

# 자연숲과 VR숲의 경관 체험에 따른 생리 및 심리적 반응<sup>1</sup>

김일두<sup>2</sup> · 신원섭<sup>3\*</sup>

## Physiological and Psychological Responses to Landscape Experiences in a Natural Forest and a VR Forest<sup>1</sup>

Il-Doo Kim<sup>2</sup>, Won-Soep Shin<sup>3\*</sup>

### 요약

본 연구에서는 실제와 가상의 자연 그대로의 숲과 인위적으로 통제가 가능한 VR을 활용한 가상 숲에서의 체험이 성인의 심리적 또는 생리적으로 미치는 효과를 알아보기 위해 수행되었다. 실험은 자연 숲 환경과 외부 빛이 차단된 대학원세미나실에서 진행되었으며, 피험자는 성인 대학생 60명이 참가하였다. 실험은 심리적, 생리적 회복을 통해 자연 숲 환경과 VR 숲 환경에서의 효과를 비교 후 상태를 평가하였다. 심리적 측정 결과 피험자들은 자연 숲 환경과 VR 숲 환경에서 산림 경관을 체험 후에 PANAS를 통한 심리지수에서 긍정적 정서가 증가하고 부정적 정서가 감소되었음을 확인하였고, 타액을 이용한 스트레스 지수인 코티졸을 측정한 결과 두 그룹에서 스트레스 지수가 유의하게 감소되었음을 확인하였다. 거리상 이동의 제약 또는 거동이 불편 등 제약으로 인하여 자연 숲 환경에서 체험을 못하는 사람들에게 VR 숲 환경에서 심리적, 생리적으로 회복 환경을 만들어주는데 사용할 수 있을 것이다. 이러한 연구의 결과가 산림 치유의 시각적 효과에 대한 기반이 되길 기대하고, 산림분야에서 4차 산업의 기술인 VR의 활용이 넓어지는 기반이 되길 기대한다.

주요어: 산림경관, 가상현실, 파나스, 코티졸

### ABSTRACT

In this study, we investigated the psychological and physiological effects of experiences in real natural forests and virtual forests using artificially controllable VR. The experiment tested 60 adult college students in a natural forest and a graduate seminar room where external light was blocked. It evaluated the effects of the natural and the VR forest environments by comparing the psychological and physiological recovery of the subjects. Psychometric testing using the PANAS psychological index showed increased positive emotions and decreased negative emotions after experiencing forest scenery in the natural and VR forest environments. And a stress index, based on measuring cortisol in saliva, decreased significantly in the subjects in both environments. The

1 접수 2022년 6월 27일, 수정 (1차: 2022년 8월 17일, 2차: 2022년 9월 6일), 게재확정 2022년 9월 7일

Received 27 June 2022; Revised (1st: 17 August 2022, 2nd: 6 September 2022); Accepted 7 September 2022

2 충북대학교 대학원 산림치유학협동과정 Graduate Department of forest Therapy Chungbuk National Univ., Cheongju 28644 (kid9576@naver.com)

3 충북대학교 대학원 산림학과 교수 Forestry, Graduate School Chungbuk National Univ., Cheongju 28644 (shinwon@chungbuk.ac.kr)

\* 교신저자 Corresponding author: Tel: 043-249-1682, E-mail: shinwon@chungbuk.ac.kr

experiment results can be used to support the creation of a psychological and physiological recovery environment with VR for those who cannot go to the natural forest due to certain restrictions such as physical distance, mobility difficulties, etc. It is expected that the results will be the basis for further research into the visual effects of forest healing and also for widening the use of VR, a technology of the fourth industry, in the field of forestry.

**KEY WORDS: FOREST LANDSCAPE, PANAS, VR, CORTISOL**

## 서론

본 연구는 자연 숲과 가상현실(VR)에서 C대학 대학생을 대상으로 산림치유 효과를 조사·분석하였다. 선행연구를 통해서 숲에서의 활동이 생리적으로나 심리적으로 효과가 있음을 증명해 왔다(Yu *et al.*, 2018). 지금까지 자연 환경에 있는 숲은 사람의 생리적인 스트레스 감소 또는 회복 효과와 심리적인 감정과 기분에 유익하다는 것이 많은 선행 연구를 통해 밝혀져 왔다. 산림의 이용은 스트레스를 관리할 수 있는 잠재력과 정신적, 심리적, 육체적 건강에 이바지한다는 것을 점점 더 인정 받고 있다. 이에 따라 실증적 연구를 기반으로 한 ‘산림치유’ 개념을 정립하고 합법화하여 사람의 건강과 삶의 질을 향상시켜 오고 있다(Shin *et al.*, 2015). ‘산림치유’의 심리적 효과 측면에서는 이전의 연구에서 산림치유 프로그램이 다양한 연령층의 참가자들의 우울증, 자아 존중감, 불안감 감소에 긍정적인 영향을 미쳤다고 보고되었다(Shin *et al.*, 2015). 심리학적 관점에서 자연에 노출되면 스트레스가 해소되고 인지 회복에 직접적 영향을 미친다는 스트레스 해소 이론을 제시하기도 했다(Ulrich *et al.*, 1991). 사람의 스트레스는 다양한 정신질환 및 심혈관 문제와 관련이 있다(V Ushakov *et al.*, 2016; van Dalen and Markus, 2018). 숲 환경은 스트레스 요인을 처리하는 필수적인 역할을 하며, 스트레스 상황에 직면했을 때 사람들의 대처 전략을 개선하거나 감소시킬 수 있다(Berto, 2014; Alyan, Saad *et al.*, 2021). 숲에서 체험할 수 있는 자극은 신체적인 치유 효과를 경험하고 생리적 이완을 통한 면역력을 높일 수 있다. 즉, 산림 치유란 생리적 이완 상태에 도달하여 면역체계를 강화하고 정신건강을 증진시키는 대체요법의 한 형태라고 말할 수 있다(Bielinis *et al.*, 2018). 체험의 영향에 대한 많은 연구 중에 주로 산림 치유의 심리적, 생리학적 영향에 초점을 맞추고 있다. 숲을 방문하면 코티졸 수치, 혈압, 호흡수 및 심박수를 감소시킬 수 있으며(Song *et al.*, 2017), 정신적 증상을 완화하고 기분과 인지 상태를 개선한다(Tomao *et al.*, 2018). 문헌에 따르면 장기간의 스트레스는 건강에 부정적이고 심각한 영향을 미칠 수 있다(Lovallo and Buchanan, 2017). 이러한 산림치유

효과는 도시환경 등과 같은 곳에서 고갈되어져가는 자발적 주의를 자연 환경에서 회복된다는 주의회복이론(ART, Attention Restoration Theory) Kaplan and Berman(2010) 과 자연 환경이 사람의 정서적 상태에 영향을 미치므로 스트레스 요인으로부터 회복을 촉진한다는 스트레스감소이론(SRT, Stress Reduction Theory) Ulrich *et al.*(2020)에서 자연 숲에서의 오감 활동에 대한 효용성을 밝히고 있다. 숲의 경관은 인간의 시각적 감성을 자극하는 유용한 지표가 될 뿐만 아니라 그 경관을 통하여 마음의 심리적 안정과 부교감신경의 활성도를 높여주는 생리적 효과도 가져올 수 있다(Nukarinen *et al.*, 2020). 이러한 생리적, 심리적 효과에 대한 주요한 감각 메커니즘인 시각을 중심으로 연구되어지고 있다(Song *et al.*, 2017). 경관은 이와 같은 시각적인 것을 기본으로 하여 자연 환경을 획득 할 수 있는 중요한 역할을 한다. 주의회복이론에 의하면 자연에서의 노출은 스트레스를 감소시키고 기분을 좋게 하며 일의 능률을 올릴 수 있다고 말한다(Reese *et al.*, 2021). 이처럼 산림 체험의 이점을 보여주는 중요한 증거에도 불구하고 산림치유는 지난 COVID 19의 확산을 막기 위해 시행되어졌던 ‘사회적 거리 두기’와 같이 사람들의 자유로운 행위를 제약하는 공간 제약 요소와 신체적 장애 등으로 인하여 이동이 불편할 경우에 산림환경 이용자들은 현장 환경에 접근하기가 어렵기 때문에 이러한 혜택은 누리기 어렵다. 따라서 지리적 위치는 방문의 장벽이 될 수 있다(Anderson *et al.*, 2017). 결과적으로 숲을 방문하고자하는 동기를 부여하기 위해서는 제약과 장벽을 극복할 수 있는 방안이 필요할 것이다.

현재는 4차 산업혁명의 세대에 살고 있고, 증강현실(AR), 가상현실(VR), 3D산업 등 다양한 현대 기술이 등장하고 있다. 인간의 시각, 청각, 후각, 촉각 경험이 결국 뇌에서 처리된 정보라는 점을 이용해 마치 그곳에 실제 하는 듯한 체험을 제공하고자하는 공간이다(Kim, 2011). 가상현실의 궁극적 목표는 현실세계에서 인간이 느끼는 감각을 가상의 세계에서도 똑같이 느낄 수 있도록 하는 것이다(Gang, 2001). 숲 환경이나 VR 환경에서의 체험 활동을 통해 과거에 대한 긍정적 정서를 유발 할 수 있으며 지나온

세월을 반추할 수 있는 기회를 제공 받을 수도 있다(Park *et al.*, 2017). 현장 체험이 어려운 환경에 있는 사람들에게는 VR 기술을 통해 간접경험을 할 수 있는 기회를 마련함으로써, 외부 환경과 신체 장애의 물리적 거리를 좁힐 수 있어 다양한 방식으로 삶의 질을 향상시킬 수 있겠다(Pak and McLaughlin, 2018). 이렇듯 신체장애인 뿐만 아니라 건강한 남녀노소 모든 사람들에게 일상에서 벗어나 다양한 자연 숲 환경을 경험할 수 있는 환경과 VR을 이용한 상호작용(interaction) 프로그램을 제공한다면 색다른 치유 효과를 제공할 수 있을 것이다(Je, 2019). 즉 VR 기술은 숲에 방문한 사람들의 오감을 자극하며 실제와 유사한 체험을 하게 함으로서 공간적, 시간적 제한을 뛰어넘을 수 있다는 장점이 있다. 다양한 자연 숲 환경을 묘사한 VR 기술은 신체장애뿐만 아니라 병상이나 자연을 접하기 어려운 환경에서 개인의 스트레스와 불안으로부터 회복하거나 감소시키는 수단으로 이용될 수도 있겠다(Wang *et al.*, 2019). VR의 긍정적인 영향은 인간의 건강증진에 있어 필요한 비의학적 방법의 외형 확장을 시사할 뿐만 아니라 실제 자연 숲에서는 체험하기에 불가능한 여가활동 등도 가능하리라고 판단 한다(Yu *et al.*, 2018).

본 연구에서는 직접 숲에 가지 못하여 현장 체험이 어려운 경우 공간의 제약을 극복하고 실내에서도 효과를 얻을 수 있도록 현대 기술인 VR을 접목하고자 한다. VR에서의 자연 숲을 구현하는 것이 실제로 얼마나 효과적인지는 많이 알려지지 않았다. 가상 자연의 효과를 평가할 수 있으려면 자연의 실제 환경과 가상 환경에서의 심리적 또는 생리학적 회복 관계를 이해 하는게 중요하다. 이 연구에서는 실제 자연 숲 환경과 최대한 동일한 환경으로 설정된 가상 숲 환경에서 새로운 기술인 VR을 통한 몰입형 숲 환경을 체험하게 함으로써 얻어지는 회복력의 이점의 비율을 확인해 보는 것이다. 예를 들어 HMD(Head Mounted Display)를 이용한 산림체험은 실제 상황에 매우 가까운 몰입감을 줄 수 있는지를 검증하는 것이다. 현재까지는 주로 의료, 교육, 예술, 엔터테인먼트, 군사 등 다양한 분야에서 한정적으로 사용되어지고 있으나, 최근 선행논문에서는 창 보기, 사진, 비디오, 슬라이드, 현장체험 등을 실험 자료로 사용되어지고 있다(Wang *et al.*, 2019). 선행된 연구에서는 가상현실 기술을 적용하여 산림의 체험 효과를 심리와 생리적인 부분을 접목해서 인간의 치유 효과를 보완해서 극대화하는데 방향을 제시해 주고 있다(Lee *et al.*, 2009).

본 연구에서는 실제 자연 숲 환경에서보다 인위적으로 조작성이 뛰어난 가상현실 속 숲 환경이 3차원 디지털 환경에서도 구현되어 충분한 회복 환경을 만들어 갈 수 있는 가능성을 연구하는 것이 기존 연구와의 차별성이라 하겠다.

## 연구방법

### 1. 대상과 조사방법

본 연구의 목적은 자연 숲과 가상현실(VR)에서의 숲 환경을 체험하게 함으로서 최근 COVID19와 같은 감염성질 환으로 인하여 외부 활동 제약으로 실내 재실 기간이 늘어난 대학생들이 가상현실 속에서의 간접 숲 환경 체험이 심리적 안정감 및 스트레스 완화 등 생리적인 변화에 미치는 영향을 알아보기 위한 실험으로서, 일반대학생이 자연환경에 노출되었을 경우와 VR 영상을 이용한 자연환경을 체험한 후 심리 및 생리 변화를 비교해보고자 연구를 진행했다.

본 연구의 실험 참가자들은 충북대학교 대학생 중 청각이나 시각에 특별한 질병이 없는 신체적, 정신적으로 건강한 20~30대 성인 대학생을 대상으로 학과계시판에 모집공고 및 충북대 everytime app을 통해서 자발적으로 60명(남자 45, 여자 15)을 모집하였다. 실험 기간은 2021. 11. 30~12. 3(4일간)에 걸쳐 실시하였으며, 실험을 시작하기 전에 실험 참가자에게 본 연구의 목적과 실험에 관한 유의사항을 설명하고 자발적 동의를 받은 후 실험 하루 전에 충분한 수면과 음주 또는 흡연을 하지 않은 상태의 대학생을 대상으로 하였으며, 실험은 외적 환경에 의한 요인을 최소화하기 위해 바람과 습도가 적정한 상태에서 자연 숲 체험을 실시하였으며, 실내 실험실의 적정습도와 온도를 외부환경과 유사한 온도 21°C~23°C 습도 50%를 유지한 상태에서 HMD를 이용한 가상현실에서의 360° 숲 동영상을 체험하도록 하였다. 연구에 참가한 대학생(N=60)을 대상으로 자연 숲 체험과 VR 동영상 시청을 진행하였으며, 각 집단에는 PANAS 설문지 검사와 타액 채취 검사를 각 4회기에 걸쳐 실시한 후 나타나는 결과를 관찰했다.

본 연구는 2021. 10. 27 충북대학교 생명윤리심의위원회(CBNU-202110-HR-0162)의 승인을 받았으며 위원회 규정에 따라 수행되었다.

#### 1) 연구대상자의 일반적 특성

연구 참여자의 인구통계학적 정보는(Table 1)에 보고된 것과 같다. 연구 참여자는 정상 시력 또는 교정된 정상 시력을 갖고 심혈관 질환, 인지장애, 정신장애 병력이 없는 남성 45명과 여성 15명의 건강한 대학생을 등록했다. 모든 참가자의 평균연령은 21.3±3.2세였다. 실험 참여자들은 실험 당일 충분한 수면(8시간 이상)과 커피, 흡연, 약물, 알코올 및 격렬한 신체활동을 피하도록 했다.

#### 2) 연구진행

본 연구에 있어 무처치 집단인 대조군 집단과 자연 숲을

Table 1. The demographic characteristics of the study participants.

Division	Category	N
Group	VR	20
	Nature Forest	20
	Control	20
	All	60
Gender	Male	45
	Female	15
	All	60
Age Group	Means	23
Education	University Student	60

체험하는 집단 그리고 실내에서 VR을 체험하는 집단으로 총 3개의 집단으로 나누어서 진행하였다. 무처치 집단은 숲과 VR관련하여 아무 처치도 않은 상태로 실험을 시행하였으며, 자연 숲을 체험하는 집단은 학교 내에 조성된 울폐도가 적정하고 데크와 오솔길이 혼재된 학교숲길을 이용했으며(Figure 2a, 2b), 걷기 전에 PANAS 설문지 작성과 흡수용 면봉을 포함하는 salivette을 이용하여 약 2ml의 타액을 채취한 후 숲길을 10분간 걸으며 주변의 경관을 체험하고 약 2분간 안정 후에 PANAS 설문지를 작성하고 타액을 채취하였다. VR 동영상을 시청하는 집단은 암막이 설치된 산림학과 대학원세미나실(270호)에서 실험참가자의 심리 변화를 측정하기 위하여 PANAS 설문작성과 타액을 채취한 후 안정 상태를 유지하기 위해 VR 헤드 셋(HMD, 삼성 오딧세이)을 착용하게 한 후 의자에 약 5분 정도 앉아 있도록 한 후에 외부 숲 환경과 유사하게 자체 편집한 360° 동영상을

VR 통해 체험한 후에 약 2분간 안정을 취하고 PANAS 설문 작성과 타액 채취를 하도록 하였다(Figure 3a, 3b). 특히 연구진행 시 VR 숲 환경을 체험하기에 앞서 마음의 평온을 유지할 수 있도록 심한 빛에 노출 없도록 암막(커튼)을 설치하였으며, 실험 중 외부와 단절되도록 조치하였다. 연구 진행과정은 (Figure 1)에서 보여준 것과 같다.

(1) 시각적 자극 이미지

시각적 자극이란 시각기관을 통해 인간의 감각, 정서 등에 변화를 일으키는 외부환경 요인으로서, 본 연구에서는 자연 숲 환경은 실내 연구실에서 200m 거리에 위치한 학교 숲(데크 숲길과 오솔길)에서 10분간 걸으며 산림풍경을 자

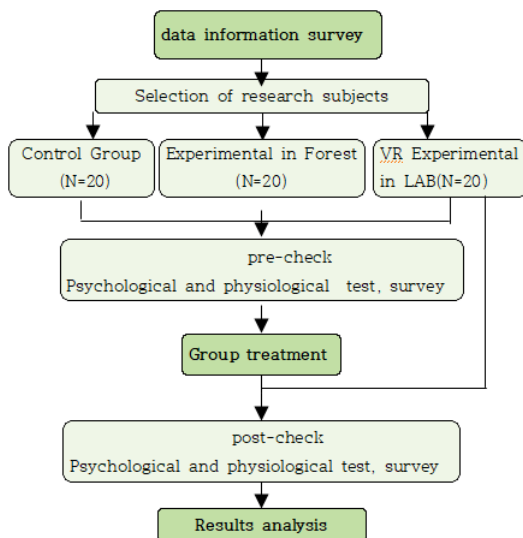


Figure 1. Research process.



Figure 2 : Nature Forest(a, b).



Figure 3 : VR Forest(c, d).

극 요인으로 활용하였으며(Figure 2a, Figure 2b), 이후에 실내연구실(대학원세미나실)로 이동하여 자연 숲 환경과 유사한 가상현실에서 숲 환경을 VR을 통해서 시청하게 함으로써(Figure 3a, Figure 3b) 발현되는 심상의 반응을 살펴보았다.

### 3) 측정도구

#### (1) PANAS (Positive Affect and Negative Affect Schedule)

자연 숲에서의 체험 활동과 가상현실 내에서의 활동 따른 실험처치 전과 후의 통계치를 비교하여 유의미한 차이를 확인하고자 하였으며, “긍정적 및 부정적” 심리적 기분을 평가하는 자기보고형 기분 척도로 Watson et al.(1988) 이 개발한 척도를 Lee et al.(2003)이 번안하였으며 신뢰도와 타당성을 검증하였다. 척도는 긍정적 영향을 측정하는 10개 항목(예: “즐거움”, “열정적인”)과 부정적 영향을 측정하는 10개 항목(예: “괴로운”, “두려운”)으로 구성된 20개 항목이다. 연구 참여자들에게 오늘을 포함하여 최근 느낀 감정이나 기분 정도 등을 각 숫자에 표시하도록 했다. 각 문항은 5점 Likert 유형 척도로 (1:전혀 그렇지 않다, 2:조금 그렇다, 3:보통 정도 그렇다, 4:꽤 그렇다, 5:매우 그렇다) 각 문항에 체크된 점수를 더하여 긍정 정서 점수(Positive Affect)와 부정 정서 점수(Negative Affect)를 공분산분석(Analysis of Covariance: ANCOVA)을 통해서 효과를 산출하였으며, 문항내적합치도 Cronbach  $\alpha$  계수는 긍정정서 .84, 부정정서 .87, 전체 .84로 나타났다.

#### (2) 타액 코티졸 측정

스트레스 호르몬인 코티졸 측정을 위해 일시적으로 스트레스를 유발할 수 있고 개인차를 증폭시킬 가능성이 있는 혈액 채취에 의한 검사 대신에 타액 코티졸을 항체, 단백질, 호르몬 또는 펩티드와 같은 생체분자를 검출하고 정량화할 뿐만 아니라 단백질-단백질, 단백질-핵산 상호작용의 특성화에 사용되는 플레이트 면역분석방법인 Enzymelinked

immunoassay(EIA)를 통하여 분석하였다. 타액 시료는 오전 11시경에 흡수용 면봉을 포함하는 salivette을 이용하여 약 2ml의 타액을 피실험자의 혀 밑에서 채취하였다. 면봉에 흡수된 타액 시료는 원심 분리되어 차후 EIA 실험을 위하여  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 냉동보관 하였다. 코티졸 EIA는 Salivary cotisol EIA kit를 구입하여 사용하였다(Salimetrics Ltd, PA, USA)(Figure 2). EIA 프로토콜은 Salimetrics에서 제공한 절차를 따랐으며, 분석기기는 ELISA Reader(Biotek Instruments, USA)를 사용하였고, 분석절차로는 냉장 보관된 면역효소분석 키트(ELISA kit)를 분석 90분전에 실내 온도에 보관한 후 microplates에 계획된 Standards, Controls, Samples을 각각 두 측정구에 25ul 넣었으며, 표준물질(Standards)의 범위는 0.00ng/dl에서 3.000ng/dl 이었다. Cotisol enzyme conjugate를 배양 완충용액으로 1:6000으로 묽힌 다음 microplates를 보호 덮개로 막고 1.5시간 동안 실내온도에 배양한다. microplates를 세척액으로 자동세척기에서 5번 반복 세척한 후 각각의 측정구에 TBMsubstrate 200ul씩 넣고 실내 어두운 곳에서 30분 동안 배양한다. microplates 각각의 측정구에 Stop Solution 50ul씩 넣은 후 노란색의 발색과정을 확인 한 후에 ELISA Reader, 450nm에서 흡광도를 측정하여 정량화했다.

#### (3) VR 환경

본 연구에서는 인간이 가지고 있는 오감 중에서 시각을 통한 시각적 자극을 제시하고자 하는 것이다. 최근 자연 환경에 대한 접근이 증가함에 따라 실제 자연환경과 가상 자연환경에서 체험을 비교할 수 있는 것이 중요하다. 이러한 이론적 가정 및 관련 결과를 기반으로 하면 몰입형 디지털 VR 자연 체험이 심리적, 생리적으로 개선이 될 수 있을 것이라는 가설 하에 실험을 하는 것이다. VR 실험은 학교 숲(행복담길)과 산림학과 대학원세미나실(shield room)에서 진행했다. 이 실험은 삼성전자 제품인 고성능 노트북컴퓨터에서 실행했으며, 사용된 VR 장치는 주사율 60hz/90hz, 시야각 110°, VR Q800ZBA-HC2KR 삼성 제품인 오딧세이 HMD(Samsung



Figure 4. Salivary cotisol EIA kit.



Figure 5. HMD user and VR head set.



Inc.Seoul.Korea)를 이용했으며 양손에 컨트롤러를 사용하여 자연경관동영상을 3D 숲 동영상 또는 2D 숲 동영상 화면으로 실행하였다(Figure 5). 머리에 헤드셋처럼 착용하는 방식으로 VR을 볼 수 있도록 하였으며, HMD 기기를 컴퓨터(삼성 Odyssey)와 연결하여 연동될 수 있는 Window Mixed Reality를 활용하여 영상을 재생하였다.

피험자는 동영상을 모두 VR헤드셋을 착용한 상태 또는 자연 숲 경관을 약 5분 정도 체험하도록 했다.

#### 4) 자료 분석

본 연구를 위해 수집된 검사지 정보들은 통계분석을 위해 코딩하였으며, 통계분석의 신뢰성을 높이기 위해 SPSS 22.0 프로그램을 이용하여 다음과 같이 분석하였다. 연구 대상자의 일반적 특성은 빈도분석과 기술 통계분석을 실시하였으며, VR 숲 동영상 시청이 스트레스 감소에 미치는 영향을 확인하기 위해 실험 참가자를 대상으로 실외에서 자연 그대로의 체험 활동과 실내에서의 VR 환경에서 숲 체험 후 두 그룹 간 효과를 검증하기 위해 생리 평가에 대해서는 코티졸 분석을 한 후 대응 표본 t-test를 실시하였으며, 심리 평가에 대해서는 두 집단의 사전검사 측정치가 다를 때 통계 기법인 공분산분석(ANCOVA, analysis of covariance)을 실시하였다. 또한 본 연구를 위해 사용한 측정도구인 검사지의 신뢰도를 검사하고자 문항내적일관성신뢰도검사인 Cronbach's Alpha값을 산출하여 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 심리적 효과분석

본 연구는 자연 숲에서의 체험 활동과 가상현실 내에서의 활동 따른 실험처치 전과 후의 통계치를 비교하여 유의미한 차이를 확인하고자 하였으며, “긍정적 및 부정적”심리적 기분을 평가하는 자기보고형 기분 척도로 Watson et al.(1988)이 개발한 척도를 Lee et al.(2003)이 번안한 척도를 사용하였다. 척도는 긍정적 영향을 측정하는 10개 항목과 부정적 영향을 측정하는 10개 항목으로 구성된 20개 항목이다. 연구 참여자들은 자연숲 체험집단과 VR 숲 체험 집단 그리고 아무런 처치도 하지 않는 대조군 집단 총 3개의 나누어 진행

하였으며, 자연숲 체험 집단은 숲 체험 전에 사전 설문조사 후에 10분에 걸쳐 숲길을 이동하고 5분 자리에 앉아 휴식 후 사후 설문조사를 실시했다. VR 숲 체험집단은 실내 체험실까지 이동 후 약 3분 정도 휴식 후 사전 설문을 마치고 VR 동영상 시청 후 사후 설문을 실시했다. 대조군 집단은 숲과 관련하여 아무 처치도 하지 않은 상태로 실험을 실행했다

#### 1) 사전·사후 분산분석 결과

통제되지 않은 자연 산림에서의 숲 체험과 통제가 가능한 가상현실 내 숲 환경에서의 시각적 체험이 인체의 심리와 생리에 미치는 효과를 검증하기 위해 설계한 후 이를 밝혀내기 위해 실험참가자로 하여금 시각적인 산림자극을 주어 심리적 변화를 측정하여 각 그룹의 평균 차이 검정을 위한 독립 표본 T-test로 분석하였고, 실험참가자의 긍정적 또는 부정적 감정 상태가 자연 숲 환경에서의 시각적 효과와 가상 숲 환경에서의 시각적 효과의 2개 요인에 대해 실험을 실시하였다.

##### (1) 긍정적 정서

두 환경의 실험참가자들은 숲 환경 체험이 없는 무처치 집단인 대조군과 자연 숲 체험 집단 그리고 VR 환경에서의 체험집단을 분산분석 결과 긍정적 정서의 사전·사후 평균과 표준편차 값은 대조군에 있어 사전(M=24.20, SD=8.46), 사후(M=34.70, SD=13.55), 실험군1의 사전(M=24.15, SD=8.65), 사후(M= 23.90, SD=9.74), 실험군2의 사전(M=21.25, SD=10.13), 사후(M=19.95, SD=8.48)으로 사후 긍정적 정서 점수에 대한 실험군과 비교군의 집단변수 효과의 유의확률이 .001(P<.001) 보다 작은 것으로 나타나, 실험군1,2와 대조군의 집단에 따라 사후 긍정적 정서 점수에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 2). 자연 숲에서 느끼는 긍정적 정서는 유의 확률이 .001(P<0.01)로 집단에 따라 증가하였음을 알 수 있다.

또한 어느 집단 간의 차이가 유의한지 확인하기 위해 집단 간의 평균차이와 신뢰구간, p-value을 확인하였다. 대조군과 실험군1, 대조군과 실험군2의 평균차이에 대한 유의확률이 0.01 미만으로 유의함으로 두 집단 간 차이가 있는 것으로 나타났지만 실험군1과 실험군2의 차이는 없으므로 나타났(Table 3).

Table 2. The positive emotions

Source	df	SS	MS	F	P
Group	2	2332	1166.0	9.978	<0.001
Residuals	57	6661	116.9		



Table 3. The analysis of experience results

Groups	Diff	Lwr	Upr	p adj
control	-10.80	-19.02625	-2.573753	0.0070376
treatment 1	-14.75	-22.97625	-6.523753	0.0001877
treatment 2	-3.95	-12.17625	4.276247	0.4844417

Table 4. The negative emotions

Source	df	SS	MS	F	P
Group	2	1563.6	781.8	181.8	<0.001
Residuals	57	245.1	4.3		

Table 5. The groups' average difference and confidence interval

Groups	Diff	Lwr	Upr	p adj
control	-10.65	-12.227994	-9.072006	0.00000
treatment 1	-11.00	-12.577994	-9.422006	0.00000
treatment 2	-0.35	-1.927994	1.227994	0.85509

Table 6. The positive-pre value on ANCOVA analysis

Source	df	SS	MS	F	P
Positive-Pre	1	2975	2975.3	39.87	<0.001
Group	2	1839	919.4	12.32	<0.001
Residuals	56	4179	74.6		

## (2) 부정적 정서

부정적 정서의 분산분석 결과를 보면 사전·사후 평균과 표준편차 값은 대조군에 있어 사전(M = 17.75, SD = 5.87), 사후(M = 22.45, SD = 3.22), 실험군1의 사전(M = 13.15, SD = 3.72), 사후(M = 11.80, SD = 1.20), 실험군2의 사전(M = 12.50, SD = 1.54), 사후(M = 11.45, SD = 1.05)으로 사후 부정적 점수에 대한 실험군과 비교군의 집단 변수 효과의 유의 확률이 .001(p<.001)보다 작은 것으로 나타나 실험군1,2와 대조군의 집단에 따라 사후 부정적 정서 점수에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 4).

어느 집단 간의 차이가 유의 한지 확인하기 위해 집단 간의 평균 차이와 신뢰구간, p-value를 확인하였다. 대조군과 실험군1, 대조군과 실험군2의 평균 차이에 대한 유의 확률이 0.01 미만으로 유의해 두 집단 간의 차이가 있는 것으로 나타났지만, 실험군1과 실험군2의 평균 차이는 없는 것으로 나타났(Table 5). 실험군에서의 평균차이가 없는 것으로 나타났으며, 자연 숲에서의 효과와 가상 숲에서의 효과는 공존 할 수 있는 것으로 나타났다.

## 2) 사전·사후 공분산분석 결과

실외에서의 시각적 체험과 가상현실 내에서의 산림 시각 체험의 효과를 검증하기 위해 사후 긍정적 정서 점수를 종속변수로, 실험군1,2와 대조군의 집단 변수와 공변량(Covariance)인 사전 긍정적 정서 점수를 독립변수로 하여 공분산분석(ANCOVA)을 실시하였는바 자연 숲에서의 시각적 효과와 가상현실 숲에서의 시각적 효과에 대한 결과는 사후 분석에 의해서 유의성이 검증되었고, 이 결과는 이전의 연구(Lee *et al.*, 2009)와도 동일한 결과를 나타냈다. 가상현실 내에서의 숲 환경이 자연 숲 못지않게 부정적 감정을 감소시키며 긍정적 감정을 증가 시킨다는 사실을 확인할 수 있었다.

### (1) 긍정적 정서

사전·사후 공분산 분석 결과 사후 긍정적 정서 점수에 대한 실험군1,2와 대조군의 집단변수의 효과의 유의 확률이 .001(p-value=0.00004)보다 작은 것으로 나타나, 실험군과 대조군의 집단에 따라 사후 긍정적 정서 점수에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 6).

Table 7. The negative-pre value on ANCOVA analysis

Source	df	SS	MS	F	P
Negative-Pre	1	170.8	170.8	39.03	<0.001
Group	2	1392.9	696.4	159.14	<0.001
Residuals	56	245.1	4.4		

Table 8. The group mean analysis

Groups	treated	N	Mean	STD	SEM	t-test	p-value
control	pre	20	2.28	1.70	0.38		0.4058
	post	20	1.84	1.59	0.36		
treatment 1	pre	20	1.84	1.59	0.36	3.288	0.00387
	post	20	1.42	1.22	0.27		
treatment 2	pre	20	1.09	1.05	0.24	3.747	0.00139
	post	20	0.74	0.74	0.17		

## (2) 부정적 정서

사전·사후 공분산 분석 결과 사후 부정적 정서 점수에 대한 실험군1,2와 대조군의 집단 변수 효과의 유의 확률이 0.001(p-value < -10.5634)보다 작은 것으로 나타나 실험군과 비교군의 집단에 따라 사후 부정적 정서 점수에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 7).

## 2. 생리적 효과분석

생리적인 스트레스 반응을 보기위해 Control group과 자연 숲 환경에서의 사전·사후 체험집단 그리고 가상현실 속에서의 숲 체험 사전·사후 집단에서 타액을 채취하여 Enzymelinked immunoassay(EIA)을 통해서 분석한 결과를 보면 실험군1의 P-value은 0.00387(p<0.01)이고, 실험군2의 P-value은 0.00139(p<0.01)로 사전 보다 사후에 스트레스가 유의하게 감소하였다. 실험군1은 평균이 1.84±0.35에서 1.42±0.27로 낮아졌으며, 실험군2의 경우도 1.09±0.24에서 0.74±0.17로 낮아졌다. 또한 실험군1과 실험군2의 두 그룹 간 평균값 차이를 보면 사전에 있어 1.84±0.35와 1.09±0.24이며, 사후는 1.42±0.27와 0.74±0.17로 유의하게 감소된 것으로 나타났다. 자연 숲에서의 경관 체험과 VR을 통한 가상현실에서의 숲 경관 체험하는 것이 타액 코티졸 수치에 미치는 영향을 연구 결과 두 환경에서의 유의미한 상호작용효과(Interaction effect)를 발견하였으며, 평균 스트레스가 가상현실 환경에서도 유의하게 낮아진 것은 실험 참가자에게 가상현실을 통한 산림자극이 긍정적으로 영향을 미쳤다고 볼 수 있다.

### 1) 집단 간 평균분석

스트레스의 생리적 지표인 코티졸 값에 대한 자연 숲과

VR 에서 숲 체험 효과를 검증하기 위해 대조군, 실험1, 실험2에 대해서 모든 집단 내 사전·사후 코티졸 측정값을 비교하기 위하여 대응표본 t-검정(paired t-test)으로 검증하여 분석하였으며, 사후에 스트레스 호르몬이 유의하게 감소하였다. 다만, 대조군부터 코티졸 수준이 계속 감소한 것은 같은 실험 집단이 기에 발생하는 현상으로 보이고 있다. 집단 별 코티졸 값의 집단 평균 분석은 (Table 8)과 같다.

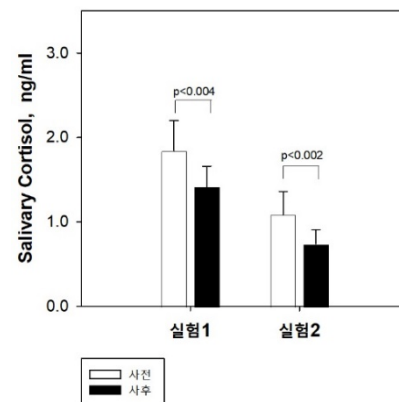


Figure 6. pre-post compare value in treatments 1, 2

### 2) 집단 간 스트레스 사전·사후 효과 검증

스트레스의 생리적인 지표인 코티졸 값에 대해서 대조군과 실험군1, 2그룹 간 효과 분석에 앞서 대조군과 실험군1에 대한 사전 독립 t-test를 했을 때, P-value은 0.4058로 두 그룹 간 평균 차이는 없는 것으로 나타났다. 실험군1과 실험군2의 각 집단별 코티졸 값의 사전·사후 평균과 표준오차 값은 (Table 9)과 같다.

사전·사후 변화에서 보는 것과 같이 실험군1은 평균이 1.84±0.35에서 1.42±0.27로 낮아졌으며, 실험군2의 경우도



Table 9. The pre-post's mean and standard error value of each group's cortisol-value

Factor	Groups	N	Pre		Post	
			M	SEM	M	SEM
cortisol	treatment 1	20	1.84	0.35	1.42	0.27
	treatment 2	20	1.09	0.24	0.74	0.17

1.09±0.24에서 0.74±0.17로 낮아졌다. 또한 실험군1과 실험군2의 두 그룹 간 평균 값 차이를 보면 사전에 있어 1.84±0.35와 1.09±0.24이며, 사후는 1.42±0.27와 0.74±0.17로 유의하게 감소되었다.

### 3. 한계점

본 연구의 결과는 VR을 통한 가상현실에서의 산림체험으로도 긍정적 정서와 스트레스 감소에 효과가 있음을 보여 줌으로서 실제 자연 숲에 접근하기 어려운 특수집단을 위한 간접 자연숲 체험의 가능성을 보여주고 있다. 그럼에도 불구하고 실험참가자의 수가 적으며 연령대가 대학생으로 편중되어 있고 코티졸 지표로만 생리 평가를 진행했다는 제한점을 갖고 있어 향후 연구에서는 연령층과 지표를 다양화하여 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다. 또한 가상현실 내에서 산림 자극하였을 것으로 판단되는 콘텐츠 등 측정지표가 부족한 제한점을 갖고 있으며, 학교 숲이라는 한정된 공간에서 측정된 한계점이 있어 추후에는 다양한 식생의 산림자극 환경에서 진행되어야 할 것으로 판단된다.

본 연구는 4차 산업 기술이라 할 수 있는 가상현실을 이용하여 시각적 효과를 검증하는데 있어 타액으로 스트레스 생리지표인 코티졸 변화를 확인했다는 점에 의의를 둘 수 있으며, 연구 결과가 산림치유 효과의 근거 자료가 되고 숲 환경을 이용하는 사람들에게 도움이 될 것을 기대해 본다.

## REFERENCES

Alyan, E., N.M. Saad and N. Kamel(2021) Effects of workstation type on mental stress: fNIRS study. *Human Factors* 63(7): 1230-1255.

Alyan, E., N.M. Saad, N. Kamel and M.A. Rahman(2021) Workplace design-related stress effects on prefrontal cortex connectivity and neurovascular coupling. *Applied Ergonomics* 96: 103497.

Anderson, A.P., M.D. Mayer, A.M. Fellows, D.R. Cowan, M.T. Hegel and J.C. Buckley(2017) Relaxation with immersive natural scenes presented using virtual reality. *Aerospace Medicine and Human Performance* 88(6): 520-526. doi:10.3357/amhp.4747.2017

Berto, R.(2014) The role of nature in coping with psychophysiological stress: a literature review on restorativeness. *Behavioral Sciences* 4(4): 394-409.

Bielinis, E., N. Takayama, S. Boiko, A. Omelan and L. Bielinis(2018) The effect of winter forest bathing on psychological relaxation of young Polish adults. *Urban Forestry & Urban Greening* 29: 276-283.

Central Disaster and Safety Countermeasures Headquarters(2020)

Gang, M.H.(2001) TV broadcast VR utilization and sense of presence study. <http://www.riss.kr/link?id=T8063136> (in Korean)

Hong, S.J., D.W. Jeong, J.D. Lee and B.J. Park(2019) Effect of 2D forest video viewing and virtual reality forest video viewing on stress reduction in adults. *Journal of the Korean Forest Science Association* 108(3): 440-453. (in Korean with English abstract)

Je, H.J.(2019) The healing effect of interactive experience in virtual garden: A physiological approach. Seoul National University Graduate School. (in Korean with English abstract)

Kaplan, S. and M.G. Berman(2010) Directed attention as a common resource for executive functioning and self-regulation. *Perspectives on Psychological Science* 5(1): 43-57.

Kim, M.L.H.(2011) The use of virtual reality and augmented reality in the health psychology scene. *Journal of the Korea Psychological Association: Health* 16(4): 643-656. doi:10.17315/kjhp.2011.16.4.001 (in Korean with English abstract)

Lee, J.H., W.S. Shin, P.S. Yeon and H. Yuri(2009) The visual elements of the forest are the psychology of the human body effects on menstruation. *Journal of the Korean Forest Science Association* 98(1): 88-93. (in Korean with English abstract)

Lovallo, W.R. and T.W. Buchanan(2017) Stress hormones in psychophysiological research: Emotional, behavioral, and cognitive implications. In: J.T. Cacioppo, L.G. Tassinari and G.G. Berntson(eds.), *Handbook of psychophysiology*. Cambridge University Press, pp.465-494.

Nukarinen, T., H.O. Istance, J. Rantala, J. Mäkelä, K. Korpela, K. Ronkainen, V. Surakka and R. Raisamo(2020) Physiological and psychological restoration in matched real and virtual natural environments. *Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Honolulu, HI, USA. doi:10.1145/3334480.3382956

Pak, R. and A.C. Mclaughlin(2018) *Aging, technology and health*. Academic Press.

- Park, M.K. and W.J. Jang(2017) Dating platform with VR technology 'Real Date'. (in Korean with English abstract)
- Park, S.K. and D.S. Kim(2007) Human physiological response to life stress and its relationship to salivary cortisol. *Journal of the Korean Society of Ergonomics* 26(1): 11-18. (in Korean with English abstract)
- Reese, G., E. Kohler and C. Menzel(2021) Restore or get restored: The effect of control on stress reduction and restoration in virtual nature settings. *Sustainability* 13(4): 1995. doi:10.3390/su13041995
- Shin, C.S., P.S. Yeoun, Y.G. Kim, J.O. Eum, Y.R. Yim, S.B. Yoon, S.H. Park, I.O. Kim and S.H. Lee(2015) The influence of a forest healing program on public servants in charge of social welfare and mental health care workers's job stress and the profile of mood states (POMS). *Journal of Korean Society of Forest Science* 104(2): 294-299.
- Song, C., H. Ikei, M. Kobayashi, T. Miura, Q. Li, T. Kagawa, S. Kumeda, M. Imai and Y. Miyazaki(2017) Effects of viewing forest landscape on middle-aged hypertensive men. *Urban Forestry and Urban Greening* 21: 247-252.
- Tomao, A., L. Secondi, G. Carrus, P. Corona, L. Portoghesi and M. Agrimi(2018) Restorative urban forests: Exploring the relationships between forest stand structure, perceived restorativeness and benefits gained by visitors to coastal Pinus pinea forests. *Ecological Indicators* 90: 594-605.
- Ulrich, R.S., M. Cordoza, S.K. Gardiner, B.J. Manulik, P.S. Fitzpatrick, T.M. Hazen and R.S. Perkins(2020) ICU patient family stress recovery during breaks in a hospital garden and indoor environments. *HERD: Health Environments Research and Design Journal* 13(2): 83-102.
- Ulrich, R.S., R.F. Simons, B.D. Losito, E. Fiorito, M.A. Miles and M. Zelson(1991) Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology* 11(3): 201-230.
- Ushakov, A., V.S. Ivanchenko and A. Gagarina(2016) Psychological stress in pathogenesis of essential hypertension. *Current Hypertension Reviews* 12(3): 203-214.
- Van Dalfsen, J.H. and C.R. Markus(2018) The influence of sleep on human hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis reactivity: A systematic review. *Sleep Medicine Reviews* 39: 187-194.
- Wang, X., Y. Shi, B. Zhang and Y. Chiang(2019) The influence of forest resting environments on stress using virtual reality. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16(18): 3263.
- Yu, C.P., H.Y. Lee and X.Y. Luo(2018) The effect of virtual reality forest and urban environments on physiological and psychological responses. *Urban Forestry and Urban Greening* 35: 106-114.