

외상 후 스트레스 장애 환자를 위한 가상현실치료 프로그램의 체계적 문헌고찰

이원경¹ · 조영신² · 김희정³

연세대학교 간호대학 대학원생¹, 연세대학교 간호대학 대학원생 · 4단계 두뇌한국(BK)21 S-L.E.A.P 미래간호인재 교육연구단², 연세대학교 간호대학 · 김모임간호학연구소 · 연세 근거기반간호실무센터 부교수³

A Systematic Review of Virtual Reality Treatment Program on Patients with Post-Traumatic Stress Disorder

Lee, Wongyeong¹ · Cho, Youngshin² · Kim, Heejung³

¹Graduate Student, College of Nursing, Yonsei University, Seoul

²Graduate Student, College of Nursing, Yonsei University and Brain Korea 21 FOUR Project, Yonsei University, Seoul

³Associate Professor, College of Nursing · Mo-Im Kim Nursing Research Institute, Yonsei University · Yonsei Evidence Based Nursing Centre of Korea: A JBI Affiliated Group, Seoul, Korea

Purpose: The aims of this systematic review were to identify the study protocol of Virtual Reality Therapy (VRT) and review the effect of VRT among patients with Post-Traumatic Stress Disorder (PTSD). **Methods:** This review followed the guideline of Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). A systematic literature search was conducted using 12 electronic databases including gray literature with no limit of publication year. Search terms included relevant terms regarding “PTSD”, “trauma”, and “VRT”. Among 265 studies extracted through PRISMA, 20 studies were selected and evaluated for quality assessment using the Risk of Bias tool of Cochrane’s collaboration. **Results:** The majority of the literature focused on combat veterans and war situations (95%). Usually, each session usually took 60~120 minutes of VRT in 10~20 sessions for 5~10 weeks. The VRT equipment and contents were individually designed considering patients’ traumatic experiences. Most of the studies reported the positive effects associated to reduced levels of PTSD (80%) and related symptoms, such as, depression (45%) and anxiety (25%). **Conclusion:** Based on our findings, further studies are required to evaluate VRT in people with PTSD, after improving study design and standardizing protocols.

Key Words: Stress disorders, post-traumatic; Virtual reality exposure therapy; Systematic review as topic

서 론

1. 연구의 필요성

인간은 살아가면서 크고 작은 위기를 경험한다. 흔히 경험하는 일반적인 범위의 사건이 아닌, 개인의 삶을 뒤흔들 정도

의 감당하기 어려운 위협적인 사건을 외상(trauma)이라고 한다[1]. 정신장애의 진단 및 통계 편람 제 5판(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition, DSM-5)에서는 외상 사건을 ‘실제적 또는 위협적인 죽음, 심각한 상해 또는 성적 폭력’으로 정의하고 있으며, 개인이 외상 사건을 직접 경험하는 것뿐만 아니라 타인에게 발생한 사건을 목격

주요어: 외상후 스트레스장애, 가상현실 노출치료, 체계적문헌고찰

Corresponding author: Kim, Heejung <https://orcid.org/0000-0003-3719-0111>

College of Nursing, Yonsei University, 50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea.

Tel: +82-2-2228-3273, Fax: +82-2-392-5440, E-mail: hkim80@yuhs.ac

Received: Feb 17, 2021 | Revised: May 8, 2021 | Accepted: Jun 11, 2021

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

하는 것까지 포함하고 있다[2]. 외상 사건에 노출된 사람 중 20.1%는 급성 스트레스 장애를 진단받으며, 이 중 23.7%는 외상 후 스트레스 장애로 발전할 가능성이 높은 것으로 보고되었다[3]. 또한 일반인구 집단에서 76.8%은 평생 1회 이상의 외상 사건을 경험한 것으로 나타났으며[4], 만 18~64세 성인을 대상으로 한 전국 규모의 역학조사에서 우리나라의 외상 후 스트레스 장애 유병률은 0.5%로 이는 공황장애(0.2%), 사회공포증(0.4%) 등의 다른 불안장애들보다 다소 높은 수치이다[5].

미국 정신의학협회(American Psychiatric Association, APA)는 외상 후 스트레스 장애의 치료법 중 인지행동치료(Cognitive Behavioral Therapy, CBT)를 강조하며, 그중에서도 장기노출치료(Prolonged Exposure therapy, PE)를 가장 효과적인 치료방법이라 권장하고 있다[6]. 노출치료는 대상자에게 불안을 유발하는 자극을 반복적으로 직면하게 함으로써 불안에 대해 탈감각을 유도하는 치료법으로[7], 대상자가 외상의 재경험을 통해 맥락을 재인지하고 외상 사건이 삶에 미치는 위해를 재평가함으로써 외상 사건과 그 여파에 대한 현실적인 관점과 안전감을 증진하도록 한다[8]. 일각에서는 노출치료가 대상자의 증상을 악화시킬 수 있다고 보고 되고 있으나[9], 일반적으로 안전한 환경에서의 노출은 외상 후 스트레스 장애의 증상 중 불안, 우울을 감소시키는데 효과적이며[7], 그 효과가 장기적으로 지속된다는 장점을 지닌 것으로 간주되고 있다[10].

최근 이동통신과 네트워크 기술 등 정보기술의 발전으로 의료분야에서도 이를 이용하려는 다양한 시도가 이루어지고 있다. 특히 ICT (Information and Communication Technologies) 기술을 활용한 치료는 외상 후 스트레스 장애를 겪는 환자 중 기존의 치료에 반응하지 않거나 중도탈락하고 현실적인 이유로 효과적인 심리치료를 받을 수 없는 외상 경험자들에게 적용할 수 있다는 장점이 있다[10]. ICT 기술을 활용한 노출 치료방법 중 가상현실치료(Virtual Reality Therapy, VRT)는 컴퓨터를 통해 생성한 이미지와 소리를 대상자에게 전달함으로써 가상의 상황을 제공하여[11], 대상자는 가상환경에 몰입하여 다중감각 자극에 노출되는 동안 공포 구조가 활성화되고 정서적 참여가 촉진되어 외상 사건과 관련된 증상을 감소하는 것을 목적으로 한다[12]. 또한 대상자가 외상 사건과 관련한 부적절한 신념을 가지고 있을 을 인지하게 함으로써 두려움 구조를 수정하여 인지행동치료의 효과를 강화할 수 있다는 강점이 있다[13].

최근 ICT의 빠른 발전을 통하여 가상현실치료의 비용문제와 사용편의성은 지속적으로 개선되고 있으며[13], 적은 인적자원으로 더 많은 대상자에게 치료를 제공할 수 있는 비용효율성도 증가하고 있다[14]. 가상현실치료는 치료자가 가상현실

치료과정을 실시간 모니터링 하며 노출강도를 조절할 수 있고[12,15], 대상자는 스트레스가 높은 상황을 비교적 안전한 환경에서 반복적으로 경험할 수 있다는 장점이 있다[16]. 뿐만 아니라 현실 세계로부터 대상자를 분리하여 전통적인 심리치료 과정을 힘들어하는 대상자에게 대안적으로 치료를 제공할 수 있다[15]. 그 외에도 가상현실치료를 이용하여 정신질환과 관련된 사회적 낙인이나 편견으로부터 대상자를 보호하며 개인 맞춤형 치료를 제공할 수 있다[10].

그러나 현재의 실무에서 가상현실치료는 외상 후 스트레스 장애의 표준치료로 상용화되고 있지 못하는 실정이다. 선행연구에 따르면 가상현실치료는 주로 참전 군인에 대한 연구가 대다수이기에 일반화하기 어렵고, 치료 프로토콜에 대한 표준화 작업이 아직까지 이루어지지 않았다[12]. 또한 초기 소프트웨어 개발 비용이 많이 소요되고, 프로그램적 결합 가능성에 대한 대책 방안이 확립되어 있지 않기 때문에 실용화 단계에 들어가지 못하고 있다[15]. 그 외에도 대상자들의 가상현실에 대한 충분한 몰입도를 위하여 적용 기술과 내용 개발 등의 추가적 개선과 임상 적용을 위한 제도 마련, 안정성 및 적합성 검증 등에 대한 연구가 더욱 필요한 실정이다[13,15].

따라서 본 연구에서는 외상 후 스트레스 장애 환자를 대상으로 가상현실치료 프로그램의 내용 구성과 효과를 체계적 문헌고찰을 통해 확인하고자 한다. 대부분의 선행연구는 재향군인을 대상으로 진행되어 그 결과를 일반인에 적용하기 한계가 있어, 본 연구는 외상의 종류와 대상군을 확장시켜 향후 외상 후 스트레스 장애 환자를 위한 가상현실치료 프로그램의 표준화된 치료 프로토콜 개발을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 연구목적

본 체계적인 문헌고찰의 목적은 외상 후 스트레스 장애 환자를 대상으로 가상현실치료 프로그램의 내용 구성과 효과를 확인함으로써, 향후 외상 후 스트레스 장애 환자를 위한 가상현실치료 프로그램의 표준화된 프로토콜 개발의 근거를 마련하기 위함이다.

연구방법

1. 연구설계

본 연구는 외상 후 스트레스장애 환자를 위한 가상현실치료 프로그램의 내용 구성과 효과를 평가한 중재연구에 대한 체계

적 문헌고찰 연구이다.

2. 핵심질문

본 연구의 핵심질문은 ‘가상현실을 이용한 치료 프로그램이 외상 후 스트레스장애 환자의 증상완화에 효과적인가?’이다.

3. 문헌 선정기준

본 연구는 코크란 체계적 고찰 매뉴얼(Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Intervention 6.1)[17]과 체계적 문헌고찰 보고기준(Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses, PRISMA)[18] 및 한국 보건 의료 연구원의 체계적 문헌고찰 매뉴얼[19]에 따라 수행되었다. 문헌의 선택과 자료추출에 이르는 연구의 전 과정은 3명의 연구자에 의해 시행되었으며, 의견이 일치하지 않는 경우 연구팀의 논의를 거쳐 문헌의 선택 여부를 결정하였다.

1) 선정기준

핵심질문 전략인 PICO-SD (Participants, Intervention, Comparison, Outcomes, Study Design)에 따라 데이터베이스 검색 후 문헌을 검토하였다. 연구대상(P)은 외상 후 스트레스 장애를 진단받은 자 또는 그에 준하는 외상 사건을 경험한 경우이고, 중재(I)는 가상현실치료 프로그램을 대상으로 하였다. 비교대상(C)은 일반적 중재나 실험처치를 제공하지 않는 대조군, 결과(O)는 외상 후 스트레스 증상과 관련 건강 문제 또는 기타 정신건강 요인 등 특정한 제한을 두지 않았다. 연구설계(SD)는 중재 프로그램의 현황과 결과를 포괄적으로 확인하기 위하여, 문헌 선택 시 연구 유형을 제한하지 않았다. 마지막으로 출판편의를 줄이기 위해 학술지에 출판된 연구물 외에 학위논문 등 회색 문헌도 포함시켰으나, 논문의 출판 언어는 영어와 한국어로 제한하였다.

2) 배제기준

본 연구의 배제기준은 1) 연구대상자가 외상 후 스트레스 장애를 진단받지 않거나 외상 사건을 경험하지 않은 경우, 2) 가상현실을 통해 중재하지 않은 경우, 3) 단순 의학적 치료 중재와 약물 관련 중재만 포함된 경우, 4) 전문을 확인할 수 없는 경우, 5) 문헌고찰 연구인 경우, 6) 타당성 조사연구인 경우, 7) 실험 프로토콜 연구인 경우, 8) 동물실험연구인 경우, 9) 질적연구만 진행된 경우이다.

4. 문헌 검색 및 선정

1) 자료검색

자료 검색 시 출판연도에는 제한을 두지 않았으며, 검색을 수행한 시점인 2020년 10월까지의 연구를 대상으로 하였다. 자료검색 전, 대학소속 의학도서관의 전공 전문사서의 자문을 받아 검색 데이터베이스의 선정과 검색방법 설정의 전체 과정에 대한 타당도를 확인하였다.

(1) 전자 데이터베이스 검색

미국 국립 의학 도서관(National Library of Medicine)이 제시한 문헌검색 지침에 따르면 체계적 문헌고찰의 핵심 데이터베이스에는 Medline, EMBASE 및 Cochrane Library 등이 포함되며, 표준 데이터베이스에는 CINAHL 및 PsycINFO 등이 포함된다(Office of the Surgeon General (US), Center for Mental Health Services (US), National Institute of Mental Health (US), 2001). 따라서 본 연구자는 국외 데이터베이스인 PubMed, CINAHL, EMBASE, Cochrane Library, PsycINFO, Web of Science와 국내 전자데이터베이스인 한국교육학술정보원(RISS), 한국학술정보(주)(KISS), 국가 과학기술 정보센터(NDL)를 검색하였다. 또한 관련 국외 학술지인 US National Library of Medicine (<https://clinicaltrials.gov/ct2/home>), Clinical Research Information Service (<https://clinicaltrials.gov/ct2/home>), Virginia Henderson International Nursing Library (<https://www.nursingrepository.org/discover>)에서 수기검색을 시행하였다.

(2) 검색어 설정

본 조사에 앞서 검색전략을 설정하기 위하여 2020년 10월에 PubMed 데이터베이스에서 검색어를 “(Stress Disorders, Post-Traumatic*) AND (Virtual Reality Exposure Therapy*) AND (Simulation*)”으로 조합하여 예비검색을 두 차례 시행하였다. 예비검색으로 검색된 문헌 100편을 토대로 연구의 핵심질문을 확인하고 검색어를 선정하였으며, 데이터베이스 별로 제공되는 고급검색(advanced search) 기능을 고려하여 검색식을 최종 설정하였다(Appendix 1). MeSH나 Emtree와 같은 통제어를 이용한 검색결과가 주요어(keyword)를 이용한 검색결과에 포함됨을 확인하고 난 후, 주요어를 중심으로 검색식을 선정하였다. 대상자는 ‘Stress Disorders, Post-Traumatic’, ‘Trauma and Stressor Related Disorders’, ‘Stress Disorders, Traumatic; Psychological Trauma’, ‘Historical Trauma’,

‘Stress, Psychological’이며, 중재는 ‘Virtual Reality’, ‘Virtual Reality Exposure Therapy’, ‘Implosive Therapy’, ‘Man-machine Systems’, ‘Cognitive Behavioral Therapy’, ‘Behavior Therapy’, ‘Simulations’, ‘Computerized Clinical Simulation Testing’ 등을 병합 적용하였다. 검색식은 MeSH 검색어, CINAHL Heading, text word에 불리는 연산자 및 절단 검색기능 등을 조합하여 구성하였다. 국내의 경우는 ‘외상 후 스트레스’, ‘트라우마’, ‘가상현실’, ‘시뮬레이션’을 병합하여 실시하였다.

5. 문헌 선정 과정 및 문헌추출 결과

1) 문헌 선정 과정

PubMed, CINAHL, EMBASE, Cochrane Library, PsycINFO 및 Web of Science와 국내 전자데이터베이스인 한국교육술정보원(RISS), 한국학술정보(주)(KISS), 국가 과학기술 정보센터(NDSL), 그리고 관련 주요 국외 학술지 등을 검색한 문헌은 서지 관리 데이터베이스인 EndNote X7을 사용하여 중복문헌을 제거하였으며, 수기로 중복 여부를 추가 확인하였다. 문헌 선정 과정은 일차배제와 이차배제로 나누어 진행하였으며, 세부적인 배제기준으로는 연구대상자, 중재 내용, 원문 접근 여부, 연구설계 등으로 설정하였다. 배제기준 설정 후에는 기준의 명확성 및 적절성을 검토하기 위하여 3명의 연구자가 무작위로 선정된 30개의 문헌에 대하여 예비조사를 실시한 후 논의를 통해 배제기준을 보완하였다. 문헌 선정 과정은 체계적 문헌고찰을 교육받았거나, 체계적 문헌고찰 연구에 참여 경험이 있는 3명의 연구자가 참여하였다. 또한 연구자 간의 일치도를 높이기 위해 사전모임을 통하여 문헌 선정 과정에 대한 이해 및 합의를 거친 후 문헌 선정 과정을 진행하였다. 연구자 2명이 각각 독립적으로 선별과정을 시행하였고, 연구자 간에 불일치가 있는 경우는 제 3의 연구자와의 논의를 통해 이견을 합의하는 과정을 거쳤다. 일차배제 시에는 제목과 초록을 검토하여 문헌 선정기준에 해당하는 연구인지를 확인하였으며, 제목과 초록만으로 선정 여부를 판단하기 어려운 경우에는 우선 포함하도록 하여 이차배제 과정에서 전문 확인을 통해 최종 결정하였다.

2) 문헌 추출 결과

전자 데이터베이스 검색을 통해 259편, 기타 학술지 수기 검색을 통해 6편, 총 265편의 문헌이 검색되었다. PubMed에서 125편, CINAHL에서 21편, EMBASE에서 2편, Cochrane Library에서 26편, PsycINFO에서 7편, Web of Science에

서 13편, RISS에서 55편, NDSL에서 10편이 검색되었다. 이후 EndNote 및 수기를 통해 50편의 중복문헌을 제외하였다. 이후 제목과 초록을 검토하여 36편의 문헌을 선정하였으며, 전문을 검토하여 최종 20편의 문헌을 결정하였다(Figure 1, Appendix 1).

6. 문헌의 질 평가

본 연구에서 선정된 문헌의 질 평가는 무작위 대조군 실험연구의 경우에는 코크란(Cochrane)의 비뚤림 위험 평가도구(Risk of Bias, RoB)를 사용하였으며, 비무작위 실험연구의 경우에는 한국보건 의료연구원의 비무작위 비뚤림 위험 평가도구(Risk of Bias for Non-randomized study, RoBANS)를 적용하여 시행하였다. 코크란의 비뚤림 위험 평가도구는 6개 영역(무작위 배정 순서, 배정순서 은폐, 연구참여자 및 연구자에 대한 눈가림, 결과평가에 대한 눈가림, 불충분한 결과 자료, 선택적 보고)으로 구성되어 있으며, 한국보건 의료연구원의 비무작위 비뚤림 위험 평가도구는 6개 영역(대상군 선정, 교란변수, 노출 측정, 결과 평가의 눈가림, 불완전한 결과 자료, 선택적 결과 보고)으로 구성되어 있다[19]. 각 문항에 대해 ‘비뚤림 위험 낮음’, ‘비뚤림 위험 높음’, ‘비뚤림 위험 불확실’로 세분화하여 비뚤림 위험을 평가한다[19]. 문헌의 질 평가는 2명의 연구자가 독립적으로 실시하는 것을 원칙으로 하되, 일치하지 않는 평가 영역이 발생하면 제3의 연구자가 타당도를 확인 하였다. 문헌의 질 평가 결과는 Revman 5.0 version (Cochrane Community, Oxford, UK)을 이용하여 도식화 하였다(Figure 2).

7. 자료분석

자료분석은 정성적 분석(qualitative analysis) 방법을 적용하였으며, 최종 선정된 20편의 문헌을 연구자 2인이 독립적으로 분석을 실시하고, 연구자 간에 불일치가 있는 경우는 제 3의 연구자와의 논의를 통해 이견을 합의하는 과정을 거쳤다. 최종 선정된 20편의 문헌은 연구설계와 연구결과 보고방식이 이질적이고 중재 프로그램이 동일하지 않아 메타분석을 시행하기 어려워[20], 연구의 목적을 중심으로 개발된 분석틀에 따라 내용을 정리하여 표로 범주화하였다. 연구진이 추출한 자료목록은 연구 특성과 중재 특성으로 나누어 분류하였다. 연구 특성은 저자, 출판연도, 국가, 연구설계 유형, 표본크기, 연구대상자 특성을 추출하였으며, 중재 특성은 중재기간, 중재빈도, 중재횟수, 각 회기 별 중재시간, 가상현실 기기, 가상현실 콘텐츠, 측정 도구 및 측정시기를 추출하였다. 또한 중재 프로그램의 내용을

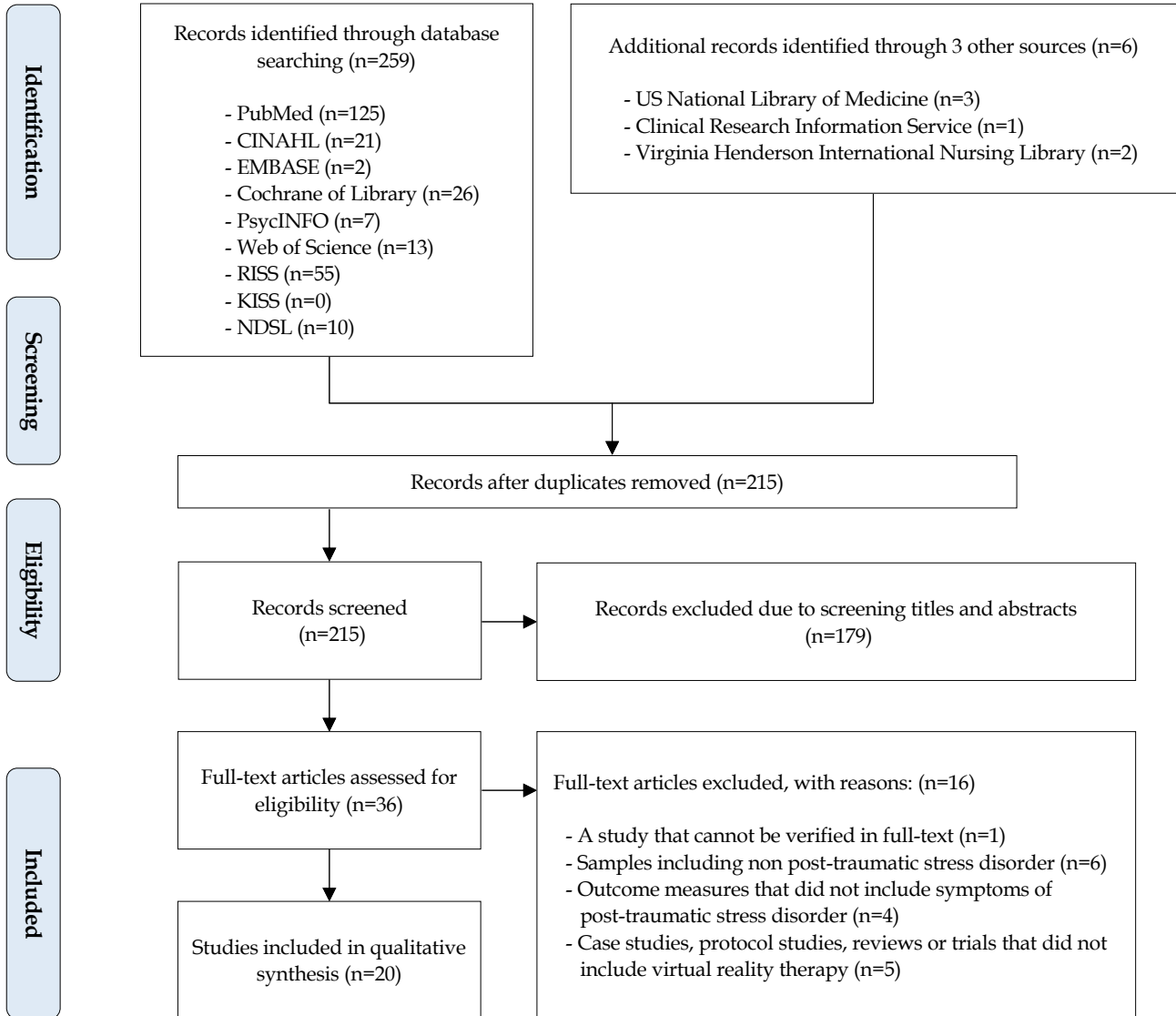


Figure 1. PRISMA flow diagram for study selection.

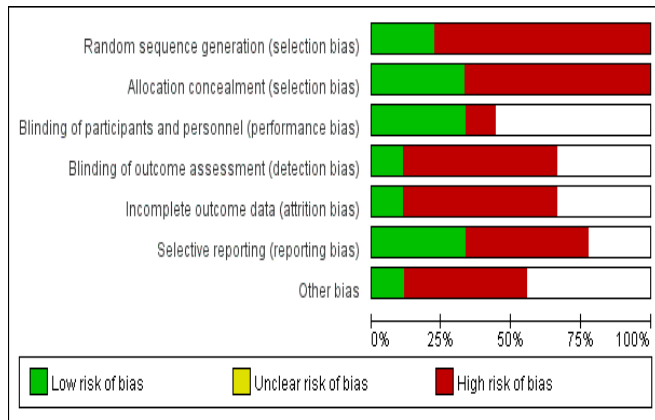
각 회기 별로 세분화하여 분류하였다. 이후 분석틀을 토대로 최종 선정된 문헌의 특성을 종합적으로 분석하였다.

연구결과

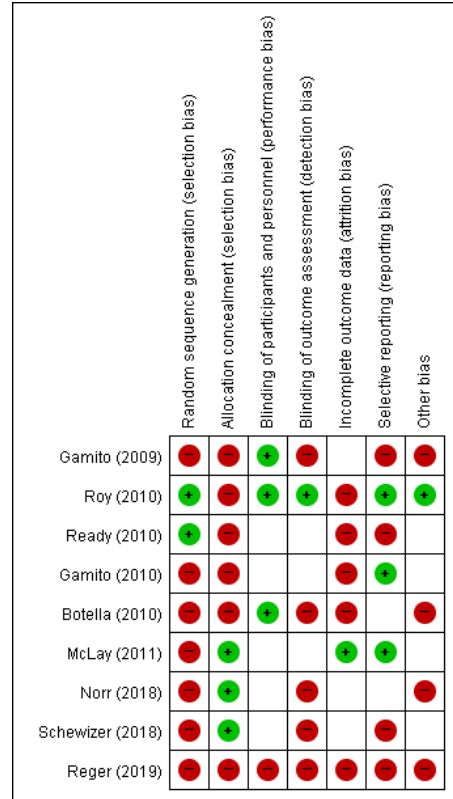
1. 최종분석에 선정된 문헌의 일반적 특성

본 연구의 최종분석에 선정된 문헌의 일반적 특성을 저자, 출판연도, 국가, 연구설계 유형, 표본크기, 연구대상자 특성으로 구분하여 제시하였다(Table 1). 외상 후 스트레스 장애 환자를 위한 가상현실치료 프로그램의 효과 평가에 최종 선정된 문헌은 20편으로, 이중 1편[21]은 학위논문으로 미출판된 국내박

사학위논문이었다. 선정된 문헌의 총 연구대상자 수는 827명으로, 연구대상자는 15편(n=472, 75%)이 군인이었고, 2편이 테러 생존자(n=51, 10%), 1편이 복합성 외상 후 스트레스 장애를 진단받은 환자(n=10, 5%), 1편이 소방공무원(n=167, 5%), 1편이 중재 전 가상현실 공간에서 외상 사건에 노출된 일반인(n=123, 5%) 대상이었다. 연구대상자의 평균 연령은 30세 미만인 문헌이 7편(35%), 30세 이상 50세 미만인 3편(15%), 50세 이상이 3편(15%), 연령을 보고하지 않은 문헌이 3편(15%)이었다. 그 외 2편(10%)은 평균 연령을 보고하지 않았으나, 연령의 범위를 제시하여 다양한 연령이 참여하였음을 확인하였다. 연구대상자의 성별은 남성만 포함한 문헌이 11편(55%), 남성과 여성 모두 포함한 문헌이 8편(40%), 성별을 제시하지 않은 문헌이



A. Graph of risk of bias



B. Summary of risk of bias

Domain	Description	Risk of bias										
		Rothbaum (2001)	Ready (2006)	Difede (2007)	Josman (2008)	Wood (2009)	Rizzo (2009)	Rizzo (2010)	McLay (2010)	McLay (2012)	McLay (2014)	Bang (2020)
Selection of participants	Selection bias caused by inadequate selection of participants	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High
Confounding variables	Selection bias caused confirmation and consideration of confounding variable	Low	Unclear	High	High	High	High	Low	High	Low	Low	Unclear
Intervention (exposure) measurement	Performance bias caused by inadequate measurements of intervention (exposure)	Unclear	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low	Low
Blinding of outcome assessment	Detection bias caused by inadequate blinding of outcome data	Unclear	High	High	High	High	High	High	High	High	High	High
Incomplete outcome data	Attrition bias caused by inadequate handling of incomplete outcome data	Low	Unclear	High	High	High	Unclear	Unclear	High	Low	Unclear	High
Selective outcome reporting	Reporting bias caused by selective outcome reporting	High	Unclear	Unclear	Unclear	Unclear	High	Unclear	High	High	Unclear	High

C. Summary of risk of bias for non-randomized study

Figure 2. Risk of bias graph and summary.

1편(5%)이었다. 표본크기는 10명 이하인 문헌이 6편(5~10명, 30%), 11명 이상 20명 이하 문헌이 6편(11~20명, 30%), 21명 이상 50명 이하 문헌이 4편(21~42명, 20%), 50명 이상 100명 이하 문헌이 1편(96명, 5%), 100명 초과 문헌이 3편(각각 127명, 162명, 167명, 15%)이었다. 연구설계 유형은 무작위 대조군 실험연구가 9편(45%), 비무작위 대조군 실험연구가 6편(30%), 비무작위 단일군 전후설계의 유사실험연구가 5편(25%)이었다. 정신장애의 진단 및 통계 편람이 제5판(DSM-5)으로 개정된 2013년을 기준으로, 선택된 문헌 중 15편(75%)은 2012년 이전에 출판되었고, 그 외 5편(25%)은 2013년 이후에 출간되었다. 국가별로는 미국에서 출판된 문헌이 14편(70%)으로 가장 많았으며, 유럽 4편(20%), 중동 1편(5%), 동아시아 1편(5%) 순으로 출판되었다.

2. 최종분석에 선정된 문헌의 질 평가 결과

문헌의 질 평가 결과, 무작위 대조군 실험연구 9편(45%)은 무작위 배정 순서, 배정순서 은폐, 연구참여자 및 연구자에 대한 눈가림, 결과평가에 대한 눈가림, 불충분한 결과 자료, 선택적 보고의 6가지 영역 모두 비뚤림 가능성이 높았으며, 그 중 연구참여자 및 연구자에 대한 눈가림 영역에서 비뚤림 가능성이 가장 높은 것으로 평가되었다. 또한 비무작위 대조군 실험연구 6편(30%)과 비무작위 단일군 전후설계의 유사실험연구 5편(25%)은 전체적으로 탈락 비뚤림이 높은 것으로 평가되었다. 11편(55%) 모두 타당도가 입증된 측정도구 및 설문지를 사용하여 전체적으로 실행 비뚤림 위험은 낮게 평가되었고, 응답률이 낮거나 탈락률에 대해 확실하게 보고하지 않아 탈락 비뚤림 가능성이 높게 평가되었다. 선택적 결과를 보고한 위험이 높거나 보고하지 않은 경우, 또는 연구결과에 대한 연구자의 눈가림 여부에 대해 보고된 문헌은 각각 6편(30%)으로 보고 비뚤림의 가능성이 있는 것으로 평가되었다. 따라서 전반적으로 평가에 선택된 문헌은 비뚤림 위험이 있었다(Figure 2).

3. 가상현실치료 프로그램의 특성

본 연구의 최종분석에 선정된 문헌의 중재 특성은 중재기간, 중재빈도, 중재횟수, 각 회기 별 중재시간, 중재 제공 형태, 가상현실 기기, 가상현실 콘텐츠로 구분하여 제시하였다(Table 1). 중재기간은 5주 이상 10주 미만이 8편(40%), 10주 이상이 4편(20%), 기간을 명시하지 않은 문헌이 8편(40%)이었다. 중재빈도는 2주에 1회 제공한 문헌이 1편(5%), 주 1회 제공한 문헌이 4편(20%), 주 1회 이상 제공한 문헌이 7편(35%)이었으며, 중재

빈도를 보고하지 않은 문헌이 7편(35%)이었다. 그 외 1편(5%)은 1회성으로 중재를 단순 제공하여, 중재 빈도를 보고할 의무가 없다. 중재 회기는 1회기만 제공한 문헌이 1편(5%), 2회기 이상 10회기 미만 제공한 문헌이 3편(15%), 10회기 이상 20회기 미만 제공한 문헌이 14편(60%)이었으며, 중재 회기를 보고하지 않은 문헌이 2편(10%)이었다. 중재 시간은 60분 미만이 2편(10%), 60분 이상 120분 이하가 15편(75%)이었으며, 중재 시간을 보고하지 않은 문헌이 3편(15%)이었다. 중재 제공 형태는 개별로 중재를 제공한 문헌이 17편(85%), 개별중재와 집단중재를 함께 제공한 문헌이 2편(10%)이었으며, 중재 제공 형태를 보고하지 않은 문헌이 1편(5%)이었다.

최종 분석에 포함된 20편의 문헌에서 확인된 가상현실치료 프로그램의 형태는 감각 정보의 제공과 상호작용에 따라, 착용형 디스플레이(Head-Mounted Display, HMD) 기반의 몰입형 14편(70%)과 대형 디스플레이 기반의 시뮬레이터 6편(30%)으로 구분된다. 그 외에도 활력징후를 포함한 광혈류 측정기(Photo-Plethysmography, PPG), 뇌파 측정기(Electroencephalogram, EEG)와 같은 바이오피드백(bio-feedback) 시스템을 이용하여 생리적 반응을 측정하는 연구가 5편(25%)이었다. 기본적으로 모든 가상현실 기기는 참여자에게 시각적 자극노출을 제공하고 있으며, 7편(35%)은 청각적 자극, 9편(45%)은 촉각적(진동) 자극, 6편(30%)은 후각적 자극을 함께 제공하였다.

중재 시 사용한 가상현실 콘텐츠는 참여자의 정서적 반응을 촉진하는 가상환경으로 구성된 EMMA's world software를 사용한 문헌이 1편(5%), 버스 테리와 관련된 Bus World software를 사용한 문헌이 1편(5%), World Trade Center 테리와 관련된 Vega VR software를 사용한 문헌이 1편(5%), 미해군에서 제공하는 전쟁 관련 가상현실치료 프로그램을 사용한 문헌이 2편(10%), 이라크전 및 아프가니스탄전과 관련된 Virtual Iraq/Afghanistan software를 사용한 문헌이 7편(35%), 베트남전과 관련된 가상환경을 제공한 문헌이 3편(15%), 그 외 가상의 전쟁환경을 제공한 문헌이 4편(20%), 국내 산업통상자원부에서 제공하는 가상현실 심리치료 콘텐츠를 사용한 문헌이 1편(5%)으로 그 종류가 다양하였다.

가상현실치료 프로그램의 회기별 구성 내용을 구체적으로 제시한 문헌은 15편(70%)이었으며, 그 외 5편(30%)은 회기별 구성 내용을 보고하지 않았다. 가상현실치료 프로그램의 각 회기 별 구성 내용과 가상현실치료의 노출 시점 및 노출 횟수는 Table 2에 제시하였다. 가상현실치료 프로그램은 가상현실기법을 이용한 자극노출치료 외에도, 사전 인터뷰 및 과거 병력

Table 1. Characteristics of Selected Studies (N=20)

1st author (year)	Study design			Participants			Intervention				Measurements				
	Country	Study design	Sample size	Age±SD (range)	Sex	Trauma event type	Duration	Frequency	Time /session	Mode	Control group	Device	Contents	Assessment time	Outcome measure
Rothbaum (2001)	USA	n-RCT	9	51.00±3.16	9 males	Vietnam veterans with PTSD (DSM-IV criteria)	5-7 weeks	Twice weekly	8-16 sessions	Individual sessions	Waitlist	PC, HMD, motion tracker, headphones, microphone, vibration chair, joystick	Virtual Vietnam environments (a) a virtual Huey helicopter flying over a virtual Vietnam (b) a clearing surrounded by jungle	Pre-treatment, post-treatment, 3-month follow-up, 6-month follow-up	CAFS, CBS-D, SCID, IES, BDI, CGI-I, PGI-I
Ready (2006)	USA	Single -group trials	14	N/A	14 males	Vietnam veterans with PTSD (DSM-IV criteria)	N/A	Weekly	90-minutes/ 8-20 sessions	Individual and group sessions	N/A	HMD	Virtual Vietnam environments (a) a virtual Huey helicopter flying over a virtual Vietnam (b) a clearing surrounded by jungle	Pre-treatment, post-treatment, 3-month follow-up, 6-month follow-up	CAFS, IES, BDI, SUDS
Difede (2007)	USA	n-RCT	E: 13 C: 8	E: 40.92±9.90 C: 45.13±7.14	18 males, 3 females	Civilians and disaster workers directly exposed to the WTC attacks	≥ 6 weeks	Weekly	75-minutes / 7,5±3.6 (6-13) sessions, maximum of 14 sessions	Individual sessions	Waitlist	HMD, motion tracker	Vega VR software (a) a jet flies over the WTC towers, but doesn't crash; normal New York City street sounds (b) a jet flies over, hits building, but no explosion (c) a jet flies over, crashes with explosion, but no sound effects (d) a jet flies over, crashes with explosion, with explosion sound effects (e) burning and smoking building (with hole where jet crashed), no screaming (f) burning and smoking building (with hole where jet crashed), screaming (g) burning and smoking building (with hole where jet crashed), screaming, and people jumping (h) second jet crashes into second tower with explosion and sound effects (i) second tower collapses with dust cloud (j) first tower collapses with dust cloud (k) the full sequence	Pre-treatment, post-treatment, 6-month follow-up	CAFS, SCID, PCL, BDI, BSI-GSI, SUDS, THQ
Josman (2008)	Israel	Single -group trials	30	40.20±13.1 (23-63)	12 males, 18 females	Simulation of a terrorist bus-bombing attack on healthy people	N/A	Weekly	90-120 minutes / 10 sessions	Individual and group sessions	N/A	HMD, ear phones, motion tracker	BusWorld software (a) level 1: the participant views the quiet street scene in the absence of any action. the events are viewed from an urban Israeli sidewalk, near a café, across the street from a bus stop	Pre-treatment, post-treatment	PDS, SUDS

Table 1. Characteristics of Selected Studies (Continued)

(N=20)

1st author (year)	Country	Study design	Participants			Intervention				Measurements					
			Sample size	Age±SD (range)	Sex	Trauma event type	Duration	Frequency	Time /session	Mode	Control group	Device	Contents	Assessment time	Outcome measure
Josman (2008)	Israel	Single -group trials	30	40.20±13.1 (23-63)	12 males, 18 females	Simulation of a terrorist bus-bombing attack on healthy people	N/A	Weekly	90-120 minutes /10 sessions	Individual and group sessions	N/A	HMD, earphones, motion tracker	(b) level 2: a bus appears and approaches the bus stop, but there is no explosion (c) level 3: the bus arrives at the bus stop and explodes; the bus is seen to be burning, there is smoke and shattered glass on the street, but there are no accompanying sound effects (d) level 4: is essentially the same as level 3, except with the addition of sounds of the bus exploding, people screaming and crying, as well as police sirens and reflections of flashing police-car lights (police car is not visible to participants)	Pre-treatment, post-treatment	PDS, SUDS
Wood (2009)	USA	Single -group trials	12	37.33±8.15 (25-49)	12 males	Combat veterans with PTSD (DSM-IV-TR criteria)	> 10 weeks	Once or twice a week	90-100 minutes /10 sessions	Individual sessions	N/A	2 computers, VR goggles with headphones, control panel, physiological monitoring (skin conductance, finger temperature, respiration rate, heart rate), chair that could rotate 360 degrees	Virtual Baghdad software	Pre-treatment, post-treatment	PCL-M, BAI, PHQ-9
Rizzo (2009)	USA	n-RCT	20	28.00 (21-51)	19 males, 1 female	Active duty service members with PTSD who redeployed from Iraq	> 5 weeks	Twice a week	90-120 minutes /10 sessions	Individual sessions	Waitlist	HMD, 3D audio, vibrotactile and olfactory stimulator; physiological monitoring (HR, GSK, respiration)	Virtual Iraq/ Afghanistan software including middle-eastern themed city and desert road environments	Pre-treatment, post-treatment, 3-month follow-up	PCL-M, BAI, PHQ-9, SUDS
Gamito (2009)	Portugal	RCT	5 (only reported about VR group)	N/A	N/A	Portuguese war veterans with PTSD (DSM-IV criteria)	N/A	N/A	N/A /5 sessions	Individual sessions	PE	HMD	Ambush, mortar blasting, waiting for injured rescue	Pre-treatment, during treatment (5th session)	IIES-R, SCL-90-R, ITC-SOPI
Rizzo (2010)	USA	Single -group trials	20	28.00 (21-51)	19 males, 1 female	Active duty service members with PTSD who redeployed from Iraq	> 5 weeks	Twice a week	90-120 minutes / 10 sessions	Individual sessions	N/A	2 computers, HMD, olfactory stimulation, tactile stimulation, audio-tactile sound, physiological monitoring (HR, GSK, respiration)	Virtual Iraq software scents include burning rubber, cordite, garbage, body odor, smoke, diesel fuel, Iraq food spices, gunpowder	Pre-treatment, post-treatment (at 3,5,7,9,10 sessions, and 1week later), 3-month follow-up	PCL-M, BAI, PHQ-9 (Depression), SUDS

Table 1. Characteristics of Selected Studies (Continued)

1st author (year)	Country	Study design	Participants			Intervention			Measurements						
			Sample size	Age±SD (range)	Sex	Trauma event type	Duration	Frequency	Time /session	Mode	Control group	Device	Contents	Assessment time	Outcome measure
Roy (2010)	USA	RCT	29	34.00 (24-59)	26 males, 3 females	Active duty service members who have been deployed to Iraq or Afghanistan	≥6 weeks	N/A	90-minutes / ≥12 sessions	Individual sessions	PE	3 computers, vibration platform, smell machine, game-type hand controller	Virtual Iraq software: scents include burning rubber, cordite, garbage, body odor, smoke, diesel fuel, Iraqi food spices, gunpowder	Pre-treatment, during treatment (2-week intervals), post-treatment, 12-week follow-up (4-week intervals)	Defense and veterans brain injury center brief questionnaire for TBI, CAFS, PCL-M, CAGE, BDI, AUDIT-C, SF-36, WHODAS-II, SCID, fMRI
Ready (2010)	USA	RCT	E: 5 C: 4	E: 57.00±3.02 (53-61) C: 58.00±3.05 (55-62)	9 males 3 females	Vietnam veterans with PTSD (DSM-IV criteria)	N/A	N/A	90-minutes / 10 sessions	Individual sessions	PCT	N/A	Virtual Vietnam environments (a) a virtual Huey helicopter flying over a virtual Vietnam (b) a clearing surrounded by jungle	Pre-treatment, post-treatment, 6-month follow-up	SCID (for screening), CAFS, BDI
Gamito (2010)	Portugal	RCT	E1: 4 E2: 2 C: 3	63.50±4.43	9 males	Portuguese war veterans with PTSD (DSM-IV-TR criteria)	N/A	N/A	N/A / 12 sessions	N/A	EI, Waitlist	HMD	Ambush, mortar-blasting, waiting for injured rescue	Pre-treatment, during-treatment (5th session), post-treatment	IES-R, SCL-90-R, CAFS, BDI
Boella (2010)	Spain	RCT	E: 5 C: 5	N/A (18-65)	8 males, 2 females	Diverse trauma PTSD (DSM-IV-TR criteria)	9-12 weeks	weekly	90-minutes / 9-12 sessions	Individual sessions	CBT	2 PCs, large projection screen, 2 projectors, wireless pad, speaker system	EMMA's World software	Pre-treatment, post-treatment	CAFS, DTS, PTCI
McLay (2010)	USA	n-RCT	E: 6 C: 4	E: 26.50 (21-37) C: 24.50 (22-29)	10 males	Active duty service members who had sought treatment at the Combat Stress Clinic in Iraq	5-12 weeks	Once or twice a week	N/A/E: 6.5 sessions (3-10) C: 9 sessions (5-16)	Individual sessions	ET	laptop, biofeedback system, portable biofeedback units, HMD, joystick controller	Virtual Iraq software was donated to the US Navy by Virtual reality medical center; base camp, battelfield, Iraqi marketplace, military convoy coming under attack	Pre-treatment, post-treatment	PCL-M, BAI, PHQ-9
McLay (2011)	USA	RCT	E: 10 C: 10	E: 28.00 (22-43) C: 28.80 (21-45)	E: 9 males, 1 female C: 10 males	Active duty Service Members with PTSD	≤10 weeks	Once or twice a week	N/A / 14 sessions	Individual sessions	TAU	HMD, joystick controller,	Virtual Iraq software was donated to the US Navy by Virtual reality medical center; base camp, battelfield, Iraqi marketplace, military convoy coming under attack	Pre-treatment, post-treatment, 10-46 weeks to post-assessment	CAFS
McLay (2012)	USA	n-RCT	C1: 20 D: 22	C1: 28.10±8.38 (20-51) D: 23.73±2.69 (20-31)	C1: 19 males D: 22 males	Active duty service members with PTSD from deployments to Iraq or Afghanistan	10 weeks	Twice weekly	90-100 minutes / 10.30±2.45 (4-15) sessions	Individual sessions	Left treatment	2 computers, visual and auditory displays (HMD), VR goggles, headphones, control panel	Virtual Iraq/ Afghanistan software: including middle-eastern themed city and desert road environments	Pre-treatment, post-treatment, 3-months follow-up, clinical observation in dropouts	PCL-M, PHQ-9, BAI

Table 1. Characteristics of Selected Studies (Continued)

(N=20)

1st author (year)	Country	Study design	Participants			Intervention			Measurements						
			Sample size	Age±SD (range)	Sex	Trauma event type	Duration	Frequency	Time /session	Mode	Control group	Device	Contents	Assessment time	Outcome measure
McLay (2014)	USA	n-RCT	15	34.07 (25-49)	14 males	Active duty service members with PTSD from Iraq or Afghanistan	10 weeks	Weekly or biweekly	90 minutes /fixed number of sessions (5, 10, 15, or 20)	Individual sessions	TAU	2 computers, visual and auditory displays (HMD), VR goggles, headphones, control panel	Virtual Iraq/Afghanistan software: including middle-eastern themed city and desert road environments	Pre-treatment, post-treatment	CAPS, PHQ-9, PCL-M, ARES, BAI, SKTI, PRIT
Norr (2018)	USA	RCT	E: 108 C: 54	N/A	156 males, 6 females	Active duty service members with PTSD from Iraq or Afghanistan (DSM-IV-TR criteria)	N/A	N/A	90-120 minutes /N/A	Individual sessions	PE	HMD, VR peripherals	Virtual Iraq/Afghanistan software: including middle-eastern themed city and desert road environments	Baseline, mid-treatment (after 5 treatment sessions), post-treatment	BDI-II, CAPS, SI
Schwartz (2018)	Germany	RCT	E: 66 C: 61	E: 22.38±4.14 C: 23.44±7.37	28 males, 99 females	Healthy people (but exposed to a virtual trauma event)	N/A	N/A	5 minutes /N/A	Individual sessions	SDI	2 color displays of HMD, 3D olfactory, movement tracker, joystick, Varioport II Systems (recording the peripheral physiological parameters)	Modified video-game simulator (Valve's Source Engine) underground parking lot, the car for the experimental conditions	Pre-treatment, post-treatment, one week later follow-up	BSI-GSI, BDI-5, BAI, SUIS, IPQ, IMQ, subjective emotional arousal
Reger (2019)	USA	RCT	E: 49 C: 47	E: 29.76±6.50 C: 30.74±6.97	91 males, 5 females	Active duty service members with PTSD from Iraq or Afghanistan (DSM-IV- criteria)	5 weeks	N/A	90-120 minutes /10 sessions	Individual sessions	PE	Desktop computer, HMD, gaming joystick or a mini joystick, ear headphones, digital microphone, EnviroScent Scent Palette (scents were available including garbage, body odor, gunpowder, burnt rubber, etc)	Virtual Iraq/Afghanistan software: including middle-eastern themed city and desert road environments	Pre-treatment, post-treatment	SUDS, CAPS
Bang (2020)	Republic of Korea	Single group trials	167	≤30: 79 31-40: 52 ≥41: 36	132 males, 35 females	Fire-fighting officer	N/A	Once	30-40 minutes /1 session	Individual sessions	N/A	HMD (with EEG sensor and PPG sensor)	Mental Health Diagnosis and Healing Service System Using VR and AR (Ministry of Trade, Industry and Energy)	Pre-treatment, post-treatment	PDS, job stress scale, ego-resiliency scale, SCL-90-R, program satisfaction, PPG, EEG

E=Experimental group; C=Control group; RCT=Randomized Controlled Trial; PTSD=Posttraumatic Stress Disorder; DSM=Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders; PC=Personal Computer; HMD=Head Mounted Display; CAPS=Clinician Administered PTSD Scale; CIS-D=Center for Epidemiologic Studies Depression Scale; SCID-Structured Clinical Interview for DSM-IV; IES=The Impact of Event Scale; BDI=Beck Depression Inventory; CGI-I=Clinical Global Impressions-Improvement Scale; CGI-F=Clinical Global Impressions-Functioning Scale; SUDS=Subjective Units of Distress Scale; PE=Physical Education; WTC=World Trade Center; VR=Virtual Reality; PCL=Psychopathy Checklist; BSI-GSI=General Severity Index of the Brief Symptom Inventory; THQ=Trauma History Questionnaire; PDS=Posttraumatic Diagnostic Scale; PCL-M=Posttraumatic Stress Disorder Checklist; Military Version; BA=Beck Anxiety Inventory; PHQ-9=Patient Health Questionnaire 9 Item Depression Module; 3D=Three-Dimensional; HR=Heart Rate; GSK=Galvanic Skin Response; IES-R=Impact of Event Scale-Revised; SCL-90-R=Symptoms Check List-Revised; TIC-SOPI=ITC-Sense of Presence Inventory; TBI=Traumatic Brain Injury; AUDIT-C=Alcohol Use Disorders Identification Test; SF-36=Short Form 36 Health Survey Questionnaire; WHODAS-II=World Health Organization Disability Assessment Schedule—Second Version; PC=Present-Centered Therapy; fMRI=Functional Magnetic Resonance Imaging; EI=Exposure in imagination; CB=Cognitive Behavioral Therapy; TAU=Treatment As Usual; DTIS=Davidson Trauma Scale; PTCI=Posttraumatic Cognitions Inventory; ARES=Aerial Regional-Scale Environmental Survey; SKTI=Serial Reaction Time Task; PRIT=Phosphorus Recovery Transition Tool; SI=Suicidal Ideation; SDI=Script-Driven Imagery; IPQ-H=Group Presence Questionnaire; IMQ=Intrusive Memory Questionnaire; SUIS=Spontaneous Use of Imagery Scale; PPG=Photo-Plethysmography; EEG=Electroencephalogram

Table 2. Process of Virtual Reality Therapy Sessions in the Selected Studies

(N=20)

1st Author (year)	S1	S2	S3	S4	S5	S6~S8	S9	S10	S11	S12	≥S13
Rothbaum (2001)	Orientation Breath training VR exposure (neutral environment)	VR exposure (2 vietnam environments) Monitoring (recording SUDS every 5minutes) Breathing exercises		VR exposure (vietnam environment & triggered memories, S4~S5) Communication and feedback with therapist Imaginal & VR exposure (after S5) Monitoring (recording SUDS every 5minutes) Breathing exercises Up to S16							
Ready (2006)	Orientation Clinical interview Initial VR exposure (neutral environment) Breath training	Initial VR exposure (traumatic environments) Take cassette and practice imaginal exposure (homework)		Adjusting stimuli intensity (15~20 minutes before starting the VR exposure) VR exposure (30~45 minutes) Focus on the specific individual traumatic memories Monitoring (recording SUDS every 5minutes) and observation Feedback Take cassette and practice imaginal exposure (homework)					Additional sessions or post-treatment assessment Follow-up assessment (at 3 or 6 months) Up to S20		
Difede (2007)	Orientation Education Relaxing training Clinical interview Self-report measure		Self-report measure Adjusting stimuli intensity VR exposure (45 minutes) Monitoring (recording SUDS every 5 minutes)								Evaluation Relapse prevention Up to S14
Josman (2008)											N/A
Wood (2009)	Orientation (S1~S2) Meditation training Attention training Clinical interview	Review previous session (20minutes) Meditation training, attention training (20~40minutes) VR exposure (20minutes) Monitoring (recording SUDS every 5minutes) Debriefing (20minutes) Feedback									N/A
Rizzo (2009)	Education Breath training Clinical interview	Orientation In vivo exposure	Self-report measure VR exposure (neutral environment, 25minutes)	Self-report measure (S5, S7, S9, S10) VR exposure (traumatic environments) Monitoring Listen to the audiotape of previous sessions (homework)							N/A
Gamito (2009)	Assessment	VR exposure Assessment (S5)									N/A
Rizzo (2010)	Education Breath training Clinical interview	Orientation In vivo exposure Imaginal & in vivo exposure (homework)	Self-report measure VR exposure (neutral environment, 25minutes)	Self-report measure (S5, S7, S9, S10) VR exposure (traumatic environments) Monitoring Listen to the audiotape of previous sessions (homework)							Self-report measure (3-month after)
Roy (2010)	Orientation Education Relaxation techniques Clinical interview Imaginal & in vivo exposure			VR exposure (45minutes) Monitoring fMRI scanning ≥S12							
Ready (2010)											N/A
Gamito (2010)	Clinical interview Education	VR exposure Self-report measure									N/A

Table 2. Process of Virtual Reality Therapy Sessions in the Selected Studies (Continued)

(N=20)

1st Author (year)	S1	S2	S3	S4	S5	S6~S8	S9	S10	S11	S12	≥S13
Botella (2010)	Clinical interview Education Breath training Cognitive restructuring Imaginal & in vivo exposure			Imaginal & VR exposure (90 minutes)			Relapse prevention	Additional sessions (If a patient needed it)			N/A
MCLay (2010)	(Precise information was not described.) VR exposure Monitoring Patients faced their socially related trauma as homework (ex. eating with others, calling loved ones)								N/A		
McLay (2011)	Orientation Clinical interview Education Meditation and attention control Relaxation practice (homework)	Attentional and autonomic control training Education Relaxation practice (homework)	VR exposure (traumatic environments) Monitoring Cognitive restructuring Relaxation practice (homework) Up to S20								
McLay (2012)	Clinical interview Education Breath training	Education In vivo exposure	VR exposure (45 minutes) Debriefing	VR & Prolonged exposure (traumatic environments, 45 minutes) Adjusting stimuli intensity Verbal recount the trauma experience (S6)				Additional sessions If a patient needed it, up to S15			
McLay (2014)	Orientation Clinical interview Meditation and attention training	Meditation and attentional training	Attentional training (10 minutes) VR exposure (S3~S6, 20 minutes) Adjusting stimuli intensity Debriefing (10 minutes)				VR exposure (traumatic environments, S7~S10) Adding stimuli from the patient's narrative (S10) Debriefing (1) in the open label study: fixed number of sessions (5, 10, 15, 20) (2) RCT: fixed number of 10 weeks				N/A
Norr (2018)	(Precise information was not described.) VR exposure Assessment (S1, S5, end of the treatments)										
Schewizer (2018)	(Precise information was not described.) Orientation Assessment VR exposure Baseline levels of emotional responses were obtained during watching a 5~minutes film clip of landscapes (physiological measures, self-report) Complete the intrusive memory questionnaire (following day) Debriefing (one week later)										
Reger (2019)	Education Breath retraining	Education Breath retraining In vivo exposure (homework)	VR exposure (imaginal & prolonged, traumatic environments, 30~60 minutes) Monitoring (recording SUDS from the first 30 minutes) In vivo exposure (homework)								N/A
Bang (2020)	Assessment Measurement of EEG and PPG (both pre-treatment and post-treatment, 1minute) VR exposure	N/A									

S=Session; VR=Virtual reality; SUDS=Subjective Units of Distress Scale; fMRI=Functional magnetic resonance imaging; PPG=Photo-plethysmography; EEG=Electroencephalogram.

청취가 포함된 문헌이 4편(20%), 정신질환에 대한 정보제공 교육이 포함된 문헌이 7편(35%), 보조요법(호흡법, 명상, 주의력 집중 등)이 포함된 문헌이 4편(20%)이었다. 또한 가상현실치료 노출 전 체내 노출(in vivo exposure)을 수행한 문헌이 3편(15%)으로 나타났다. 가상현실치료 노출 시점은 1회기(5편, 25%) 또는 3회기(5편, 25%)부터 시작되는 경우가 가장 많았으며, 노출의 시점을 선정하는 기준이 제시된 문헌은 없었다. 뿐만 아니라 가상현실치료의 노출 횟수는 최소 3회기에서 최대 16회기까지 다양하였다. 그러나 선정된 문헌 중 가상현실치료 프로그램 중재자의 자격 및 중재자 훈련을 제시한 문헌은 없었다.

4. 가상현실치료 프로그램의 유효성

가상현실치료 프로그램의 유효성을 평가하기 위해 선정된 문헌에서 사용한 측정도구 및 측정시기를 살펴보고, 연구결과를 토대로 외상 후 스트레스 장애 및 정신건강에 미치는 효과를 평가하였다. 또한 치료만족도 및 수행자신감에 미치는 효과를 제시하였다. 구체적인 내용은 다음과 같다.

1) 유효성 측정도구 및 측정시기

선정된 문헌 중 가상현실치료 프로그램의 효과를 평가하기 위해 사용한 측정도구는 크게 두 가지로 구분될 수 있다. 첫째, 외상 후 스트레스 장애 정도를 평가하였거나, 둘째, 불안, 우울과 같은 외상 후 스트레스 장애의 공존 증상을 평가한 경우이다. 외상 후 스트레스 장애 정도를 평가한 문헌은 19편(95%)이었으며, 측정도구는 Clinician Administered PTSD Scale (CAPS)를 사용한 문헌이 9편(45%)으로 가장 많았으며, PTSD Checklist-Military version (PCL-M)을 사용한 문헌이 7편(35%), Impact of Event Scale-Revised (IES-R)을 사용한 문헌이 4편(20%), Posttraumatic Stress Diagnostic Scale (PDS)을 사용한 문헌이 1편(5%)이었다. 또한 외상 후 스트레스 장애 정도를 평가하기 위해 측정도구를 보고한 19편의 문헌 중, 두 가지 이상의 도구를 동시에 활용한 문헌은 3편(15%)이었으며, 그 외 16편은 한 가지 측정도구만을 활용하였다.

외상 후 스트레스 장애의 공존 증상을 평가한 문헌은 14편(60%)이었으며, 이는 평가한 공존 증상에 따라 다시 세분화될 수 있다. 외상 후 스트레스 장애의 공존 증상 중 우울을 측정하는 문헌은 12편(60%)이었으며, 그중 Patient Health Questionnaire-9 (PHQ-9)와 Beck Depression Inventory (BDI)를 사용한 문헌은 각각 6편(30%)이었다. 또한 외상 후 스트레스 장애의 공존

증상 중 불안을 측정하는 문헌은 7편(35%)이었으며, 모두 Beck Anxiety Inventory (BAI)를 사용하였다. 그 외에도 외상 후 스트레스 장애로 인한 전반적인 정신건강을 평가하기 위해 사용한 측정도구로는 Symptoms Check List-Revised (SCL-90-R)을 사용한 문헌이 2편(10%), Structured Clinical Interview for DSM-IV (SCID)을 사용한 문헌이 1편(5%), Brief Symptom Inventory-Global Severity Index (BSI-GSI)을 사용한 문헌이 1편(5%), Short form 36 Health Survey (SF-36)을 사용한 문헌이 1편(5%)이었다.

중재 효과의 측정시기는 선정된 20편의 문헌 모두 '중재 제공 직전-중재 제공 직후'임을 확인하였다. '중재 제공 3개월 뒤'에 중재 효과를 추가적으로 측정하는 문헌은 4편(20%), '중재 제공 6개월 뒤'에 중재 효과를 추가적으로 측정하는 문헌은 3편(15%)으로, '중재 제공 3개월 뒤-중재 제공 6개월 뒤'에 중재 효과를 측정하는 문헌은 2편(10%)이었다. 그 외 1편(5%)은 중재 제공 후 '매주' 중재 효과를 추가적으로 측정하였으며, 3편(15%)은 '중재 제공 중'에 중재 효과를 추가적으로 측정하였다.

2) 외상 후 스트레스 장애 및 정신건강에 미치는 효과

선정된 20편의 문헌 중 가상현실치료 프로그램 제공 후 외상 후 스트레스 장애 정도를 평가한 16편(80%)의 문헌에서 외상 후 스트레스 장애 점수가 모두 감소되었다. 그중 7편은 통계분석을 거치지 않고 결과를 평균값을 중심으로 서술적으로 기술하고 있어 중재의 효과성을 확인하는데 연구결과의 적용 및 해석에 한계가 있다. 가상현실치료 프로그램 제공 후 외상 후 스트레스 장애 점수가 통계적으로 유의미한 차이가 없다고 보고한 문헌은 4편(20%)이었다.

외상 후 스트레스 장애의 공존 증상 중 우울을 측정하는 12편(60%)의 문헌 중, 우울 점수의 감소를 보고한 문헌은 9편(45%)이었다. 그러나 통계분석을 거치지 않고 결과를 서술적으로 기술한 문헌이 3편(15%)으로 연구결과의 적용 및 해석에 한계가 있으며, 중재 제공 후 우울 점수가 통계적으로 유의미한 차이가 없다고 보고한 문헌은 2편(10%)이었다. 외상 후 스트레스 장애의 공존 증상 중 불안을 측정하는 7편(35%)의 문헌 중, 불안 점수의 감소를 보고한 문헌은 5편(25%)이었다. 그러나 통계분석을 거치지 않고 결과를 서술적으로 기술한 문헌이 4편(20%)으로 연구결과의 적용 및 해석에 한계가 있으며, 중재 제공 후 불안 점수가 통계적으로 유의미한 차이가 없다고 보고한 문헌은 2편(10%)이었다.

그 외에도 외상 후 스트레스 장애의 주 증상인 재경험, 회피, 과잉 각성 증상, 부정적 인지와 기분의 변화를 측정하는 문헌은 4

편(20%)이었으며, 모두 유의하게 감소함을 확인하였다. 또한 Bang [21]에 따르면, 가상현실치료 프로그램 중재 전·후 신체화 증상이 유의하게 감소하였다. 신체화 증상의 하부영역 중, 특히 ‘머리가 아프다’, ‘가슴이나 심장이 아프다’, ‘허리가 아프다’, ‘근육통 또는 신경통이 있다’에서 유의하게 감소하였음을 확인하였다. 뿐만 아니라 맥파 및 뇌파 측정을 통해 심장 건강도, 자율신경 건강도 검증결과, 가상현실 중재 이후 상승하여 신체화 증상을 감소시켰다[21]. 그러나 가상현실치료의 부작용 발생에 대한 대안을 제시한 문헌은 없음을 확인하였다.

3) 치료만족도 및 수행자신감에 미치는 효과

선정된 20편의 문헌 중 가상현실치료 프로그램 제공 후 대상자의 주관적인 평가를 제시한 문헌은 2편(10%)에 불과하였다. Bang [21]와 Ready 등[22]에 따르면, 가상현실치료 프로그램은 참여자로부터 흥미를 유발하고 치료사와 참여자 모두 손쉽게 사용 및 체험할 수 있어서 높은 치료만족도를 보인다고 보고하였다. 또한 가상현실치료 프로그램은 참여자로부터 실제감과 몰입감을 불러일으켜, 전통적인 노출치료보다 시간 대비 효율적인 치료법이라 평가하였다[22]. 또한 가상현실치료 프로그램의 효과 중 치료과정에서 외상 후 스트레스 장애 환자로부터 수행자신감을 보고한 문헌은 1편(5%)이었다. Ready 등[22]은 가상현실에 노출될수록, 감정적 반응의 감소로 인해 치료를 계속할 수 있다는 용기를 심어주어 수행자신감이 증가하였다고 보고하였다.

논 의

본 연구는 외상 후 스트레스 장애 환자를 위한 가상현실치료 프로그램의 중재 특성 및 유효성을 평가하고자 수행되었다. 최종분석에 선정된 문헌은 총 20편으로, 불안장애 환자를 위한 가상현실치료 프로그램의 효과에 대한 체계적 문헌고찰[23]에서 선정된 문헌이 49편이었던 점을 고려하면 외상 후 스트레스 장애 환자를 위한 연구가 부족하다는 것을 알 수 있다. 그러나 선정된 문헌의 65%(13편)가 2010년 이후 출판되었다는 점을 고려하면, 최근 10년 사이에 외상 후 스트레스 장애 환자를 위한 가상현실치료 관련 연구가 증가경향을 보이고 있음을 알 수 있다. 이는 가상현실 기술 개발과 정신건강 증진을 위한 가상현실 기술 활용에 대한 사회적 관심의 증가를 반영하는 결과이다 [12]. 또한 최종분석에 선정된 문헌 중 30%(6편)는 10명 이하의 소규모 대상으로 연구가 진행되었으며, 45%(9편)만이 무작위 대조군 실험연구로 설계되었다. 그러나 외상을 경험한 후 적절

한 중재가 수반되지 않으면 사회복귀가 지연되고 사회경제적 손실로 이어지는 만큼[10], 개인차원을 넘어 국가차원의 대응이 필요하겠다. 따라서 외상 후 스트레스 장애 환자를 위한 가상현실치료 프로그램의 유효성을 확인하고 결과를 일반화하기 위해서는 향후 무작위 대조군 실험연구를 수행할 수 있도록 국가차원의 노력이 필요해 보인다.

선정된 문헌의 연구대상자를 살펴본 결과, 군인 대상의 연구가 75%(15편)로 가장 큰 비중을 차지하였다. 뿐만 아니라 총 827명의 연구대상자 중, 약 74%(약 614명)가 남성이었다. 이는 다양한 종류의 외상 경험자의 증상과 반응 양상을 모두 반영하지 못한다는 한계를 지닌다. 최근 세월호 참사, 대형화재, 코로나-19와 같은 국가적 재난부터 개인의 생명을 위협하는 질병이나 교통사고, 범죄 피해, 가족의 죽음, 성적 외상, 따돌림 등에 이르기까지 외상의 종류와 대상이 다양해졌다[24]. 따라서 다양한 사회적 계층과 성별, 연령 그리고 외상 사건의 유형을 포함한 가상현실치료 프로그램의 내용 구성과 효과 관련 연구가 필요함을 확인하였다. 또한 선정된 문헌의 90%(18편)는 미국, 유럽 등 서구권에서 이루어지고 있음을 확인하였다. 이는 대상자마다 경험한 역사적, 문화적 배경이 다르기에 연구결과의 적용 및 해석에 한계가 있다[24]. 따라서 향후 가상현실치료 관련 연구 시, 대상자의 사회문화적 배경을 고려한 연구가 활발히 이루어져야 하겠다.

선정된 문헌의 질 평가 결과, 20편 모두 신뢰도와 타당도가 입증된 측정도구 및 설문지를 이용하였으나, 탈락률 및 무응답률이 중재 적용시 장애요인으로 확인되었다. 이는 외상 후 스트레스 장애를 겪고 있는 환자를 대상으로 인지행동치료 등의 중재를 시행한 문헌 검토 시, 탈락률 및 무응답률이 50%에 달하는 것과 유사한 결과이다[25]. 연구설계 측면에서 무작위 대조군 실험연구가 부족함을 확인하였으며, 그 외에도 대조군 없이 단일군 실험설계를 이용하고 일개 집단을 대상으로 함으로써 외적타당도의 위협을 안고 있다. 또한 통계분석을 거치지 않고 결과를 서술적으로 기술하고 있어 효과성 검증을 위한 해석상의 주의를 요하고 있다. 향후 가상현실치료 프로그램의 중재 개발 연구에서는 통계분석을 수행하는 노력이 필요하며, 비몰입의 위험을 고려하여 무작위 대조군 실험연구를 수행할 수 있도록 노력해야 할 것이다.

중재기간은 5주 이상 10주 미만인 40%(8편), 중재빈도는 주 1회 이상이 35%(7편), 중재회기는 10회기 이상 20회기 미만이 60%(14편), 중재시간은 60분 이상 120분 이하가 75%(15편)로 가장 많았으나, 연구대상자 및 연구목적 등에 따라 매우 상이하였다. 또한 대다수의 연구가 Foa와 Rothbaum [26]이 제시한

장기노출치료 가이드라인에 기반해 중재 제공되었음을 확인하였다. 이는 가상현실치료 프로그램 중재가 아직까지 전통적 노출치료법의 일환으로 인지하고 대상자에게 적용하고 있음을 확인하였다. 외상 생존자는 치료과정 시 세심하고 주의 깊게 다루지 못하면 재외상화의 가능성이 있기에 중재제공자의 충분한 임상경험 및 치료자로서의 자질이 요구된다[24]. 따라서 가상현실치료 프로그램을 제공하기 위해서는 중재제공자 또는 치료자를 위한 표준화된 가이드라인이 제시될 필요가 있으며, 이를 위해 향후 중재 제공 기간, 빈도, 횟수, 시간에 대한 임상적 근거를 기반으로 한 표준화 작업이 추가적으로 필요하다.

선정된 문헌에 따르면, 가상현실치료 프로그램은 가상현실 기법을 이용한 자극노출치료 외에도 인터뷰 및 과거 병력 청취, 정신질환에 대한 정보제공 및 교육, 보조요법, 체내노출 등으로 다양하게 구성되어 있음을 확인하였다. 중재기간동안 인터뷰, 정보제공 및 교육, 보조요법, 체내노출 등을 제공한 문헌은 75%(15편)를 차지하며, 20%(4편)는 가상현실기법을 이용한 자극노출치료만 단순 제공하였다. 향후 가상현실치료 프로그램 참여에 대한 대상자의 부담을 경감하고 적응력을 향상시키기 위해서는, 중재기간동안 충분한 교육 및 준비가 수행되어야 할 필요가 있겠다. 또한 가상현실치료는 개인 맞춤 중재(individual care)가 가능한 장점이 있으므로[15], 사전 인터뷰 및 과거 병력 청취를 통해 향후 개인의 외상 경험에 맞춤 중재 개발이 필요하겠다.

선정된 20편의 문헌 모두 가상현실치료 프로그램 시 사용한 기기를 보고하고 있으며, 현재까지 시중에 유통된 가상현실 기기는 시각적 자극노출을 기본으로 제공하고 있다. 그 외 청각적 자극을 함께 제공한 경우는 35%(7편), 촉각적(진동) 자극을 함께 제공한 경우는 45%(9편), 후각적 자극을 함께 제공한 경우는 30%(6편)으로 소수에 불과하였다. 그러나 가상현실치료의 본질은 대상자가 가상의 상황을 현실이라고 생각하게 만드는 것이며[11], 다양한 자극을 함께 제공했을 때 대상자의 정서적 반응을 더욱 촉진할 수 있으므로[27], 생생한 현실감과 노출을 제공하기 위해 다양한 감각 자극들을 활용하는 것이 필요하겠다. 또한 25%(5편)만이 바이오피드백 치료를 이용하여 생리적 반응을 측정하였음을 확인하였다. Schwartz와 Andrasik [28]에 따르면, 바이오피드백은 정신치료와 병행되면 치료 효과를 높일 수 있고, 불수의적인 생리기능을 스스로 조절할 수 있도록 도와준다. 따라서 외상 후 스트레스 장애 환자를 대상으로 가상현실치료 시 바이오피드백을 보조적으로 사용하면 가상현실 노출 순응을 방해하는 극심한 불안과 긴장을 감소시킬 수 있기에 적극 활용하는 것이 필요하겠다.

선정된 문헌 중 다수의 연구에서 가상현실치료 프로그램은 외상 후 스트레스 장애 점수의 감소를 보고하여, 그 효과가 있음을 확인하였다. 이는 외상 후 스트레스 장애를 겪고 있는 베트남 참전 용사를 대상으로 6개월간 8~16회 동안 가상현실 중재를 시행했을 때 스트레스 수준이 유의하게 감소한 것과 같은 결과이다[29]. 그러나 그 중 35%(7편)의 문헌은 연구결과를 서술적으로만 보고하고 통계분석을 수행하지 않았다. 또한 우울을 측정한 연구 중 75%(15편)에서 우울 점수가 감소하였음을 확인하였다. 이는 우울 증상을 앓고 있는 일반인들에게 4주간 가상현실 기반 치료를 적용한 후 유의미하게 증상이 호전된 것과 유사한 결과이다[30]. 그러나 그 중 30%(6편)의 문헌은 연구결과를 서술적으로만 보고하고 통계분석을 수행하지 않았다. 그 외에도 불안을 측정한 연구 중 25%(5편)의 문헌에서 불안 점수가 감소하였음을 확인하였다. 그러나 그 중 20%(4편)의 문헌은 연구결과를 서술적으로만 보고하고 통계분석을 수행하지 않았다. 따라서 중재의 효과를 주·객관적으로 파악할 수 있는 다양한 연구 수행이 필요하다.

그 외에도 외상 후 스트레스 장애는 정신장애의 진단 및 통계 편람이 제4판(DSM-IV)에서 제5판(DMS-5)으로 개정됨에 따라, 그 진단기준이 불안장애의 범주에서 독립되어[2], 향후 개정 내용이 반영된 측정도구로 수행한 최신의 연구가 필요하겠다. 뿐만 아니라, 가상현실치료 프로그램의 효과 측정시기가 문헌 별로 상이함을 확인하였다. 선정된 문헌의 연구결과에 따르면, 가상현실치료 프로그램이 ‘중재 제공 직후’보다, ‘중재 제공 3개월 뒤’ 또는 ‘중재 제공 6개월 뒤’에 더욱 효과가 있음을 확인하였으며, ‘중재 제공 3개월 뒤’ 보다 ‘중재 제공 6개월 뒤’ 더욱 큰 효과가 보임을 확인하였다. 이를 통해, 앞으로는 가상현실치료가 장기적으로 효과가 유지되는지 확인하기 위한 후속연구가 필요하다. 또한 선정된 20편의 문헌 중, 가상현실치료의 수용성 및 타당성을 조사한 연구가 부족함을 확인할 수 있었다. 2편(10%)의 문헌에서만 연구대상자들이 가상현실치료 프로그램 진행과정 및 중재 종료 후에도 부작용이 없었음을 보고하였으며, 1편(5%)의 연구에서만 가상현실치료 프로그램이 치료비용 절감에 도움이 된다고 보고하였다. 따라서 향후 가상현실치료 프로그램의 유효성 확인을 위한 관련 연구가 활발히 수행되어야 한다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 선정된 문헌의 대부분이 군인 및 남성을 대상으로 연구되어 연구결과를 일반화하기에는 한계가 있다. 둘째, 문헌 선정 시 특정 저자의 문헌이 다수 포함되어 연구결과에 편향 가능성이 있다. 셋째, 본 연구에서는 영어와 한국어로 작성된 문헌만을 선택적으로 선정하였

고, 외상 후 스트레스 장애 특정 증상을 중심으로 한 검색어의 확장까지는 진행하지 못하여 분석에 포함되지 못한 연구들이 있을 수 있다는 점이다. 그러나 본 연구가 가지는 의의는 다음과 같다. 첫째, 가상현실치료 프로그램이 대상자의 외상 후 스트레스 장애, 우울, 불안 등 전반적인 정신건강문제에 효과가 있으며, 향후 관련 연구가 필요함을 확인하였다. 둘째, 가상현실치료 프로그램의 구성요소를 분석하여 표준화된 프로토콜 및 개인 맞춤 치료의 필요성을 확인하였다. 셋째, 가상현실치료 프로그램에 사용되는 기기를 확인하여 시각적 자극 외에도 다양한 감각 자극이 제공될 필요가 있음을 확인하였다. 넷째, 현재까지의 가상현실치료 연구가 소규모로 이루어지고 있음을 확인하여 향후 대규모의 연구가 필요함을 확인하였다. 다섯째, 가상현실치료 프로그램의 효과를 장기적으로 평가한 연구가 부족하며, 평가 시기 또한 상이함을 확인하였다. 마지막으로, 표준화된 프로토콜을 제언함으로써 향후 관련 연구수행 및 실무에서의 적용에 이바지할 수 있다.

결론

본 연구는 외상 후 스트레스 장애 환자를 위한 가상현실치료 프로그램의 구체적인 내용을 분석하고, 중재의 특성과 유효성을 평가하여 근거기반의 실천적 및 학문적 기초자료를 제공하기 위해 수행되었다. 가상현실치료 프로그램은 지난 20년간의 비약적인 기술의 발전을 통해 최근 외상 후 스트레스 장애 치료에서의 연구 및 임상적 적용이 활발해지는 분야로, 내용 구성과 효과가 점점 넓어지고 있음을 확인하였다. 또한 가상현실치료 프로그램은 외상 후 스트레스 장애, 우울, 불안 등 관련 증상에 효과가 있음이 부분적으로 확인됨에 따라, 요즘과 같은 코로나-19 팬데믹으로 인한 ‘언택트(untact) 사회’에 원격치료의 기반 마련에 많은 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 현존하는 외상 후 스트레스 장애 환자를 위한 가상현실치료 프로그램은 군인 및 남성을 대상으로 진행한 연구가 대다수이기에 연구결과를 일반화하기에는 한계가 있다. 이에 다양한 사회적 계층과 성별, 연령 그리고 외상 사건의 유형을 포함한 가상현실치료 관련 연구가 필요하며, 향후 잘 설계된 대규모의 반복 실험연구가 필요하겠다. 또한 외상 후 스트레스 장애 치료에서 가상현실은 도입단계로서 치료 이론 및 임상 경험을 바탕으로 한 표준화된 가상현실치료 프로그램의 프로토콜 개발을 통한 보다 효과적인 치료기술로 자리잡아가야 하며, 기존의 고식적인 치료 대비 효과에 대한 체계적인 비교분석 연구, 비용효과 연구, 적용 가능한 여러 세부 분야로의 확산 등 향후 지속적으로

보다 편리하고 저비용의 인터페이스 개발 등 많은 기술적 발전이 필요하리라 생각된다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflicts of interest.

ORCID

Lee, Wongyeong <https://orcid.org/0000-0001-9208-1386>
 Cho, Youngshin <https://orcid.org/0000-0001-9532-9877>
 Kim, Heejung <https://orcid.org/0000-0003-3719-0111>

REFERENCES

1. Harvey MR. An ecological view of psychological trauma and trauma recovery. *Journal of Traumatic Stress*. 1996;9(1):3-23. <https://doi.org/10.1002/jts.2490090103>
2. American Psychiatric Association. *Diagnostic and statistical manual of mental disorders*. 5th ed. Arlington: American Psychiatric Publishing Inc; 2013. 947 p.
3. Perrin M, Vandeleur CL, Castelao E, Rothen S, Glaus J, Vollenweider P, et al. Determinants of the development of post-traumatic stress disorder, in the general population. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*. 2014;49(3):447-457. <https://doi.org/10.1007/s00127-013-0762-3>
4. Lee K, Jo H, Kim S. Relationships among traumatic experiences, posttraumatic stress symptoms, and mental health-related characteristics in young adults, *Journal of Korean Academy Psychiatric and Mental Health Nursing*. 2018;27(2):85-97. <https://doi.org/10.12934/jkpmhn.2018.27.2.85>
5. Hong J. *The Survey of Mental Disorders in Korea. Final Report on the Survey of Mental Disorders*. Sejong: Ministry of Health and Welfare; 2017 April. Report No. 2092.
6. Guideline Development Panel for the Treatment of PTSD in Adults, American Psychological Association. Summary of the clinical practice guideline for the treatment of posttraumatic stress disorder (PTSD) in adults. *American Psychologist*. 2019; 74(5):596-607. <https://doi.org/10.1037/amp0000473>
7. Foa EB, McLean CP. The efficacy of exposure therapy for anxiety-related disorders and its underlying mechanisms: the case of OCD and PTSD. *Annual Review of Clinical Psychology*. 2016;12:1-28. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-021815-093533>
8. Rothbaum B, Foa E, Hembree E. *Reclaiming your life from a traumatic experience: a prolonged exposure treatment program workbook*. Oxford: Oxford University Press; 2007. 88 p.
9. Cahill SP, Foa EB, Hembree EA, Marshall RD, Nacash N. Dissemination of exposure therapy in the treatment of posttraumatic stress disorder. *Journal of Traumatic Stress*. 2006;19(5):

- 597-610. <https://doi.org/10.1002/jts.20173>
10. Choi YK. Evidence-based treatment of posttraumatic stress disorder. *Korean Journal of Clinical Psychology*. 2017;36(4):526-549. <https://doi.org/10.15842/kjcp.2017.36.4.006>
 11. Rothbaum BO, Rizzo AS, Difede J. Virtual reality exposure therapy for combat-related posttraumatic stress disorder. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2010;1208(1):126-132. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05691.x>
 12. Botella C, Serrano B, Baños RM, Garcia-Palacios A. Virtual reality exposure-based therapy for the treatment of post-traumatic stress disorder: a review of its efficacy, the adequacy of the treatment protocol, and its acceptability. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*. 2015;11:2533-2545. <https://doi.org/10.2147/NDT.S89542>
 13. Anderson PL, Rothbaum BO, Hodges L. Virtual reality: using the virtual world to improve quality of life in the real world. *Bulletin of the Menninger Clinic*. 2001;65(1):78-91. <https://doi.org/10.1521/bumc.65.1.78.18713>
 14. Wild J, Warnock-Parkes E, Grey N, Stott R, Wiedemann M, Canvin L, et al. Internet-delivered cognitive therapy for PTSD: a development pilot series. *European Journal of Psychotraumatology*. 2016;7(1):e31019. <https://doi.org/10.3402/ejpt.v7.31019>
 15. Rizzo AS, Schultheis MT, Rothbaum BO. Ethical issues for the use of virtual reality in the psychological sciences. Lisse: Swets & Zeitlinger Publishers; 2002. 38 p. (Bush SS, Drexler ML, editors. *Ethical Issues in Clinical Neuropsychology*).
 16. Rose D, Foreman N. Virtual reality. *The Psychologist*. 1999;12(11):550-554.
 17. Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page M, et al. editors. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. 2nd ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons; 2019. <https://doi.org/10.1002/9781119536604>
 18. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ*. 2009;339:b2535. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2535>
 19. Kim SY, Park JE, Seo HJ, Seo HS, Son HJ, Shin CM, et al. NECA's guidance for undertaking systematic reviews and meta-analyses for intervention. Seoul: National evidence-based healthcare collaborating agency; 2011. p. 1-271.
 20. Mayo-Wilson E, Ng SM, Chuck RS, Li T. The quality of systematic reviews about interventions for refractive error can be improved: a review of systematic reviews. *BMC Ophthalmology*. 2017;17(1):164. <https://doi.org/10.1186/s12886-017-0561-9>
 21. Bang SH. The effects of virtual reality (VR) intervention technique on post-traumatic stress of firefighters [dissertation]. [Chuncheon]: Kangwon University; 2020. 46 p.
 22. Ready DJ, Pollack S, Rothbaum BO, Alarcon RD. Virtual reality exposure for veterans with posttraumatic stress disorder. *Journal of Aggression, Maltreatment & Trauma*. 2006;12(1-2):199-220. https://doi.org/10.1300/J146v12n01_11
 23. Oing T, Prescott J. Implementations of virtual reality for anxiety-related disorders: systematic review. *JMIR Serious Games*. 2018;6(4):e10965. <https://doi.org/10.2196/10965>
 24. Simblett S, Birch J, Matcham F, Yaguez L, Morris R. A systematic review and meta-analysis of e-mental health interventions to treat symptoms of posttraumatic stress. *JMIR Mental Health*. 2017;4(2):e14. <https://doi.org/10.2196/mental.5558>
 25. Schottenbauer MA, Glass CR, Arnkoff DB, Tendick V, Gray SH. Nonresponse and dropout rates in outcome studies on PTSD: review and methodological considerations. *Psychiatry: Interpersonal and Biological Processes*. 2008;71(2):134-168. <https://doi.org/10.1521/psyc.2008.71.2.134>
 26. Foa EB, Rothbaum BO. editors. *Treating the trauma of rape: cognitive behavioral therapy for PTSD*. New York: Guilford Press; 1998.
 27. Josman N, Reisberg A, Weiss PL, Garcia-Palacios A, Hoffman HG. Busworld: an analog pilot test of a virtual environment designed to treat posttraumatic stress disorder originating from a terrorist suicide bomb attack. *CyberPsychology & Behavior*. 2008;11(6):775-777. <https://doi.org/10.1089/cpb.2008.0048>
 28. Schwartz MS, Andrasik F. *Evaluating research in clinical biofeedback*. New York: Guilford Press; 2003. 13 p. (Schwartz MS, Andrasik F. editors. *Biofeedback: a practitioner's guide*).
 29. Rothbaum BO, Hodges LF, Ready D, Alarcon RD. Virtual reality exposure therapy for Vietnam veterans with posttraumatic stress disorder. *Journal of Clinical Psychiatry*. 2001;62(8):617-622.
 30. Kim M, Choi SW, Moon S, Park H, Hwang H, Kim MK, et al. Treatment effect of psychoeducation and training program using virtual reality technique in the patients with depressive symptoms. *Journal of Korean Neuropsychiatric Association*. 2020;59(1):51-60.

Appendix 1. Search Strategy (PubMed)

Databases	No.	Search term	Results
PubMed	1	((((((((("Stress Disorders, Post-Traumatic"[Mesh]) OR "Trauma and Stressor Related Disorders"[Mesh]) OR "Stress Disorders, Traumatic"[Mesh]) OR "Psychological Trauma"[Mesh]) OR "Historical Trauma"[Mesh]) OR "Stress, Psychological"[Mesh]) OR (Stress Disorders, Post-Traumatic[Title/ Abstract])) OR (Trauma[Title/ Abstract] AND Stressor Related Disorders[Title/ Abstract])) OR (Stress Disorders, Traumatic[Title/ Abstract])) OR (Psychological Trauma[Title/ Abstract])) OR (Historical Trauma[Title/ Abstract])) OR (Stress, Psychological[Title/ Abstract])	171,322
	2	((((((((Virtual Reality[MeSH Terms]) OR (Virtual Reality Exposure Therapy[MeSH Terms])) OR (Implosive Therapy[MeSH Terms])) OR (Man-Machine Systems[MeSH Terms])) OR (Cognitive Behavioral Therapy[MeSH Terms])) OR (Behavior Therapy[MeSH Terms])) OR (Virtual Reality[Title/ Abstract])) OR (Virtual Reality Exposure Therapy[Title/ Abstract])) OR (Implosive Therapy[Title/ Abstract])) OR (Man-Machine Systems[Title/ Abstract])) OR (Cognitive Behavioral Therapy[Title/ Abstract])) OR (Behavior Therapy[Title/ Abstract])	94,279
	3	(((Simulation Training[MeSH Terms]) OR (Computer Simulation[MeSH Terms])) OR (Simulation Training[Title/ Abstract])) OR (Computer Simulation[Title/ Abstract])) OR (Simulation[Title/ Abstract])	390,650
Total	#1 AND #2 AND #3		125

Appendix 2. Selected Literature List

1. Rothbaum BO, Hodges LF, Ready D, Alarcon RD. Virtual reality exposure therapy for Vietnam veterans with posttraumatic stress disorder. *Journal of Clinical Psychiatry*. 2001;62(8):617-622.
2. Ready DJ, Pollack S, Rothbaum BO, Alarcon RD. Virtual reality exposure for veterans with posttraumatic stress disorder. *Journal of Aggression, Maltreatment & Trauma*. 2006;12(1-2):199-220. https://doi.org/10.1300/J146v12n01_11
3. Difede J, Cukor J, Jayasinghe N, Patt I, Jedel S, Spielman L, et al. Virtual reality exposure therapy for the treatment of post-traumatic stress disorder following September 11, 2001. *Journal of Clinical Psychiatry*. 2007;68(11):1639-1647.
4. Josman N, Reisberg A, Weiss PL, Garcia-Palacios A, Hoffman HG. Busworld: an analog pilot test of a virtual environment designed to treat posttraumatic stress disorder originating from a terrorist suicide bomb attack. *CyberPsychology & Behavior*. 2008;11(6):775-777. <https://doi.org/10.1089/cpb.2008.0048>
5. Wood DP, Murphy J, McLay R, Koffman R, Spira J, Obrecht RE, et al. Cost effectiveness of virtual reality graded exposure therapy with physiological monitoring for the treatment of combat related post traumatic stress disorder. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine*. 2009;7:223-229. <https://doi.org/10.3233/978-1-60750-017-9-223>
6. Rizzo AA, Difede J, Rothbaum BO, Johnston S, McLay RN, Reger G, et al. The 17th medicine meets virtual reality. *Next-Med: Design for the Well Being*; 2009 January 19-22; Long Beach, California: IOS Press. p. 277-282.
7. Gamito P, Oliveira J, Morais D, Oliveira S, Duarte N, Saraiva T, et al. Virtual reality therapy controlled study for war veterans with PTSD. preliminary results. England: The Interactive Media Institute and IOS Press; 2009. 4 p. (Wiederhold B.K., Riva G, editors. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine*). <https://doi.org/10.3233/978-1-60750-017-9-269>
8. Rizzo AS, Difede J, Rothbaum BO, Reger G, Spitalnick J, Cukor J, et al. Development and early evaluation of the virtual Iraq/Afghanistan exposure therapy system for combat-related PTSD. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2010;1208(1):114-125. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05755.x>
9. Roy MJ, Francis J, Friedlander J, Banks-Williams L, Lande RG, Taylor P, et al. Improvement in cerebral function with treatment of posttraumatic stress disorder. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2010;1208(1):142-149. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05689.x>
10. Ready DJ, Gerardi RJ, Backscheider AG, Mascaro N, Rothbaum BO. Comparing virtual reality exposure therapy to present-centered therapy with 11 U.S. Vietnam veterans with PTSD. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*. 2010;13(1):49-54. <https://doi.org/10.1089/cyber.2009.0239>
11. Gamito P, Oliveira J, Rosa P, Morais D, Duarte N, Oliveira S, et al. PTSD elderly war veterans: a clinical controlled pilot study. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*. 2010;13(1):43-48. <https://doi.org/10.1089/cyber.2009.0237>
12. Botella C, García-Palacios A, Guillen V, Baños RM, Quero S, Alcaniz M. An adaptive display for the treatment of diverse trauma PTSD victims. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*. 2010;13(1):67-71. <https://doi.org/10.1089/cyber.2009.0353>
13. McLay RN, McBrien C, Wiederhold MD, Wiederhold BK. Exposure therapy with and without virtual reality to treat PTSD while in the combat theater: a parallel case series. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*. 2010;13(1):37-42. <https://doi.org/10.1089/cyber.2009.0346>
14. McLay RN, Wood DP, Webb-Murphy JA, Spira JL, Wiederhold MD, Pyne JM, et al. A randomized, controlled trial of virtual reality-graded exposure therapy for post-traumatic stress disorder in active duty service members with combat-related post-traumatic stress disorder. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*. 2011;14(4):223-229. <https://doi.org/10.1089/cyber.2011.0003>
15. McLay RN, Graap K, Spira J, Perlman K, Johnston S, Rothbaum BO, et al. Development and testing of virtual reality exposure therapy for post-traumatic stress disorder in active duty service members who served in Iraq and Afghanistan. *Military Medicine*. 2012;177(6):635-642. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-11-00221>
16. McLay R, Ram V, Murphy J, Spira J, Wood DP, Wiederhold MD, et al. Effect of virtual reality PTSD treatment on mood and neurocognitive outcomes. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*. 2014;17(7):439-446. <https://doi.org/10.1089/cyber.2013.0383>
17. Norr AM, Smolenski DJ, Reger GM. Effects of prolonged exposure and virtual reality exposure on suicidal ideation in active duty soldiers: an examination of potential mechanisms. *Journal of Psychiatric Research*. 2018;103:69-74. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2018.05.009>
18. Schweizer T, Renner F, Sun D, Kleim B, Holmes EA, Tuschen-Caffier B. Psychophysiological reactivity, coping behaviour and intrusive memories upon multisensory virtual reality and script-driven imagery analogue trauma: a randomised controlled crossover study. *Journal of Anxiety Disorders*. 2018;59:42-52. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2018.08.005>
19. Reger GM, Smolenski D, Norr A, Katz A, Buck B, Rothbaum BO. Does virtual reality increase emotional engagement during exposure for PTSD?: subjective distress during prolonged and virtual reality exposure therapy. *Journal of Anxiety Disorders*. 2018;61:75-81. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2018.06.001>
20. Bang SH. The effects of virtual reality (VR) intervention technique on post-traumatic stress of firefighters [dissertation]. [Chuncheon]: Kangwon University; 2020. 46 p.

Appendix 3. Major Findings of the Selected Studies (N=20)

ID	1stauthor (year)	Major findings
1	Rothbaum (2001)	(a) PTSD-related symptoms indicate a statistically significant decrease ($p=.002$), and all participants interviewed in the six-month follow-up survey were 15~67% reported decline ($p < .02$) (b) fewer intrusive thoughts ($p < .05$) and somewhat less avoidance (c) VRET holds promise for treating PTSD in Vietnam veterans
2	Ready (2006)	Combined with sample results obtained from a follow-up study of Rothbaum (2001) (a) following treatment after treatment, CAPS and IES were significantly reduced (at 3 months, CAPS was not statistically significant) (b) significant decrease in BDI (at 3 months, significance could not be confirmed) during 6~month follow-up observations after treatment (c) treatment effect is maintained for 10 of 11 patients who have completed all follow-up (d) increased convenience for both the therapist and patient (e) increased control over the exposure experience (f) VRET is a more engaging environment than that which can be obtained with imaginal exposures alone
3	Difede (2007)	(a) significant interaction of time by group ($p < .01$) with a large effect size of 1.53 (b) VR group showed significantly greater post-treatment decline in CAPS scores compared to the waitlist (c) VR is an effective treatment tool for enhancing exposure therapy for both civilians and disaster workers with PTSD and may be especially useful for those patients who cannot engage in imaginal exposure therapy
4	Josman (2008)	(a) as the level of VR exposure increased, significantly increased in the level of distress (b) addition of sound effects contributed to the VRE for emotional response
5	Wood (2009)	(a) PCL-M scores were significantly reduced ($p < .01$) (b) significant decrease in PHQ-9 and BAI scores ($p < .02$) (c) VRT could save estimated training costs of approximately \$136,090 rather than traditional treatment
6	Rizzo (2009)	(a) PCL-M scores were significantly decreased ($p < .001$) (b) post-treatment and 3 months after f/u, BAI and PHQ-9 scores were significantly decreased ($p < .003$; $p < .002$) (c) total of 20 participants were dropout
7	Gamito (2009)	(a) reduced obsessive-compulsive accidents in SCL-90R ($p < .05$) (b) SCL-90R reduces all but hostility and psychosis (c) 65% of patients agree to participate in VR and 62% report no negative impact after participating (d) effective for avoidance, intrusion, hyper-arousal, and other psychopathic symptoms
8	Rizzo (2010)	PCL-M significantly reduced (not analyzed statistically)
9	Roy (2010)	CAPS, PCL-M, BDI scores were decreased in post-treatment (not analyzed statistically)
10	Ready (2010)	(a) no statistical significance of CAPS and BDI scores in time and treatment conditions due to the small sample size (b) significantly improvement in CAPS scores from pre-treatment to post-treatment ($p < .05$) and from pre-treatment to 6~month f/u ($p < .05$) (c) there was no significance in BDI score
11	Gamito (2010)	(a) after the treatment, SCL-90R depression subscale and BDI scores were significantly decreased in VRT group ($p=.011$; $p=.003$) (b) several dimensions (somatization, anxiety, psychopathology) of SCL-90R were improved after the treatment ($p < .01$; $p < .05$) (c) ITC-SOPI result indicated that 65% of patients agree to participate in VR and 62% report no negative impact after participating

Appendix 3. Major Findings of the Selected Studies (Continued) (N=20)

ID	1st author (year)	Major findings
12	Bottella (2010)	(a) E: CBT + EMMA a) reduced of CAPS score in post-test; b) reduced DTS score; c) reduced PTCI score (b) C: CBT group: Reduced DTS core from post-test (c) CBT + EMMA combined treatment is more effective
13	McLay (2010)	(a) improving PCL-M scores before and after VR interventions (b) no patients complained of side effects of VR treatment (c) no post-VR symptoms deteriorated (d) improved scores of depression and anxiety before and after VR interventions (e) no difference in effectiveness between VR and traditional groups (f) VR treatment is effective for PTSD, anxiety, and depression.
14	McLay (2011)	significant difference in the mean CAPS change score over the course of treatment ($p < .05$)
15	McLay (2012)	(a) 12~15 session (more than 10 weeks) felt useful Protocol by the subjects (b) PCL-M scores improved after intervention in 3 months (c) PHQ-9 scores improved after intervention in 3 months (d) BAI scores improved after intervention in 3 months (e) VR treatment is effective for PTSD, anxiety, and depression
16	McLay (2014)	(a) negative correlation of PTSD symptoms with emotional stroop (b) depression scores correlate with anxiety scores (c) depressive level correlates negative with concurrent stroop (d) residual PTSD symptoms are correlated with concurrent, emotional, and neuropsychiatric stroop (e) VR-GET has a significant effect on improving PTSD scores and anxiety scores (f) VR treatment is effective for PTSD and anxiety
17	Norr (2018)	(a) mid-treatment and after the treatment, CAPS and BDI-II scores were decreased in PE/VRE groups relative to the control group (b) SI scores were not significant
18	Schewizer (2018)	(a) levels of intrusion, hyperarousal and avoidance sub-scales as well as the total IES-R scores were not significantly different between VR and control group after the treatment. (b) total score of adaptive/maladaptive coping behaviors significantly different between VR and control group ($p < .001$). VR group indicated more adaptive coping behaviors.
19	Reger (2019)	(a) no significant differences between the VRE and PE groups on mean SUDS during in-session exposure (b) group-average mean and peak SUDS scores decreased over time for both the PE and the VRE treatment groups (c) no interaction between treatment assignment and change in either the mean or peak SUDS
20	Bang (2020)	(a) significantly reduced post-traumatic stress ($t=2.86; p=.005$) (b) significant reduction in job stress ($t=3.75; p < .001$) (c) self-elasticity significantly increased ($t=-2.71, p=.007$) (d) significant reduction in somatization symptoms ($t=4.72, p < .001$)

E=Experimental group; C=Control group; PTSD=Posttraumatic stress disorder; VRET=Virtual reality exposure therapy; CAPS=Clinician Administered PTSD Scale; IES=The Impact of Event Scale; BDI=Beck depression inventory; VR=Virtual reality; VRE=Virtual reality exposure; PCL-M=Posttraumatic stress disorder checklist: military version; VRT=Virtual reality therapy; PHQ-9=Patient health questionnaire 9 item depression module; BAI=Beck anxiety inventory; f/u=follow-up; SCL-90R=Symptoms check list-revised; ITC-SOPI=ITC-Sense of presence inventory; CBT=Cognitive behavioral therapy; DTS=Davidson Trauma Scale; PTCI=Posttraumatic cognitions inventory; PE=Physical education; SI=Suicidal ideation.