

## 가상현실을 이용한 고소공포증 치료 시스템의 개발 및 치료 예

신민보 · 장동표\* · 구정훈\* · 조항준\* · 안희범\* · 이재민\* · 최영희\*\* · 서병설 · 김인영\* · 김선일\*

한양대학교 공과대학 전자통신전공학과, \*한양대학교 의과대학 의공학교실, \*\*인제대학교 서울백병원 신경정신과  
(2000년 8월 7일 접수, 2000년 12월 22일 채택)

### The Development of Virtual Reality Therapy(VRT) System for the Treatment of Acrophobia and Therapeutic Case

M.B. Shin, D.P. Jang\*, J.H. Ku\*, H.J. Jo\*, H.B. Ahn\*, J.M. Lee\*, Y.H. Choi\*\*, B.S. Suh, I.Y. Kim\*, S.I. Kim\*

Dept. of Electronic and Computer Engineering, College of Engineering, Hanyang University,

\*Dept. of Biomedical Engineering, College of Medicine, Hanyang University

\*\*Dept. of Psychiatry, Seoul Paik Hospital, Inje University

(Received August 7, 2000. Accepted December 22, 2000)

**요약**: 가상현실은 인간과 컴퓨터가 서로 커뮤니케이션할 수 있도록 하는 새로운 테크놀로지이다. 이는 사용자로 하여금 컴퓨터로 만들어진 가상의 삼차원 환경 속에서 보고, 듣고, 느끼며 그리고 가상환경과 상호 작용할 수 있도록 한다.

본 논문에서, 우리는 정신치료 분야에 가상현실을 도입하고 이를 이용한 고소공포증 노출치료 시스템을 개발하였다. 이러한 가상현실을 이용한 정신치료는 과거의 전통적인 방법보다 더 안전하고 시간적, 경제적으로 효율적이라는 장점을 지니고 있다. 본 시스템은 개인용 컴퓨터를 기반으로 하여 도심 한 가운데에 있는 번지 점프대를 배경으로 가상장면을 구성하였다. 그리고 철 구조물 옆에 사방이 개방된 난간이 있는 리프트를 만들어 가상환경 속에서 피험자가 높이감을 경험할 수 있게 하였다. 또한 이러한 가상현실 정신치료를 이용하여 높이에 대한 두려움을 지니고 있는 환자에게 임상실험을 실시하여 그 주관적 치료효과를 입증하였다.

**Abstract**: Virtual Reality(VR) is a new technology which makes humans communicate with computer. It allows the user to see, hear, feel and interact in a three-dimensional virtual world created graphically.

In this paper, we introduced VR into psychotherapy area and developed VR system for the exposure therapy of acrophobia. Psychotherapy using VR has advantages that it is safer and more effective than conventional therapeutic methods. This system is based on a personal computer and, a virtual scene is constituted the bungee-jump tower in the middle of the city. Then, we constructed the open lift surrounded with props beside tower and allowed the patient to feel sense of heights. We also demonstrated the subjective effectiveness of virtual reality psychotherapy through the clinical experiment on a subject who suffered from the fear of heights

**Key words**: Virtual reality(VR), Acrophobia, Psychotherapy

## 서 론

정신장애의 진단과 통계 편람 IV(미국 정신의학회, 1994)에 준거하면 고소공포증은 특정공포증으로 분류되어 있으며 이러

한 장애를 지니고 있는 사람은 어떠한 높은 곳에 노출되었을 때 현저한 불안, 당황, 높은 곳에 대한 회피, 그리고 그러한 두려움의 결과로 인한 일상생활의 방해로 특징을 지을 수 있다[1].

기존의 전통적인 공포증 치료요법으로는 약물치료, 인지행동 치료 등이 있다. 이 중 약물치료는 상당히 좋은 치료효과를 보 이기는 하지만 약물 중단 후의 재발율이 25~80%에 이른다는 보고들이 있다[2]. 이에 반해 인지행동치료는 가장 높은 치료 효과를 지닌 것으로 알려져 있다. 인지행동치료요법은 보통 두려움을 일으키는 자극적 상황에 환자를 노출시켜 그 상황을 견디게 하거나 환자가 직접 자극을 일으키는 상황을 상상하게

<속보논문> 위 논문은 한국 과학기술 평가원의 2000년 국가지정 연구실 사업에 의해 지원되었음.

통신저자: 김선일, (133-605) 서울시 성동구 성동우체국 사서함 55호  
한양대학교 의과대학 의공학교실

Tel. 02-2290-8280 Fax. 02-2296-5943

E-mail. sunkim@email.hanyang.ac.kr

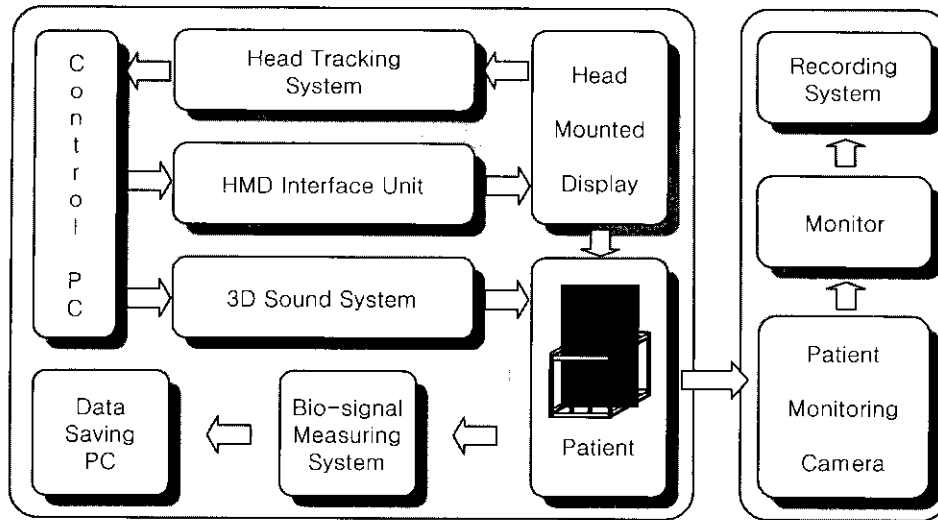


그림 1. 가상현실 정신치료 시스템 구성도

Fig. 1. Block diagram of virtual reality therapy(VRT) system

함으로서 두려움을 감소하게 한다. 그러나 이 방법은 자극에 대한 노출을 위해 환자와 치료자가 직접 실제 상황에 가야하는 문제로 인해 시간적, 경제적으로 효율적이지 못하였다[3,4].

최근 들어 컴퓨터와 디스플레이 기술의 발달로 실제 공포 상황에서의 자극과 거의 유사한 자극을 유발할 수 있는 가상 환경의 창조가 가능하게 되었으며 이러한 실제 상황에서의 노출치료 대안으로 가상현실을 이용한 공포증의 치료방법이 제안되었다. 가상환경 노출치료는 행동치료요법에서 자주 사용되는 방법인 전통적 체계적 탈감작(systematic desensitization)을 기반으로 하였다. 가상환경 노출치료는 체계적 탈감작을 위해 공포상황을 가상으로 제시해줌으로써, 잘 상상하지 못하는 환자에게 쉽게 자극을 제공할 수 있다. 또한 두려움을 유발하는 상황을 상상하는 것 보다 더 많은 현실감을 제공하며 컴퓨터에 의해 통제된 자극은 환자 개별적인 두려움에 대한 내성과 조화되도록 증가시키거나 감소시킬 수 있어 유발된 두려움의 정도를 쉽게 조절할 수 있다[4-6].

이미 정신장애 치료분야에서 가상현실을 이용한 연구는 비행공포, 고소공포, 거미공포 그리고 대중 앞에서 말하기에 대한 두려움 등의 특정 공포증에 집중되어 활발히 진행되고 있지만 대부분이 고가의 시스템을 사용하고 있으며, 가상환경의 실제적인 측면에서도 떨어지고 있다[4-10]. 그래서 본 연구에서는 개인용 컴퓨터 기반의 실시간 컴퓨터 그래픽의 가상환경을 제공하는 시스템을 개발하고 이를 이용한 고소공포증의 치료효과를 그 일례로 보이고자 한다.

### 가상 환경 시스템 구성

높은 곳에 대한 두려움을 유발하기 위한 가상 고소공포 환경은 그림 1과 같이 여러 소프트웨어들과 하드웨어로 구성하였다.

#### 1. 소프트웨어

3차원 모델링툴인 Rhinoceros(Robert McNeel & Assoc.)와 3D Studio MAX(Kinetix)를 이용하여 전체적인 가상환경의 모델들을 디자인하고 텍스처를 맵핑하였으며 실시간 가상환경 구축을 위해 Visual C++ 및 DirectX 7.0 SDK(Software Development Kit)등의 소프트웨어들을 사용하였다.

여기서 우리는 3D Studio MAX에서 만들어진 모델들을 ASE라는 ASCII 파일로 생성하여 Visual C++과 DirectX SDK를 통해 읽어들이는 다음 적절한 폴리곤 변환 매트릭스를 통해 3차원 오브젝트를 2차원 평면상의 화면에 보여주기 하였다. 또한 바람 및 엘리베이터의 3차원 사운드를 추가하여 가상환경에 더욱 몰입할 수 있게 하였으며 리프트의 높이조절도 치료자의 직접적인 통제하에 이루어지도록 구성하였다.

#### 2. 하드웨어

Pentium-III 450MHz의 프로세서 및 256M바이트의 RAM, 그리고 부두(Voodoo) 3D 가속 그래픽 카드(3Dfx Interactive Inc.)를 탑재한 개인용 컴퓨터를 기반으로 구성하였다.

몰입감을 더하기 위해 3차원 위치센서(Polhemus Fastraks)인 머리 추적시스템과 각 눈에 1024\*768의 해상도와 50도의 시야각을 가지는 두부장착형 디스플레이 장치(Head Mounted Display; HMD), 그리고 3차원 사운드 시스템을 사용하였다. 또한 실험 중 나타나는 피험자의 신체적 증상을 객관적인 데이터로 파악 및 분석하기 위하여 생체신호 측정장치(BioPac System Inc.)를 사용하였으며 가상환경 내의 리프트와 일치하도록 리프트 난간을 제작하여 피험자의 실제 위치가 화면상의 위치와 일치하도록 구성하였다.

#### 3. 환자 몰입 환경 구성

본 연구에서, 효과적인 치료를 위한 가상환경 시스템을 구성

한 후 피험자에게서 원하는 반응을 얻기 위해서는 먼저 가상 환경 속에서의 몇 가지 중요한 몰입요소를 조사하고 유도해 내어야만 했다[11,12]. 만약 피험자가 실제 높은 곳에 있을 때와 유사한 신체적 증상 및 징후, 그리고 두려움의 정도를 나타내지 않는다면 가상현실 기반의 고소공포증의 치료는 효과적일 수 없기 때문이다. 그래서 다음과 같은 여러 몰입저해 요소를 찾아내고 수정 보완하였다.

첫째, 피험자의 두부장착 디스플레이 장치 착용시에 일어나는 불편함을 부드러운 스폰지를 이용해 해소하였다. 둘째, 피험자의 몰입을 위해서 피험자와 치료자를 공간적으로 격리시키는 한편 피험자의 상태를 카메라를 통해 관찰하고 마이크를 이용하여 치료자와 피험자가 대화할 수 있도록 실험실을 구성하였다. 셋째, 피험자가 두부장착 디스플레이 장치에 보여지는 화면에 집중할 수 있도록 실험실 내부의 조명을 어둡게 하여 피험자가 가상환경에 최대한 몰입할 수 있도록 구성하였다.

### 가상 장면 구성

고소공포를 유발하는 가상환경은 그림 2에서 보는 바와 같이 빌딩과 도로로 둘러싸인 도심 한 가운데의 번지 점프대로 구성하였으며 철 구조물 옆에 사방이 개방된 난간이 있는 리프트를 제작하여 피험자로 하여금 리프트를 타고 1층에서 50

여 층에 이르는 높이까지 올라갈 수 있도록 구성하였다. 또한 몰입감을 더하기 위해 도로상의 움직이는 자동차와 가상의 가로수물 추가하였다.

### 임상 실험

#### 1. 환자의 병력

이 실험에 참가한 피험자는 60세의 남자로 신경정신과 전문의로부터 광장공포증 및 고소공포증 그리고 지네와 같은 곤충에 대한 공포증과 일치하는 증상 및 행동을 보인다고 판정된 환자이다. 이러한 증상으로 인해 일상생활에서의 활동도 심한 방해를 받고 있었다. 그는 어려서부터 겁이 많았으며 군복무시절에는 위생병으로 활동하였는데 한번은 헬기를 타고 환자를 이송해야하는 상황이 발생하였지만 도저히 탑승하지 못하겠다고 명령을 어긴 적도 있다고 하며, 34세 경에는 약 10층 높이의 건물에 올라갔다가 두려움으로 인해 매우 놀랜 경험도 있었다고 한다. 그는 갑자기 두려운 장면이 눈앞에 펼쳐지면 잠깐 놀라면서 심장마비가 일어나지 않을까 두려워진다고 한다. 최근에는 직업과 관련된 일로 더욱 불안해하면서 불면증과 가슴이 뛰는 등의 증상으로 인해 약물 치료를 약 1년간 받았다고 한다.

이 환자에게서 나타나는 고소공포증의 특징은 심할 때 모든

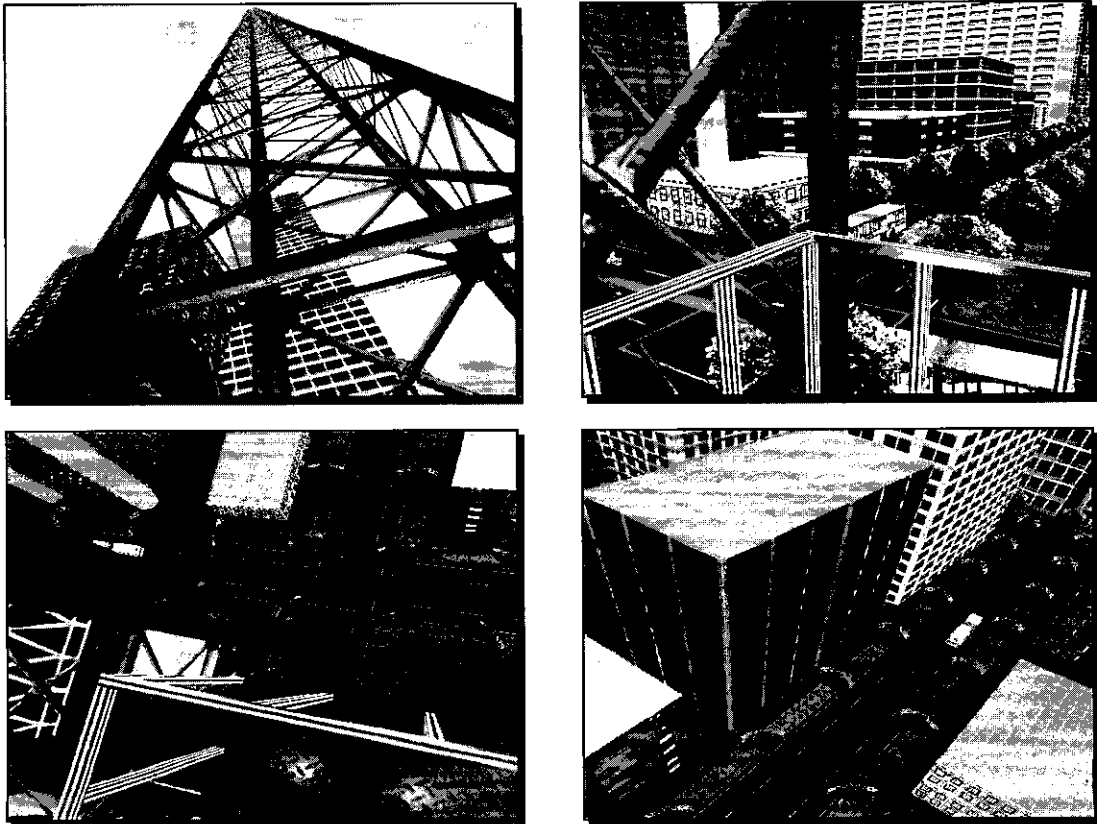


그림 2. 리프트가 있는 번지 점프대의 가상 장면들  
Fig. 2. Virtual scenes of bungee-jump tower with a lift

표 1. 평가척도로서 사용한 질문지

Table 1. Questionnaires using for assessment

| Questionnaire   | Point                                     | Reference              |
|---|---|------------------------|
| Anxiety Sensitivity Index<br>(불안 민감도 척도)                  | 0 = 거의 그렇지 않다<br>4 = 매우 그렇다               | Peterson et al. 1987   |
| Agoraphobic Cognition Questionnaire<br>(광장공포 인지 질문지)      | 1 = 전혀 그런 생각이 들지 않는다<br>5 = 언제나 그런 생각이 든다 | Chambless et al. 1984  |
| Body Sensation Questionnaire<br>(신체 감각 질문지)               | 1 = 전혀 두렵거나 염려되지 않는다<br>5 = 극도로 두렵다       | Chambless et al. 1984  |
| Fear Questionnaire<br>(공포 질문지)                            | 0 = 전혀 피하지 않는다<br>8 = 항상 피한다              | Mark & Mathews, 1979   |
| Acrophobia Questionnaire - Anxiety<br>(고소공포증 질문지)         | 0 = 전혀 불안하지 않다<br>6 = 극도로 불안하다            | Cohen, 1977            |
| Attitude Towards Heights Questionnaire<br>(높이에 대한 태도 질문지) | 0 = 회피하거나 두려워하지 않는다<br>10 = 매우 회피하고 두려워한다 | Abelson & Curtis, 1989 |

건물의 3층 이상을 올라가지 못하고 약간 나아진 때에는 창 밖이 보이지 않는 상황에서 약 10여 층 정도를 올라갈 수 있다고 한다.

## 2. 실험 절차

기존의 가상현실 정신치료에서는 보통 주당 1회 8세션(session)이 사용되어 왔다. 하지만 본 연구에서는 주당 3회의 세션으로 총 8회의 집중적 노출치료 세션을 계획하였다. 그러나 피험자는 6회에 걸친 치료가 끝나자 더 이상 가상현실 치료의 필요성을 느끼지 못하고 직접 회피하던 실제 상황에 도전하겠다는 의사를 밝힘에 따라 총 6회의 집중적인 노출치료로 치료를 마쳤다. 세션당 치료시간은 약 30분이었으며 실제 가상환경에는 약 20~25분간 노출되었다.

본 세션에 들어가기에 앞서 예비세션으로 환자에게 가상현실을 이용한 치료에 참여하겠다는 동의서를 받고, 치료전 평가

척도로서 다양한 질문지를 작성하게 하였다. 그리고 가상환경에 익숙해질 수 있도록 가상현실 장비에 대한 소개를 하였으며 실험 중 피험자가 주기적으로 보고하게 될 주관적 장애척도(Subjective Unit of Discomfort Scale; SUDS)에 대하여 교육하였다. 주관적 장애척도는 피험자가 실험중 느끼는 불안의 정도를 주관적으로 점수화한 것으로서 0~100점 사이의 점수를 나타낸다.

본 세션에서는 먼저 실험을 시작하기 전, 치료효과를 객관적으로 증명하기 위해 심전도 및 혈압 측정용 생체신호 센서를 피험자에게 부착하고 생체신호를 획득 및 저장하여 비교분석한다. 그러나 본 실험에서는 피험자의 몰입을 위해 제외하였다.

첫 번째 세션에서 피험자는 가장 적은 두려움을 유발하는 상황(1층: 0미터)에서 머물면서 주위를 살피고 가상환경에 익숙해지도록 유도하였다. 실험 중 리프트의 높이 조절은 전적으로 피험자의 의사에 따라 통제되었으며 또한 치료자는 피험자와 격리된 공간에서 카메라를 통해 피험자의 상태를 관찰하면서 가능한 한 더 높은 높이에 도전하도록 하거나 시선이 아래를 쳐다보도록 피험자를 고무시켰다. 그리고 다음 세션은 이전 세션에서 가장 높이 도전하였던 층수부터 시작하는 방법으로 점진적 노출치료를 실시하였다.

실험 중 치료자가 판단하기에 피험자가 심한 공포 증상을 나타낸다고 판단되는 경우에 치료자는 피험자에게 주관적 장애척도 점수가 30~40점 이하가 될 때까지 점진적인 근이완과 복식호흡을 포함하는 이완을 하도록 유도하여 높이에 대한 두려움과 신체증상을 극복할 수 있도록 도왔다.

## 3. 평가 및 측정

총 6회의 세션에 걸친 실험 전과 후의 평가 척도로서 표 1과 같은 여러 가지 질문지들을 작성하게 하고 세션이 진행되는 동안 2~5분 간격으로 피험자에게 0~100점 (0점=가장 편안한 상태, 100점=가장 두려운 상태) 사이의 주관적 장애척도

표 2. 실험 전후의 각종 질문지 비교결과

Table 2. Comparison result of a variety of questionnaire of before and after experiment

| Questionnaire                          | Pre-treatment<br>(Mean) | Post-treatment<br>(Mean) |
|--|-------------------------|--------------------------|
| Anxiety Sensitivity Index              | 0.56                    | 0.13                     |
| Agoraphobic Cognition Questionnaire    | 1.64                    | 1.29                     |
| Body Sensation Questionnaire           | 1.59                    | 1.53                     |
| Fear Questionnaire                     | 2.87                    | 1.47                     |
| Acrophobia Questionnaire               | 3.20                    | 1.85                     |
| Attitude Towards Heights Questionnaire | 7.17                    | 1.00                     |



그림 3. 피험자의 실험 장면

Fig. 3. Experimental scene of a subject

점수 및 신체적 증상을 보고하게 하여 기록하였으며 피험자의 행동과 호소내용 또한 비디오를 통해 녹화하여 비교 분석하였다.

### 결 과

본 연구에서 실험 전과 후의 평가척도로 사용했던 각종 질문지의 검사 및 이의 분석을 통하여 가상현실을 이용한 고소 공포증 치료 전후의 수치물 비교하였으며 이의 비교 결과 표 2에 나타내었다. 각종 질문지의 비교결과를 살펴보면 가상현실을 이용한 노출치료 전의 질문 평균수치가 치료후의 결과에서는 치료전보다 전체적으로 많이 향상된 수치를 나타내고 있으며 특히 고소공포 질문(AQ)과 높이에 대한 태도 질문(ATHQ), 이 두 질문은 거의 모든 항목에서 수치가 감소하였음을 알 수 있었다.

또한 실험 중 측정된 피험자의 주관적 장애척도 점수는 가상환경 탈감각에 의해 영향을 받은 정도를 나타내는 데 그림 3과 같이 각 세션을 통해 실험을 진행하는 동안 피험자는 여러 신체적 증상과 두려움을 호소하였으며 각 상황에서 시간이 지속될수록 주관적 장애척도 점수는 감소하였다[그림 4].

각 세션별로 살펴보면 첫 번째 세션에서 피험자는 1층에서 시작하여 4층 정도의 높이까지 올라갔으나, 두려움으로 인해 아래를 내려다보지 못하였고 20~100점 사이의 주관적 장애척도점수를 보고하였으며 몸이 떨리고 어지러움증 등의 신체적 증상을 호소하였다. 특히 가상환경 내에서 확 트인 공간을 바라보면 매우 불안해하였다. 두 번째와 세 번째 세션에서는 8층 정도의 높이까지 올라갈 수 있었으나 40~80점 사이의 주관적 장애척도 점수를 보고하였으며 가끔 호흡이 빨라지고 땀이 나는 등의 신체적 증상을 호소하였다. 또한 “혹시 이러다 쓰러지면 어쩌나”, “만일 떨어지면 어쩌나” 하는 등의 생각들이 불안을 일으킨다고 하였다. 피험자는 세 번째 세션을 마치고 난 후 자발적으로 자신이 거주하는 아파트의 8층까지 창 밖을 보면서 올라갔다 오는 직접 노출(in vivo exposure)을 실시하였다



고 보고하였으며 치료자도 예상하지 못한 이러한 실제 상황에서의 노출 경험으로 상당히 고무되어 있었다. 네 번째 세션에서 피험자는 18층 높이까지 올라갈 수 있었고 호흡이 빨라지고 손에 땀이 나는 등의 신체적 증상을 호소하였다. 그리고 치료자는 피험자에게 피험자가 거주하는 아파트의 꼭대기 18층까지 밖을 내다보면서 올라갔다 오라는 직접 노출 과제를 지시하였다. 다섯 번째 세션 전 피험자는 18층까지 올라갔다 왔고 시야의 변화가 있을 때 두려움을 느꼈지만 8층과 18층의 높이감에는 큰 차이가 별로 없었다고 보고하였다. 다섯 번째 세션에서 피험자는 가상현실 속의 가장 높은 25층 높이까지 올라갔으나 이전 세션과는 달리 별다른 신체적 증상을 보고하지 않았으며 주관적 장애척도 점수 역시 40점 이하의 비교적 낮은 수치를 보고하였다. 여섯 번째 세션에서는 피험자가 가장 두려워하는 상황을 유발하기 위해 자신의 발 아래를 보면서 위로 올라가도록 하였지만 25층 높이에서도 더 이상 두려움을 나타내지 않았으며 40점 이하의 주관적 장애 척도 점수를 보고하였다.

피험자는 본 연구에서 사용된 가상장면 속의 철 구조물을 따라 올라가는 사방이 개방된 리프트가 실제 현실보다 더 무서운 느낌이 든다고 하였으며 첫 번째 세션이후에 너무나 두려워 치료를 포기할 생각도 했으나 피험자의 치료에 대한 의지로 극복하고 다음 세션에 임했다고 한다. 6회에 걸친 실험을 마치고 난 후 피험자는 더 이상의 가상현실 치료를 필요로 하지 않았고 치료자도 이에 동의하여 총 8회의 세션으로 하려던 계획을 취소하고 6회의 세션으로 가상현실 치료를 모두 종료하였다.

가상현실 치료 후 이 효과를 확인하기 위하여 치료자는 피험자에게 63빌딩과 남산타워의 전망대에 오르는 것에 대한 과제를 제안하였고 이에 도전하겠다는 피험자의 의사에 치료자가 동행하였다. 먼저 케이블카를 타고 남산타워의 전망대에 올라갔을 때, 케이블카는 피험자에게 상당한 공포감을 유발할 수 있는 자극원이었음에도 불구하고 피험자는 비교적 담담하게 주위를 둘러보며 탈 수 있었으며 약 45분간 머무른 전망대에서

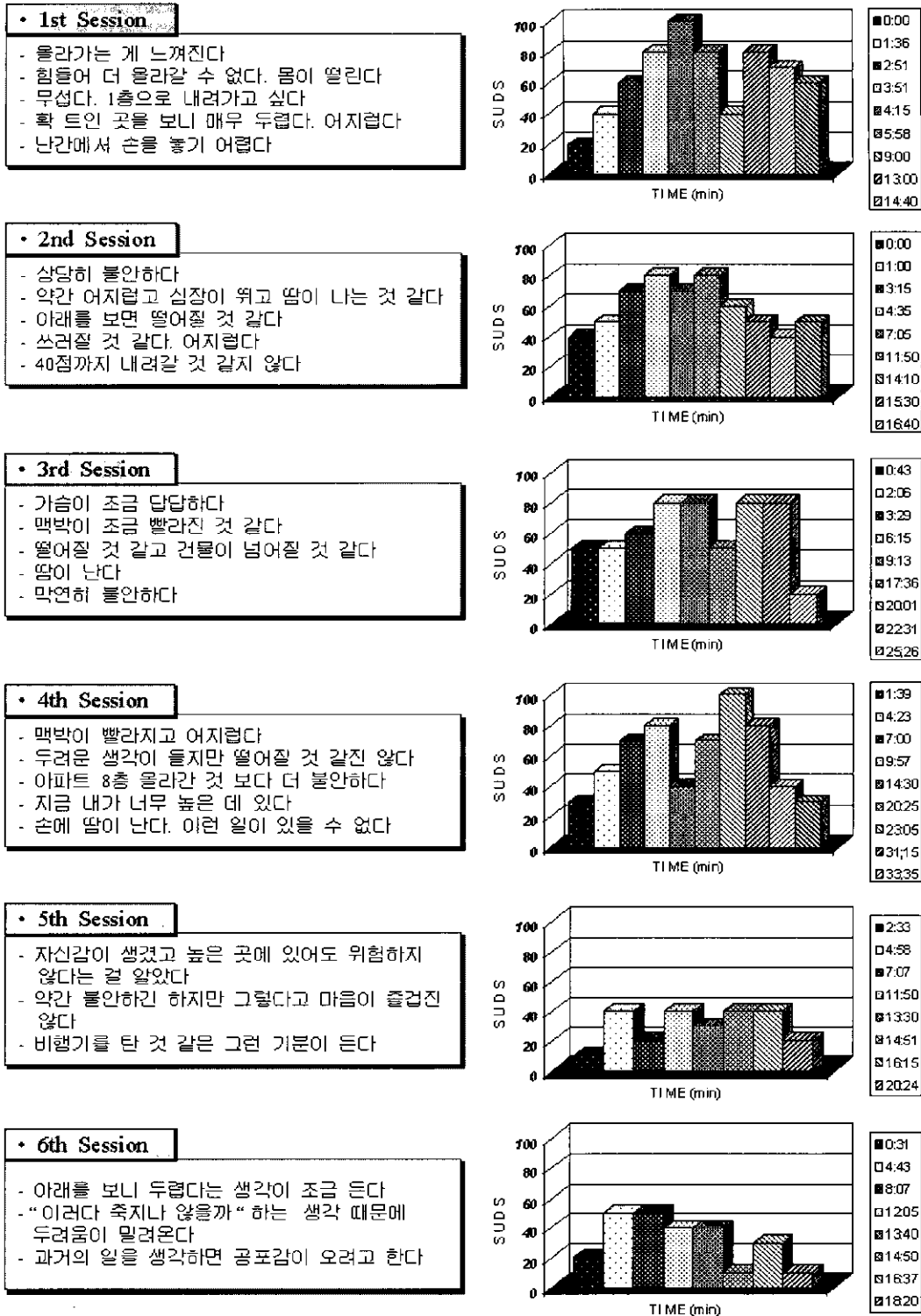


그림 4. 세션별 시간에 따른 피험자의 주관적 장애 척도(SUDS) 점수와 호소내용  
 Fig. 4. SUDS scores and comments of a subject for the six sessions

도 별다른 회피행동이나 두려움을 보이지 않았으며 출몰 20~30점 정도의 주관적 장애척도 점수를 나타내었다. 다음으로 창밖이 훤히 보이는 엘리베이터를 타고 63빌딩의 전망대에 올랐

을 때에도 약간의 두려움을 호소하거나 망원경으로 주위를 둘러 볼 때 약간의 불안이 스쳐갔던 점들을 제외하곤 약 45분간 별다른 증상이나 두려움을 호소하지 않았으며 30점 이하의 주



그림 5. 피험자의 실제상황 노출 장면들(남산타워와 63빌딩)

Fig 5. A subject's exposed scenes to real-world (Seoul tower and 63 Building)

관적 장애척도 점수를 보고하였다[그림 5].

## 결 론

본 연구에서 우리는 개인용 컴퓨터를 기반으로 가상현실을 이용하여 번지 점프대 철 구조물을 따라 올라가는 사망이 개방된 리프트의 가상환경을 구성하였다. 그리고 고소공포증의 치료효과를 입증하고자 본 가상현실 정신치료 시스템을 이용하여 임상실험을 하였으며 약 40년 동안 고소공포증을 가지고 있던 환자에게 단 2주의 집중적 노출치료를 실시함으로써 실제 자극을 주는 상황에도 임할 수 있게 하였다. 그래서 우리는 이 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 실험 중 보고된 피험자의 주관적 장애척도 점수 결과에서 알 수 있듯이, 가상환경에 몰입된 피험자는 점점 위협적인 상황에 노출될수록 두려움의 정도가 증가하였으며 어지러움증과 손에 땀이 나는 등의 신체적 증상을 호소하였다. 또한 가상환경에서의 시간이 지속될수록 두려움의 정도는 감소하였다.
2. 실험 전후에 평가척도로서 사용된 질문지의 결과로 미루어, 가상환경 노출치료를 받은 후 피험자의 두려움의 정도가 전보다 월등히 나아진 것으로 나타났다.
3. 가상현실 노출치료에서 몰입감은 상당히 중요하며 이러한 가상환경에 몰입된 피험자는 가상현실을 이용한 고소공포증 치료에 상당한 효과를 나타내는 것을 알 수 있었다.

## 참 고 문 헌

1. American Psychiatric Association(1994), "Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders". 4th Edition. Washington D. C.
2. Sheehan DV, "Tricyclic Antidepressants in the treatment of panic and anxiety disorders" Psychosomatics 27, 10-16, 1988
3. D. Strickland, L.F. Hodges, M.M. North, et al., "Overcoming Phobias by Virtual Exposure". Communications of the ACM, Vol. 40, No. 8, August 1997
4. B.O. Rothbaum, L.F. Hodges, R. Kooper, et al., "Virtual Reality Graded Exposure in the Treatment of Acrophobia: A Case Report". Behavior Therapy 26, 547-554, 1995
5. M.M. North, S.M. North, "Relative Effectiveness of Virtual Environment Desensitization and Imaginal Desensitization in the Treatment of Aerophobia". The Arachnet Electronic Journal on Virtual Culture, Vol. 2, Issue 4, September 1994
6. B.O. Rothbaum, L.F. Hodges, R. Kooper, et al., "Effectiveness of Computer-Generated(Virtual Reality) Graded Exposure in the Treatment of Acrophobia". Am J Psychiatry, 152:4, April 1995
7. M.P. Huang, J Himle, N.E. Alessi, et al., "Comparing Virtual and Real Worlds for Acrophobia Treatment". Medicine Meets Virtual Reality, IOS Press and Ohmsha, 1998
8. M.M. North, S.M. North, and Joseph R. Coble, "Virtual Environments Psychotherapy: A Case study of Fear of Flying Disorder". Presence, Vol. 6, No. 1, 127-132, February 1997
9. M.M. North, S.M. North, and Joseph R. Coble, "Virtual Reality Therapy: An Effective Treatment for Psychological Disorders". Virtual Reality in Neuro- Psycho - Physiology, IOS Press, 1997
10. M. Slater, D.P. Pertaub, A. Steed, "Public Speaking in Virtual Reality: Facing an Audience of Avatars". IEEE Computer Graphics & Application, Vol. 19, No. 2, 6-9, March/April 1999

11. S. Bangay, L. Preston, "An Investigation into Factors Influencing Immersion in Interactive Virtual Reality Environments". *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*, IOS Press, 43-51, 1998
12. B. K. Wiederhold, R. Davis, M. D. Wiederhold, "The Effects of Immersiveness on Physiology". *Virtual Environments in Clinical Psychology and Neuroscience*, IOS Press, 52-60, 1998