 모두 유의하게 감소하였다[Figure 10(a)]. 2D 숲동영상 시청의 심장박동수는 69.26 ± 1.36 bpm (3분), 70.90 ± 1.39 bpm (4분), 71.51 ± 1.40 bpm (5분), 71.38 ± 1.32 bpm (6분), 70.59 ± 1.27 bpm (7분)으로 암산 과정의 평균 심장박동수보다 모두 유의하게 감소하였다[Figure 10(b)]. VR 숲동영상 시청의 심장박동수는 69.67 ± 1.48 bpm (3분), 71.08 ± 1.42 bpm (4분), 71.13 ± 1.47 bpm (5분), 71.10 ± 1.44 bpm (6분), 70.97 ± 1.34 bpm (7분)으로 암산 과정의 평균 심장박동수보다 모두 유의하게 감소하였다[Figure 10(c)]. 즉 스트레스 상황인 암산과정을 벗어나 세 가지 동영상을 시청하는 것이 암산과정보다 심장박동수가 유의하게 감소하였다. 또한 2D 회색동영상과 2D 숲동영상과, 그리고 VR 숲동영상 시청의 심장박동수를 비교한 결과, 2D 숲동영상 시청의 심장박동수가 2D 회색동영상 시청의 심장박동수보다 3분, 6분, 7분에서 유의하게 낮았고[Figure 11(a)], VR 숲

동영상 시청의 심장박동수가 2D 회색동영상 시청의 심장박동수보다 3분, 6분, 7분에서 유의하게 낮았다[Figure 11(b)]. 따라서 2D 회색동영상, 2D 숲동영상, VR 숲동영상 모두 암산과정보다 심장박동수를 감소시키지만 2D, VR 숲동영상이 2D 회색동영상보다 심장박동수를 더 감소시키는 것으로 판단된다.

2. 심리측정결과

1) 의미분별법

의미분별법 선문지를 통해 세 가지 동영상의 ‘쾌적감’, ‘자연감’, ‘진정감’을 측정하였다. ‘쾌적감’은 2D 회색동영상이 6.38 ± 0.40 점이였고, 2D 숲동영상은 8.98 ± 0.33 점, VR 숲동영상은 9.53 ± 0.33 점으로 2D 회색동영상보다 2D 숲동영상과 VR 숲동영상이 유의하게 증가하였다[Figure 12(a)]. 또한 VR 숲동영상은 2D 숲동영상보다 유의하게 증가하였다. ‘자연감’은 2D 회색동영상이 5.00 ± 0.38 점이였고, 2D 숲동영상은 8.60 ± 0.41 점, VR 숲동영상은 9.38 ± 0.37 점으로 2D 회색동영상보다 2D 숲동영상과 VR 숲동영상이 유의하게 증가하였다[Figure 12(b)]. 또한 VR 숲동영상은 2D 숲동영상보다 유의하게 증가하였다. ‘진정감’은 2D 회색동영상이 6.33 ± 0.30 점이였고, 2D 숲동영상

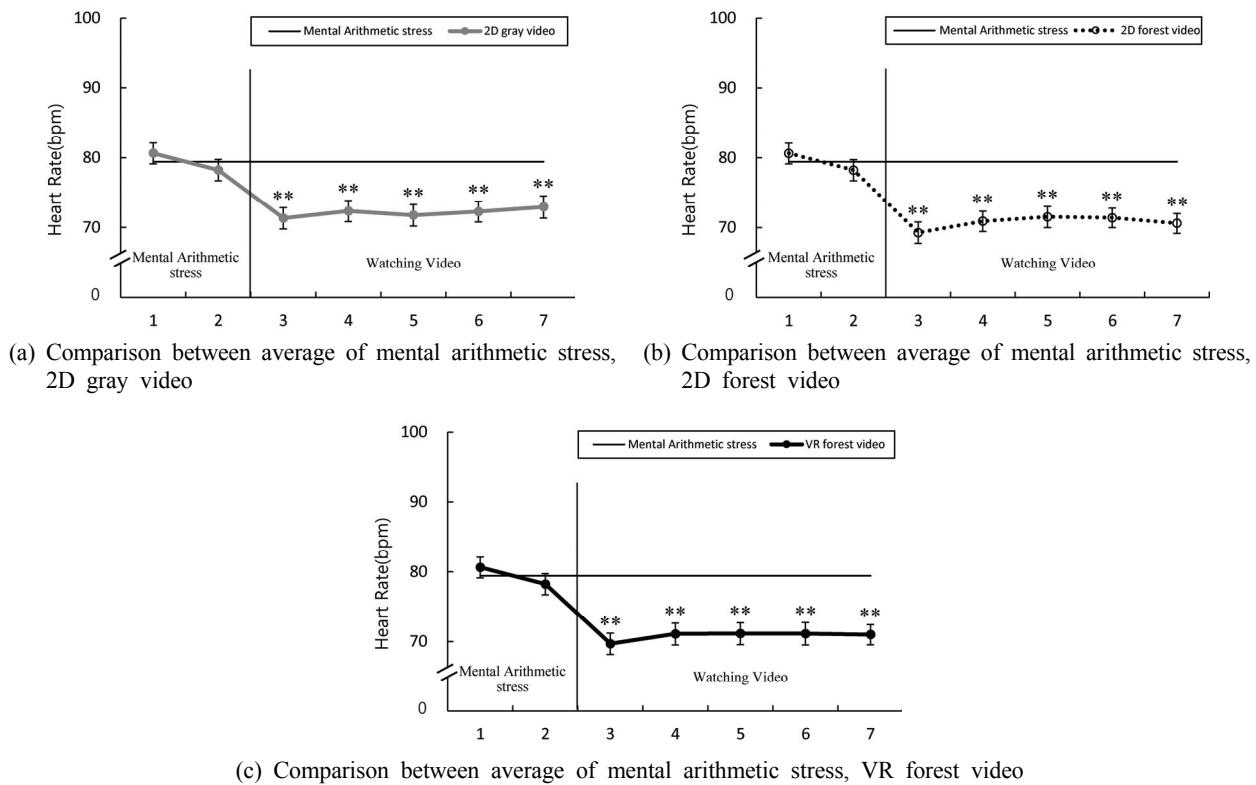


Figure 10. Comparison of heart rate between average of mental arithmetic stress, watching 2D gray video, watching 2D forest video, watching VR video. N=39, mean±standard error, **: p<.01; significant differences verified using paired T-test.

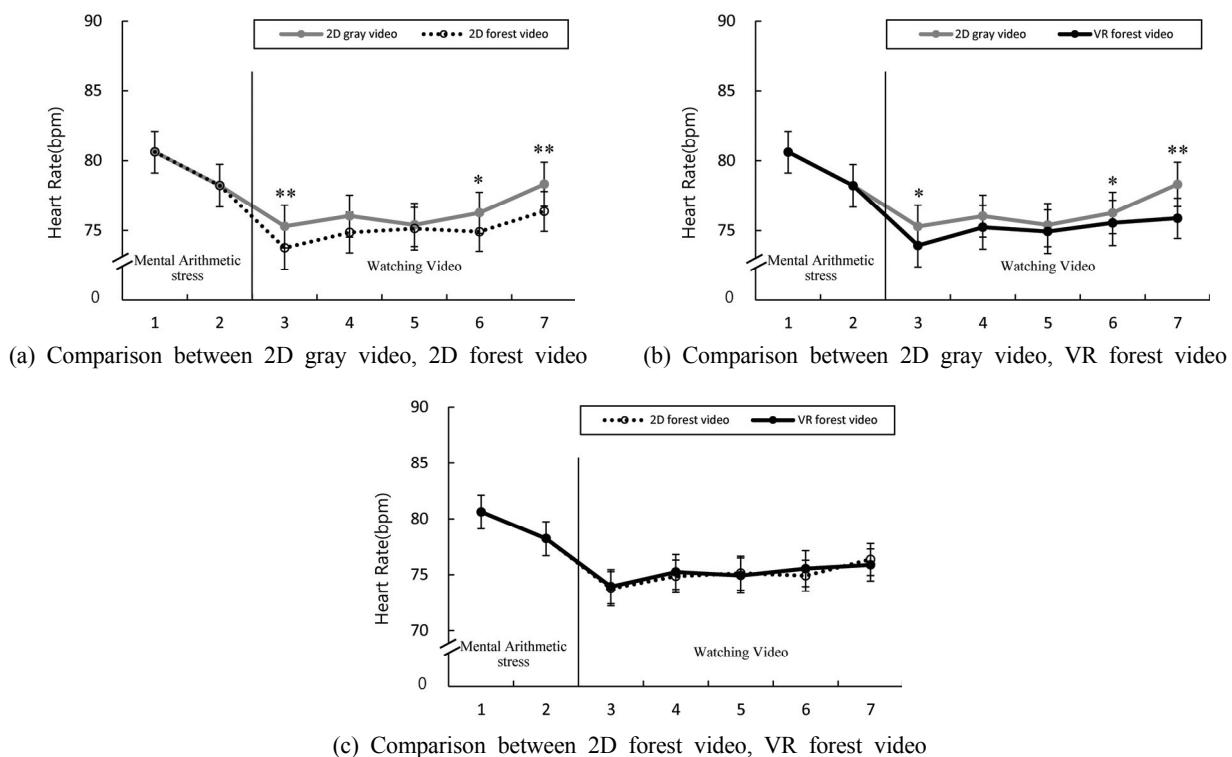


Figure 11. Comparison of heart rate between watching 2D gray video, watching 2D forest video, watching VR video. N=39, mean±standard error, *: p<.05, **: p<.01; significant differences verified using paired T-test.

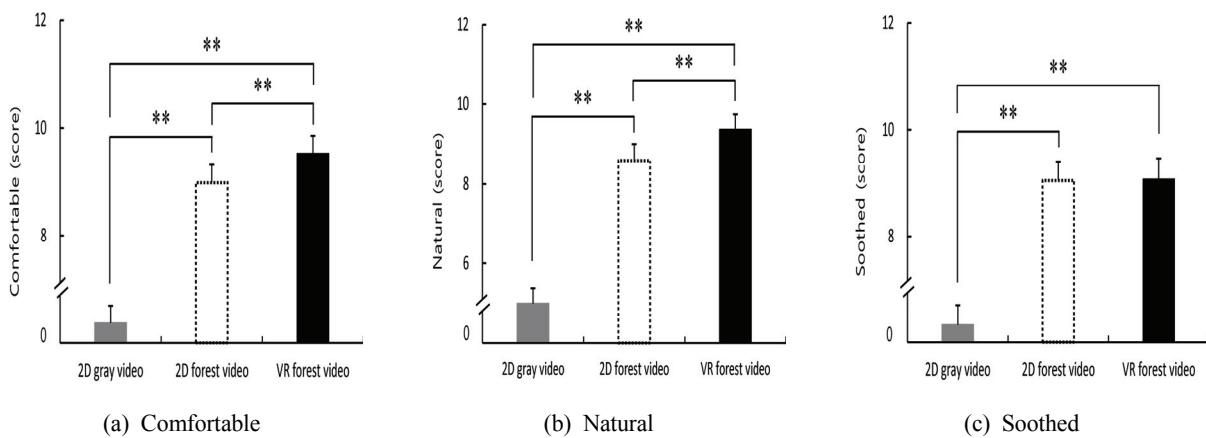


Figure 12. Comparison of SD method between watching 2D gray video, watching 2D forest video, watching VR forest video. N=40, mean±standard error, **: p<.01; significant differences verified using paired Wilcoxon signed-rank test.

은 9.05 ± 0.36 점, VR 숲동영상은 9.08 ± 0.39 점으로 2D 회색 동영상보다 2D 숲동영상과 VR 숲동영상이 유의하게 증가하였다[Figure 12(c)]. 따라서 피험자들이 2D 숲동영상과 VR 숲동영상을 2D 회색동영상보다 쾌적하고, 자연적이며, 진정된다고 느꼈으며 또한 VR 숲동영상을 2D 숲동영상보다 쾌적하고, 자연적이라고 느꼈다고 판단된다.

2) 기분상태검사

기분상태검사 설문지를 통해 세 가지 동영상을 시청한 피험자들의 ‘긴장-불안’, ‘우울’, ‘분노-적개심’, ‘활기’, ‘피곤’, ‘혼란’, ‘총정서장애’를 측정하였다. ‘긴장-불안’은 2D 회색동영상이 3.08 ± 0.57 점이었고, 2D 숲동영상은 1.28 ± 0.31 점, VR 숲동영상은 1.13 ± 0.26 점으로 2D 회색동영상보다 2D 숲동영상과 VR 숲동영상이 유의하게 감소하였다[Figure 13(a)]. ‘우울’은 2D 회색동영상이 2.20 ± 0.45 점이었고, 2D 숲동영상은 0.90 ± 0.35 점, VR 숲동영상은 0.83 ± 0.30 점으로 2D 회색동영상보다 2D 숲동영상과 VR 숲동영상이 유의하게 감소하였다[Figure 13(b)]. ‘분노-적개심’은 2D 회색동영상이 2.48 ± 0.54 점이었고, 2D 숲동영상은 0.70 ± 0.32 점, VR 숲동영상은 0.63 ± 0.23 점으로 2D 회색동영상보다 2D 숲동영상과 VR 숲동영상이 유의하게 감소하였다[Figure 13(c)]. ‘활기’는 2D 회색동영상이 1.75 ± 0.38 점이었고, 2D 숲동영상은 5.58 ± 0.74 점, VR 숲동영상은 7.50 ± 0.85 점으로 2D 회색동영상보다 2D 숲동영상과 VR 숲동영상이 유의하게 증가하였다[Figure 13(d)]. 또한 VR 숲동영상이 2D 숲동영상보다 유의하게 증가하였다. ‘피곤’은 2D 회색동영상이 5.85 ± 0.67 점, 2D 숲동영상은 3.08 ± 0.53 점, VR 숲동영상은 2.23 ± 0.46 점으로 2D 회색동영상보다 2D 숲동영상과 VR 숲동영상이 유의하게 감소하였다[Figure 13(e)]. ‘혼란’은 2D 회색동영상이 3.15 ± 0.50 점이

였고, 2D 숲동영상이 2.13 ± 0.36 점, VR 숲동영상이 2.48 ± 0.35 점으로 2D 회색동영상보다 2D 숲동영상이 유의하게 감소하였다[Figure 13(f)]. ‘총정서장애’는 2D 회색동영상이 15.00 ± 2.34 점이었고, 2D 숲동영상은 2.50 ± 1.77 점, VR 숲동영상인 -0.23 ± 1.64 점으로 2D 회색동영상보다 2D 숲동영상과 VR 숲동영상이 유의하게 감소하였다[Figure 13(g)]. 따라서 2D 숲동영상과 VR 숲동영상은 2D 회색동영상보다 부정적인 감정을 감소시키고 긍정적인 감정을 증가시킨다고 판단된다. 또한 VR 숲동영상이 2D 숲동영상보다 긍정적인 감정을 더 증가시킨다고 판단된다.

3) 정적정서 및 부적정서 척도

정적정서 및 부적정서 척도 설문지를 통해 세 가지 동영상을 시청한 피험자들의 ‘정적정서’와 ‘부적정서’를 측정하였다. ‘정적정서’는 2D 회색동영상이 17.33 ± 0.90 점이었고, 2D 숲동영상은 22.93 ± 1.04 점, VR 숲동영상은 25.73 ± 1.21 점으로 2D 회색동영상보다 2D 숲동영상과 VR 숲동영상이 유의하게 증가하였다[Figure 14(b)]. 또한 VR 숲동영상이 2D 숲동영상보다 유의하게 증가하였다. ‘부적정서’는 2D 회색동영상이 16.55 ± 1.10 점, 2D 숲동영상이 13.00 ± 0.82 점, VR 숲동영상이 12.95 ± 0.77 점으로 2D 회색동영상보다 2D 숲동영상과 VR 숲동영상이 유의하게 감소하였다[Figure 14(b)]. 따라서 2D 숲동영상과 VR 숲동영상은 2D 회색동영상보다 정적정서를 증가시키고 부적정서를 감소시킨다고 판단된다. 또한 VR 숲동영상은 2D 숲동영상보다 정적정서를 증가시킨다고 판단된다.

결 론

본 연구는 산림치유의 시각적 효과에 대해 규명하기

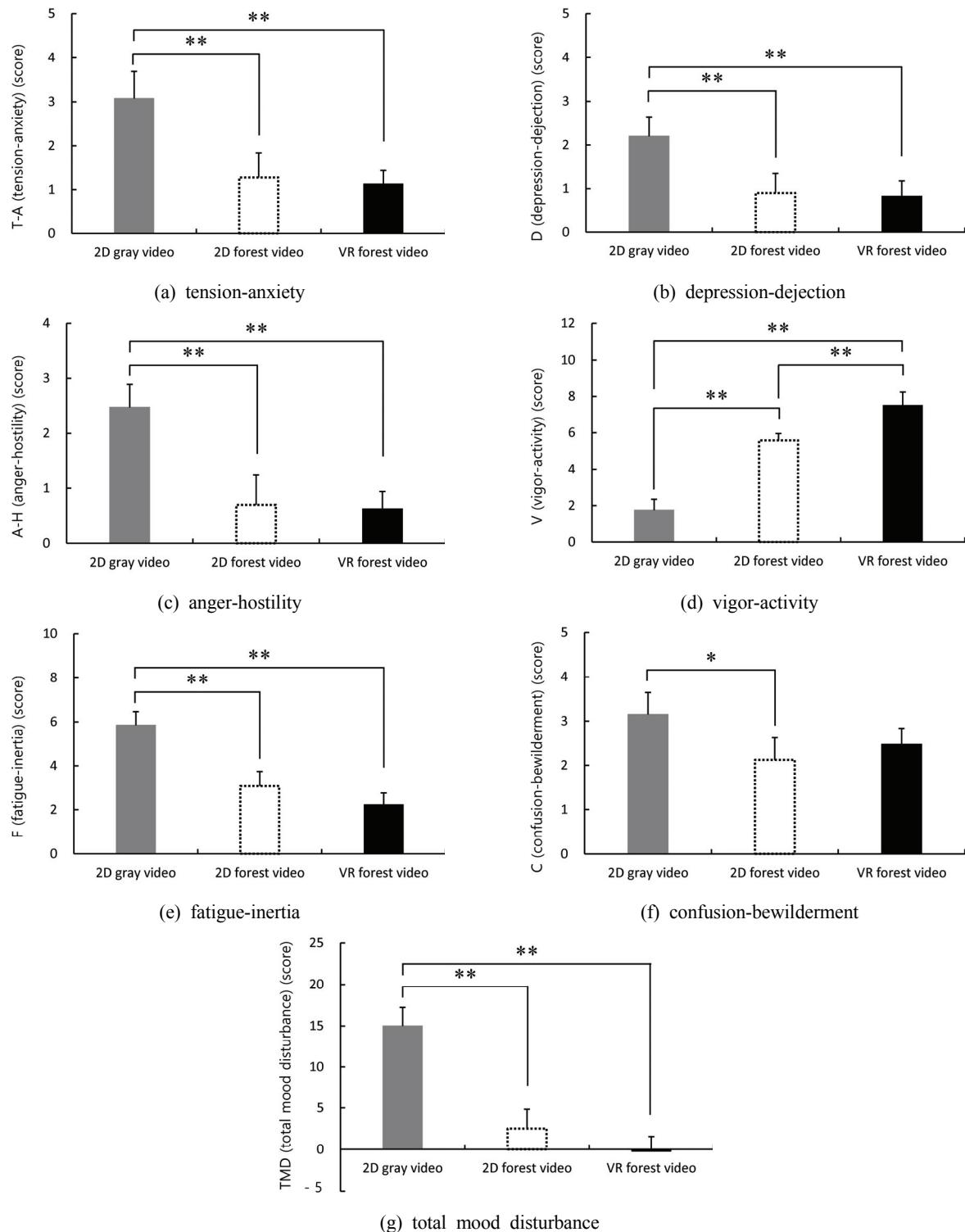


Figure 13. Comparison of profile of mood state between watching 2D gray video, watching 2D forest video, watching VR forest video. N=40, mean±standard error, *: p<.05, **: p<.01; significant differences verified using paired Wilcoxon signed-rank test.

위해 시행되었다. 총 40명의 피험자를 대상으로 물리적 환경요소를 제어할 수 있는 인공기후실에서 실험을 진행하였으며, 2D 회색동영상, 2D 숲동영상, VR 숲동영상을

실험자극으로 사용하였다. 생리적 측정 결과 첫째, 2D 숲동영상과 VR 숲동영상이 2D 회색동영상보다 스트레스 지수 감소효과가 크다는 사실을 확인할 수 있었다. 둘째,

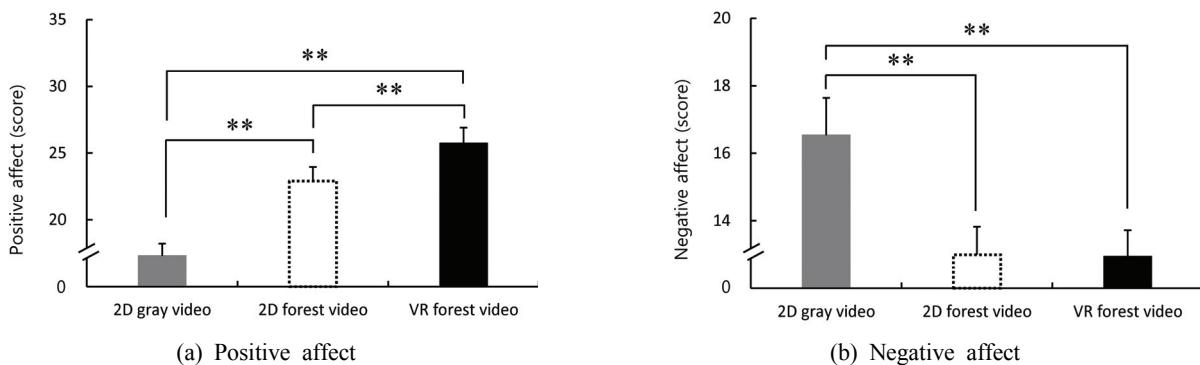


Figure 14. Comparison of positive affect and negative affect schedule between watching 2D gray video, watching 2D forest video, watching VR forest video. N=40, mean±standard error, **: p<.01; significant differences verified using paired Wilcoxon signed-rank test.

2D 회색동영상과 2D 숲동영상, 그리고 VR 숲동영상 모두 HF 증가효과가 있지만 2D 숲동영상의 HF 증가효과가 2D 회색동영상과 VR 숲동영상의 HF 증가효과보다 크다는 사실을 확인할 수 있었다. 둘째, 2D 회색동영상과 2D 숲동영상, 그리고 VR 숲동영상의 LF/HF 증감효과가 암산 과정의 LF/HF에 비해 유의하지 않았지만 VR 숲동영상의 LF/HF 증가효과가 2D 회색동영상과 2D 숲동영상의 LF/HF 증가효과보다 크다는 사실을 확인 할 수 있었다. 넷째, 2D 회색동영상과 2D 숲동영상, 그리고 VR 숲동영상 모두 심장박동수 감소효과가 있지만 2D 숲동영상과 VR 숲동영상의 심장박동수 감소효과가 2D 회색동영상의 심장박동수 감소효과보다 크다는 사실을 확인할 수 있었다.

즉 스트레스 상황을 벗어나는 것만으로도 부교감 신경계의 활동을 증가시키고, 심장박동수를 감소시키지만 스트레스 상황을 벗어나 2D 숲동영상을 볼 때 스트레스 지수가 감소하고, 부교감 신경계의 활동이 더 증가되며, 심장박동수가 더 감소한다. 또한 스트레스 상황을 벗어나 VR 동영상을 볼 때 스트레스 지수가 감소하고, 교감신경계의 활동이 더 증가하며, 심장박동수가 더 감소한다. 생리적 측정을 통해 숲을 보는 것만으로도 스트레스가 감소하고 심장박동수가 감소하는 것을 알 수 있었으며 이는 숲 사진이 도시 사진보다 인체에 긍정적인 영향을 준다는 Lee(2017)의 선행연구와도 일치한다. 또한 숲동영상상의 형식에 따라 시각적 효과의 차이가 있다.

심리적 측정 결과 첫째, 피험자들은 2D 숲동영상과 VR 숲동영상을 2D 회색동영상보다 쾌적하고 자연적이며 진정된다고 느꼈으며, VR 숲동영상을 2D 숲동영상보다 쾌적하고 자연적이라고 느꼈다는 사실을 확인할 수 있었다. 둘째, 2D 숲동영상과 VR 숲동영상이 2D 회색동영상보다 부정적인 감정을 감소시키며 긍정적인 감정을 증가시킨다는 사실을 확인할 수 있었다. 또한 VR 숲동영상이 2D 숲동영상보다 긍정적인 감정을 더 증가시킨다는 사실을 확인할 수

있었다. 셋째, 2D 숲동영상과 VR 숲동영상이 2D 회색동영상보다 정적정서를 증가시키고 부적정서를 감소시킨다는 사실을 확인할 수 있었다. 또한 VR 숲동영상이 2D 숲동영상보다 정적정서를 더 증가시킨다는 사실을 확인하였다.

즉 2D 숲동영상과 VR 숲동영상이 2D 회색동영상보다 피험자들에게 쾌적하고, 자연적이며, 진정된다는 감정을 느끼게 하고, 피험자들의 긍정적인 감정을 증가시키고, 부정적인 감정을 감소시킨다. 또한 VR 숲동영상은 2D 숲동영상보다 쾌적하고 자연적인 감정을 느끼게 하고, 피험자들의 긍정적인 감정을 증가시킨다. 심리적 측정을 통해 숲을 보는 것이 심리적으로 긍정적인 영향을 준다는 것을 알 수 있었다 또한 VR 숲동영상이 교감신경계의 활동을 증가시키는 것은 스트레스 상황으로 인한 긴장이 아니라 360도를 볼 수 있는 VR 기술이 피험자에게 신기한 감정을 느끼게 하고, 탐구심을 자극하기 때문인 것으로 판단된다. 이상의 결과를 바탕으로 종합하면 다음과 같다. 2D 숲동영상과 VR 숲동영상 모두 산림치유의 시각적 효과가 있으며, 시각적 효과의 차이점이 있다. 따라서 스트레스 지수가 감소하고, 빠르게 안정되기를 원하는 사람에게는 2D 숲동영상 시청이 적합하고, 스트레스 지수가 감소하고, 긍정적인 흥분 상태를 원하는 사람에게는 VR 숲동영상 시청이 적합할 것으로 판단된다.

본 연구는 본 연구는 피험자 수가 적으며 연령대가 편중되어있고 자율신경계활동 지표로만 생리평가를 진행했다는 제한점을 갖고 있다. 따라서 다양한 연령층과 다양한 생리 평가 지표를 고려한 연구가 앞으로는 진행되어야 할 것으로 판단된다. 또한 VR 기술이 자극하였을 것으로 예상되는 신기한 감정과 탐구심에 대한 측정지표가 부족하였다라는 제한점을 갖고 있다. 따라서 추후에는 VR 기술에 의한 심리변화를 측정할 측정지표를 사용하여 연구를 진행되어야 할 것으로 판단된다. 마지막으로 장소, 계절, 색감, 수종 등 2D 숲동영상과 VR 숲동영상을 구성하고 있는 요소들이 큰 작용을

하였을 것으로 예상되지만 모두 동일하게 진행하지 못했다는 제한점이 있다. 따라서 추후에는 모두 동일한 환경에서 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

본 연구는 2D의 사진과 동영상을 활용한 선행 연구와 달리 4차 산업혁명의 기술 중 하나인 VR 기술을 함께 사용하였다. 그래서 산림치유의 시각적 효과를 파악할 수 있고, 2D 숲동영상과 VR 숲동영상의 명확한 효과 차이를 파악할 수 있다는 점에서 큰 의의가 있다. 또한 생리지표의 평균지표로 분석한 선행 연구와 달리 시간별로 분석하여서 영상을 시청하는 동안의 생리지표의 변화를 확인 할 수 있다는 점에서 큰 의의가 있다. 본 연구의 결과가 산림치유의 시각적 효과의 근거자료가 되길 기대하며, 사람들에게 적절한 생리적 효과를 줄 수 있는 근거가 될 것이라 기대한다.

감사의 글

본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업'(2018128B10-1819-AB01)'의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

References

- Aggarwal, R., Crochet, P., Dias, A., Misra, A., Ziprin, P., Darzi, A. 2009. Development of a virtual reality training curriculum for laparoscopic cholecystectomy. British Journal of Surgery. Br. J. Surg. 96(9): 1086-1093.
- Baevsky, R., Kirillov, O.I. and Kletskin, S.Z. 1984. Mathematical analysis of heart rate changes under stress. Moscow: Nauka.
- Berntson, G.G. Bigger Jr, J.T., Eckberg, D.L., Grossman, P., Kaufmann, P.G., Malik, M., Nagaraja, H.N., Porges, S.W., Saul, J.P., Stone, P.H. and van der Molen, M.W. 1997. Heart rate variability: origins, methods, and interpretive caveats. Psychophysiology 34(6): 623-648.
- Garcia-Palacios, A., Hoffman, H., Carlin, A., Furness, T.A. and Botella, C. 2002. Virtual reality in the treatment of spider phobia: a controlled study. Behaviour Research and Therapy 40(9): 983-993.
- Gen, O.i. 2015. introduction to the new Forest Healing. firforest (pp.222-226). Seoul, Korea: Korea Forest Therapy Forum.
- Igarashi, M., Yamamoto, T., Lee, J., Song, C., Ikeyi, H. and Miyazaki, Y.J.C. 2014. Effects of stimulation by three-dimensional natural images on prefrontal cortex and autonomic nerve activity: A comparison with stimulation using two-dimensional images. cognitive processing 15(4): 551-556.
- Kim, S.K. 2018. By what standards will the Industrial Revolution be judged? - Critical Review of Schwab's Theory of Fourth Industrial Revolution, Science and Technology Policy Institute 18(1): 113-141.
- Lee, J.Y. 2017. Experimental Study on the Health Benefits of Garden Landscape, Journal of Environmental Research and Public Health 14(7): 829.
- Livingston, M.A., Rosenblum, L.J., Julier, S.J., Brown, D., Baillot, Y., Swan, II.J.E., Gabbard, J.L. and Hix, D. 2002. An augmented reality system for military operations in urban terrain. Proceedings of Interservice/Industry Training, Simulation & Education Conference (I/ITSEC, p 89). Orlando, Florida.
- McNair, D.M., Lorr, M. and Droppleman, L.F. 1971. Manual: profile of mood states. Educational and Industrial Testing Service, SanDiego, CA: Educational and Industrial Testing Service.
- Noh, Y.N. 2017. Strategy Trends in Principal Countries toward the 4th Industrial Revolution, 전자통신동향분석 32(2) : 1-9.
- Osgood, C.E., Suci, G.J. and Tannenbaum, P.H. 1957. The measurement of meaning. Oxford, England: University of Illinois Press.
- Patel, M., Lal, S.K., Kavanagh, D. and Rossiter, P. 2011. Applying neural network analysis on heart rate variability data to assess driver fatigue. Expert Systems with Applications 38: 7235-7242.
- Powers, M.B. and Emmelkamp, P.M.G. 2008. Virtual reality exposure therapy for anxiety disorders: A meta-analysis. Jounal of Anxiety Disorders 22(3): 561-569.
- Rothbaum, B.O., Hodges, L., Smith, S., Lee, J.H. and Price, L. 2000. A controlled study of virtual reality exposure therapy for the fear of flying. Journal of Consulting and Clinical Psychology 68(6): 1020-1026.
- Ulrich, R.S., Simons, R.F., Losito, B.D., Fiorito, E., Miles, M.A. and Zelson, M. 1991. Stress recovery during exposure to natural and urban environments. Journal of Environmental Psychology 11(3): 201-230.
- Van den Berg, A.E., Koole, S.L. and Van der Wulp, N.Y. 2003. Environmental preference and restoration:(How) are they related?, journal of Environmental Psychology 23(2): 135-146.
- Watson, D., Clark, L.A. and Tellegen, A. 1988. Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. Journal of Personality and Social Psychology 54(6): 1063-1070.