

가상현실(VR) 기반 완강기 사용법 교육 콘텐츠 개발 및 효과성 분석

학습 지식 획득, 인식 및 태도, 경험 요인을 중심으로 한 영상 기반 교육과의 비교 연구

Development and Effectiveness Analysis of a Virtual Reality (VR)-Based Emergency Descent Device Training System

A Comparative Study with Video-Based Instruction Focused on Knowledge Gain, Perceptions and Attitudes, and User Experience Factors

주 저 자 : 강문성 (Kang, Moon Sung) 서울시립대학교 디자인학과 학부생

교 신 저 자 : 이 윤 (Lee, Yoon)

서울시립대학교 디자인학과 교수
yoonlee@uos.ac.kr

<https://doi.org/10.46248/kidsr.2025.4.167>

접수일 2025. 11. 19. / 심사완료일 2025. 11. 30. / 게재확정일 2025. 12. 08. / 게재일 2025. 12. 30.

Abstract

The increasing prevalence of high-rise buildings and apartment-centered housing in modern cities has heightened the importance of training citizens in evacuation skills, such as the proper use of emergency descent devices during fire incidents. In response, this study developed a VR-based emergency descent device training program and compared it with conventional video-based instruction to examine the effectiveness of VR learning across three dimensions: knowledge acquisition, attitudes and perceptions, and experiential factors. Quantitative and qualitative analyses revealed that the VR-based training produced significantly higher outcomes than the video-based training in all dimensions. Word-cloud analysis further supported these findings: learners in the VR condition highlighted immersion, hands-on experience, and improved memory retention as key advantages, whereas those in the video condition noted difficulty retaining information and limited engagement—patterns consistent with the quantitative results. Overall, this study empirically demonstrates that VR-based safety training extends beyond simple information delivery, effectively enhancing procedural execution and readiness for real-world safety actions. Based on these findings, the study proposes future design directions for immersive VR experiences in fire and evacuation safety education.

Keyword

VR safety training(가상현실 기반 소방교육), Emergency descent device education(완강기 사용법 교육), User experience design(사용자 경험 디자인), VR-based education(VR 기반 교육)

요약

현대 도시의 고층화와 공동주택 중심의 주거 구조는 화재 발생 시 완강기 사용법과 같은 대피 역량 교육의 중요성을 더욱 부각시키고 있다. 이에 따라 본 연구는 VR 기반 완강기 사용법 교육 콘텐츠를 개발하고, 이를 기존의 영상 기반 교육과 비교하여 VR 기반 학습의 효과성을 학습 지식 획득, 인식 및 태도, 경험 요인을 중심으로 정량, 정성 분석 하였다. 분석 결과, VR 기반 교육은 영상 기반 교육에 비해 학습 지식 획득, 인식 및 태도, 경험 요인 전반에서 유의하게 높은 효과를 보였다. 워드 클라우드 기반 정성 분석에서도 VR 기반 완강기 사용법 교육을 경험한 학습자들은 몰입감, 직접 체험, 기억 지속성 등을 강점으로 언급한 반면, 영상 기반 학습자는 기억 지속의 어려움과 참여 한계를 언급해 정량 분석에서 확인된 매체 간 차이와 일관된 결과를 보였다. 본 연구는 VR 기반 안전 교육이 단순한 정보 전달을 넘어, 실제 상황을 가정한 절차 수행 능력과 안전 행동 실천 가능성을 강화하는 데 효과적임을 실증적으로 확인하였으며, 향후 소방 안전 교육을 위한 실감형 VR 경험 설계의 방향성을 제안한다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구의 배경 및 목적
- 1-2. 연구 목적 및 연구 질문

2. 이론적 배경

- 2-1. 국내외 소방 안전 교육 현황

- 2-2. VR 기반 소방 안전 교육 사례

- 2-3. VR 기반 완강기 사용법 교육 사례

3. 연구 방법

- 3-1. 연구 설계
- 3-2. 실험 대상
- 3-3. 실험 도구

3-4. 평가 지표 및 분석 방법

3-5. 실험 절차

4. 분석 및 결과

4-1. 정량 분석: 독립표본 t-검정

4-2. 정량 분석: 피어슨 상관분석

4-3. 정성 분석: 워드 클라우드 기반 키워드 분석

5. 결론

5-1. 연구 결론 요약

5-2. 연구 한계 및 제안점

참고문헌

1. 서론

1-1. 연구의 배경 및 목적

소방청에서 제시한 지난 10년 간(2015년~2024년)의 ‘화재 통계 연보’¹⁾에 따르면 대한민국의 도시 환경에서 주택 및 공동주택 화재는 전체 화재 발생 건수의 약 30%를 차지하지만, 화재로 인한 사망자의 약 50~60%를 차지하는 것으로 보고된다. 이는 인명 피해가 화재 그 자체보다 주거 공간 내에서 일어나는 초기 대응에 따라 더 커질 수 있다는 점을 시사한다. 특히 2023년 기준 79.2%에 달하는 국내의 고층 공동주택 비율²⁾과 이에 기인한 세대 간 연기 확산 경로 등의 구조적 특성은 화재 시 거주자의 판단과 대피를 더욱 어렵게 만든다. 이에 따라 일상적 차원의 체계적 화재 대피 교육이 필수적임에도, 실제 공동주택 거주자의 대응 역량은 충분히 확보되어 있지 않다는 지적이 지속적으로 제기되고 있다.

그럼에도 불구하고, 현행 소방 안전 교육은 강의, 동영상, 인쇄 매체 중심의 일회성 전달식 교육에 그치는 경우가 많다³⁾. 실제로 특히 완강기와 같은 피난기구 설치의 ‘피난기구의 화재안전기준(NFIC 301)’에 따라 3층 이상 10층 이하의 공동주택에 의무화되어 있으며⁴⁾, ‘다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법 시행규

칙’에 따라 2층 이상의 다중이용업소, 모든 숙박시설의 객실마다 설치가 의무화 되어 있음에도⁵⁾, 실제 완강기의 사용법을 정확히 알고 있거나 실습 경험을 보유한 경우는 매우 적다. 다수의 실태 조사⁶⁾와 실무 보고⁷⁾에서 대다수의 시민이 완강기를 직접 조작해 본 경험이 거의 없다는 지적이 반복되고 있으며, 완강기 사용 방법에 대한 시민들의 사전 체화 부족은 완강기 설치의 실효성을 크게 약화시키는 요인이다.

일반적으로 피난기구를 활용한 실습은 교육 공간 제약, 교육 안전성 확보, 장비 제공 한계 등으로 인해 일반 가정이나 지역사회 차원에서 반복적으로 제공되기 어려운 실정이다⁸⁾. 실제로 대다수의 국민은 소방서 방문 시 운영되는 체험형 프로그램을 통해서 완강기 사용 절차를 접하게 되는데, 이러한 프로그램은 대부분 일회성 교육에 그치는 경우가 많으며, 대부분은 설명

1) 소방청 국가소방정보센터, 화재통계연보(2015~2024), (2025.11.19.), www.nfds.go.kr/stat/year.do

2) 소방청 국가소방정보센터, 주택화재 통계(2014~2023), (2025.11.18.), www.nfa.go.kr/nfa/safetyinfo/residentialfire/present

3) 이원주, ‘소방용 완강기에 대한 학습자의 인식 조사 연구’, 한국화재소방학회 논문지, 2018. 04. Vol.32, No.2, pp.73~80.

4) 피난기구의 화재안전기준(NFIC 301), (소방청고시 제2024-11호, 2024.05.23.), [www.law.go.kr/행정규칙/피난기구의화재안전기준\(NFIC301\)](http://www.law.go.kr/행정규칙/피난기구의화재안전기준(NFIC301))

5) 다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법 시행규칙, (행정안전부령 제445호, 2024.01.01.), www.law.go.kr/법령/다중이용업소의안전관리에관한특별법시행규칙

6) 한국소비자원 안전감시국, 『아파트 화재 대피시설 안전실태조사(완강기를 중심으로)』, 한국소비자원, 2019, p.13.

7) 최민석·이지수, ‘공동주택 피난기구(완강기)의 활용 실태와 개선방안에 관한 연구’, 한국방재학회논문집, 2020. 06. Vol.20, No.3, pp.145~146.

8) 민세홍·박찬석, ‘가상현실(VR) 기반의 화재대피 훈련 시스템 개발을 위한 기초 연구’, 한국화재소방학회 논문지, 2018. 04. Vol.32, No.2, p.114.

중심의 간단한 조작 체험에 머무른다⁹⁾. 이로 인해 학습자들이 완강기 사용 절차를 ‘알고 있는’ 상태와 실제 화재 상황에서 ‘활용할 수 있는’ 상태 간 매우 큰 격차가 존재한다. 이러한 맥락에서 현재의 완강기 사용법 교육 방식은 절차 이해에 한정되며, 현행 교육이 학습자의 실제 피난 수행 능력 향상으로 연결되기 어려운 실정이다.

이러한 문제에도 불구하고 국내외 선행 연구는 특정 소방 교육 프로그램의 도입 사례 소개¹⁰⁾나 만족도¹¹⁾, 인지적 반응 평가¹²⁾에 국한되는 경향이 있으며, 동일한 교육 내용을 기반으로 매체 유형에 따른 학습 효과를 체계적으로 비교한 실험 연구는 매우 부족하다. 특히 완강기와 같이 사용 절차의 정확한 수행과 신체적 조작의 체화가 필수적인 피난기구 교육에서는, 학습자가 절차를 이해하는 수준을 넘어 실제 상황에서 이를 정확하고 안전하게 실행할 수 있는지가 그들의 생존을 좌우한다는 점에서, 교육 시스템을 제한할 뿐 아니라 그 효용을 종합적으로 분석하는 과정이 반드시 필요하다.

이러한 맥락에서 본 연구는 확인된 연구 공백을 보완하고자, 한국소방안전원의 ‘완강기 사용방법’ 매뉴얼 영상을 토대로 완강기 사용법 교육 콘텐츠를 VR 기반으로 개발하고, 이를 사용자 대상 실험을 통해 영상 기반 교육과 비교, 분석하였다. 특히, 본 연구에서는 (1) 학습 지식 획득, (2) 인식 및 태도 변화, (3) 경험 요인을 중심으로 학습 매체에 따른 사용자 경험에 어떠한 차이가 발생하는지를 실증적으로 검증하고자 한다. 이를 통해 소방 안전 교육의 실효성을 높이기 위한 사용자 경험 관점의 시사점을 도출하고, 향후 재난 및 안전 교육 경험 설계에서 VR 기반 교육이 어떠한 방식으

9) 최민석, 이지수, 「공동주택 피난기구(완강기)의 활용 실태와 개선방안에 관한 연구」, 『한국방재학회논문집』, 제20권 제3호, 2020, pp. 145-146

10) 전택진·문송철, ‘스마트폰을 활용한 증강현실 기반의 소방안전교육 앱 구현’, 한국멀티미디어학회논문지, 2013. 06. Vol.16, No.6, pp.728-730.

11) 박재성, ‘소방안전 체험교육 프로그램의 만족도 분석 -서울시민안전체험관을 중심으로-’, 한국화재소방학회 논문지, 2010. 06. Vol.24, No.3, pp.118-119.

12) 우성천, ‘소방안전교육이 초등학교의 안전의식 및 위기대처능력에 미치는 영향’, 한국화재소방학회 논문지, 2018. 10. Vol.32, No.5, pp.79-80.

로 디자인되어야 하는지 방향성을 제안함으로써, 차세대 인터랙티브 소방 교육이 나아가야 할 발전 경로를 탐색하고자 한다. 이에 따라 본 연구에서 제시한 세 가지 연구 질문은 아래와 같다.

VR 기반 완강기 사용법 교육과 영상 기반 완강기 사용법 교육의...

RQ1. 학습 지식 획득에서 어떤 차이가 나타나는가?

RQ2. 인식 및 태도 변화에서 어떤 차이가 나타나는가?

RQ3. 경험 요인에서 어떤 차이가 나타나는가?

2. 이론적 배경

2-1. 국내외 소방 안전 교육 현황

재난 대응을 강화하기 위한 기존의 소방 교육은 목적과 적용 방식에 따라 크게 이론 교육, 실습 및 체험 교육, 모의 훈련의 세 범주로 구분되며, 사례별로 [표 1]에 그 특징과 장점 및 한계점을 기술하였다.

[표 1] 소방 안전 교육 현황

분류	유형	적용사례	특징	장점 및 한계점
이론 교육	지식 습득형	강의	한국 소방 안전원, '2024년 소방안전 관리자 실무교육'	-강사가 다수의 학습자에게 전달하는 전통적 교육 방식 -정보의 체계성 -비용 효율성 -양방향 소통 -수동적 학습 -낮은 지식 보유율 -현장 적용성 -괴리
		시청각 자료 시청	미국 NFPA, '가정용 화재 스프링클러 주간' 캠페인 영상	-실제 사고 영상, 그래픽 자료 활용하여 학습자의 경각심 고취 -경각심 고취 -이해 용이성 -간접 체험
		매뉴얼 학습	소방청, '아파트 화재 대피 매뉴얼'	-행동 표준화 -참조 가능성 -낮은 열람율 -유연성 부족
		온라인 퀴즈	홍천 소방서, '소방 상식 게임라 퀴즈 대회'	-게임화 요소를 도입하여 학습자의 흥미 유발, 즉각적인 피드백 제공 -능동적 참여 유도 -즉각적 피드백 -데이터 측정 -단편적 지식 -기술 의존성
실습/체험 교육	신체 숙련형	소화기 사용 실습	상주시, '2024 재난대응 안전 한국훈련'	-구체적인 행동 절차를 실제 소화기나 시뮬레이터를 이용해 직접 수행 -근육 기억 형성 -자신감 향상
	심폐	대한적십자	교육용 마네킹을	-제한된 현실성 -비용 발생 -즉각적 피드백

모의 훈련	상황 대응형	소생술 (CPR) 실습	대구지사, '2024 전국 심폐소생술 대회'	대상으로 정확한 자세 반복 숙달	-심리적 장벽 극복 -일회성 교육 -마네킹과 실제 사람과의 이질감
		대피 체험 (연기 미로 등)	일본 도쿄소방청 '이케부쿠로 방재관' 상설 연기 미로 체험	-인체에 무해한 연기를 채운 어둡고 복잡한 공간에서 화재 시 감각 체험	-위기 상황 간접 체험 -대피 요령 체득 -안전 통제 -이벤트성 인식 가능성
		소방 합동 훈련 (시나 리오 기반)	아주대학교 수원소방서, '2024 공공기관 합동 소방훈련'	-실제 화재 발생 시나리오 -비탄으로 건물 관계자의 초기 대응 및 소방대 출동, 진압, 구조 활동 연계	-시스템 총체적 점검 -기관 간 협력 강화 -높은 비용 및 자원 소모 -각분화/형식화
		도상 훈련	미국 FEMA, 버진 아일랜드, '허리케인 대비 도상 훈련'	-자원 투입 없이 관리자들이 가상의 재난 시나리오에 대한 전 과정 토론 및 검토	-의사소통 집중 훈련 -저비용, 고효율 -현장감 및 스트레스 부재 -타상공론 위험
		재난 대응 시물 레이션	대전광역시 '디지털 트윈(Digital Twin)' 기반 재난대응 시물레이션	-컴퓨터 그래픽 활용한 가상 공간에서 화재 확산, 연기 흐름, 피난 시간 등 시물레이션	-과학적 분석 -안전한 반복 테스트 -높은 초기 비용 -인간 변수 미반영

우선, 이론 교육은 재난 대응에 필요한 기초 지식 전달을 중심으로 이루어지는 교육 형태로, 강의¹³⁾, 시청각 자료¹⁴⁾, 매뉴얼 학습¹⁵⁾, 온라인 퀴즈¹⁶⁾ 등 다양한 매체를 통해 표준화된 정보를 체계적으로 제공한다. 이러한 방식은 정보의 조직화와 접근성 측면에서 장점이 있으나, 학습자가 교육 과정에서 수동적 태도를 취하기 쉽고, 그 결과 실제 상황에서 필요한 절차를 기억하고, 이를 상황 판단과 연계시키고, 행동 전환 이끌어내는 '전이 효과'가 낮다는 구조적 한계를 지닌다.

둘째, 실습 및 체험 교육은 이론적 지식을 실제 행동으로 연결하는 교육 형태로, 소화기 사용¹⁷⁾, CPR

실습¹⁸⁾, 연기 미로 체험¹⁹⁾ 등 신체적 수행을 중심으로 구성된다. 이 교육 방식은 근육 기억(muscle memory) 형성, 심리적 장벽 완화, 즉각적 피드백 경험 등 이론 기반의 교육의 한계를 효과적으로 보완한다. 그럼에도 불구하고, 실습 환경은 안전한 환경을 담보해야 하기에, 실제 재난 상황과 같은 수준의 연기, 연기, 시야 장애, 소음 등의 변수를 충분히 재현하지 못하며, 이로 인해 훈련 대상자에게 현실성과 긴박감의 부족을 초래할 수 있다.

셋째, 모의 훈련은 개인의 기술 뿐 아니라 조직 단위의 대응 체계와 의사결정을 점검하는 교육 형태로, 합동 소방훈련²⁰⁾, 도상 훈련²¹⁾, 디지털 시물레이션²²⁾ 등이 이에 포함된다. 이러한 훈련은 실제 재난 대응 조직의 협력, 상황 판단, 통합 대응 체계를 확인하는 데 효과적이거나, 높은 운영 비용, 훈련 과정의 형식화, 현장감 부족, 그리고 인간의 비합리적 판단과 같은 '인간 변수'를 반영하지 못한다는 한계를 지닌다.

종합적으로 [표 1]의 분석에서 확인되듯 기존 소방 교육 방식들은 서로 다른 접근 방식을 취함에도, 공통적으로 현실 상황과의 괴리, 훈련 환경의 제약, 비용 및 지속성의 문제라는 한계를 공유한다. 특히 학습자가

실시', 브레이크뉴스, 2024.11.01. (2025.11.18.)
www.breaknews.com/1068051

18) 박세진, '대한적십자사 대구지사, 2024년도 심폐소생술 경연대회 성료', 국제뉴스, 2024.11.11. (2025.11.18.)
www.gukjenews.com/news/articleView.html?idxno=3131875

19) 도쿄소방청(Tokyo Fire Department), 이케부쿠로 방재관 체험안내, (2025.11.18.)
tokyo-bskan.jp/en/ikebukuro

20) 아주대학교 홍보팀, '수원소방서와 2024년 공공기관 합동 소방훈련 실시', 아주뉴스, 2024.06.27. (2025.11.18.)
www.ajou.ac.kr/ajou/news.do?mode=view&articleNo=231182

21) FEMA, FEMA and VITEMA Host Hurricane Preparedness Tabletop Exercise in US Virgin Islands, (2025.11.18.)
www.fema.gov/press-release/20240523/fema-and-vitema-host-hurricane-preparedness-tabletop-exercise-us-virgin

22) 박병준, '대전시, 디지털트윈 기반 지능형 재난예측 플랫폼 가동', 연합뉴스, 2024.05.27. (2025.11.18.)
www.yna.co.kr/view/AKR20240527056300063

13) 한국소방안전원, 『2급 소방안전관리자 강습교재』, 한국소방안전원, 2024.

14) NFPA, Home Fire Sprinkler Week Campaign Resources, (2024.05.12.),
www.nfpa.org/Events/Events/Home-Fire-Sprinkler-Week

15) 소방청 화재대응조사과, 『아파트 화재 피난안전대책 개선 매뉴얼』, 소방청, 2023.

16) '홍천소방서, '소방 상식 게릴라 퀴즈 대회' 개최', 핀포인트뉴스, 2024.11.21. (2025.11.18.)
www.pinpointnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=298562

17) 김승근, '상주시, 2024 재난대응 안전한국훈련

실제 재난 상황에서 경험하게 될 급박성, 공포, 시야 제한, 환경 혼란 등 핵심 요소가 충분히 반영되지 못하면서, 교육이 실제 수행 능력으로 전환되는 과정의 제약으로 작용하고 있다는 점을 발견하였다.

2-2. VR 기반 소방 안전 교육 사례

[표 2] VR 기반 소방 안전 교육 사례

분야	적용사례		도입 효과
의료	가상 수술 시뮬레이션	Osso VR, Immersive Touch	-VR 훈련 그룹이 전통적 훈련 그룹보다 수술 시간이 단축, 치명적인 실수 3~6배 감소 (Zhao et al., 2020)
산업	중장비 (굴착기, 지게차) 조작 훈련	현대건설, 안전보건공단 VR	-VR 훈련 학습자가 기존(교실/영상) 학습자보다 4배 더 빠르게 훈련을 마침, 학습 내용에 대한 자신감 기준 대비 275% (PwC, 2020)
항공	비행 시뮬레이터 (Flight Simulator)	FAA 인증 시뮬레이터, 항공사 훈련	-가정용 비행 시뮬레이션을 활용한 학생 조종사들이, 그렇지 않은 학생들보다 평균 5.5시간 실제 비행 훈련 시간 단축 (Flight Simulation Association (FSA))

가상현실(Virtual Reality, 이하 VR)은 인공적으로 구성된 3차원 환경에서 사용자로 하여금 현실과 유사한 상호작용을 가능하게 함으로써 실제 상황과 유사한 경험을 할 수 있도록 해주는 인터페이스를 뜻한다. VR은 다양한 분야에서 광범위하게 활용되어 왔으며, 높은 몰입감과 상황 재현 능력, 사용자 중심의 상호작용성을 제공하는 특성 때문에 교육 분야에서도 효과적인 학습 매체로 자주 사용되어 왔다. VR 기반 교육의 효과는 [표 2]에서 확인할 수 있듯이 의료, 산업, 항공과 같이 높은 위험성 또는 고도의 기술적 숙련이 요구되는 전문 영역 전반에서 이미 실증적으로 검증된 바 있다.

우선 의료 분야에서는 가상 수술 시뮬레이션을 활용한 VR 훈련이 전통적 훈련 방식에 비해 수술 시간을 단축하고 치명적 실수 발생률을 3~6배 감소시키는 것으로 보고되었다²³⁾. 이는 실제 환자를 대상으로 수행되는 고난도 수술 능력이 VR 환경에서도 효과적으로 배양될 수 있음을 보여주는 대표적 사례이다.

산업 분야에서도 민간 기업²⁴⁾과 공공 기관²⁵⁾ 모두

중장비 조작 훈련에 VR을 도입하고 있으며, 그 결과 VR 기반 학습자는 교실 및 영상 기반 교육보다 4배 빠르게 훈련을 완료하고 학습 내용에 대한 자신감이 275% 증가한 것으로 나타났다²⁶⁾. 이는 안전 확보가 필수적인 고위험 장비 조작 훈련에서 VR이 반복 학습과 위험을 동반하지 않은 상황 재현에 특히 효과적임을 보여준다.

항공 분야에서도 FAA 인증 시뮬레이터와 VR 기반 가정용 비행 시뮬레이터를 병행한 학생 조종사들이 기존 방식만 사용한 훈련생보다 실제 비행 훈련 시간을 평균 5.5시간 단축한 것으로 보고되었다²⁷⁾. 이는 복잡한 절차 조작과 고난도 상황 판단 능력이 요구되는 항공 훈련에서도 VR 시뮬레이션이 실전 대비 능력 향상에 크게 기여함을 보여준다.

이처럼 의료, 산업, 항공 분야 전반에서 나타난 학습 속도 향상, 실수율 감소, 학습자 자신감 증가라는 일관된 성과는 VR 기반 훈련이 절차적 숙련, 심리적 안정성 확보, 실제 수행 능력 향상에 효과적으로 기여한다는 강력한 근거로 해석될 수 있다.

특히 이러한 분야들은 공통적으로 생명과 안전이 직결되는 고위험 작업이라는 특성을 지니며, 이는 열기, 연기, 시야 제한, 심리적 긴장감, 급박한 의사결정 등이 복합적으로 발생하는 소방 교육 환경과 직접적으로 맞닿아 있다. 따라서 VR 기반 교육은 기존 소방 훈련이 직면해 온 제한된 현실성, 안전 통제로 인한 몰입도 저하, 반복 학습 불가성의 한계를 뛰어넘어, 실제 재난 상황에서 발생할 수 있는 공포, 스트레스, 위험 인지를 학습자가 안전하고, 반복적이고, 체계적으로 경험할 수 있도록 한다는 점에서 미래 소방 안전 교육에서 주요 매체로 활용될 가능성이 매우 높다.

최초', 대한경제, 2018.11.07. (2024.05.21.), www.dnews.co.kr/uhml/view.jsp?idxno=201811071432416780623

25) 안전보건공단 안전보건미디어센터, VR/AR 자료실(지게차/굴착기), (2024.05.21.), media.kosha.or.kr/media/vr

26) PwC, "The Effectiveness of Virtual Reality Soft Skills Training in the Enterprise", PwC, 2020.

27) Flight Simulation Association, 'New Statistics Confirm Value of Home Flight Simulation', Flight Simulation Association Press Release, 2021.06.21. (2024.05.21.)

23) Zhao, J., et al., "The effectiveness of virtual reality-based technology on anatomy teaching: a meta-analysis of randomized controlled trials", BMC Medical Education, 2020. 05. Vol.20, No.127.

24) 박상권, '현대건설, '안전문화체험관' 개관...건설사

2-3. VR 기반 완강기 사용법 교육 사례

[표 3] VR 기반 완강기 사용법 교육 사례

목적	적용사례	특징	장점 및 한계점
공공 보급용	한국소방 산업기술원, '완강기 VR 체험'(28)	-핸드 트래킹	-핸드 트래킹을 통한 몰입감 향상 -사실적 그래픽
			-자막 부재로 인한 정보 이해도 저하
상업적 제작 및 판매	페리굿, '완강기 사용법 화재대피 안전교육 VR'(29)	-스토리텔링과 퀴즈 결합 -공간 이동에 컨트롤러 사용 -체험 시각 위주의 진행	-퀴즈와 체험의 적절한 구성 -사실적 그래픽
	에듀포올 VR 클래스랩, 'VR 아파트 화재대피 안전교육'(30)	-컨트롤러 사용법 튜토리얼 제공 -상세한 절차 중심 매뉴얼	-컨트롤러 사용보다는 시점 위주 교육으로 물리적 체감 부족 -사용자 친화적 UI 배치 -디테일한 상호작용 구현 -단순화된 그래픽으로 현실감 부족

[표 3]에서 정리한 바와 같이, 국내외에서는 최근 VR을 활용한 완강기 사용법 교육이 활발히 도입되고 있다. 한국소방안전원과 소방청은 공동주택 및 다중이용시설에서의 화재 상황을 모델링하여, 완강기를 활용한 대피 요령을 포함한 다양한 피난 절차를 VR 콘텐츠로 구현하였으며, 이를 통해 화재 발생부터 초기 대응, 피난까지의 전 과정을 체험할 수 있는 프로그램을 운영하고 있다. 이러한 VR 기반 교육 프로그램은 기존의 이론 중심 교육이 갖는 한계를 보완하며, 학습자가 실제 대피 절차를 반복적이고 능동적으로 체득할 수 있는 방식으로 소개되고 있다. 실제로 소방청 보도자료에서도 VR 기반 소방안전교육이 재현하기 어려운 위험 상황을 보다 정교하게 구성하고, 학습자의 관심과 참여

28) 한국소방산업기술원(KFI), 'KFI 소방장비센터, 소방장비 운전자교육 시스템 강화(VR 시뮬레이터 도입)', KFI 세상(공식 웹진), 2018.03. Vol.19. (2024.05.21.), www.kfi.or.kr/webzine/201803/menu0101.jsp

29) (주)페리굿, 공공시설 완강기 화재대피 VR 제품소개, (2024.05.21.), peligood.com/bbs/board.php?bo_table=con_1&wr_id=45

30) 에듀포올(EduForAll), VR 클래스랩 실감형 콘텐츠 목록(아파트 화재대피-완강기), (2024.05.21.), www.eduforall.co.kr/VRCLASSLAB

도를 높여 전통적 교육보다 높은 학습 효과를 제공할 가능성이 있다고 소개하였다³¹⁾.

실제로 공공 및 민간 영역에서 도입 되고 있는 완강기 사용법 교육 콘텐츠는 핸드 트래킹³²⁾을 활용한 몰입감 강화, 스토리텔링과 퀴즈를 결합한 시나리오 기반 학습³³⁾, 사용자 친화적 UI 배치³⁴⁾ 등 교육 효과 증진을 위해 다양한 사용자 경험 디자인 전략을 도입하는 등의 장점을 지닌다. 그러나 이러한 기존 VR 기반 완강기 교육 콘텐츠는 학술적 검증보다는 서비스 보급, 홍보, 상품화에 초점을 두고 주로 시연 및 홍보 목적으로 개발되어 온 탓에, 실제로 학습자가 얼마나 절차를 이해하고 수행 능력을 향상시키는지, 혹은 VR 환경에서의 경험이 실제 피난 행동으로 전이되는지에 대한 체계적인 검증이 이루어지지 않은 경우가 대다수이다. 따라서 완강기와 같이 절차적 수행이 핵심인 피난기구 교육의 특성을 고려할 때, VR 기반 교육이 기존 교육의 한계를 실제로 보완할 수 있는지를 사용자 경험에 기반해 실증적으로 검증하는 과정이 필수적이다.

뿐만 아니라, VR 클래스랩 사례에서는 단순화된 그래픽으로 인해 현실감이 저하된다는 문제가 반복적으로 지적되었으며³⁵⁾, 페리굿 사례 역시 사실적인 그래픽을 장점으로 제시하지만, 물리적 체감 부족이라는 제약을 동시에 안고 있다³⁶⁾.

한국소방산업기술원의 콘텐츠에서는 자막 부재로 인해 청각적 어려움을 가진 사용자와 같은 특정 학습자가 정보 제공 과정에서 배제될 가능성이 있다³⁷⁾. 또한, 페리굿 사례에서는 컨트롤러 활용보다는 시각 정보 중심으로 교육이 진행되어, 학습자의 능동적인 조작, 상호작용 기회가 부족하다는 한계가 확인되었다³⁸⁾.

뿐만 아니라, 한국소방산업기술원³⁹⁾과 페리굿⁴⁰⁾

31) 소방청 119생활안전과, '사공간 제약 없이 즐기는 「메타버스 119안전체험관」', 소방청 보도자료, 2022.03.31. (2024.05.21.), www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156501673

32) 한국소방산업기술원(KFI), Op. cit. 2024.

33) (주)페리굿, Op. cit. 2024.

34) 에듀포올(EduForAll), Op cit. 2024.

35) Ibid

36) (주)페리굿, Op. cit. 2024.

37) 한국소방산업기술원(KFI), Op. cit. 2024

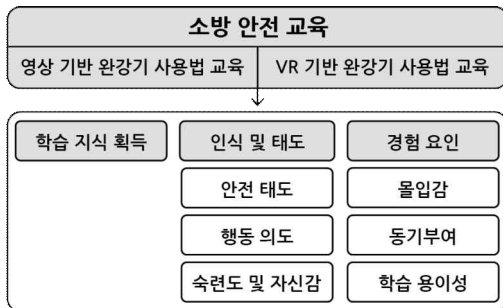
38) (주)페리굿, Op. cit. 2024.

사례 모두에서 나타나듯, 현재의 VR 기술 단계에서는 완강기 사용 시 발생하는 체중 부하, 하강 압박감, 신체적 긴장감 등 핵심적인 물리적 감각을 사실적으로 재현하기 어렵다. 이는 완강기 교육의 본질적 요소인 신체적 위험과 긴장감에 대한 체득이 VR 환경에서 아직 충분히 구현되기 어렵다는 점을 보여준다.

종합적으로, 기존 VR 기반 완강기 교육 콘텐츠는 시청각적 현실감 부족, 정보 접근성 및 상호작용의 제약, 물리적 체감 부재와 같은 구조적 한계를 공통적으로 드러내고 있다. 뿐만 아니라, 사용자 경험에 대한 검증은 바탕으로 VR 교육이 지닌 장점과 한계를 구체적으로 도출하고, 이를 향후 소방 교육의 실효성을 높이기 위한 개선 방향으로 체계적으로 연결하는 작업이 필요하다.

3. 연구 방법

3-1. 연구 설계



[그림 1] 연구 모형

본 연구는 VR 기반 완강기 사용법 교육이 사용자의 학습 지식 획득, 인식 및 태도, 경험 요인에 미치는 영향을 검증하기 위해 두 조건 간 비교 실험(독립표본 설계)을 수행하였다. 참가자는 기존 영상 기반 완강기 사용법 교육($n = 30$)과 VR 기반 완강기 사용법 교육($n = 30$)의 두 집단으로 무작위 배정하였다. 두 조건은 학습 내용, 난이도, 과제 구조를 동일하게 유지한 채 오직 매체 유형만을 달리하여, 관찰된 차이가 매체 특성에서 비롯된 것임을 확인할 수 있도록 연구 설계의 내적 타당성을 확보하였다.

3-2. 실험 대상

본 실험은 약 2주간 총 60명의 20대 성인을 대상으로 진행되었으며, 참가자는 캠퍼스 내 공개 모집 절차를 통해 자발적으로 모집되었다. 실험 대상 연령을 20대로 한정된 이유는 연령대에 따라 발생할 수 있는 디지털 기기 숙련도, 신체 및 인지적 능력, VR이라는 새로운 기술에 대한 수용성 차이를 최소화하여, 두 매체 간 비교 실험에서 집단의 동질성과 결과 해석의 신뢰도를 확보하기 위함이다. 실험 시작 전, 모든 참가자는 사전 설문문을 통해 VR 기기 숙련도, 화재 대처 자신감, 기존 영상 기반 학습에 대한 인식, 완강기 실습 경험, 완강기 사용법 교육 경험을 7점 리커트 척도로 자가 평가하였다. 참가자의 인구통계학적 특성과 사전 설문 결과는 [표 4]에 제시하였다.

전체 참가자 60명 중 30명은 기존 영상 기반 완강기 사용법 교육(통제조건)에, 나머지 30명은 VR 기반 완강기 사용법 교육(실험조건)에 배정하였다. 성별 구성은 남성 34명(56.7%), 여성 26명(43.3%)이었으며, 평균 연령은 만 23.12세(표준편차 = 2.16)로 나타났다.

완강기 사용 관련 사전 경험을 살펴보면, 완강기 실습 경험은 '전혀 없다(66.7%)'가 가장 높은 비중을 차지하였고, 완강기 사용법 교육 경험 또한 '전혀 없다(46.7%)'가 가장 많은 응답이었다. 이는 대부분의 참여자들이 완강기 관련 지식이나 직접적인 사용 경험이 거의 없는 상태였음을 보여준다. 또한 화재 대처 자신감은 '조금 낮음(25%)'과 '낮음(23.3%)' 응답이 높은 비중을 차지해, 참가자들이 실제 화재 상황에서의 대응 능력에 비교적 낮은 자신감을 가지고 있음을 확인하였다. 기존 영상 기반 소방 교육에 대한 인식에서는 '조금 있다(26.7%)'와 '있다(26.7%)'를 합산해 과반수(53.4%)가 기존 교육 방식에서 일정 수준의 불편함 또는 한계를 경험한 것으로 나타났다. 한편 VR 기기 숙련도는 '매우 낮음(38.3%)'과 '낮음(28.3%)'이 전체의 66.6%를 차지하여, 다수의 참가자가 VR 기기 조작 경험이 충분하지 않은 상태에서 실험에 참여했음을 보여준다.

종합하면 본 연구의 참여자들은 특정 매체나 기술 경험에 편향되지 않은 상태였으며, 완강기 교육 경험 역시 제한적인 집단이었기 때문에 두 매체 간 학습 효과 차이를 비교하기에 적절한 특성을 가진 표집 집단으로 판단하였다.

39) 한국소방산업기술원(KFI), Op. cit. 2024.

40) (주)페리굿, Op. cit. 2024.

[표 4] 실험 대상의 특성 및 사전 설문

설문 문항	구분	영상 기반 조건		VR 기반 (실험 조건)		총계	
		인원수 (명)	구성비 (%)	인원수 (명)	구성비 (%)	인원수 (명)	구성비 (%)
성별	남자	21	35	13	21.7	34	56.7
	여자	9	15	17	28.3	26	43.3
연령 (평균: 23.12 표준편차: 2.16)	19세	0	0	4	6.7	4	6.7
	20세	0	0	4	6.7	4	6.7
	21세	0	0	8	13.3	8	13.3
	22세	4	6.7	2	3.3	6	10
	23세	5	8.3	4	6.7	9	15
	24세	7	11.7	4	6.7	11	18.3
	25세	8	13.3	3	5	11	18.3
	26세	3	5	1	1.7	4	6.7
	27세	3	5	0	0	3	5
“귀하의 VR 기기에 대한 경험 수준은 어느 정도입니까?”	매우 낮음	14	23.3	9	15	23	38.3
	낮음	6	10	11	18.3	17	28.3
	조금 낮음	4	6.7	1	1.7	5	8.3
	보통	4	6.7	7	11.7	11	18.3
	조금 높음	2	3.3	2	3.3	4	6.7
	높음	0	0	0	0	0	0
	매우 높음	0	0	0	0	0	0
“평소 화재 환경 대처에 대해 스스로 어느 정도 자신감을 가지고 있나요?”	매우 낮음	3	5	4	6.7	7	11.7
	낮음	3	5	11	18.3	14	23.3
	조금 낮음	6	10	9	15	15	25
	보통	9	15	3	5	12	20
	조금 높음	5	8.3	1	1.7	6	10
	높음	2	3.3	2	3.3	4	6.7
	매우 높음	2	3.3	0	0	2	3.3
“영상 매체를 통한 기존의 소방 안전 훈련에서 이해가 어렵거나 불편함을 경험한 적이 있습니까?”	전혀 없다	2	3.3	2	3.3	4	6.7
	없다	1	1.7	1	1.7	2	3.3
	별로 없다	7	11.7	4	6.7	11	18.3
	보통	4	6.7	3	5	7	11.7
	조금 있다	8	13.3	8	13.3	16	26.7
	있다	7	11.7	9	15	16	26.7
	매우 있다	1	1.7	3	5	4	6.7
“이전에 실제 완강기를 이용하여 탈출/하강하는 체험 또는 훈련을 해 본 경험이 있습니까?”	전혀 없다	21	35	19	31.7	40	66.7
	없다	4	6.7	4	6.7	8	13.3
	별로 없다	2	3.3	2	3.3	4	6.7
	보통	1	1.7	1	1.7	2	3.3
	조금 있다	1	1.7	1	1.7	2	3.3
	있다	1	1.7	3	5	4	6.7
	매우 있다	0	0	0	0	0	0
“완강기 사용법에 대한 체계적인 교육을 받은 경험이 있습니까?”	전혀 없다	13	21.7	15	25	28	46.7
	없다	7	11.7	4	6.7	11	18.3
	별로 없다	5	8.3	5	8.3	10	16.7
	보통	3	5	1	1.7	4	6.7
	조금 있다	2	3.3	3	5	5	8.3
	있다	0	0	2	3.3	2	3.3
	매우 있다	0	0	0	0	0	0

3-3. 실험 도구

통제 조건과 실험 조건에서 활용된 프로토타입은 [그림 2]에 제시하였으며, 실험 절차의 투명성과 재현 가능성 확보를 위해 해당 콘텐츠를 확인할 수 있는 QR 코드를 함께 삽입하였다.

[그림 2]의 영상 기반 완강기 사용법 교육에서는 [그림 2]에 제시한 바와 같이 한국소방안전원의 ‘완강기 사용법(2019)’ 공식 영상을 사용하였다. 해당 영상은 총 1분 40초 분량으로, 6단계의 절차를 자막 매뉴얼과 소방관의 시연 장면을 통해 제시하는 구조로 구

성되어 있다.

[그림 2]의 VR 기반 완강기 사용법 교육에서는 동일한 학습 주제를 바탕으로 절차 수행을 직접 경험할 수 있도록 Unity 엔진을 활용해 VR 콘텐츠를 개발하고, Meta Quest 3⁴¹⁾ 디바이스를 실험 도구로 사용하였다. VR 콘텐츠는 영상 콘텐츠와 동일하게 6단계 절차로 구성하였으며, 1인칭 시점에서 사용자가 각 단계를 직접 조작하고 수행하도록 설계하였다. 또한 단계별 안내를 제공하기 위해 TTS 기반 음성 지시와 자막을 병용하여 학습 내용의 동등성을 확보하였고, 사용자가 잘못된 동작을 수행할 경우 즉각적인 시각적 경고와 함께 올바른 절차를 안내하는 실시간 피드백 시스템을 포함하였다.

VR 콘텐츠는 크게 ‘완강기 설치’와 ‘완강기 하강’의 두 장면으로 구성되어 있으며, 첫 번째 장면에서는 고리에 고정하기, 안전벨트 착용 등 설치 절차를 단계별 음성, 자막 안내와 함께 학습하도록 하였다. 두 번째 장면에서는 고층 건물 외벽을 배경으로 실제 하강 환경을 모사하여, 참가자가 의자에 앉은 상태에서 하강 자세를 유지하며 레버를 조작하도록 설계하였다. 또한 잘못된 조작이 발생하는 경우 즉각적인 시각 경고와 보정 안내가 제공되어 절차 수행의 정확성을 높였다.

3-4. 평가 지표 및 분석 방법

본 연구에서는 두 매체 간 학습 효과의 차이를 규명하기 위해 학습자의 학습 지식 획득, 인식 및 태도, 경험 요인을 중심으로 비교 분석하였다. 인식 및 태도는 안전 태도(5문항), 행동 의도(5문항), 숙련도 및 자기효능감(5문항)의 세 하위 요인으로 구성하였으며, 경험 요인은 몰입감(5문항), 동기부여(5문항), 학습 용이성(5문항)의 세 하위 요인으로 구성하였다.

학습 지식 획득은 두 실험 조건 간 학습 성과의 직접적인 차이를 검증하기 위해 완강기 사용법 관련 10개 객관식(5지선다) 문항으로 측정하였다. 각 문항은 완강기 사용 절차의 핵심 단계와 안전 수칙을 토대로 개발되었으며, 절차적 이해와 상황 판단 능력을 평가할 수 있도록 난이도와 문항 구조를 조정하였다.

41) <https://www.meta.com/kr/quest/quest-3/>



[그림 2] 기존 영상 기반 완강기 사용법 교육, VR 기반 완강기 사용법 교육 프로토타입

인식 및 태도의 하위 요인 중 안전 태도 문항은 Sexton 등이 개발한 Safety Attitude Questionnaire(SAQ)⁴²⁾를 Jeong 등이 한국어로 번안하여 수정한 SAQ-K 계열 도구⁴³⁾와 한국산업안전보건공단의 '안전문화, 안전풍토 가이드'에서 제시하는 태도, 규범 문항을 참고하여 완강기 사용 맥락에 맞게 재구성하였다. 이는 VR 기반 교육이 안전 규범의 내면화와 안전문화 인식에 미치는 영향을 파악하기 위한 것이다. 행동 의도 문항은 Ajzen의 계획행동이론(Theory of Planned Behavior, TPB)⁴⁴⁾을 근거로, 특정 행동에 대한 수행 의도 및 계획을 통해 실제 행동을 예측한다는 관점을 적용하여 완강기 사용 절차에 대한 의도 문항으로 구성하였다. 숙련도 및 자신감 문항은 Li 등이 개발한 Disaster Response Self-Efficacy Scale(DRSE S)⁴⁵⁾와 이를 한국어로 번안한 DRSES-K 연구⁴⁶⁾를 참고하여 '상황특이적 자기효능'과 '행동 수행 자기효능' 개념을 완강기 탈출 상황에 맞게 변형한 것이다. 이를 통해 학습자가 화재 상황에서의 판단 능력과 절차 수행 능력을 얼마나 자신 있게 인식하는지를 평가하고자 하였다.

경험 요인의 하위 요인은 VR 학습의 핵심인 체험적, 심리적 경험을 평가하기 위해 몰입감, 동기부여, 학습 용이성으로 구성하였다. 몰입감은 Lessiter 등이 제안한 ITC-Sense of Presence Inventory(ITC-SOPI)⁴⁷⁾

를 참고하여, VR 환경에서 느끼는 공간적 실재감과 심리적 관여 수준을 측정하도록 문항을 구성하였다. 동기 부여는 Keller의 ARCS 모형을 기반으로 개발된 Instructional Materials Motivation Survey(IMMS)⁴⁸⁾와 그 축약형 RIMMS의 구성 요인인 주의집중, 관련성, 자신감, 만족감 항목을 참조하여, VR 콘텐츠가 학습자의 주의를 유지시키고 추가 학습 의지를 높이는 정도를 평가하도록 설계하였다. 학습 용이성은 Davis의 기술수용모형(Technology Acceptance Model, TAM)⁴⁹⁾에서 제시하는 '지각된 용이성' 개념을 반영하여, 인터페이스의 직관성과 시스템 사용 난이도에 대한 학습자의 주관적 인식을 측정하도록 구성하였다.

수집된 데이터는 영상 기반 완강기 사용법 교육과 VR 기반 완강기 사용법 교육 간 사용자 반응의 평균 차이를 검증하기 위해 ① 독립표본 t-검정을 활용해 정량적으로 분석하였다. 이를 통해 두 매체 간 학습 지식 획득, 인식 및 태도, 경험 요인의 유의미한 차이를 확인하고, VR 기반 학습의 교육적 타당성을 검증하였다. 나아가 ② 피어슨 상관분석을 통해 각 평가 지표의 하위 요인 간 상관 관계를 분석함으로써, 학습 지식 획득, 인식 및 태도, 경험 요인이 어떻게 연결되어 작동하는지 탐색하였다. 마지막으로, 정량 분석으로는 포착하기 어려운 실험 참가자의 인식, 어려움, 선호를 보완하기 위해 개방형 응답을 수집하고 ③ 워드 클라우드를 활용하여 주요 키워드를 도출함으로써 두 매체 경험의 질적 차이를 파악하였다.

3-5. 실험 절차

본 연구의 실험 절차는 ① 실험 설명 및 사전 설문, ② 완강기 사용법 교육, ③ 학습 효과 평가를 위한 사후 설문의 순서로 이루어졌다.

42) Sexton, J. B., Helmreich, R. L., Neilands, T. B., et al., 'The Safety Attitudes Questionnaire: Psychometric Properties, Benchmarking Data, and Emerging Research', BMC Health Services Research, 2006. Vol.6, p.44.

43) 정현주 외, '안전태도 설문지 한국판(SAQ-K)의 개발과 안전관리자를 위한 분석 방법', Biometrics & Biostatistics International Journal, 2015. Vol.2, No.1, pp.8-17.

44) Ajzen, I., 'The Theory of Planned Behavior', Organizational Behavior and Human Decision Processes, 1991. Vol.50, No.2, pp.179-211.

45) Li, H.-Y., Bi, R.-X., Zhong, Q.-L., 'The Development and Psychometric Testing of a Disaster Response Self-Efficacy Scale among Undergraduate Nursing Students', Nurse Education Today, 2017. Vol.59, pp.16-20.

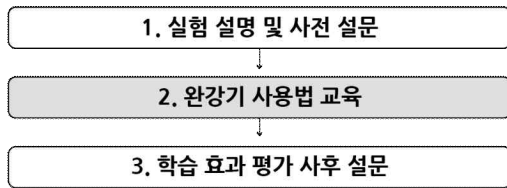
46) 김수현 외, '간호대학생용 재난대응 자기효능감 척도(DRSES-K) 타당화 연구', International Journal of Environmental Research and Public Health, 2023. Vol.20, No.4, p.2804.

47) Lessiter, J., Freeman, J., Keogh, E., Davidoff,

J., 'A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory', Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 2001. Vol.10, No.3, pp.282-297.

48) Keller, J. M., 'Development and Use of the ARCS Model of Instructional Design', Journal of Instructional Development, 1987. Vol.10, No.3, pp.2-10; Keller, J. M., 'Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach', Springer, 2010.

49) Davis, F. D., 'Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology', MIS Quarterly, 1989. Vol.13, No.3, pp.319-340.



[그림 3] 실험 절차

먼저 ① 실험 설명 및 사전 설문 단계에서는 연구 목적과 진행 과정을 참가자에게 충분히 안내한 뒤, VR 기기 숙련도, 화재 대처 자신감, 기존 영상 기반 교육에 대한 인식, 완강기 실습 경험, 완강기 교육 경험 등을 파악하기 위한 사전 설문을 실시하였다.

이후 ② 완강기 사용법 교육 단계에서는 참가자 60명을 영상 기반 완강기 사용법 교육(통제조건)과 VR 기반 완강기 사용법 교육(실험조건)으로 각각 30명씩 배정하여 교육을 진행하였다.

통제조건의 참가자는 [그림 4]과 같이 지정된 좌석에 앉아 태블릿 PC를 통해 한국소방안전원의 ‘완강기 사용방법(2019)’ 영상을 1회 시청하였으며, 해당 영상은 총 1분 40초 분량의 6단계 절차 안내와 소방관 시연으로 구성되어 있다.

한편, 실험조건의 참가자는 VR 조작 미숙이 학습 집중에 영향을 미치지 않도록, 본격적인 교육 전에 컨트롤러 조작, 이동, 객체 상호작용 등을 익히는 약 5분간의 사전 적응 훈련을 제공하였다. 이어서 참가자들은 [그림 5]와 같이 Meta Quest 3 기기를 착용하고 약 3m × 3m의 안전한 공간 안에서 자유롭게 이동 및 조작하며 VR 콘텐츠를 체험하였다.

마지막으로 ③ 학습 효과 평가 사후 설문 단계에서는 두 조건 간 학습 성과 차이를 확인하기 위해, 완강기 사용법 관련 10개 객관식(5지선다) 문항과 인식 및 태도, 경험 요인을 측정하는 총 30개의 7점 리커트 척도 문항에 응답하도록 하였다. 또한 매체별 학습 경험의 질적 차이를 보다 정교하게 파악하기 위해, 학습자가 인지한 장점, 어려움, 개선 요구를 자유롭게 기술하도록 하는 개방형 서술형 문항을 추가로 포함하였다.

4. 분석 및 결과

4-1. 정량 분석 : 독립표본 t-검정

이는 Levene's test의 등분산 검정 결과에서 $p \leq .05$ 일 때를

의미하며, df는 Welch's t-test 결과를 기준으로 함

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

[표 5]의 독립표본 t-검정 결과, VR 기반 완강기 사용법 교육(실험집단)은 영상 기반 완강기 사용법 교육(통제집단)보다 학습 지식, 인식 및 태도, 경험 요인 전반에서 통계적으로 유의미하게 높은 평가를 받았다($p < .03 \sim p < .001$).



[그림 4] 영상 기반 소방 안전 교육 학습 실험 과정

먼저 학습 지식 획득에서는 VR 기반 완강기 사용법 교육($M=7.47$, $SD=1.53$)이 영상 기반 완강기 사용법 교육($M=5.73$, $SD=1.82$)보다 유의하게 높은 점수를 나타냈다($p < .001$). 이는 VR 환경이 완강기 사용 절차를 수행하는 맥락적 상황을 직접 체험하게 함으로써, 단순 암기가 아닌 절차적 이해와 문제 해결 기반의 ‘체화된 학습’을 유도했음을 시사한다.



[그림 5] VR 기반 소방 안전 교육 학습 집단 실험 과정 - 완강기 설치(좌), 완강기 하강(우)

다음으로 인식 및 태도 영역에서는 안전 태도, 행동 의도, 숙련도 및 자신감의 모든 하위 요인에서 VR 기반 완강기 사용법 교육이 일관된 우위를 보였다. 안전 태도의 경우 ‘속도보다 절차 준수를 우선해야 한다는 태도가 강화되었다.’ 문항에서 VR 기반 완강기 사용법 교육($M=6.13$, $SD=0.73$)이 영상 기반 완강기 사용법 교육($M=4.70$, $SD=1.66$)을 상회했으며, ‘나는 완강기 사용 시 절차를 하나라도 건너뛰면 위험이 커진다고 확신하게 되었다.’에서도 VR 기반 완강기 사용법 교육($M=6.47$, $SD=0.629$)이 영상 기반 완강기 사용법 교육($M=5.40$, $SD=1.73$)보다 높았다($p < .03 \sim p < .001$).

[표 5] t-검정: 영상, VR 기반 소방 안전 교육 비교

독립변수			평균 (표준편차)		t-검정		
			영상 기반 안전 교육	VR 기반 안전 교육	df	t (p)	
학습 지식 획득	객관식 맞은 개수 (총점)	KG1	5.73 (1.82)	7.47 (1.53)	58.0	-4.000 ($<.001$) ***	
인식 및 태도	안전 태도	속도보다 '절차 준수'를 우선해야 한다는 태도가 강화되었다.	SA1	4.70 (1.66)	6.13 (0.730)	58.0	-4.320 ^a ($<.001$) ***
		위험이 적아 보여도 정비 및 부작점 확인을 먼저 하는 것이 당연하다고 느끼게 되었다.	SA2	5.03 (1.88)	5.93 (0.730)	58.0	-2.286 ^a (0.026) **
		시범을 보이려는 무리한 행동보다 안전지침 준수가 더 중요하다고 생각하게 되었다.	SA3	5.20 (1.67)	6.03 (1.07)	58.0	-2.304 ^a (0.025) **
		나는 완강기 사용 시 절차를 하나라도 건너뛰면 위험이 커진다고 확실하게 되었다.	SA4	5.40 (1.73)	6.47 (0.629)	58.0	-3.167 ^a (0.002) **
		안전문화 형성에 내가 기여해야 한다는 책임감이 커졌다.	SA5	4.60 (1.99)	5.57 (1.30)	58.0	-2.223 ^a (0.030) *
	행동 의도	화재로 출입구가 차단되면 완강기 사용 절차를 그대로 실행할 의도가 높아졌다.	BI1	5.37 (1.52)	6.20 (0.887)	58.0	-2.594 ^a (0.012) **
		평소에 완강기 위치 및 사용법 안내를 확인해 두려는 계획이 생겼다.	BI2	4.67 (1.79)	5.93 (1.05)	58.0	-3.348 ^a (0.001) **
		완강기 사용 전 점검 항목을 실제로 확인할 계획이 있다.	BI3	4.30 (1.78)	5.70 (1.32)	58.0	-3.458 ^a (0.001) **
		다음 한 달 동안 자주 이용하는 건물의 완강기 설치 장소와 사용 안내 표지를 점검할 예정이다.	BI4	3.53 (2.13)	4.93 (1.80)	58.0	-2.751 (0.008) **
		실제 상황에서 주변인에게 완강기 사용 절차를 안내 및 지원하겠다는 의지가 강화되었다.	BI5	4.23 (2.11)	5.63 (1.40)	58.0	-3.025 ^a (0.004) **
	숙련도 및 자신감	완강기를 올바른 순서에 따라 스스로 사용할 자신이 있다.	PC1	5.07 (1.39)	5.93 (1.01)	58.0	-2.761 (0.008) **
		창문 개방, 장애물 제거, 최저 공간 확보 등 상황 판단을 스스로 해낼 자신이 있다.	PC2	4.40 (1.90)	5.73 (1.05)	58.0	-3.359 ^a (0.001) **
		당황한 상황에서도 침착하게 주변인에게 절차를 안내하는 것을 스스로 해낼 자신이 있다.	PC3	4.40 (1.77)	5.73 (0.980)	58.0	-3.604 ^a ($<.001$) ***
		연기, 소음, 시간 압박 속에서도 절차를 중단 없이 마무리할 자신이 있다.	PC4	4.10 (1.67)	5.33 (1.49)	58.0	-3.017 (0.004) **
		낯선 건물에서도 완강기 위치 및 표식을 빠르게 파악하고 스스로 사용 준비를 할 자신이 있다.	PC5	3.93 (1.76)	5.77 (1.04)	58.0	-4.911 ^a ($<.001$) ***
경험 요인	몰입감	학습 중 제시된 상황에 몰두하여 주변 현실 자극을 덜 인식했다.	IM1	4.27 (1.68)	6.00 (1.23)	58.0	-4.557 ($<.001$) ***
		학습 중 학습 장면이 머릿속에서 생생한 공간/상황으로 그려졌다.	IM2	3.80 (1.71)	6.33 (1.06)	58.0	-6.894 ^a ($<.001$) ***
		학습 중 내가 그 상황에 관여하고 있다는 느낌을 받았다.	IM3	3.83 (1.88)	6.43 (0.817)	58.0	-6.956 ^a ($<.001$) ***
		학습 중 제시된 텍스트, 영상, 그래픽 등이 상황에 빠져드는 데 충분했다.	IM4	3.67 (1.81)	6.27 (0.907)	58.0	-7.044 ^a ($<.001$) ***
		학습 중 주의와 집중이 안정적으로 유지되었다.	IM5	3.77 (1.83)	6.37 (0.669)	58.0	-7.301 ^a ($<.001$) ***

동기 부여	학습 콘텐츠가 주의를 끌어 계속 참여하게 했다.	MO1	3.63 (1.67)	6.62 (0.498)	58	-9.319 ^a ($<.001$) ***
	학습 콘텐츠가 나의 실제 생활 안전과 관련 있다고 느꼈다.	MO2	5.00 (1.60)	6.50 (0.572)	58	-4.842 ^a ($<.001$) ***
	실제 상황에서 안전한 대처를 할 수 있다는 자신감이 들었다.	MO3	4.30 (1.53)	6.07 (0.868)	58	-5.488 ^a ($<.001$) ***
	학습 후 성취감, 만족감이 있었다.	MO4	4.00 (1.66)	6.37 (0.615)	58	-7.319 ^a ($<.001$) ***
	추후 추가 학습에 자발적으로 참여할 의향이 생겼다.	MO5	4.10 (1.84)	6.30 (0.988)	58	-5.758 ^a ($<.001$) ***
학습 용이성	이 학습 콘텐츠는 이해하기 쉽다.	EL1	4.87 (1.53)	6.40 (1.04)	58	-4.553 ^a ($<.001$) ***
	학습 콘텐츠를 활용하여 짧은 시간 안에 완강기 사용법을 익힐 수 있었다.	EL2	4.73 (1.48)	6.57 (0.626)	58	-6.234 ^a ($<.001$) ***
	완강기 사용법을 숙지하는데 필요한 정보를 찾고 따라가기에 수월했다.	EL3	4.57 (1.59)	6.33 (0.711)	58	-5.554 ^a ($<.001$) ***
	학습을 별도 도움 없이 스스로 진행할 수 있었다.	EL4	4.43 (1.79)	5.43 (1.14)	58	-2.580 ^a (0.012) *
	전반적으로 학습 절차가 명료했다.	EL5	4.77 (1.70)	6.43 (0.728)	58	-4.947 ^a ($<.001$) ***

행동 의도에서도 모든 문항에서 VR 기반 완강기 사용법 교육이 더 높은 평가를 받았다($p<.012\sim p<.001$). 예를 들어, '화재로 출입구가 차단되면 완강기 사용 절차를 그대로 실행할 의도가 높아졌다.' 문항에서 VR 기반 완강기 사용법 교육($M=6.20$, $SD=0.887$)은 영상 기반 완강기 사용법 교육($M=5.37$, $SD=1.52$)보다 유의하게 높은 점수를 보였다.

숙련도 및 자신감 역시 VR 기반 완강기 사용법 교육 집단은 전 항목에서 평균 5점대 이상을 기록한 반면, 영상 기반 완강기 사용법 교육 집단은 3.93~5.07 점 범위에 머물렀다. 특히 '완강기를 올바른 순서에 따라 스스로 사용할 자신이 있다.' 항목에서 VR 기반 완강기 사용법 교육($M=5.93$, $SD=1.01$)이 영상 기반 완강기 사용법 교육($M=5.07$, $SD=1.39$)을 앞섰으며, '낮선 건물에서도 완강기 위치 및 표식을 빠르게 파악하고 스스로 사용 준비를 할 자신이 있다.' 문항에서도 VR 기반 완강기 사용법 교육($M=5.77$, $SD=1.04$)이 영상 기반 완강기 사용법 교육($M=3.93$, $SD=1.76$)보다 높게 나타났다. 이는 VR 환경이 절차 수행 능력뿐 아니라 실제 상황 판단력, 공간 인식, 자기효능감까지 강화하는 교육적 효과를 지님을 보여준다.

경험 요인(몰입감, 동기부여, 학습 용이성)은 두 조건 간 차이가 가장 크게 나타난 영역이었다. 몰입감에서는 '학습 중 내가 그 상황에 관여하고 있다는 느낌을 받았다.'에서 VR 기반 완강기 사용법 교육($M=6.43$,

SD=0.817)이 영상 기반 완강기 사용법 교육(M=3.83, SD=1.88)을 크게 상회했으며, ‘학습 중 제시된 텍스트, 영상, 그래픽 등이 상황에 빠져드는 데 충분했다.’에서도 VR 기반 완강기 사용법 교육(M=6.27, SD=0.907)이 영상 기반 완강기 사용법 교육(M=3.67, SD=1.81)보다 높은 평가를 받았다.

동기부여에서도 VR 기반 완강기 사용법 교육은 ‘학습 콘텐츠가 주의를 끌어 계속 참여하게 했다.’(M=6.62, SD=0.498 vs. 3.63, SD=1.67)와 ‘추후 추가 학습에 자발적으로 참여할 의향이 생겼다.’(M=6.30, SD=1.84 vs. 4.10, SD=0.988)에서 유의미한 우위를 보였다.

학습 용이성 또한 VR 기반 완강기 사용법 교육이 ‘전반적으로 학습 절차가 명료했다.’ 문항에서 M=6.43(SD=0.728)으로, 영상 기반 완강기 사용법 교육(M=4.77, SD=1.70)을 크게 앞섰다. 이는 VR의 단계별 안내와 실시간 피드백이 절차적 정보를 더 쉽게 구조화하고 이해하도록 만든 결과로 해석된다.

종합하면, VR 기반 완강기 사용법 교육은 학습 지식 획득, 안전 태도, 행동 의도, 숙련도 및 자신감을 포함한 인식 및 태도 전반, 그리고 몰입감, 동기부여, 학습 용이성 등 경험 요인 전반에서 영상 기반 완강기 사용법 교육보다 일관되고 큰 폭의 향상 효과를 보였다. 특히 행동 의도, 숙련도 및 자신감, 몰입감, 동기부여에서 나타난 두드러진 차이는 VR이 단순한 정보 전달을 넘어 학습 내용을 실제 행동과 절차의 체화로 전이시키는 교육 매체로서 높은 효과성과 잠재력을 지님을 보여준다.

4-2. 정량 분석: 피어슨 상관분석

본 연구에서는 VR 기반 완강기 사용법 교육 참가자 응답(n=30)을 대상으로 각 하위 요인의 평균 점수를 산출한 뒤, 하위 요인 간 관계 구조를 파악하기 위해 피어슨 상관분석을 실시하였다. 그 결과, 경험 요인과 인식 및 태도의 하위 요인은 서로 강하게 연결된 하나의 군집을 형성한 반면, 학습 지식 획득은 다른 요인들과 비교적 독립적으로 작동하는 양상을 보였다.

[표 6] 피어슨 상관분석: 설문 하위요인 간 관계 분석

피어슨 r (p)	학습 지식 획득	인식 및 태도			경험 요인		
		안전 태도	행동 의도	숙련도 및 자신감	몰입감	동기부여	학습 용이성

학습 지식 획득		-	-	-	-	-	-
인식 및 태도	안전 태도	-0.275 (0.141)	-	-	-	-	-
	행동 의도	-0.343 (0.064)	0.745 (<.001) ***	-	-	-	-
	숙련도 및 자신감	-0.390 (0.033) **	0.678 (<.001) ***	0.811 (<.001) ***	-	-	-
경험 요인	몰입감	0.171 (0.367)	0.236 (0.209)	0.322 (0.083)	0.360 (0.051)	-	-
	동기 부여	-0.112 (0.556)	0.567 (0.001) **	0.740 (<.001) ***	0.749 (<.001) ***	0.623 (<.001) ***	-
	학습 용이성	-0.130 (0.494)	0.374 (0.042) *	0.415 (<.023) **	0.5 (0.001) **	0.816 (<.001) ***	0.588 (<.001) ***

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

먼저 경험 요인 내부의 상관은 전반적으로 높게 나타났다. 몰입감, 동기부여 간의 상관은 (r=0.623, p<.001), 몰입감과 학습 용이성은 (r=0.816, p<.001), 동기부여와 학습 용이성은 (r=0.598, p<.001)으로, 모두 중, 고도의 정적 상관을 보였다. 이는 학습이 따라가기 쉽고 지각될수록 몰입과 내적 동기가 함께 강화되는 경험적 구조가 존재함을 의미하며, VR 기반 교육에서 ‘사용 용이성-몰입-동기’가 하나의 통합된 사용자 경험 평가 척도로 작동함을 시사한다.

둘째, 인식 및 태도 요인 역시 강하게 연결된 군집을 형성했다. 안전 태도와 행동 의도 간 상관관계는 (r=0.745, p<.001), 안전 태도와 숙련도 및 자신감은 (r=0.678, p<.001), 행동 의도와 숙련도 및 자신감은 (r=0.811, p<.001)로 나타났다. 이는 안전 규범에 대한 태도가 긍정적일수록 실제 행동 의도와 자기효능감이 함께 강화되는 경향을 보여주며, 태도, 의도, 자기효능감이 분리된 독립 요인이 아니라 상호 강화되는 구조로 작동한다는 점을 보여준다.

셋째, 경험 요인과 인식 및 태도 요인 사이에서도 중, 고도의 상관이 나타났다. 동기부여는 안전 태도 (r=0.567, p=.001), 행동 의도(r=0.740, p<.001), 숙련도 및 자신감(r=0.749, p<.001)과 모두 정적 상관을 보였다. 학습 용이성 또한 안전 태도(r=0.374, p=.042), 행동 의도(r=0.415, p=.023), 숙련도 및 자신감(r=0.500, p=.001)와 유의한 정적 상관을 나타냈다. 몰입감은 행동 의도(r=0.322, p=.083), 숙련도 및 자신감(r=0.360, p=.051)에서 유의 수준에 근접하는 양상을 보여, 몰입이 높을수록 행동 수행 의지와 자기효능감도 일정 부분 증가하는 경향이 있음을 확인하였다.

반면, 학습 지식 획득은 대부분의 하위 요인들과 유의한 상관을 보이지 않았다. 안전 태도($r=-0.275$, $p=.141$), 행동 의도($r=-0.343$, $p=.064$), 몰입감($r=0.171$, $p=.367$), 동기부여($r=-0.112$, $p=.556$), 학습 용이성($r=-0.130$, $p=.494$) 모두 통계적으로 유의한 관련이 없었으며, 숙련도 및 자신감과도 약한 음의 상관($r=-0.390$, $p=.033$)을 보였다. 이는 학습 지식 획득 점수가 높다고 해서 안전 태도나 행동 의도, 자기효능감으로 곧바로 전이되지 않음을 의미한다. 즉, 지식은 상대적으로 독립적인 인지 성과로 나타나며, 안전 행동 준비성과는 경험적, 정서적 요인들이 더 밀접하게 연결되어 있음을 보여준다.

4-3. 정성 분석: 워드 클라우드 기반 키워드 분석

정량적 분석에서 확인된 두 매체 간 학습 경험의 차이가 어떤 차이에서 기인하는지 파악하기 위해 각 실험 집단의 서술형 응답을 기반으로 핵심 키워드를 추출하고, 빈도수를 기반으로 워드 클라우드로 시각화하였다. 서술형 문항은 각 학습 콘텐츠의 장점과 불편했던 점을 자유롭게 기술하도록 하였으며, 영상 기반 완강기 사용법 교육의 응답은 [그림 6], VR 기반 완강기 사용법 교육의 응답은 [그림 7]에 제시하였다.



[그림 6] 기존 영상 기반 소방 안전 교육 집단 워드 클라우드

[그림 6]에 제시한 영상 기반 완강기 사용법 교육 집단의 긍정 응답의 경우 “간결하다(6명, 20%)”, “명확하다(5명, 16.7%)”와 같은 표현이 빈번하게 등장했다. 이는 영상 기반 교육 콘텐츠가 절차 정보를 빠르고 구조적으로 전달하는 데 강점을 가진다는 점을 시사한다. 반면 부정 응답으로는 “기억에 남지 않는다(4명, 13.3%)”, “내용이 와닿지 않는다(3명, 10%)”, “직접 참여할 수 없다(3명, 10%)”, “재미없다(3명, 10%)” 등이 나타났다. 이러한 응답은 영상 기반 교육이 정보 전달 측면에서는 효율적이나, 학습자의 능동적 참여와 체화된 학습 경험을 유도하기에는 한계가 있음

을 보여준다.



[그림 7] VR 기반 소방 안전 교육 집단 워드 클라우드

반면, [그림 7]에 제시한 VR 기반 완강기 사용법 교육 집단에서는 “몰입감 있다(10명, 33.3%)”, “직접 체험할 수 있다(8명, 26.7%)”, “기억에 뚜렷하게 남는다(4명, 13.3%)”, “유익하다(3명, 10.0%)” 등의 긍정 응답이 높은 빈도로 나타났다. 이는 VR 환경이 실제 상황을 모사하는 몰입감을 제공하며, 학습 내용을 장기 기억으로 전이하는 데 긍정적으로 기여했음을 의미한다. 반면, “조작이 어렵다(6명, 20%)”, “안내가 부족하다(4명, 13.3%)”, “어지럽다(6명, 20%)” 등의 부정 응답 또한 보고되었다. 이는 VR이 지닌 학습 매체로서의 장점에도 불구하고, 조작 난이도, 사용자 안내, 시각, 동작 관련 불편 등 사용성 측면의 디자인적 개선 요구가 존재함을 보여준다.

종합하면, 영상 기반 완강기 사용법 교육은 ‘절차적 정보 전달의 효율성’이라는 장점을, VR 기반 완강기 사용법 교육은 ‘기억에 남는 몰입형 학습 경험’이라는 강점을 명확히 드러냈다. 동시에 VR 기반 완강기 사용법 교육은 더 높은 학습 효과를 보였음에도, 조작 편의성과 가이드 요소 등 사용자 경험 개선이 병행될 때 더욱 안정적이고 보편적인 교육 매체로 확장될 가능성이 있음을 확인할 수 있었다.

5. 결론

5-1 연구 결론 요약

본 연구는 영상 기반 완강기 사용법 교육과 VR 기반 완강기 사용법 교육을 비교하여, 소방 교육에서 매체 유형이 학습 지식, 인식 및 태도, 경험 요인에 미치는 영향을 정량, 정성적으로 검증하였다. 주요 결과는 아래와 같다.

첫째, 학습 지식 획득 측면에서 VR 기반 완강기 사용법 교육은 영상 기반 완강기 사용법 교육보다 유의하게 높은 성과를 보였다. 이는 동일한 절차 정보를 제공하더라도, VR 환경에서 완강기 사용 과정을 직접 수행해 보는 경험이 단순 암기 수준을 넘어 절차에 대한 맥락적 이해와 문제 해결 능력을 강화한다는 점을 보여준다.

둘째, 인식 및 태도(안전 태도, 행동 의도, 숙련도 및 자신감) 영역에서도 VR 기반 완강기 사용법 교육은 전반적으로 더 높은 효과를 보였다. VR 환경에서 학습한 집단은 속도보다 절차 준수를 우선해야 한다는 인식이 강화되었으며, 절차를 하나라도 건너뛰는 것이 위험을 증가시킨다는 점에 대해 더 확고하게 동의하였다. 또한 실제 화재 상황에서 완강기 사용 절차를 실행하려는 행동 의도와, 낯선 건물에서도 완강기 위치를 파악하고 사용할 수 있다는 자신감 역시 영상 기반 완강기 사용법 교육에 비해 높게 나타났다. 이러한 결과는 VR 기반 교육이 단순히 안전 규범에 관한 인지적 이해를 높이는 데 그치지 않고, 실제 수행 의지와 자기효능감까지 함께 고양시키는데 효과적임을 보여준다.

셋째, 경험 요인(몰입감, 동기부여, 학습 용이성)은 두 매체 간 차이가 가장 크게 나타난 영역으로, VR 기반 완강기 사용법 교육이 영상 기반 완강기 사용법 교육보다 전반적으로 훨씬 높은 평가를 받았다. 특히 VR 기반 교육 참가자들은 학습 상황에 실제로 관여하고 있다는 몰입감, 콘텐츠가 주의를 끌어 학습 참여를 지속하게 한다는 느낌, 향후 추가 학습에 자발적으로 참여하고자 하는 의향, 절차의 명료성과 따라가기 쉬운 구조 등에서 일관되게 긍정적인 반응을 보였다.

넷째, 워드 클라우드를 활용한 정성 분석에서도 이러한 경향이 재확인되었다. 영상 기반 완강기 사용법 교육은 “간결하다”, “명확하다”와 같이 절차 정보 전달의 효율성이 강점으로 나타난 반면, “기억에 남지 않는다”, “내용이 와닿지 않는다”, “직접 참여할 수 없다”와 같은 한계가 지적되었다. 반면 VR 기반 완강기 사용법 교육은 “몰입감 있다”, “직접 체험할 수 있다”, “기억에 뚜렷하게 남는다” 등 학습 경험의 생생함과 지속성을 강조하는 긍정적 반응이 두드러졌지만, 동시에 “조작이 어렵다”, “안내가 부족하다”, “어지럽다”와 같은 사용성-편안함 측면의 개선 요구도 함께 제기되었다.

종합적으로, VR 기반 완강기 사용법 교육은 영상 기반 완강기 사용법 교육에 비해 지식, 태도, 행동 의도, 자기효능감, 몰입, 동기, 학습 용이성 전반에서 우수한 성과를 보였으며, 특히 행동 의도와 숙련도 및 자

신감, 몰입감과 동기부여의 차이는 VR이 단순한 정보 전달 매체를 넘어 절차의 체화와 실제 행동 가능성으로 학습을 전이시키는 교육 플랫폼으로 기능할 수 있음을 보여준다. 동시에, 조작 난이도, 시각적 안정성, 단계별 안내 등 VR 사용자 경험을 효과적으로 개선할 경우, VR 기반 완강기 사용법 교육이 더 넓은 학습자에게 안정적으로 적용될 수 있는 교육 매체로 확장될 것으로 판단된다.

전반적으로 본 연구에서 확인된 정량 및 정성 분석 결과는 VR을 기반으로 한 절차 중심의 교육 효과가 단순히 매체의 차이에서 발생하는 것이 아니라, 특정 디자인 요소들이 학습자의 인지, 정서, 행동 반응에 종합적으로 관여함으로써 나타남을 보여준다. 예를 들어, 참여자들이 보고한 높은 몰입감과 행동 의도는 절차 수행을 직접 경험하게 하는 인터랙션과 연결 됨을 확인하였으며, 반대로 일부 참가자들이 제기한 조작 난이도, 어지러움, 안내 부족은 사용성 및 피드백 설계의 부족에 기인한 것으로 해석된다. 이러한 결과는 VR 기반 안전 교육 콘텐츠의 디자인에서 (1) 절차 단계가 분명히 구분되는 안내 기반 인터랙션 설계, (2) 실제 상황과의 대응성을 높이는 공간 및 동작, (3) 초심자 부담을 줄이는 조작 체계, (4) 현기증과 불안을 최소화하는 안정성 기반 시각 및 환경 디자인의 필요성을 보여준다.

5-2 연구의 한계 및 제언점

본 연구는 VR 기반 완강기 사용법 교육 콘텐츠를 개발하고 이를 기존 영상 기반 완강기 사용법 교육과 비교함으로써, VR 기반 학습의 교육적 적용 가능성과 효과를 실증적으로 검토했다는 점에서 의의를 지닌다. 그럼에도 불구하고, 다음과 같은 한계가 존재하며 이를 보완하는 방향으로 후속 연구를 확장할 필요가 있다.

첫째, 본 연구에서 사전 설문을 통해 학습자의 경험 수준을 파악하고 VR 환경 적응 훈련을 제공했으나, 개인별 VR 숙련도, 디지털 매체 친숙도, 매체 수용성의 차이가 학습 효과와 경험 평가에 영향을 미칠 가능성을 배제하기 어렵다. 본 연구에서는 이러한 요소를 통제 변수로 정량적으로 분석하지 못했기 때문에, 후속 연구에서 정교한 인과 분석을 기반으로 연구를 발전시킬 수 있다.

둘째, 본 연구의 VR 기반 완강기 사용법 교육 콘텐츠는 실제 상황과 유사한 고도, 환경, 절차를 구현해 참가자의 몰입감을 높이고자 하였으나, 일부 참가자들

은 멀미, 어지러움, 이질감, 고소공포 등 신체적, 정서적 부담을 경험하였다. 이는 VR 기반 인터랙션 디자인에서 자주 일어나는 문제점으로, 사실성을 높이기 위한 VR 디자인이 오히려 학습의 지속성이나 집중도에 부정적 영향을 미칠 수 있음을 보여준다. 따라서 후속 연구에서는 시야 흔들림, 이동 방식 최적화 등 VR 특유의 신체적 부담 요소를 경감시킬수 있는 디자인 전략이 필요하다.

셋째, 실험 참가자가 20대 성인으로 한정되었고, 훈련 또한 단일 세션으로 진행되었다는 점에서 결과의 일반화에 제약이 있다. 실제 소방 안전 교육은 아동, 청소년, 고령층, 외국인 거주자 등 다양한 인구집단을 대상으로 이루어지기 때문에, 이후 연구에서는 연령, 경험에 따른 VR 교육 수용성, 피로도, 효과 유지 기간의 차이를 비교하는 반복 측정 또는 종단적 연구 설계가 필요하다.

넷째, 본 연구에서 구현한 VR 기반 완강기 사용법 교육 콘텐츠의 개별 UI 요소, 피드백 방식, 안내 정보의 양과 시점, 조작 난이도 등 세부 UX 요소가 학습 경험 평가에 어떤 영향을 미치는지까지 검증하지는 못했다. 향후 연구에서는 어떤 UX 변인이 학습 효과와 심리적 경험에 핵심적으로 기여하는지 규명할 필요가 있다.

참고문헌

1. 소방청 화재대응조사과, 『아파트 화재 피난안전대책 개선 매뉴얼』, 소방청, 2023.
2. 한국소방안전원, 『2급 소방안전관리자 강습교재』, 한국소방안전원, 2024.
3. 한국소비자원 안전감시국, 『아파트 화재 대피시설 안전실태조사(완강기를 중심으로)』, 한국소비자원, 2019.
4. Keller, J. M., 『Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach』, Springer, 2010.
5. PwC, 『The Effectiveness of Virtual Reality Soft Skills Training in the Enterprise』, PwC,

- 2020.
6. 김수현 외, 『간호대학생용 재난대응 자기효능감 척도(DRSES-K) 타당화 연구』, International Journal of Environmental Research and Public Health, 2023.
7. 민세홍과 박찬석, 『가상현실(VR) 기반의 화재대피 훈련 시스템 개발을 위한 기초 연구』, 한국화재소방학회 논문지, 2018.
8. 박재성, 『소방안전 체험교육 프로그램의 만족도 분석 -서울시민안전체험관을 중심으로-』, 한국화재소방학회 논문지, 2010.
9. 우성천, 『소방안전교육이 초등학교생의 안전의식 및 위기대처능력에 미치는 영향』, 한국화재소방학회 논문지, 2018.
10. 이원주, 『소방용 완강기에 대한 학습자의 인식 조사 연구』, 한국화재소방학회 논문지, 2018.
11. 전택진과 문송철, 『스마트폰을 활용한 증강현실 기반의 소방안전교육 앱 구현』, 한국멀티미디어학회논문지, 2013.
12. 정현주 외, 『안전태도 설문지 한국판(SAQ-K)의 개발과 안전관리를 위한 분석 방법』, Biometrics & Biostatistics International Journal, 2015.
13. 최민석과 이지수, 『공동주택 피난기구(완강기)의 활용 실태와 개선방안에 관한 연구』, 한국방재학회논문집, 2020.
14. Ajzen, I., 『The Theory of Planned Behavior』, Organizational Behavior and Human Decision Processes, 1991.
15. Davis, F. D., 『Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology』, MIS Quarterly, 1989.
16. Keller, J. M., 『Development and Use of the ARCS Model of Instructional Design』, Journal of Instructional Development, 1987.
17. Lessiter, J., et al., 『A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense of Presence Inventory』, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 2001.
18. Li, H.-Y., et al., 『The Development and

- Psychometric Testing of a Disaster Response Self-Efficacy Scale among Undergraduate Nursing Students', *Nurse Education Today*, 2017.
19. Meyer, O. A., et al., 'Virtual Reality Safety Training: An Experimental Comparison of 360-degree Video, Interactive VR, and Lecture-based Training', *Computers & Education*, 2019.
20. Sexton, J. B., et al., 'The Safety Attitudes Questionnaire: Psychometric Properties, Benchmarking Data, and Emerging Research', *BMC Health Services Research*, 2006.
21. Zhao, J., et al., 'The Effectiveness of Virtual Reality-based Technology on Anatomy Teaching: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials', *BMC Medical Education*, 2020.
22. Flight Simulation Association, 'New Statistics Confirm Value of Home Flight Simulation', *Flight Simulation Association Press Release*, 2021.06.21.
23. Flight Simulation Association, 'New Statistics Confirm Value of Home Flight Simulation', *Flight Simulation Association Press Release*, 2021.06.21.
24. media.kosha.or.kr
25. peligood.com
26. tokyo-bskan.jp
27. www.ajou.ac.kr
28. www.breaknews.com
29. www.dnews.co.kr
30. www.eduforall.co.kr
31. www.fema.gov
32. www.gukjenews.com
33. www.kfi.or.kr
34. www.korea.kr
35. www.meta.com
36. www.nfa.go.kr
37. www.nfds.go.kr
38. www.nfpa.org
39. www.pinpointnews.co.kr
40. www.yna.co.kr
41. 다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법 시행규칙, (2024.01.01.).
42. 피난기구의 화재안전기술기준(NFTC 301), (2024.05.23.).