

한국안광학회 - 이달의 학술논문 소개

*본 논문은 한국안광학회지 제25권 1호(2020년 3월 31일 발행) 게재 논문으로 저자는 학회의 동의하에 요약 발췌본을 제출하였습니다.

*논문의 판권은 한국안광학회에 있습니다.

가상현실 영상 시청 시 화면 크기가 피로 및 사이버 멀미에 미치는 영향과 요인

강현구(가톨릭관동대학교), 김성희·이호성·홍형기(서울과학기술대학교)

◆ **목적** : 본 실험에서는 VR을 착용하여 영상을 장시간 시청할 경우에 화면 크기에 따라 발생할 수 있는 피로와 멀미에 대해 알아보고자 하였다.

◆ **방법** : 실험은 20~33세의 범위의 성인 60명을 대상으로 하였다. SSQ(simulator sickness questionnaire) 설문지를 사용하여 화면크기에 따른 피로도 및 사이버 멀미 증상을 안경 착용 여부, 성별, 나이에 따라 비교 분석하였다.

◆ **결과** : 화면 크기가 70도와 30도일 때는 피로도와 사이버 멀미에 큰 차이를 보이지 않았다. 추가로 화면크기에 따른 차이를 안경착용 여부, 성별, 나이로 세분화하여 분석하였다. 안경착용 여부에서 일반적인 불편함, 안정 피로, 메스꺼움에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 성별에 따른 차이는 두통은 여성에서 더 크게 나타났다. 나이에 따른 차이는 24세 이상에서 안정 피로와 일반적인 불편함이 더 크게 나타났다.

◆ **결론** : 대부분의 피검사자는 화면크기에 따른 피로도 차이를 크게 느끼지 않았기 때문에 임장감과 몰입감을 느낄 수 있게 화면을 크게 시청하는 것이 적절해 보인다. 하지만 나이, 성별, 안경 착용 여부 요인 중에서는 안경 착용에서 불편함을 가장 많이 느낀 것으로 나타났으며, 나이와 성별에 따른 차이도 관찰되었기 때문에 본인에 맞는 적절한 화면크기를 설정하여 시청하는 것을 권장하는 바이다.

- 서론 -

가상현실(virtual reality, VR)은 메타버스에 대한 관심과 더불어 고화질, 고성능, 컨트롤러 등 기술의 발달로 360도 3D 동영상 및 가상현실 게임에 대한 수요를 증가시키며 새로운 콘텐츠 소비 형식으로 쓰이고 있다. VR은 실제와 유사해 보이지만 인공적인 기술로 만들어낸 가상의 환경이나 상황 및 기술 자체를 의미하며, 사용자에게 새로운 체험과 몰입감의 경험을 준다. VR은 단순히 게임, 멀티미디어 분야뿐만 아니라 수업에 활용되기도 하며, 항공·군사 분야에서는 비행 조종 훈련, 의학 분야에서는 수술 및 해부 연습, 트라우마 치료에 이용되는 등 의료, 교육, 훈련, 디지털 치료제 등 다양한 분야에 도입되어 활용되고 있다.

VR 기기를 이용하면 볼록렌즈로 인한 상의 확대로 사용자는 큰 화면을 보는 효과를 느낄 수 있으며, 화면을 두 개로 나누어 각각 화면에 양안시차가 있는 영상을 송출하면 기기에 장착된 두 개의 렌즈를 통해 입체감을 느끼게 된다. 이때 사용자의 머리카 시선 방향을 감지하여 실시간으로 보여주는 영상을 변화시킬 수 있다. 또한 주변 환경이 차단된 상황에서 영상을 시청하기 때문에 입장감을 준다. VR 기기는 스마트폰과 결합해 사용하는 방식과 고성능 PC 등에 연결하여 쓰는 방식이 있으며, 최근에는 무선으로 조작 가능한 VR 기기가 상용화되었다. PC용 VR은 경험할 수 있는 콘텐츠의 수준이 높지만 가격이 비싸다는 단점이 있고 스마트폰 결합형 VR은 이동성이 좋고 가격이 비교적 저렴하지만, 여전히 가상현실 멀미(cybersickness)가 발생할 수 있다고 보고되고 있다.

VR 영상을 시청할 때 사이버 멀미가 발생하는 이유는 개인적(individual), 기계적(device), 작업(task) 요인 등으로 알려져 있다. 첫 번째 개인적 요인으로는 사용자의 나이, 성별, 질병, 자세 등에 의해 멀미를 느끼는 차이가 있다는 것이다. 두 번째 기계적 요인으로는 VR 영상이 사용자의 시선 및 머

리 움직임을 빠르게 따라오지 못하기 때문에 발생하는 지체(lag)와 화면의 깜박거림(flickering), VR 영상의 상의 확대로 인한 해상도 저하 문제, 또한 기기의 무게나 착용감 등이 해당 되는 인체공학(ergonomics)적인 설계 등이 아직 충분하지 않기 때문에 발생한다. 세 번째 작업 요인으로는 시청화면의 크기(field of view, FOV)와 VR 사용 시간이 증가할수록 사이버 멀미가 증가할 수 있으며, 반면에 노출 빈도와 조작의 능동성이 증가할수록 사이버 멀미는 감소할 수 있다. 또한, 몸은 정지해 있는데 시각 정보는 움직이는 화면을 보기 때문에 발생하는 시각-전정 감각의 불일치(visual-vestibular mismatch)로 인한 인지부조화에 따라 발생한다고 알려져 있다.

VR 영상의 시야각에 대한 연구들을 살펴보면 화면크기에 따른 다양한 효과를 확인할 수 있다. 첫 번째로 자세 불안정성에 따른 시청각도 및 동적·정적 시야의 사이버 멀미 연구에서는 동적 시야각의 제한에 의해 사이버 멀미가 크게 감소했다는 결과가 보고되었다. 또한, 주변 자극이 완전히 차단된 VR 환경과 넓은 시야각을 제공하는 자동차 주행 시뮬레이터의 사이버 멀미와 몰입감에 대한 비교 연구에서는 주변 자극이 차단되며 360도 화면을 제공하는 경우 사이버 멀미가 더 발생했지만 더 나은 몰입감을 제공한다고 하였다. 전정 재활훈련에서 VR을 사용하기 위한 예비 실험 연구에서는 넓은 FOV가 필요하지만 많은 사이버 멀미가 발생하는 문제가 있음을 지적했다. 또한 시각-전정 감각의 불일치로 발생하는 사이버 멀미는 움직임 정보가 동반되는 주변부 시야에 의해서 심해질 수 있기 때문에 FOV를 줄이는 것이 시각-전정 감각의 불일치로 인한 사이버 멀미를 최소화할 수 있다고 하였다.

게임이나 360도 VR 영상 등을 시청할 시에 기기의 착용시간은 보통 10분 내외이지만 영화영상은 보통 1~2시간 정도이다. VR로 영화를 시청한다면 다른 VR 체험에 비해 착용시간이 더 길어질 것이라 생각된다. VR을 통한 영상 시청 시에

그림 1. VR 시청 시 시야각 (FOV)



A. 30° FOV



B. 70° FOV

화면을 크게 본다면 임장감 및 몰입감이 커져 영상을 더욱 실감나게 볼 수 있는 장점이 있는 반면, 화면크기가 클수록 주변부 왜곡 등으로 인한 불편함으로 안정피로와 사이버 멀미가 증가할 수 있다. 따라서 본 실험에서는 VR을 착용하여 영상을 20분 이상 시청할 경우에 화면 크기에 따라 발생할 수 있는 피로와 사이버멀미에 대해 알아보려고 하였다.

- 대상 및 방법 -

1. 실험대상

실험은 20~33세의 범위의 성인남녀 60명을 대상으로 하였다. 평균 연령은 24.65 ± 3.10 세이며 60명 중 남자 30명의 평균 연령은 25.43 ± 2.86 세, 여자 30명의 평균연령은 23.87 ± 3.18 세이다. 또한 24세 미만 29명의 평균 연령은 22.07 ± 1.03 세, 24세 이상 31명은 27.06 ± 2.34 세였다. 피검사자는 평상시에 착용하는 보정 용구를 착용한 상태에서 실험을 진행하였으며 안경 착용자는 20명, 안경 미착용자는 총 40명으로 콘택트렌즈 착용자 20명, 나안 및 굴절 이상 교정 수술자 20명으로 구성되었다.

2. 실험기기

본 실험은 VR Headset(Daydream, Google, USA)을 사용하였다. 스마트폰을 장착하는 구글카드보드 타입 제품이며 기기의 무게는 220g이다. 정점간 거리나 동공간 거리의 조정은 불가능하다. 장착한 스마트폰(Pixel XL, Google, USA)은 무게 168g, 크기 154.7 x 75.7mm, 해상도는 2560 x 1440으로 QHD(quad high definition) 급이다. 애플리케이션은 Google play에 'Daydream'의 영화관 모드를 사용하였으며, '엽기적인 그녀'(My Sassy Girl, 2001)를 시청하였다.

3. 피로도 설문

피로도 설문지는 Kuze 등에 의해 개발된 SSQ 설문지를 사용하여 5가지 범주, 28개 항목을 평가하였다. SSQ (Simulator sickness questionnaire)는 디스플레이 시청시 발생하는 피로도 연구에 널리 쓰이는 조사 방법 중 하나이다. 피로도 설문 항목은 안정피로, 일반적인 불편함, 메스꺼움, 초점 맞추기 어려움, 두통으로 5가지 범주에 28가지 항목으로 나뉜 설문지를 사용하였다.

그림 2. 가상현실 영상 시야각 차이에 따른 피로도와 사이버멀미 점수 차이

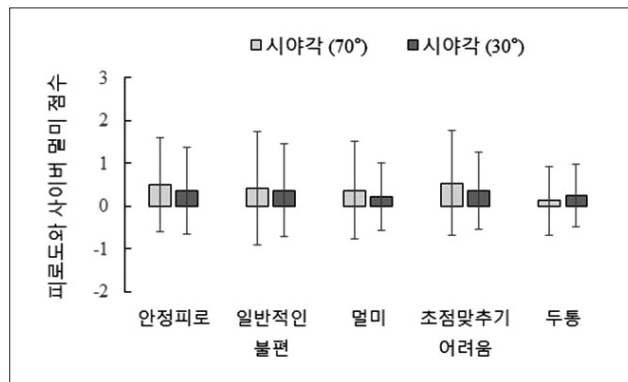
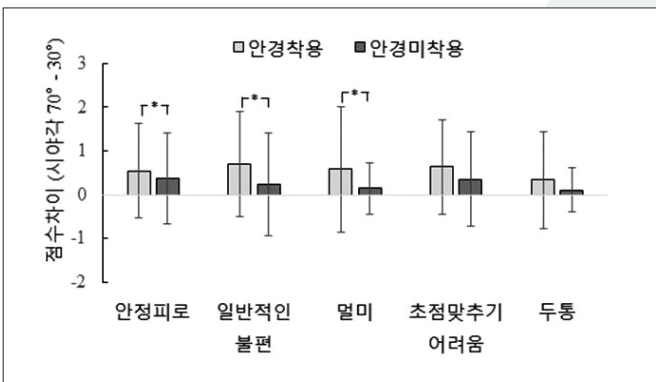


그림 3. 안경착용 유무에 따른 피로도와 사이버멀미 점수 차이



4. 실험방법

Google Play Movie/TV 애플리케이션의 영화관 모드에서 제공하는 화면조정기능을 사용하여 큰 화면과 작은 화면의 조건에서 시청하도록 하였다(그림. 1). Daydream View VR Headset이 구현하는 좌우 시야각의 한계는 약 90°이다. 본 실험에서 큰 화면의 시야각은 약 70°, 작은 화면은 약 30°로 설정하였다.

- 결과 및 고찰 -

1. 화면 크기에 따른 전체 피로도와

사이버 멀미 설문 결과 및 고찰

전체 피검사자의 설문 평균값 차이는 0.38 ± 0.48 로 나왔으며 5가지 항목의 설문의 평균값 차이는 초점 맞추기 어려움(0.5), 일반적인 불편함(0.47), 안정 피로(0.46), 메스꺼움(0.37), 두통(0.22) 순으로 나타났다. 전체 평균의 값이 0보다 큰 값이라는 것은 화면을 크게 하였을 때가 피로도가 높다는 것을 나타내지만 각 증상들의 평균 점수 차이가 1 미만인 것을 고려하면 시청 각도가 30도와 70도인 조건에서 화면의 크기에 따른 피로도 차이는 크지 않다고 생각된다.

2. 화면 크기로 인한 피로 및 사이버 멀미에 영향을 미치는 요인 및 고찰

1) 안경 착용 여부

안경 착용자의 피로도 설문 평균값 차이는 0.58 ± 0.39 , 안경 미착용자는 0.28 ± 0.23 이다. 전체 평균인 0.38 ± 0.48 과 비교해 보았을 때 안경 착용자의 피로도가 전체 평균보다 높았다. 안경을 착용하게 되면 착용하지 않은 경우에 비해 안경테로 인한 주변시야의 방해받게 되며, 화면을 크게 볼 때 안경 렌즈 주변부의 왜곡이나 프리즘 효과의 영향을 받을 수 있다.

안경 착용 여부를 5가지 범주로 나누어 분석한 결과에서는 일반적인 불편함($p=0.000$), 안정 피로($p=0.041$), 메스꺼움($p=0.005$)에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

세부적으로 살펴보면 안경 착용자가 안경 미착용자보다 28가지 항목 중 24가지 항목에서 큰 값을 보이면서 VR 시청 시 불편한 것을 알 수 있었다. 안경 착용자와 안경 미착용자는 흐려 보이거나 번져 보임, 눈의 건조함, 피로함, 어지럽고 핑도는 느낌, 현기증의 5가지 항목에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 세부 항목 중 안경 미착용자가 높은 값을 나타낸 항목으로는 눈의 건조함이 있다.

그림 4. 성별에 따른 피로도과 사이버멀미 점수 차이

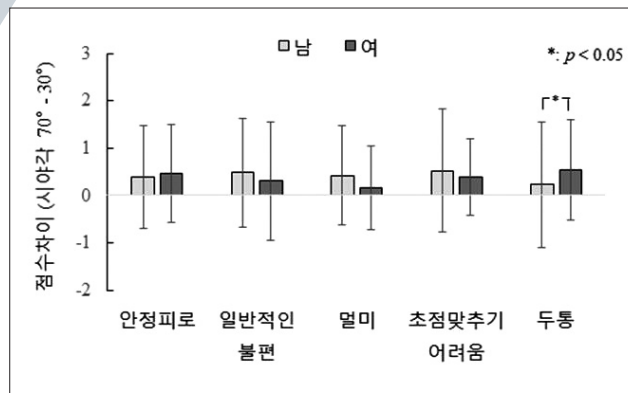
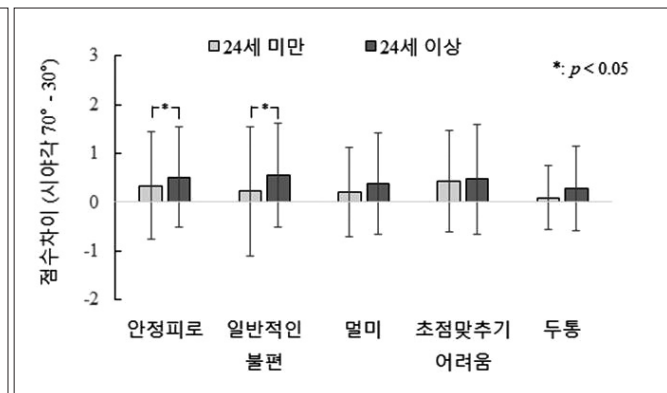


그림 5. 나이에 따른 피로도과 사이버멀미 점수 차이



2) 성별

피검사자 60명 중 남성과 여성은 각각 30명이었다. 설문
의 평균값 차이는 남성이 0.43 ± 0.25 , 여성이 0.34 ± 0.31
로 나타났다.

성별에 따른 차이를 5가지 범주로 나누어 분석한 결과
두통은 남성에서 0.23 ± 1.32 , 여성에서 0.55 ± 1.06 로 여
성에서 더 크게 나타났으며 통계적으로 유의한 결과를 보
였다($p=0.041$).

두통의 경우는 여성에서 상대적으로 크게 나타난 이유
를 분석해보면, 상대적으로 VR 기기를 무겁게 느꼈기 때문
으로 생각된다.

3) 나이

나이에 따른 차이를 5가지 범주로 나누어 분석한 결과
안정피로는 24세 미만에서 0.34 ± 1.10 , 24세 이상에서
 0.51 ± 1.02 로 24세 이상에서 더 크게 나타났으며 통계적
으로 유의한 결과를 보였다($p=0.034$). 또한 일반적인 불편
함의 경우 24세 미만에서 0.23 ± 1.32 , 24세 이상에서 0.55
 ± 1.06 으로 24세 이상에서 더 크게 나타났으며 통계적으
로도 유의한 차이를 보였다($p=0.006$). 그 외에 메스꺼움,
초점 맞추기 어려움, 두통에서도 24세 이상에서 평균적으

로 더 불편함이 큰 것으로 분석되었다.

나이의 경우 실험 참가자의 경우 대부분 20대에 해당하
는 비교적 젊은 층이었지만 실험참가자의 평균 나이인 24
세를 경계로 비교해 보았을 때 나이가 많은 쪽에서 더 큰
불편함을 느끼는 것으로 나타났다.

- 결 론 -

대부분의 피검사자는 화면크기에 따른 피로도 차이를
크게 느끼지 않았기 때문에 입장감과 몰입감을 느낄 수 있
게 화면을 크게 시청하는 것이 적절해 보인다. 하지만 나
이, 성별, 안경 착용 여부 요인 중에서는 안경 착용에서 불
편함을 가장 많이 느낀 것으로 나타났으며, 나이와 성별에
따른 차이도 관찰되었다. 이는 VR을 통한 영상 시청 시에
일부 사람들에게는 화면의 크기가 피로에 영향을 주는 요인
으로 작용할 수 있는 것이며, 이러한 경향성 이외에도 개인
별로 피로 및 사이버 멀미를 느끼는 요소에 차이가 있는 만
큼 개인에 맞는 적절한 화면크기를 설정하여 시청하는 것
을 권장하는 바이다. 📺

논문 원문보기 : 한국안광학회 홈페이지
<http://www.koos.or.kr> 또는 <https://koos.jams.or.kr>