

가상현실 기술의 정신의학적 이용*

차 경 렬** · 김 찬 형**†

Virtual Reality in Current and Future Psychiatry*

Kyung Ryeol Cha, M.D., M.P.H.,** Chan-Hyung Kim, M.D., Ph.D.**†

ABSTRACT

Virtual reality technology is now being used in neuropsychological assessment and real-world applications of many psychiatric disorders, including anxiety disorders, schizophrenia, child psychiatric disorders, dementia, and substance related disorders. These applications are growing rapidly due to recent evolution in both hardware and software of virtual reality. In this paper, we review these current applications and discuss the future work of clinical, ethical, and technological aspects needed to refine and expand these applications to psychiatry.

KEY WORDS : Virtual reality · Psychiatry · Therapy · Diagnosis · Research.

서 론

미국의 정신치료전문가 페널은 향후 10년의 정신치료 경향 예측에서 가상현실과 컴퓨터를 이용한 방법을 각각 3위, 5위로 꼽았다. 반면, 꿈 해석은 35위였고 자유연상 기법은 38위로 최하위를 차지했다. 정신치료 이론에서는 인지-행동 치료가 1위였고 최하위를 차지한 이론은 29위의 전통적 정신분석이었다.¹⁾ 반대 의견이 있을 수 있

*본 논문의 일부는 2006년 10월 19일 서울에서 개최된 대한 신경정신의학회 추계학술대회에서 발표되었음.

**연세대학교 의과대학 정신과학교실 및 의학행동과학연구소
Department of Psychiatry and Institute of Behavioral Science
in Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul,
Korea

†교신저자 : 김찬형, 135-720 서울 강남구 도곡동 146-92
전화) (02) 2019-3340, 전송) (02) 3462-4304
E-mail) spr88@yumc.yonsei.ac.kr

으나, 십 수년 전만해도 낯설었던 전자우편이나 인터넷 등이 이제는 친숙한 의료 환경의 일부가 된 것을 생각해 보면 그리 놀랄만한 보고는 아니다. 아직 국내 의학계에서는 ‘가상현실’이란 키워드가 익숙하지 않지만, PubMed 데이터베이스에서 2006년 11월 2일 현재 “virtual reality”로 검색해 보면 1812개의 자료를 얻을 수 있을 만큼 가상현실 연구는 가까이 있다. 과거 발표된 논문 중 똑 같은 키워드로 검색한 보고에 의하면, 2001년 12월 6일의 검색 결과는 739개였다.²⁾ 이 두 번의 검색 결과를 비교해 보면 5년도 채 안 되는 기간 동안 2.5배가 증가했음을 알 수 있다. 이러한 가상현실 연구의 급격한 증가에는 필요한 장비의 가격 인하가 한 몫을 하고 있는데, 12년 전 1억원을 호가하던 고급 가상현실장비들을 이제는 500만원 정도면 구매할 수 있게 된 것이다. 그럼에도 컴퓨터의 처리속도는 향상되었고, 영상출력 장치나 추적기 등의 기본 장비들의 질은 높아졌다. 이렇게 하드웨어

적인 도입장벽이 낮아짐에 따라 관련 연구가 활발해지고 응용 분야도 넓어졌다. 가상현실을 구현하려면 삼차원의 컴퓨터 영상을 만들어 내고 그 안에서의 물리적 법칙들을 구현하는 핵심 프로그래밍 코드인 3D 엔진이 필요하다. 따라서 가상현실 기술은 컴퓨터 소프트웨어와 관련된 기술과 인력의 인프라가 필요한 독점적 기술이기도 했다. 그러나 삼차원 컴퓨터 게임 산업의 번창과 객체 지향 컴퓨터 프로그래밍 기술의 발전에 힘입어 기능이 뛰어난 삼차원 그래픽 엔진의 상용화가 이루어졌다. 즉, 초기의 희귀한 삼차원 그래픽 엔진들은 게임 및 컴퓨터 디자인 관련 업체들의 수요가 급증하면서 상용화 되었고, 고수의 성에 의한 경쟁으로 가격은 인하되고 편리함 및 성능은 향상되었다. 결과적으로 고급 삼차원 컴퓨터 프로그래머와 신기술관련 연구비를 독점할 수 있는 공학 기반 연구팀의 전유물이던 가상현실 기술은 이제 그 폐쇄적 연구 환경을 극복하고 있는 셈이다. 이에 저자들은 가상현실을 이용한 정신과 관련 연구들의 문헌 고찰을 바탕으로 그 개념 및 사례, 비전을 실제 경험과 함께 정리함으로써 관심 있는 정신과학 연구자들에게 참고가 되기를 기대한다.

본 론

1. 가상현실의 개념과 의학적 이용

1) 가상현실의 개념

가상현실이란 용어는 1989년에 Lanier에 의해 처음으로 사용되었지만, Head Mounted Display (HMD)의 개발³⁾⁴⁾ 및 관련 기술의 발달에 큰 영향을 끼친 Sutherland가 '가상현실의 아버지'라 불려 지고 있다. 가상현실이란 기술은 컴퓨터가 만들어낸 가상의 환경을 사람의 모든 감각을 통해 실제 상황으로 인지 하는 것이다. 사람은 외부 세계로부터 시각, 청각, 촉각, 후각, 미각, 운동감각 등을 사용하여 정보를 얻는데, 그 중 시각이 70%정도를 담당하므로 시각적 가상현실은 가상현실 환경 구축에 가장 중요하다. 또한 타 감각의 가상현실 구현은 기계 장치를 포함한 하드웨어의 고비용과 기술적 한계 등으로 구현이 어렵지만, 시각적 가상현실은 컴퓨터 그래픽 기술의 발달에 따라 상대적으로 구현이 용이한 장점이 있다. 따라서 가상현실 기술의 주된 연구 대상 감각은 주로 시각이었다. 시각적 가상현실 시스템을 구축하는 방법은 사용되는 장비에 따라 데스크톱형, 투사형, HMD형의 세가지로 구분

된다. 데스크톱 형은 컴퓨터 화면상에 가상현실을 구현하는 것이고, 투사형은 대형 스크린에 입체감 있는 형상을 투사시키는 것이고, HMD형은 안경모양의 디스플레이 장치인 HMD를 착용하여 시각적으로 외부세계와 완전히 차단된 상태에서 가상현실을 경험하는 방식이다. 가상현실에서 기술적으로 가장 중요한 몰입감의 정도도 이 순서에 따라 깊어진다.

가상현실은 사람과 컴퓨터의 상호작용(Human Computer Interaction, HCI)에 대한 발전 과정의 산물이라고 할 수 있다. HCI의 역사를 거슬러 올라가면 천공 펀치, 키보드 등을 거쳐 1963년 Douglas Englebart가 컴퓨터 마우스를 발명하면서⁵⁾ 인간은 비로소 컴퓨터와 직관적으로 상호작용 할 수 있게 되었다. 즉, 사용자가 자신의 의도대로 움직이는 즉각적인 반응을 화면에서 볼 수 있게 되면서 컴퓨터와의 상호작용에 커다란 전기가 마련되었고 마우스라는 발명품은 대단한 성공을 거두게 되었다.⁶⁾ 간혹 마우스를 사용하다가 뜻대로 움직이지 않았을 때 뇌에서 일어나는 인지적 과정을 생각해보면 그 편리함을 확인 할 수 있다. 그러나 마우스 작업 또한 뇌에서 몇 단계의 과정을 거쳐야 하므로 컴퓨터와 사람과의 거리감이 존재한다. 이러한 조작 및 감각제시의 한계를 극복한 것이 HMD이며, 머리 및 신체의 움직임을 추적하는 장치(tracker)와 함께 가상현실 발전의 원동력이 되었다. HMD는 안경 모양의 틀에 각각 작은 LCD(Liquid Crystal Display)를 부착하여 두 눈에 직접 영상을 투사하는 장치를 말한다. 이 때 두 눈에 시각적으로 약간의 차이가 있는 영상을 투사하게 되면 인체 시각의 원리에 의해 깊이감을 포함한 입체감이 더욱 뛰어나게 되는데 이 기능(stereoscopic vision)을 갖춘 HMD가 점차 보편화 되고 있다. 이 안경모양의 틀에 중력 및 원심력을 이용하여 머리 운동을 감지하는 센서인 head tracker를 설치해서 머리 운동과 맞춘 영상을 구현하게 된다. HMD는 컴퓨터 모니터와 달리 공간의 제약 없이 head tracker의 정보에 따라 사용자 주위의 가상세계 영상을 투사할 수 있는 장점이 있다.⁷⁾⁸⁾ HMD의 성능은 그 해상도와 수평 시야각(Horizontal Field of View, HFOV)으로 평가한다. 특히 후자의 성능이 사람의 수평 시야각만큼 크다면 완벽한 몰입이 가능하다. 그러나, 아직 기술의 한계로 인해 완벽한 몰입감 형성은 불가능하며 HMD 기술이 극복할 과제로 남아있다. 그러나, 그 무게로 인해 피험자가 목의 통증을 호소할 만큼 투박하고 조악하면서 낮은 해상도에 머물렀

던 초기 HMD 제품이 이제는 스키 고글 크기의 작고 가벼운 고해상도 제품으로 개량된 것을 보면 사람의 시야각을 덮는 이상적인 HMD의 출현이 멀지 않았다고 볼 수 있다. 관련 업체들은 HMD가 일반인들 사이에서 개인적인 영화감상 및 컴퓨터 게임 도구로서 인기를 얻게 되자 그 성능 향상에 힘쓰고 있으며 생산량의 급증으로 가격은 수십 분의 일까지 떨어지고 있다. 더불어 몇몇 벤처 기업들은 전혀 새로운 영상 투사 방법으로 기존 HMD의 한계를 극복하는 혁신적인 제품을 준비하고 있기도 하다.

이와 같이 기본적인 가상현실 연구 환경은 일반적인 데스크톱 컴퓨터 또는 노트북 컴퓨터와 가상현실 컴퓨터 프로그램으로 구성되며, 몰입감(immersion) 및 현실감(sense of presence)을 높이기 위해 HMD와 head tracker를 각각 컴퓨터의 외부 모니터 출력 단자와 USB 단자에 꽂아 사용할 수 있다. 이 때, 컴퓨터 입장에서 HMD는 요즘 흔히 사용되는 이중 모니터(dual monitor)의 하나로 인식되며, Head tracker는 마우스나 조이스틱 등과 비슷한 입력 장치의 하나일 뿐이다. 가상현실이라는 용어의 낯섶에 비해 그 구체적 실체는 우리에게 익숙한 컴퓨터 환경과 크게 다르지 않다. 그만큼 정보화시대와 정보공학기술은 이미 사람에게 친숙한 환경의 일부가 되어 있는 것이며 환자를 포함한 피험자와 연구자들에게도 마찬가지다. 한편, 거액의 신기술 연구비의 투자로 좀 더 생동감 있는 가상현실 구축을 위한 고가의 장비들도 개발, 소개되고 있다. 즉, 장갑에 수십 개의 센서를 부착하여 손가락과 손의 움직임을 수치화하고 기계장치를 통해 촉각과 손 운동의 저항감을 제공하는 데이터 글로브(data glove), 전자기장을 이용하여 머리의 움직임뿐만 아니라 피험자의 정확한 공간 좌표까지 알려주는 6축 tracker, 스크린 상에 두 위상(phase)의 영상을 동시에 투사하여 입체시를 구현하는 입체프로젝터 및 사람의 시야각에 좀 더 근접할 수 있는 휘어진 곡면 스크린, 2~6개의 스크린으로 방을 만든 후 입체 영상을 출력해서 몰입감을 증가시키는 CAVE(Cave Automatic Virtual Environment) 시스템 등 다양한 가상현실 지원 장비들이 있으나 대부분 수요가 적어 아직은 고가이다.

가상현실 구현 소프트웨어는 하드웨어라는 그릇에 담기는 내용이므로 더 중요하다. 상대적으로 몰입감이 떨어지는 데스크톱 기반의 가상현실 시스템도 그 내용물이 되는 소프트웨어가 대상 질현의 요구에 맞게 사실적으로 제작되었다면 하드웨어적인 한계는 극복될 수 있다. 반

면 고가의 하드웨어 장비를 갖추었다고 해도 소프트웨어가 조악하다면 그 시스템의 효과는 형편없이 떨어지게 된다. 현재까지 보고되는 가상현실 연구들의 경우 제작된 소프트웨어의 시나리오와 한 두 장의 사진으로 소프트웨어에 관한 설명을 대신하고 있어서 그 가치평가에 있어 문제점이 있다. 즉, 실제로 유용성이 떨어지는 조악한 시스템이라도 화려한 고가의 하드웨어와 구색만 갖춘 소프트웨어적 설명으로 인해 유용한 시스템인 것처럼 평가 될 수 있는 위험이 있다. 가상현실 연구 평가의 이러한 허점은 멀티미디어적인 방법론을 종이라는 제한된 표현 매체를 통해 설명할 수 밖에 없는 현 논문 보고 체계의 필연적 결과라고 할 수 있다. 이를 극복하기 위해서는 소프트웨어의 유용성에 대한 연구 평가 방법의 개발과 함께 연구자 개인의 윤리 의식 향상이 필요하다. 아직 표준화된 가상현실 시스템의 개발 과정이 정립되지는 못했으나, 참고 할 만한 모델로는 Kimer와 Martins⁹⁾가 제안한 모델이 있다. 이 모델에서는 가상현실 시스템 개발은 요구의 정의로부터 시작한다고 보고 있다. 즉, 누구를 위해 어떤 작동을 하는 가상현실을 제작할 것인가를 정의하는 일이다. 이를 바탕으로 가상현실 시스템을 설계, 제작한 후 완성된 시스템을 평가해서 개선점과 새로운 요구를 다시 정의한다. 이후의 단계를 반복하면서 유용하고 가치 있는 시스템으로 발전시켜나가는 과정을 밟게 된다(그림 1).

2) 의학적 이용

몰입감은 가상현실의 기본적 요소이다. 가상현실에 몰입할수록 현실세계와 단절 되는데, 그것이 통증인 경우 환자에게 큰 도움이 될 수 있다. 이러한 가설을 바탕으로 통증관리에 가상현실의 몰입감을 이용한 연구가 Hoffman 등에 의해 활발히 진행되고 있다.¹⁰⁾ 이 연구팀이 2000년에 처음으로 보고한 화상 환자를 대상으로 한 가상현실 통증 관리 시스템은 실제로 비디오 게임 등의 보조 수단보다 효과적인 것으로 나타났다. 즉, HMD 기반의 몰입형 가상현실 시스템으로 화상 치료를 받는 환자의 주의를 사로잡아 치료 과정의 현실적 고통을 잊게 함으로써 새로운 비약물적 통증관리 방법을 제안했다. 최근 동일 연구팀은 이 과정에서의 신경상관자(neural correlates)를 찾는 기능적 뇌영상연구를 통해 이 새로운 방법의 논리적 근거를 마련하고 있다.¹¹⁾ 화상치료시의 통증에 다양한 연구¹²⁻¹⁵⁾ 외에도 소아암환자를 포함한 소

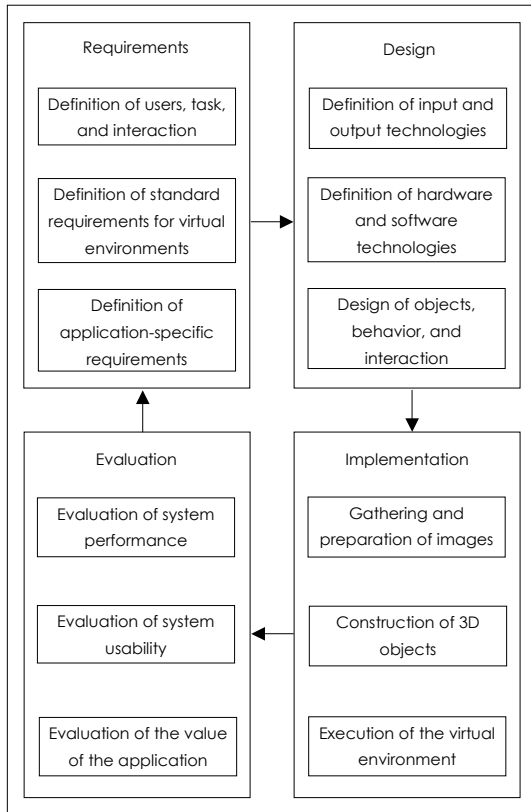


Fig. 1. Software development process⁹⁾ of virtual reality system.

아환자들의 불안과 통증,¹⁶⁻¹⁸⁾ 환지통(phantom limb pain),¹⁹⁾²⁰⁾ 침습적 의료 술기시의 통증,²¹⁻²⁵⁾ 정형외과에서의 골절치료 전처치시의 통증,²⁶⁾ 성인 암환자의 화학요법(chemotherapy)시의 통증,²⁷⁾ 그리고 치과에서의 치통 등²⁸⁾에 대한 통증관리의 보조수단으로 이용하는 연구가 진행되고 있다.

가상현실의 의학적 이용이 활발한 분야 중 하나는 외과 수술과 관련된 사전 훈련 및 의학교육 영역이다. 이미 1980년대부터 시작된 수술 시뮬레이션은 현재 수술전략을 수립하기 위한 사전계획²⁹⁾ 및 훈련,³⁰⁾ 증강현실을 이용하여 수술부위의 실제 영상에 수술에 필요한 정보를 합성하여 제공하는 영상가이드 수술(image guided surgery) 등³¹⁾에 응용되고 있다. 환자의 실제 MRI나 CT 같은 의료영상을 바탕으로 입체적인 가상 인체 영상을 구성한 후 실제 내시경으로 진단하듯 소화기관,³²⁾ 비뇨기관,³³⁾ 폐 등³⁴⁾을 보는 가상내시경(virtual endoscopy)에 관한 연구도 활발하다. 이 경우 환자는 의료영상만 제

공하면 되므로 비침습적(non-invasive)인 술기가 된다. 그 외에도 신경과 및 재활의학 분야에서의 운동재활³⁵⁾과 두부 손상 환자의 재활,³⁶⁾ 편측무시환자의 검사³⁷⁾ 및 재활 등³⁸⁾에 관한 연구들이 진행되고 있다.

2. 가상현실의 정신과적 이용

1) 불안장애

공포증의 노출 치료에 있어 현실감은 필수적인 요소이다. 가장 높은 현실감은 직접 노출이겠으나, 그로 인한 환자의 지나친 불안은 치료의 동기를 꺾을 수 있다. 또한 대상이 되는 실제 상황을 제공하는 것은 비용이 많이 들고 간혹 현실적으로 불가능한 경우도 있다. 이런 점에서 가상현실을 이용한 공포증 치료는 상상, 그림, 단순한 컴퓨터 화면 등보다는 현실감이 뛰어나며, 관련 장비의 가격 하락으로 인해 실제 노출 치료에 비해 상대적으로 저렴한 비용으로 실행할 수 있다는 장점이 있다. 가상현실을 이용한 공포증 치료의 가능성과 유용성을 알아보기 위해 관련된 중요 연구들을 선별하여 질환 별로 정리해보면 다음과 같다.

(1) 고소 공포증

Rothbaum 등³⁹⁾은 1995년 가상현실을 이용하여 고소 공포증 환자에게 단계적 노출 치료법을 적용한 연구 결과를 미국정신의학회지에 보고했다. 이 연구에는 20명의 대학생 고소 공포증 환자가 참여했고, 두 집단으로 나누어 비교연구를 실시했는데, 가상현실 치료를 받은 집단에서만(주 1회 35~45분씩 7주간 시행됨) 유의한 치료 효과가 있었다고 한다. 가상현실 치료를 받은 환자들은 실제로 밖이 잘 보이는 유리로 된 엘리베이터를 타고 75층 높이의 건물 옥상까지 갈 수 있었다고 한다. 이 연구는 공포증 치료의 도구로써 가상현실 치료법의 가능성을 과학적으로 보여준 시발점이 되었다.

Emmelkamp 등⁴⁰⁾은 33명의 고소 공포증 환자들을 두 집단으로 나누어, 16명에게는 단계적 실제 노출 치료를 시행하고, 17명에게는 실제와 똑같이 제작한 가상현실 치료 프로그램을 시행하였다. 연구 결과 두 치료 방법의 효과에는 유의한 차이가 없는 것으로 보고되었다. 2002년에 발표된 이 연구가 흥미로운 점은 새로운 치료법의 효용성을 실제 치료법과 직접 비교하여 입증한 것 외에도 저렴한 가상현실 장비를 사용했다는 점이다. 사용된 장비는 64Mb의 RAM을 장착한 Pentium Pro 233MHz

데스크톱 컴퓨터와 저렴한 HMD 및 head tracker였다. 소프트웨어 개발 또한 전문 연구소의 가상현실 전용 3D 엔진이 아니라, 일반 상용 개발 프로그램을 사용했다. 결과적으로 이 연구는 고소 공포증 치료에 있어서 가상현실 치료가 실제 노출 치료와 효과는 비슷하면서도 비용은 적게 들 수 있음을 보여주었다.

(2) 비행 공포증

Rothbaum 등⁴¹⁾은 45명의 비행 공포증 환자를 세 집단으로 나누어 가상현실 치료의 효과를 보기 위해 무작위 추출(randomly assigned) 비교 연구(controlled study)를 실시했다. 연구 결과, 가상현실 치료만 받은 집단과 직접 노출 치료만 받은 집단 모두 대조군 보다 치료 효과가 뛰어났고, 두 치료법의 효과에는 차이가 없었다. 치료 종결 6개월 후의 추적 결과도 두 집단 모두 93%의 환자들이 실제 비행기를 탈 수 있었다고 한다. 연구자들은 가상현실 노출치료를 비행 공포증 치료에 적용함으로써 실제 비행장에서 실행하는 직접 노출 치료보다 치료자와 환자의 시간과 비용을 절약할 수 있었고, 환자의 특성에 맞춘 치료 환경을 제공할 수 있었다고 한다. 그러나, 현실감이 떨어지는 것을 한계점으로 보았다.

Wiederhold 등⁴²⁾은 가상현실 치료 효과의 객관적 측정 도구로 심박동수, 피부저항, 피부온도 등의 생리학적 지표를 측정하는 실험을 했다. 36명의 비행 공포증 환자군과 22명의 대조군을 대상으로 상기 항목을 측정된 결과 두 군 사이에 유의한 차이가 있었고, 가상현실 치료가 지속됨에 따라 환자군의 생리학적 지표 값이 대조군과 비슷해지는 경향을 보였다고 한다. Wiederhold와 Wiederhold⁴³⁾은 생체 신호의 시각적 피드백(visual feedback of physiological signals)이 가상현실 노출 치료에 미치는 영향을 보기 위해 3년간의 추적 연구도 실시 했는데, 생체 피드백을 병행했을 때 치료의 효과가 더 오래 지속되었다고 한다.

비행 공포증은 그 치료 과정에 비행장과 비행이 포함되어 있어 치료에 드는 시간, 노력, 비용이 상승할 수 밖에 없는 특성이 있다. 가상현실을 이용한 치료가 효과 면에서 차이가 없다면 상대적으로 편리하고 저렴한 대안이 될 수 있을 것이다.

(3) 광장공포증을 동반하는 공황장애

공황장애에 관한 가상현실 연구는 특정 공포증 연구에 비해 그리 활발하지는 않은 편이다. North 등⁴⁴⁾이 처음

으로 광장공포증에 가상현실을 이용한 탈감작 기법의 효용성을 연구했는데, 60명의 대학생 환자들을 대상으로 30명에게는 가상현실 치료를 시행하고 나머지 30명에게는 시행하지 않은 결과 가상현실 치료를 받은 집단에서 유의한 치료효과가 나타났었다. 그러나, 장동표 등⁴⁵⁾의 연구에서는 광장공포증을 동반하는 공황장애 환자 7명에게 가상현실 치료를 시행한 결과 환자들이 가상현실에 몰입하기 힘들어했고, 따라서 불안을 유발하는 것이 어려워 치료효과의 유의한 차이는 없었다. Vincelli 등⁴⁶⁾은 광장공포증을 동반한 공황장애에 치료에 있어 다원적 인지-행동 치료 전략(multicomponent cognitive-behavioral treatment strategy)에 기반한 가상현실을 이용한 경험적 인지 치료(Experiential-Cognitive Therapy, ECT)를 제안했다. 연구 결과 이 새로운 치료 기법은 전통적 인지 행동 치료에 비해 치료 효과에는 유의한 차이가 없으면서도 33%의 치료 세션 감소 효과가 있었다고 한다. 즉, 더 효율적이었다. 이 연구에서 사용된 가상현실 공간은 엘리베이터, 슈퍼마켓, 지하철 내부, 광장 등의 4가지였다.

(4) 사회 공포증

사회 공포증에 대한 가상현실 연구는 크게 발표 공포증(fear of public speaking)과 일반화된 사회 공포증으로 나누어 진행되었는데, 전자의 경우가 가상현실 재현에 더 용이하므로 관련 연구가 활발하다. 발표 공포증과 관련된 연구는 1998년 North 등⁴⁷⁾에 의해 처음 시도되었는데, 발표장면을 주제로 한 가상현실 노출 치료를 받은 8명과 발표와 관련 없는 일반적인 가상현실 장면 노출된 8명으로 나누어 진행한 연구 결과 가상현실 노출 치료를 받은 환자군에서만 유의한 치료효과가 발견되었다고 한다. 이후 이와 관련된 연구가 활발해지면서 발표 공포증 치료에 있어 가상현실의 효과적 이용의 틀이 만들어지고 있다. 즉, Pertaub 등⁴⁸⁾⁴⁹⁾과 Slater 등⁵⁰⁾의 연구에서는 가상현실 장면의 제서를 긍정적, 부정적, 중성적 장면의 세가지로 나누는 시도를 하였다. 연구 결과는 가상현실 노출 치료의 효과를 재 확인 하는 것이었으나, 특징적으로 적대적이고 부정적인 청중의 반응을 재현한 가상현실 장면에 대해서는 발표 불안의 유무와 상관없이 강한 불안을 유발했다는 점이었다. Harris 등⁵¹⁾은 발표 공포증을 가진 대학생 14명을 대상으로 8명에게는 가상현실 노출치료를 행하고, 나머지 6명은 대기자 리스트로

배정한 결과, 자가 설문과 맥박 산소 계측기(pulse oximeter)를 이용한 심박동수 측정에서 가상현실 노출군에서만 유의한 치료효과가 있었다고 한다. 그러나, 이러한 일련의 연구들에서 사용된 아바타의 비현실감이 지적되었고, 이를 극복하기 위한 대안으로 동영상 편집 분야에서 널리 사용되고 있는 크로마키(chroma key) 기법을 이용한 실제 얼굴 영상의 합성도 시도되었다.⁵²⁾ 사회 공포증의 가상현실 치료와 인지-행동 치료를 직접 비교한 연구는 2005년 Klinger 등⁵³⁾에 의해 시행되었는데, 36명의 정신과 외래 환자를 대상으로 18명에게는 가상현실 치료를, 나머지 18명에게는 전통적인 인지-행동 치료를 시행한 후 치료효과를 비교했다. 이 연구에 사용된 가상현실은 가상의 공간에 실제 비디오 카메라로 촬영된 사람의 동영상을 합성하는 방법이 원활히 적용되어 사실감을 높였다고 한다. 연구 결과는 가상현실 치료가 실제 인지-행동 치료만큼 효과적인 것으로 나타났다.

문화적 영향이 많은 사회공포증은 동양과 서양을 비교할 때 다른 양상을 보인다고 한다.⁵⁴⁾ 따라서, 우리나라와 일본에 특이하게 많은 대인공포증의 경우 국내 가상현실 연구가 중요한 의미를 가질 수 있는 주제일 것이다.

(5) 외상후 스트레스장애

외상후 스트레스장애에 대한 연구는 연구의 영향력을 고려해서인지 주로 세계적인 사건들을 대상으로 행해졌다. 즉, 베트남 전쟁, 911 세계무역센터 테러, 이라크 전쟁 등과 관련된 외상후 스트레스장애에 관한 연구들이며 정리하면 다음과 같다.

Rothbaum 등⁵⁵⁾은 1999년 미국 국립정신보건연구소의 연구비를 지원 받아 베트남 전쟁 참전 군인들의 외상후 스트레스장애 치료를 위한 가상현실 치료 연구를 진행했다. 첫 보고는 월남전 당시 헬리콥터 조종사였던 50세 남자였다. 당시 사용된 가상현실 자극은 피험자에 맞게 헬리콥터로 적진에 침투하는 장면과 정글 소개 전투 장면 등이었다. 현실감을 높이기 위해 진동이 가능한 좌석과 HMD를 사용했다. 연구 결과 34%의 객관적 증상 감소와 45%의 주관적 증상감소가 보고되었고 그 치료 효과는 6개월 후에도 유지되었다고 한다. 연구팀은 이후 10명의 피험자를 대상으로 확대 실험한 결과 같은 치료 효과가 확인 되었다고 한다. 이로서, 외상후 스트레스 장애에 대한 가상현실 노출치료의 가능성을 보였으며, 특히 전쟁장면의 재경험은 현실에서 제공하기 어려우므로

가상현실을 이용하는 것이 효과적일 수 있다.

Difede와 Taylor⁵⁶⁾은 2001년 9월 11일의 세계무역센터 테러 희생자에게 가상현실 노출 치료를 시행한 증례를 보고했다. 이 연구의 피험자는 26세 여성으로 전통적인 상상 노출 치료에 진척이 없어 가상현실 치료에 참여하게 되었다고 한다. 가상현실의 첫 장면은 사고 당일 아침 평온한 세계무역센터 건물이 보이는 장면인데, 특이한 점은 11개의 가능한 조합을 미리 프로그램 해 놓고 치료자가 상황에 따라서 이들 장면을 선택할 수 있게 한 점이다. 그 장면들에는 비행기가 세계무역센터 건물에 부딪히기까지의 생생한 순서의 조각들로 구성되어 있다고 한다. 치료 결과, 피험자에게 더이상 정신과적 진단기준을 적용할 수 없을 정도로 증상의 호전이 있었다고 한다. 기존의 가상현실 연구들이 비용과 연구 설계의 문제로 제한된 장면만을 제시하는 한계가 있었다면, 이 연구에서는 치료자가 가상현실 장면을 실시간으로 조합할 수 있도록 설계되어 있어 이러한 한계가 어느 정도 극복되었다고 볼 수 있다.

Rizzo 등⁵⁷⁾은 외상후 스트레스장애를 갖고 있는 이라크전 참전 군인들을 대상으로 한 가상현실 치료 시스템을 구축했다. 이전 연구에 비해 뛰어난 점은 여러 가지 전쟁 상황에 대한 시나리오들을 준비해서 환자의 요구에 맞추어 가상현실을 제공했다는 점이다. 이후 이 연구팀은 전쟁 상황을 배경으로 한 컴퓨터 게임을 재활용하고 후각과 촉각까지 도입한 몰입감 높은 가상현실 시스템을 구축했다.

외상후 스트레스장애를 유발하는 스트레스에는 전쟁, 테러 외에도 여러 가지가 원인이 있다. 또한 환자의 주관적 반응과 의미부여에 따라 그 결과가 다를 수 있다. 그러므로, 국내 현실에 맞는 관련 연구와 환자의 특성에 따른 가상현실 연구가 과제로 남아있다.

(6) 기타 불안 장애 연구

DSM-IV 특정 공포증의 상황형에 속하는 운전공포증의 경우 오래 전부터 운전이 생활화된 선진국에서는 중요한 문제이다. Wald와 Taylor⁵⁸⁾은 2000년에 운전 공포증에 대한 첫 가상현실 치료 증례를 보고하였다. 동일 연구팀의 2003년 보고에 의하면 5명의 운전공포증 환자를 대상으로 가상현실 치료를 시행한 결과 3명에서 진단 기준을 더 이상 적용할 수 없을 정도로 증상의 호전을 보였으며, 2명에서는 유의한 치료 효과는 없었다고 한다.

따라서 운전 공포증의 가상현실 치료에 치료 효과를 보이는 환자를 선별하기 위한 예측인자 연구를 제안하고 있다.⁵⁹⁾ 운전 시뮬레이션의 경우 뛰어난 화면을 제공하는 컴퓨터 게임이 많은데, 이러한 컴퓨터 운전 게임과 가상현실 노출을 동시에 경험하는 연구 디자인도 시도되었다.⁶⁰⁾

폐쇄공포증에 대한 첫 가상현실 연구는 1998년에 보고 되었는데, 다른 정신치료적 개입 없이 가상현실 치료만 받은 결과, 환자의 증상은 개선되었고 한 달 후에도 치료 효과는 유지되었다고 한다.⁶¹⁾

강박장애는 대표적인 불안장애에 속하는 질환이지만, 이에 대한 가상현실 연구에 대한 보고는 아직 없고, 컴퓨터를 이용한 평면적 자극으로 강박장애 환자의 불안을 유발한 연구가 있을 뿐이다.

2) 정신분열병

원격의료로 잘 알려진 호주의 퀸스랜드 대학의 가상현실 연구소(Visualisation and Advanced Computing Laboratory, VISAC)에서는 최근 흥미로운 연구를 진행 중이다. 정신분열병 환자의 환각을 가상현실로 재현하는 것인데, 그 궁극적인 목적은 환자가 치료자와 함께 그들의 경험을 가상현실로 재현해서 증상의 이해를 돕고 병의 경과를 보다 정확히 알 수 있게 하는 데 있다고 한다. 더 나아가 연구팀들은 이러한 과정을 통해 정신병적 증상의 신경생리학적 검사에 기여할 수 있고, 증상과 관련된 뇌의 회로를 이해하는데 도움을 줄 것이라고 기대하고 있다.⁶²⁾ 2001년에 시작된 이 연구사업은 아직 활발한 보고를 내고 있지 못하지만, 이 소프트웨어가 연구팀들의 의도대로 정신과 일선에서 사용된다면, 진료 환경의 큰 변화가 예상된다고 할 수 있겠다.

Sorkin 등⁶³⁾은 정신분열병 환자 진단의 정확도를 높이기 위한 목적으로 가상현실 신경인지검사를 이용한 연구를 시행했다. 이 연구에서는 피라미드 내부를 재현한 가상 미로를 이용하여 작동 기억과 통합능력, 운행 능력과 전략, 학습능력 등을 측정했는데, 그 결과를 다차원적인 극좌표 형식으로 표현한 점이 특이하다. 연구자들은 가상현실이 다양한 수행 영역들을 동시에 측정함으로써 정신분열병 진단의 객관적 도구가 될 수 있다고 평가했다. 국내에서도 유사한 가상현실 연구가 2003년에 보고되었다.⁶⁴⁾

3) 소아정신질환

가상현실 기술의 발달은 삼차원 컴퓨터 게임 산업의 발

달과 맥을 같이 하고 있다. 따라서 소아 정신과 환자들의 경우, 이 신기술을 이용한 치료에 대해 성인 환자들보다 더 많은 흥미를 가질 수 있고, 몰입도 쉬워 질환에 잘 맞는 가상현실을 적용한다면 많은 도움을 받을 수 있을 것이다. 중요한 관련 연구를 정리해보면 다음과 같다.

(1) 주의력결핍과잉행동장애(Attention Deficit Hyperactivity Disorder, ADHD)

소아에 있어서 ADHD는 학령기 아동의 5~10%의 높은 유병율을 보이고,⁶⁵⁾ 학습에 대한 영향이 크기 때문에 임상적으로 중요성이 높다. 주의·집중의 인지 영역은 반응의 정밀한 측정, 피험자가 몰입할 수 있는 자극의 제시 등 가상현실 연구와 잘 맞는 부분이 있다.

Rizzo 등⁶⁶⁾은 교실을 재현한 가상공간에 ADHD 아동을 학생으로 앉히고 10분씩 세가지 조건의 자극을 제시했다. 첫 10분 동안은 가상 교실의 칠판에 A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, L, X의 알파벳을 섞은 일련의 자극을 제시하고 자극 중 A후에 나오는 X를 가려내는 지속수행 검사(Continuous Performance Test : CPT)를 실시하고 다음 10분 동안은 비슷한 과제를 수행하되 가상공간에 간접자극을 추가했다. 즉, 휘파람소리, 연필 떨어지는 소리, 의자 움직이는 소리 등의 청각적 간접 자극과 종이 비행기가 날아다니는 시각자극, 그리고 창 밖에 차가 지나가며 소리 나는 것, 낮선 사람이 지나가며 소리 내는 것 등의 혼합자극 등이 주어졌다. 마지막에는 역시 칠판을 이용해서 보스톤 이름 대기 검사를 응용한 가상현실 검사를 실시했다. 정상 아동에 비해 ADHD 아동에서 기존의 연구들과 일치되는 결과가 보고되었는데, 이 연구에서 주목할 만한 성과는 가상현실 연구에서만 구할 수 있는 변수를 측정했다는 점이다. 즉, 반응 시간과 함께 수행 능력 평가 시에 머리와 손, 무릎 등의 움직임은 HMD와 추적 장치를 사용해서 실시간으로 기록했는데, 이는 주의 산만의 정도를 수치화 한 것으로서 기존의 육안 관찰로는 불가능한 것이다.

(2) 자폐증

컴퓨터를 이용한 자폐증 연구는 기존에도 있어 왔지만,⁶⁷⁾⁶⁸⁾ Parsons 등⁶⁹⁾은 자폐증 환자들이 가상현실 환경을 이해하고 사용할 수 있는지를 보기 위해 12명의 환자들에게 데스크톱 기반의 가상현실을 적용했다. 사용된 가상현실은 가상 도시 프로젝트(virtual city project)⁷⁰⁾의 환경에서 발췌한 가상카페(virtual cafe) 장면으로, 피

험자들은 가상의 카페에 들어가 자리에 앉아 몇 가지 음식과 음료를 주문하고 돈을 지불하는 일련의 과제를 수행하도록 되어있다. 연구결과 자폐증 환자들도 정상인처럼 가상현실을 이해하고 사용하는데 지장이 없는 것으로 나타나 자폐증 연구에 가상현실을 이용할 수 있는 배경을 갖추게 되었다. 연구자들은 자폐증 환자를 대상으로 한 가상현실을 이용한 사회기술훈련의 가능성을 제안하고 있다.

4) 치 매

컴퓨터를 이용한 치매 연구 중 1996년 보고된 Hoffman 등⁷¹⁾의 연구는 가상현실 장비를 사용하지는 않았지만 연구 설계에 있어 가상현실 연구와 유사한 점이 많았다. 즉, 10명의 치매 환자를 대상으로 환자들에게 익숙한 50에서 150장의 사진을 구해, 인지 재활을 위한 시나리오에 맞게 컴퓨터로 보여주며 터치 스크린(touch-screen)으로 자극을 받는 시스템을 구성했다. 3주간의 훈련 결과 치매 환자들의 수행능력이 향상되었다고 한다. 가상현실의 가능성을 보기 위한 연구가 Flynn 등⁷²⁾에 의해 수행되었는데, 공원을 배경으로 한 가상현실을 6명의 치매환자에게 적용했을 때, 특별한 부작용 없이 가상 공간에 대한 현실감을 느끼며 조이스틱으로 자연스럽게 다닐 수 있었다고 한다. 즉, 치매 환자들에게 가상현실 기술을 적용하여 인지 기능 평가나 인지 재활에 사용할 수 있는 근거를 제시했다. 국내에서는 Lee 등⁷³⁾이 치매 진단을 위한 시스템 개발을 시도했었다. 이 시스템에서는 집 내부에서 시작해서 친구의 생일을 축하하기 위하여 집안을 정리하고 옷을 입고선물을 준비하여 길을 찾아가는 시나리오를 구성한 후 치매 환자의 가상 공간 움직임 및 반응을 기록하여 신경인지적인 해석을 시도했다.

5) 물질의존장애

물질의존 장애와 관련된 가상현실 연구는 주로 단서 노출(cue exposure) 방법을 사용한 연구들이다. 기존의 단서 노출 치료(cue exposure therapy : CET)⁷⁴⁾는 주로 사진이나 비디오 등의 단서를 사용해서 고전적 조건화 상태인 환자의 갈망을 유발하고 체계적으로 소거시켜 재발을 방지하는 과정으로 진행되었다. 그런데, 갈망의 단서가 되는 자극을 가상현실로 제공하게 되면 사진이나 비디오보다 사실적인 단서를 제공하면서 가상이기에 절제할 수 있는 장점이 있다. Kuntze 등⁷⁵⁾은 이러한 가상현실의 유용성을 알아보기 위해 15명의 아편의존 환자를

대상으로 5명에게는 가상현실을 이용한 단서 노출 치료를, 5명에게는 기존의 단서 노출 치료를, 그리고 나머지 5명에게는 독서 등의 중성적 자극을 제시한 후 갈망의 유발 정도를 비교했다. 제시된 가상 환경은 가상의 술집(virtual bar)을 배경으로 약물과 슴, 주사기 등의 단서 자극을 배치했다. 연구 결과 가상현실을 이용한 단서 노출 시 유의한 신체적, 심리적 갈망이 유발되었다고 한다. 비슷한 가상의 술집을 배경으로 한 니코틴의존에 대한 가상현실 뇌영상 연구에서는 이차원적인 자극 제시 때와 유사한 뇌 활성 영역이 관찰되었다고 한다.⁷⁶⁾ 알코올과 관련된 연구로는 음주 상태에서 운전 시뮬레이션 시의 신경상관자(neural correlates)를 보기 위한 뇌 영상 연구가 있었다.⁷⁷⁾

6) 정신치료

Optale 등⁷⁸⁾은 160명의 발기부전증과 조루증 환자를 대상으로 가상현실 치료와 정신 역동적 정신치료를 병행한 1년 추적 연구 결과를 보고했다. 이 연구에서 가상현실은 정신치료의 보조 도구로 사용되었는데, 숲 길을 재현한 가상 공간에서 환자는 그의 어린 시절로 돌아가 유년기, 청소년기, 사춘기를 거치면서 이성에 대해 처음으로 성적 호기심을 느꼈던 시기를 재경험하는 과정으로 구성되었다. 치료자는 이 가상현실 체험을 재료로 환자에게 정신 역동적 치료를 병행했다고 한다. 동일 연구팀의 초기 연구 디자인⁷⁹⁾보다 더욱 정밀해진 이 연구에서 치료 효과가 유지된 환자는 58%였다. 이 연구는 가상현실이 어린 시절의 재현 및 몰입에 도움을 주어 전통적 정신치료의 새로운 보조도구가 될 수 있음을 보여주었다는 데 의미를 찾을 수 있다.

7) 신경심리평가 및 인지기능연구

가상현실 기술은 신경심리평가 및 인지기능연구 분야에 혁신적 발전의 기회를 제공하고 있어서,⁸⁰⁾ 향후 이 분야에서 더욱 활발히 응용될 것으로 예측된다. 또한 인지과학연구의 결과는 가상현실 기술의 이론적 토대를 제공하고 있다. 그 동안 뇌와 마음을 이해하기 위한 인지 및 행동에 관한 연구에서 현실감 높고 조정 가능한 시각적 자극은 많은 연구자들의 바램이었다. 가상현실은 이러한 요구에 매우 잘 맞는다. 더불어 연구 영역을 타 감각까지 확대하는데 도움을 줄 수 있고, 피험자의 반응을 정밀하고 객관적으로 기록할 수 있는 장점도 있다. 윤리적인 문제로 사람에게 수행할 수 없었던 동물 실험의 패

러다임이 가상현실에서는 가능하기도 하다. 이러한 요구를 갖고 있던 연구자들에게는 가상현실이 대안이 될 수 있다. 그 예로, Astur 등⁸¹⁾은 동물 실험에서 흔히 이용되는 Morris 수중미로(water maze)를 가상현실로 제작하여 사람을 대상으로 실험했다. Morris 수중미로는 1984년 Morris⁸²⁾가 소개했으며, 도피대(escape platform)가 숨겨진 원통형 수조에 쥐를 빠뜨려 공간 기억과 학습 능력을 평가하는 실험 도구이다. 이 미로는 공간 기억에 작용하는 해마의 역할에 대한 연구에 흔히 쓰였는데, 사람에게서는 적용이 불가능했었다. Astur 등은 가상 수중 미로를 이용하여 성별에 따른 수행 능력 차이를 보는 실험을 진행한 결과 사람에서도 동물 실험과 비슷하게 여자가 남자보다 수행 능력이 떨어졌다고 한다. 수중미로와 함께 동물 실험에 흔히 쓰이는 방사형 미로(radial arm maze)를 가상현실로 제작하여 사람에게 수행한 실험도 시도되고 있다.⁸³⁾

국내에서는 이집트 피라미드의 내부를 배경으로 한 가상현실을 이용하여 정신분열병 환자의 방해 자극 처리 능력을 측정하는 연구가 있었다.⁸⁴⁾ 이 연구에 사용된 가상현실은 전통적으로 사용되어 오던 Wisconsin Card Sorting Test(WCST)의 카드 자극을 변형하여 2차원 도형을 3차원 공간의 벽에 제시 했었다. 연구에 사용된 장비는 HMD와 Head Tracker, 조이스틱 등이었다. 또한 인간의 삼차원 인지의 원리인 입체시(stereoscopic vision)에 대한 뇌의 활성영역과 이차원적 시각 자극에 대한 활성 영역을 비교하기 위해 기능적 자기공명영상 연구도 있었다.⁸⁵⁾ 이 연구의 보고에 따르면, 삼차원적 시각 자극에 대한 뇌의 활성 영역은 이차원적 시각 자극에 비해 약 18% 더 넓었다고 한다. 이 연구의 경우, 삼차원 시각 제시를 위해 적색과 청색을 이용한 입체그림(anaglyph)을 사용한 한계점을 갖고 있는데, 현재 시판되는 HMD 중에는 입체시를 위한 특수 기능을 내장한 제품이 흔하므로 좀 더 현실감 있는 삼차원 자극을 사용한 연구가 가능할 것이다.

3. 윤리적 문제

실제로 저자들이 그 동안 사용된 가상현실 컴퓨터 프로그램들의 자료화면을 비교하고 입수 가능한 프로그램들을 구동해본 결과 해상도와 화질이 많이 떨어져서 현실감이 낮았다. 특히 아바타를 사용한 가상현실 장면의 경우, 아바타가 목각인형같이 거칠어서 사람처럼 느껴지

지 않는 예가 많다. 따라서 피험자들의 몰입을 돕기 위한 연구자들의 언어적 개입이 많았을 것이다. 이 두 가지가 혼란 변수로 작용했을 것이나, 이를 통계적으로 제어한 연구를 찾아보기 어려웠으며 실제 수량화 하기에는 어려움이 많다. 그러나, 단순히 ‘최신 기술인 가상현실을 적용했다’는데 의의를 둘 것이 아니라, ‘적용한 가상현실은 현실적으로 환자들에게 얼마나 도움이 될 것인가?’에 대한 연구자들의 고민과 개선 노력, 그리고 객관적이고 양심적인 설명이 필요하다. 정보 공학 연구 분야에서는 신기술과 그의 구현에 중점을 두는 경향이 많다. 그리고 똑같은 방법론을 수정 없이 다양한 분야에 적용하면 인력을 포함한 연구 자원을 절약할 수 있으므로 해당 정신 질환보다는 신기술에 맞춘 연구를 진행할 위험이 있다. 그러나 그 기술의 실제 적용에 있어서는 질의 문제가 중요하며, 이에 대한 고민은 임상 연구자의 몫이다. 따라서 임상연구자들은 단순히 ‘신기술을 소개 받은 공동연구자’에 머무르기 보다는 그 기술에 대한 깊은 이해를 바탕으로 임상 적용에 있어서의 현실성에 대한 양심적이고 윤리적인 고민이 필요하다. 연구 업적에 대한 공명심보다 환자의 이익이 앞선다는 명제는 고대로부터 현재까지 그리고 미래에도 진리이기 때문이며, 환자의 이익을 가장 잘 아는 사람은 대리인을 포함한 환자 자신을 제외하면, 병에 대한 전문적 지식과 윤리적 책임을 가진 임상가이기 때문이다.

4. 새로운 시도들

1) 증강현실(Augmented reality)을 이용한 거미, 바퀴벌레 공포증에 대한 연구

공포증 치료에 가상현실이 효과적임을 보고하는 연구가 늘어남에 따라 거미에 대한 가상현실 치료도 시도되었고 효과적이었다.⁸⁶⁻⁸⁸⁾ 그런데, 이러한 특정 생물체에 대한 공포증은 그 대상이 작고 한정된 공간을 차지하는 객체이므로 환자의 전 시야를 가상으로 꾸밀 필요는 없을 것이다. 이런 자극 제시에 유용한 것이 현실과 가상을 섞어 만드는 증강 현실이다. 기술적으로는 컴퓨터가 합성한 입체영상의 좌표를 카메라로부터 들어오는 영상의 공간좌표에 맞게 계산하여 두 이미지를 실시간으로 합성하게 된다. 최근 들어 증강 현실은 여러 연구자들의 관심의 대상이 되고 있으며, 산업분야에서 이 기술이 활발히 응용되면서 가상현실의 정의도 현실과의 연속선상에서 바라보는 개념으로 바뀌고 있다. 증강현실 역시 초기에는

관련 기술에의 접근이 어려웠지만, 현재는 관련 기술과 편리한 제작 프로그램이 웹사이트를 통해 무료로 배포되고 있다. 증강 현실의 정신과적 응용의 예로 Juan 등⁸⁹⁾의 연구를 들 수 있는데, 4명의 거미 공포증 환자와 5명의 바퀴벌레 공포증 환자를 대상으로 증강현실을 이용한 노출 치료 프로그램을 수행한 연구이다. 즉, 카메라로 얻은 현실의 영상과 흑백의 종이 표식자 위치에 가상의 거미와 바퀴벌레 등을 합성한 영상을 HMD를 통해 피험자에게 제공하는 방법이다. 실험 결과 이들이 만들어 낸 가상의 거미와 바퀴벌레는 환자들에게 실제와 비슷한 불안을 일으켰고, 노출이 지속됨에 따라 불안은 유의하게 감소되었다고 한다. 치료 종결 후에는 환자들이 실제 거미와 바퀴벌레를 죽일 수 있을 만큼 증상의 호전을 가져왔다고 보고했다. Botella 등⁹⁰⁾도 유사한 실험에서 유의한 치료효과를 보고했다. 이 두 연구는 향후 정신과 가상현실 연구에서 이슈화 되고 있는 증강현실을 적용한 첫 실용적 연구로서 가치를 지닌다고 할 수 있다.

2) 저렴한 고성능 컴퓨터 게임을 이용한 연구

컴퓨터 게임 산업은 빠른 속도로 성장하면서 더욱 뛰어난 화질과 기능을 갖춘 게임들이 믿기 어려울 정도로 저렴한 가격에 판매되고 있다. 하나의 3D 컴퓨터 게임 개발에는 상당한 비용과 시간, 많은 인력이 투자되지만 그 구매자의 수가 매우 많아 가격은 수 만원 정도로 떨어지게 된다. 따라서 소수의 환자군을 대상으로 상대적으로 적은 개발 비용으로 제작된 가상현실 치료용 프로그램보다 게임 장면의 그래픽과 기능이 뛰어난 수 밖에 없다. 더하여 이러한 고급 삼차원 컴퓨터 프로그램들은 사용자들의 재미를 높이기 위해 게임 환경을 수정할 수 있는 기능을 갖추고 있다. 이러한 장점을 살려, 시판되는 유명 컴퓨터 게임들 중 가상현실 치료에 이용 가능한 장면들을 모아 수정 기능을 이용하여 치료 프로그램으로 활용하는 연구가 시도되고 있다.

Robillard 등⁹¹⁾은 2003년 보고한 연구에서 컴퓨터 게임에서 제공되는 장면을 발췌한 후 재구성한 자극이 공포증의 불안을 유발할 만큼 효과적인가를 보기 위해 Half-Life®와 Unreal Tournament®라는 게임 환경을 수정하여 특정 공포증 환자 13명과 성 및 연령을 맞춘 대조군에게 자극을 제시했다. 연구 결과 피험자들이 보고한 불안은 환자군과 대조군이 유의하게 차이가 있었으며, 환자군에서 치료에 필요한 충분한 불안을 유발되었다고 한

다. 연구팀은 이러한 결과를 바탕으로 실제로 11명의 거미 공포증 환자를 대상으로 삼차원 컴퓨터 게임을 수정한 가상현실 치료를 시도했고 올해 보고된 결과에 의하면 유의한 치료 효과가 있었다고 한다.⁹²⁾

결 론

가상현실은 지난 10년간의 비약적 발전을 통해 성능은 향상되고 비용은 저렴해지면서 다양한 의학분야에 적용되고 있다. 정신의학분야에서는 고소 공포증, 비행 공포증, 사회 공포증, 폐쇄공포증, 운전공포증, 공항장애, 그리고 외상후 스트레스장애 등의 불안장애 분야에서 활발한 연구가 진행되어 왔으며 정신분열병, 소아정신질환, 치매, 물질의존장애 등 정신의학 전반에 걸친 가상현실 연구도 점차 증가하고 있다. 신경심리평가 및 인지기능 연구 분야에서는 전통적 방법으로 불가능했던 다양한 자극의 제시와 이상적인 표준 환경의 제공, 객관적인 자료 수집이 가능한 장점으로 인해 가상현실을 이용한 연구가 증가하고 있다. 이러한 전방위적 연구들은 디지털 르네상스의 시대적 흐름을 바탕으로 향후 정신의학 연구 및 임상 현장에서 가상현실의 적극적인 활용을 예측하게 한다. 가상현실은 기술적인 발전이 임상 및 연구의 발전을 견인하는 구조로 되어 있어 신기술의 적용에 초점이 맞추어져 있었으나, 최근 들어 임상 현장에서의 실용성을 확보하기 위한 바람직한 노력들이 경주되고 있다. 이러한 기술 중심의 연구에서 의학 중심 연구로의 발전적 변화는 새로운 기술을 시도했다는 보고, 그 연구 설계를 몇 명에게 적용시킨 결과 기존의 연구와 일치했다는 사전적 보고, 그리고 새로운 치료법으로서의 가능성에 대한 보고 등에서 실제 충분한 수의 환자들을 대상으로 적절한 대조군을 갖춘 연구 결과의 보고 및 가상현실 치료법에 대한 프로토콜을 만들려는 노력 등으로 구체화되고 있다. 또한 기존의 방법론으로는 알기 힘들었지만 가상현실을 이용하면서 새롭게 밝혀지는 학문적 성과에 대한 보고들도 가상현실의 바람직한 발전 방향 중 하나이다. 이러한 가상현실의 발전적 변화는 새로운 방법론으로서의 타당성을 확보하는 필요조건일 것이다. 가상현실의 큰 가능성에도 불구하고 그 동안 연구 저변이 좁았던 것은 기술과 비용의 문제와 함께 관련 연구자들이 기술이전에 적극적이지 않았던 이유도 있다. 실제로 이제까지의 대부분의 중요 연구 보고들은 소수의 주요 연구팀들에게 집

중되어 있었다. 컴퓨터를 이용한 의학 연구 및 그 결과의 임상적 응용에 대한 회의론이 일부에서 제기되는 것은⁹³⁾ 기술 기반의 연구팀들이 신기술의 소개와 실험에 집착한 결과라고 할 수 있다. 가상현실을 이용한 정신의학 연구가 이러한 한계를 극복하려면 새로운 시도로서의 의미에 더해 그 잠재적 역량을 드러내기 위한 연구 저변의 확대가 필요하다. 구체적으로, 기존의 가상현실 연구자들은 know-how 및 know-where를 구체적으로 기술하여 타 연구자들이 재현하는데 어려움이 없도록 해야 한다. 더불어 공동연구의 과정이, 필요한 환자를 제공받는 기회일 뿐 아니라 연구 저변의 확대를 위한 구체적인 기술이전의 계기가 되어야 한다. 가상현실 기술을 연구하는 공학분야의 연구자들에게는 1) 가상현실의 현실감을 높이기 위한 시각적 해상도의 향상, 2) 사이버멀미의 부작용을 줄이기 위한 고효율적 그래픽 프로그래밍, 3) 유선의 불편함을 없애기 위한 zigbee나 bluetooth를 포함한 무선 네트워크 기술의 적용, 4) 시각 외의 타 감각들을 동기화해서 제공하는 다감각 가상현실 구현을 위한 장치들의 개발 등이 과제로 남아 있다. 임상 의사들은 의료윤리적 바탕 위에 이러한 기술적 발전 과정을 주의 깊게 관찰, 학습하여 정신의학 분야에 효과적으로 응용될 수 있는 연구 주제들을 제안, 수행하는 역할이 주어졌다. 이러한 연구 주제에는 뇌영상 및 생체신호, 커뮤니케이션 및 커뮤니티 등이 포함된다. 이렇게 기술과 임상 이 조화된 연구 환경하에서 가상현실은 정보화 시대의 정신의학 분야에 필요한 제 역할을 수행할 것으로 기대된다.

중심 단어 : 가상현실 · 정신의학 · 치료 · 진단 · 연구.

참고문헌

1. Norcross JC, Hedges M, Prochaska JO. The face of 2010: A Delphi poll on the future of psychotherapy. *Professional psychology, research and practice* 2002;33: 316-322.
2. Riva G. Virtual reality for health care: the status of research. *Cyberpsychol Behav* 2002;5:219-225.
3. Sutherland I. The ultimate display. *Proceedings of the International Federation of Information Processing Congress* 1965;2:506-508.
4. Sutherland I. A head-mounted three dimensional display. *FJCC* 1968;33:757-764.
5. Engelbart C, English WK. A research center for augmenting human intellect. In: *AFIPS Conference Proceedings of the 1968 Fall Joint Computer Conference*, San Francisco;1968. p.395-410.
6. Jacko JA, Sears A. The human-computer interaction handbook: Fundamentals, evolving technologies, and emerging applications. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates;2003. p.55.
7. Barfield W, Furness TA. *Virtual environments and advanced interface design*. New York: Oxford University Press;1995. p.145-257.
8. Durlach NI, Mavor AS. National research council (U.S.). Committee on virtual reality research and development. *Virtual reality: Scientific and technological challenges*. Washington, D.C.: National Academy Press;1995.
9. Kimer TG, Martins VF. A model of software development process for virtual environments: definition and a case study. *Proceedings of the 1999 IEEE Symposium; 1999. p.24-27; Richardson, TX, USA. New York: Institute of electrical and electronics engineers;1999. p.155-161.*
10. Hoffman HG, Doctor JN, Patterson DR, Carrougher GJ, Furness TA, 3rd. Virtual reality as an adjunctive pain control during burn wound care in adolescent patients. *Pain* 2000;85:305-309.
11. Hoffman HG, Richards TL, Bills AR, Van Oostrom T, Magula J, Seibel EJ, et al. Using fMRI to study the neural correlates of virtual reality analgesia. *CNS Spectr* 2006;11:45-51.
12. Patterson DR, Tinenko JR, Schmidt AE, Sharar SR. Virtual reality hypnosis: a case report. *Int J Clin Exp Hypn* 2004;52:27-38.
13. Das DA, Grimmer KA, Sparnon AL, McRae SE, Thomas BH. The efficacy of playing a virtual reality game in modulating pain for children with acute burn injuries: a randomized controlled trial [ISRCTN87413556]. *BMC Pediatr* 2005;5:1.
14. Patterson DR, Wiechman SA, Jensen M, Sharar SR. Hypnosis delivered through immersive virtual reality for burn pain: A clinical case series. *Int J Clin Exp Hypn* 2006;54:130-142.
15. Haik J, Tessone A, Nota A, Mendes D, Raz L, Goldan O, et al. The use of video capture virtual reality in burn rehabilitation: the possibilities. *J Burn Care Res* 2006;27:195-197.
16. Steele E, Grimmer K, Thomas B, Mulley B, Fulton I, Hoffman H. Virtual reality as a pediatric pain modulation technique: a case study. *Cyberpsychol Behav* 2003; 6:633-638.
17. Gershon J, Zimand E, Lemos R, Rothbaum BO, Hodges L. Use of virtual reality as a distractor for painful procedures in a patient with pediatric cancer: a case study. *Cyberpsychol Behav* 2003;6:657-661.
18. Pennant JH. Anesthesia for laparoscopy in the pediatric patient. *Anesthesiol Clin North America* 2001;19:69-88.
19. Murray CD, Patchick EL, Caillette F, Howard T, Pettifer S. Can immersive virtual reality reduce phantom limb

- pain? *Stud Health Technol Inform* 2006;119:407-412.
20. Murray CD, Patchick E, Pettifer S, Caillette F, Howard T. Immersive virtual reality as a rehabilitative technology for phantom limb experience: a protocol. *Cyberpsychol Behav* 2006;9:167-170.
 21. Mağora F, Cohen S, Shochina M, Dayan E. Virtual reality immersion method of distraction to control experimental ischemic pain. *Isr Med Assoc J* 2006;8:261-265.
 22. Gold JI, Kim SH, Kant AJ, Joseph MH, Rizzo AS. Effectiveness of virtual reality for pediatric pain distraction during i.v. placement. *Cyberpsychol Behav* 2006;9:207-212.
 23. Wright JL, Hoffman HG, Sweet RM. Virtual reality as an adjunctive pain control during transurethral microwave thermotherapy. *Urology* 2005;66:1320.
 24. Sander WS, Eshelman D, Steele J, Guzzetta CE. Effects of distraction using virtual reality glasses during lumbar punctures in adolescents with cancer. *Oncol Nurs Forum* 2002;29:8-15.
 25. Hoffman HG, Patterson DR, Carrougner GJ, Sharar SR. Effectiveness of virtual reality-based pain control with multiple treatments. *Clin J Pain* 2001;17:229-235.
 26. Rieger M, Gabl M, Gruber H, Jaschke WR, Mallouhi A. CT virtual reality in the preoperative workup of malunited distal radius fractures: preliminary results. *Eur Radiol* 2005;15:792-797.
 27. Schneider SM, Prince-Paul M, Allen MJ, Silverman P, Talaba D. Virtual reality as a distraction intervention for women receiving chemotherapy. *Oncol Nurs Forum* 2004; 31:81-88.
 28. Hoffman HG, Garcia-Palacios A, Patterson DR, Jensen M, Furness T 3rd, Ammons WF Jr. The effectiveness of virtual reality for dental pain control: a case study. *Cyberpsychol Behav* 2001;4:527-535.
 29. Grenacher L, Thorn M, Knaebel HP, Vetter M, Hassenpflug P, Kraus T, et al. The role of 3-D imaging and computer-based postprocessing for surgery of the liver and pancreas. *Rofo* 2005;177:1219-1226.
 30. Gallagher AG, Ritter EM, Champion H, Higgins G, Fried MP, Moses G, et al. Virtual reality simulation for the operating room: proficiency-based training as a paradigm shift in surgical skills training. *Ann Surg* 2005; 241: 364-372.
 31. Pandya A, Siadat MR, Auner G. Design, implementation and accuracy of a prototype for medical augmented reality. *Computer Aided Surgery* 2005;10:23-35.
 32. Sivak MV. Gastrointestinal endoscopy: past and future. *Gut* 2006;55:1061-1064.
 33. Kagadis GC, Siablis D, Liatsikos EN, Petsas T, Niki-foridis GC. Virtual endoscopy of the urinary tract. *Asian Journal of Andrology* 2006;8:31-38.
 34. De Wever W, Bogaert J, Verschakelen JA. Virtual bronchoscopy: accuracy and usefulness-an overview. *Seminars in ultrasound, CT and MR* 2005;26:364-373.
 35. Holden MK. Virtual environments for motor rehabilitation: review. *Cyberpsychol Behav* 2005;8:187-211, discussion 212.
 36. Rose FD, Brooks BM, Rizzo AA. Virtual reality in brain damage rehabilitation: review. *Cyberpsychol Behav* 2005;8:241-262, discussion 263.
 37. Baheux K, Yoshizawa M, Seki K, Handa Y. Virtual reality pencil and paper tests for neglect: a protocol. *Cyberpsychol Behav* 2006;9:192-195.
 38. Katz N, Ring H, Naveh Y, Kizony R, Feintuch U, Weiss PL. Interactive virtual environment training for safe street crossing of right hemisphere stroke patients with unilateral spatial neglect. *Disabil Rehabil* 2005;27: 1235-1243.
 39. Rothbaum BO, Hodges LF, Kooper R, Opdyke D, Williford JS, North M. Effectiveness of computer-generated (virtual reality) graded exposure in the treatment of acrophobia. *Am J Psychiatry* 1995;152:626-628.
 40. Emmelkamp PM, Krijn M, Hulsbosch AM, de Vries S, Schuemie MJ, van der Mast CA. Virtual reality treatment versus exposure in vivo: a comparative evaluation in acrophobia. *Behav Res Ther* 2002;40:509-516.
 41. Rothbaum BO, Hodges L, Smith S, Lee JH, Price L. A controlled study of virtual reality exposure therapy for the fear of flying. *J Consult Clin Psychol* 2000;68: 1020-1026.
 42. Wiederhold BK, Jang DP, Kim SI, Wiederhold MD. Physiological monitoring as an objective tool in virtual reality therapy. *Cyberpsychol Behav* 2002;5:77-82.
 43. Wiederhold BK, Wiederhold MD. Three-year follow-up for virtual reality exposure for fear of flying. *Cyberpsychology & behavior* 2003;6:441-445.
 44. North MM, North SM, Coble JR. Effectiveness of virtual environment desensitization in the treatment of agoraphobia. *Presence Teleoper Virtual Environ* 1996;5:346-352.
 45. Jang DP, Ku JH, Shin MB, Choi YH, Kim SI. Objective validation of the effectiveness of virtual reality psychotherapy. *Cyberpsychol Behav* 2000;3:369-374.
 46. Vincelli F, Anolli L, Bouchard S, Wiederhold BK, Zurloni V, Riva G. Experiential cognitive therapy in the treatment of panic disorders with agoraphobia: a controlled study. *Cyberpsychol Behav* 2003;6:321-328.
 47. North MM, North SM, Coble JR. Virtual reality therapy: an effective treatment for the fear of public speaking. *Int J Virtual Reality* 1998;3:2-6.
 48. Pertaub DP, Slater M, Barker C. An experiment on fear of public speaking in virtual reality. *Stud Health Technol Inform* 2001;81:372-378.
 49. Pertaub DP, Slater M, Barker C. An experiment on public speaking anxiety in response to three different types of virtual audience. *Presence* 2002;11:68-78.
 50. Slater M, Pertaub DP, Steed A. Public speaking in virtual reality: facing an audience of avatars. *Computer Graphics and Applications, IEEE* 1999;19:6-9.
 51. Harris SR, Kemmerling RL, North MM. Brief virtual reality therapy for public speaking anxiety. *Cyberpsychol Behav* 2002;5:543-550.
 52. Lee JM, Ku JH, Jang DP, Kim DH, Choi YH, Kim IY,

- et al. Virtual reality system for treatment of the fear of public speaking using image-based rendering and moving pictures. *Cyberpsychol Behav* 2002;5:191-195.
53. **Klinger E, Bouchard S, Légeron P, Roy S, Lauer F, Chemin I, et al.** Virtual reality therapy versus cognitive behavior therapy for social phobia: a preliminary controlled study. *Cyberpsychol Behav* 2005;8:76-88.
 54. **Zimbardo P.** *Shyness "What Is, What to Do About It"*. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Co;1977.
 55. **Rothbaum BO, Hodges L, Alarcon R, Ready D, Shahar F, Graap K, et al.** Virtual reality exposure therapy for PTSD Vietnam veterans: a case study. *J Trauma Stress* 1999;12:263-271.
 56. **Difede J, Hoffman HG.** Virtual reality exposure therapy for World Trade Center post-traumatic stress disorder: a case report. *Cyberpsychol Behav* 2002;5:529-535.
 57. **Rizzo A, Pair J, McNERNEY PJ, Eastlund E, Manson B, Gratch J, et al.** Development of a VR therapy application for Iraq war military personnel with PTSD. *Stud Health Technol Inform* 2005;111:407-413.
 58. **Wald J, Taylor S.** Efficacy of virtual reality exposure therapy to treat driving phobia: a case report. *J Behav Ther Exp Psychiatry* 2000;31:249-257.
 59. **Wald J, Taylor S.** Preliminary research on the efficacy of virtual reality exposure therapy to treat driving phobia. *Cyberpsychol Behav* 2003;6:459-465.
 60. **Walshe DG, Lewis EJ, Kim SI, O'Sullivan K, Wiederhold BK.** Exploring the use of computer games and virtual reality in exposure therapy for fear of driving following a motor vehicle accident. *Cyberpsychol Behav* 2003;6:329-334.
 61. **Botella C, Banos RM, Perpina C, Villa H, Alcaniz M, Rey A.** Virtual reality treatment of claustrophobia: a case report. *Behav Res Ther* 1998;36:239-246.
 62. **Tichon J, Banks J, Yellowlees P.** The Development of a Virtual Reality Environment to Model the Experience of Schizophrenia. *Proceedings of Computational Science-ICCS2003*, Springer-Verlag, Heidelberg;2003. p.11-19.
 63. **Sorkin A, Weinshall D, Modai I, Peled A.** Improving the accuracy of the diagnosis of schizophrenia by means of virtual reality. *Am J Psychiatry* 2006;163:512-520.
 64. **Lee JH, Cho WG, Kim HS, Ku JH, Kim JH, Kim BN, et al.** A virtual reality system for the cognitive and behavioral assessment of schizophrenia. *Korean Journal of the Science of Emotion and Sensibility* 2003;6:55-62.
 65. **Schneider SC, Tan G.** Attention-deficit hyperactivity disorder. In pursuit of diagnostic accuracy. *Postgrad Med* 1997;101:231-232, 235-240.
 66. **Rizzo AA, Buckwalter JG, Bowerly T, Van Der Zaaq C, Humphrey L, Neumann U, et al.** The virtual classroom: a virtual reality environment for the assessment and rehabilitation of attention deficits. *Cyberpsychol Behav* 2000;3:483-499.
 67. **Moore D.** Computer-aided learning for people with autism framework for research and development. *Innovations in Education and Teaching International* 2000;37:218-228.
 68. **Moore D.** Interactive multimedia systems for students with autism. *J Edu Media* 2000;25:169-177.
 69. **Parsons S, Mitchell P, Leonard A.** The use and understanding of virtual environments by adolescents with autistic spectrum disorders. *J Autism Dev Disord* 2004;34:449-466.
 70. **Brown DJ, Neale H, Cobb S, Reynolds H.** Development and evaluation of the virtual city. *Int J Virtual Reality* 1999;4:28-41.
 71. **Hofmann M, Hock C, Kuhler A, Muller-Spahn F.** Interactive computer-based cognitive training in patients with Alzheimer's disease. *J Psychiatr Res* 1996;30:493-501.
 72. **Flynn D, van Schaik P, Blackman T, Fencott C, Hobbs B, Calderon C.** Developing a virtual reality-based methodology for people with dementia: a feasibility study. *Cyberpsychol Behav* 2003;6:591-611.
 73. **Lee KS, Kim SW, Kim YW, Kim MY, Choi JS.** Development of dementia diagnosis system using virtual reality. In: 2002 Annual Meeting of Korea Information Science Society, Suwon;2002. p.220-222.
 74. **Marlatt GA.** Cue exposure and relapse prevention in the treatment of addictive behaviors. *Addict Behav* 1990;15:395-399.
 75. **Kuntze MF, Stoermer R, Mager R, Roessler A, Mueller-Spahn F, Bullinger AH.** Immersive virtual environments in cue exposure. *Cyberpsychol Behav* 2001;4:497-501.
 76. **Lee JH, Lim Y, Wiederhold BK, Graham SJ.** A functional magnetic resonance imaging (fMRI) study of cue-induced smoking craving in virtual environments. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2005;30:195-204.
 77. **Calhoun VD, Carvalho K, Astur R, Pearson GD.** Using virtual reality to study alcohol intoxication effects on the neural correlates of simulated driving. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2005;30:285-306.
 78. **Optale G, Marin S, Pastore M, Nasta A, Pianon C.** Male sexual dysfunctions and multimedia immersion therapy (follow-up). *Cyberpsychol Behav* 2003;6:289-294.
 79. **Optale G, Munari A, Nasta A, Pianon C, Baldaro Verde J, Viggiano G.** Multimedia and virtual reality techniques in the treatment of male erectile disorders. *Int J Impot Res* 1997;9:197-203.
 80. **Rizzo AA, Schultheis M, Kerns KA, Mateer C.** Analysis of assets for virtual reality applications in neuropsychology. *Neuropsychol Rehabil* 2004;14:207-239.
 81. **Astur RS, Tropp J, Sava S, Constable RT, Markus EJ.** Sex differences and correlations in a virtual Morris water task, a virtual radial arm maze, and mental rotation. *Behav Brain Res* 2004;151:103-115.
 82. **Morris R.** Developments of a water-maze procedure for studying spatial learning in the rat. *J Neurosci Methods* 1984;11:47-60.
 83. **Levy LJ, Astur RS, Frick KM.** Men and women differ

- in object memory but not performance of a virtual radial maze. *Behav Neurosci* 2005;119:853-862.
84. **Jung HJ, Kim JJ, Park SH, Jeon JH, Kim JH, Yum TH, et al.** Characteristics of 3-D visuospatial-motor distracter processing during cognitive task performance in schizophrenia. *J Korean Neuropsychiatr Assoc* 2003;42: 216-221.
 85. **Ahn CB, Kim CY, Park HJ, Oh SJ.** f-MRI with three-dimensional visual stimulation. *J Korean Soc Magn Reson Med* 2005;9:24-29.
 86. **Carlin AS, Hoffman HG, Weghorst S.** Virtual reality and tactile augmentation in the treatment of spider phobia: a case report. *Behav Res Ther* 1997;35:153-158.
 87. **Renaud P, Bouchard S, Proulx R.** Behavioral avoidance dynamics in the presence of a virtual spider. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 2002;6:235-243.
 88. **Garcia-Palacios A, Hoffman H, Carlin A, Furness 3rd TA, Botella C.** Virtual reality in the treatment of spider phobia: a controlled study. *Behav Res Ther* 2002;40: 983-993.
 89. **Juan MC, Alcaniz M, Monserrat C, Botella C, Banos RM, Guerrero B.** Using augmented reality to treat phobias. *IEEE computer graphics and applications* 2005;25: 31-37.
 90. **Botella CM, Juan MC, Banos RM, Alcaniz M, Guill V, Rey B.** Mixing realities? An application of augmented reality for the treatment of cockroach phobia. *Cyberpsychol Behav* 2005;8:162-171.
 91. **Robillard G, Bouchard S, Fournier T, Renaud P.** Anxiety and presence during VR immersion: a comparative study of the reactions of phobic and non-phobic participants in therapeutic virtual environments derived from computer games. *Cyberpsychol Behav* 2003;6:467-476.
 92. **Bouchard S, Cote S, St-Jacques J, Robillard G, Renaud P.** Effectiveness of virtual reality exposure in the treatment of arachnophobia using 3D games. *Technol Health Care* 2006;14:19-27.
 93. **Wears RL, Berg M.** Computer technology and clinical work: still waiting for Godot. *JAMA* 2005;293:1261-1263.