

## Effect of and Factors for Screen Size on Fatigue and Cybersickness When Watching Virtual Reality Videos

Hyungoo Kang<sup>1,a</sup>, Sunghye Kim<sup>2,b</sup>, Hoseong Lee<sup>2,c</sup>, and Hyungki Hong<sup>3,d,\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Optometry, Catholic Kwandong University, Professor, Gangneung 25601, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Optometry, Seoul National University of Science and Technology, Student, Seoul 01811, Korea

<sup>3</sup>Dept. of Optometry, Seoul National University of Science and Technology, Professor, Seoul 01811, Korea

(Received November 25, 2021: Revised December 9, 2021: Accepted December 20, 2021)

**Purpose:** This study investigated the factors for and impact of screen size on fatigue and cybersickness that can occur while watching virtual reality movies for a long time. **Methods:** The experiment was conducted among 60 adults aged 20-33 years old. Using the simulator sickness questionnaire, fatigue and cybersickness symptoms by screen size were compared and analyzed according to whether glasses were worn, sex, and age. **Results:** When the screen size was 70 degrees or 30 degrees, there was no significant difference in fatigue or cybersickness. Additionally, differences according to screen size were analyzed by subdividing whether glasses were worn, sex, and age. There were significant differences in general discomfort, eye fatigue, and nausea regardless of the use of glasses. According to sex, headaches were more frequent in women than in men. The difference according to age was greater in those aged over 24 years in terms of stability fatigue and general discomfort. **Conclusions:** Most subjects did not feel the difference in fatigue according to the screen size. therefore, it seems appropriate to watch a screen large enough to feel a sense of presence and immersion. However, among three factors, namely, age, sex, and wearing glasses, we found that wearing glasses was the most uncomfortable aspect, and differences according to age and sex were observed. Therefore, setting an appropriate screen size for viewing is recommended.

**Key words:** Virtual reality, Field of view, Fatigue, Cybersickness

### 서 론

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.<sup>[1]</sup> VR은 실제와 유사해 보이지만 인공적인 기술로 만들어낸 가상의 환경이나 상황 및 기술 자체를 의미하며, 사용자에게 새로운 체험과 몰입감의 경험을 준다.<sup>[2]</sup> 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.<sup>[3-5]</sup>

VR 기기를 이용하면 볼록렌즈로 인한 상의 확대로 사용자는 큰 화면을 보는 효과를 느낄 수 있으며, 화면을 두 개로 나누어 각각 화면에 양안시차가 있는 영상을 송출하

면 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 임장감을 준다. VR 기기는 스마트폰과 결합해 사용하는 방식과 고성능 PC 등에 연결하여 쓰는 방식이 있으며, 최근에는 무선으로 조작 가능한 VR 기기가 상용화되었다.<sup>[6]</sup> 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.<sup>[7,8]</sup>

VR 영상을 시청할 때 사이버 멀미가 발생하는 이유는 개인적(individual), 기계적(device), 작업(task) 요인 등으로 알려져 있다.<sup>[9]</sup> 첫 번째 개인적 요인으로는 사용자의 나이, 성별, 질병, 자세 등에 의해 멀미를 느끼는 차이가 있다는 것이다. 두 번째 기계적 요인으로는 VR 영상이 사용자의

\*Corresponding author: Hyungki Hong, TEL: +82-2-970-6232, E-mail: hyungki.hong@snut.ac.kr

Authors ORCID: <sup>a</sup>https://orcid.org/0000-0002-1200-9913, <sup>b</sup>https://orcid.org/0000-0001-9204-4868, <sup>c</sup>https://orcid.org/0000-0003-4021-3230, <sup>d</sup>https://orcid.org/0000-0001-5249-9243

시선 및 머리 움직임을 빠르게 따라오지 못하기 때문에 발생하는 지체(lag)와 화면의 깜박거림(flickering), VR 영상의 상의 확대에 의한 해상도 저하 문제, 또한 기기의 무게나 착용감 등이 해당 되는 인체공학(ergonomics)적인 설계 등이 아직 충분하지 않기 때문에 발생한다. 세 번째 작업 요인으로는 시정화면의 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.<sup>[10-12]</sup>

VR 영상의 시야각에 대한 연구들을 살펴보면 화면크기에 따른 다양한 효과를 확인할 수 있다. 첫 번째로 자세 불안정성에 따른 시정각도 및 동적·정적 시야의 사이버 멀미 연구에서는 동적 시야각의 제한에 의해 사이버 멀미가 크게 감소했다는 결과가 보고되었다.<sup>[13]</sup> 또한, 주변 자극이 완전히 차단된 VR 환경과 넓은 시야각을 제공하는 자동차 주행 시뮬레이터의 사이버 멀미와 몰입감에 대한 비교 연구에서는 주변 자극이 차단되며 360° 화면을 제공하는 경우 사이버 멀미가 더 발생했지만 더 나은 몰입감을 제공한다고 하였다.<sup>[14]</sup> 전정 재활훈련에서 VR을 사용하기 위한 예비 실험 연구에서는 넓은 FOV가 필요하지만 많은 사이버 멀미가 발생하는 문제가 있음을 지적했다.<sup>[15]</sup> 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.<sup>[16]</sup>

게임이나 360° VR 영상 등을 시청할 시에 기기의 착용 시간은 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 화면을 크게 본다면 입장감 및 몰입감이 커져 영상을 더욱 실감 나게 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 사이버 멀미에 대해 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 실험대상

실험은 20~33세의 범위의 성인남녀 60명을 대상으로 하였다. 평균 연령은 24.65±3.10세이며 60명 중 남자 30명의

Table 1. Classification of participants (N=60)

Age	Gender	With glasses	Without glasses	Total (N)
Under 24 years old	Male	1	6	7
	Female	8	14	22
Over 24 years old	Male	8	15	23
	Female	3	5	8
Total (N)		20	40	60

평균 연령은 25.43±2.86세, 여자 30명의 평균연령은 23.87±3.18세이다. 또한 24세 미만 29명의 평균 연령은 22.07±1.03세, 24세 이상 31명은 27.06±2.34세였다. 피검사자는 평상시에 착용하는 보정 용구를 착용한 상태에서 실험을 진행하였으며 안경 착용자는 20명, 안경 미착용자는 총 40명으로 콘택트렌즈 착용자 20명, 나안 및 굴절이상 교정 수술자 20명으로 구성되었다(Table 1).

### 2. 실험기기

본 실험은 VR Headset(Daydream, Google, USA)을 사용하였다. 스마트폰을 장착하는 구글카드보드 타입 제품이며 기기의 무게는 220 g이다. 정점간 거리나 동공간 거리의 조정은 불가능하다. 장착한 스마트폰(Pixel XL, Google, USA)은 무게 168 g, 크기 154.7×75.7 mm, 해상도는 2560×1440으로 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(Table 2).<sup>[17]</sup> SSQ(simulator sickness questionnaire)는 MSQ(the pensacola motion sickness questionnaire)에서 개선된 설문지로 시뮬레이터 장치에 의한 증상들을 각 범주마다 세부적으로 평

Table 2. Questionnaire for evaluating visual fatigue

List of fatigue survey	
Eye strain	Blurry, dry eye, eye strain, gritty, pain in the eye, sting, eye heavy, hazy, warm eyes, flickering, watery eyes.
General discomfort	Feeling heavy in the head, difficulty concerning, dizzy, stiff neck, sleepy, feel heavy, stiff shoulder.
Nausea	Vomiting, vertigo, nausea
Focusing difficulty	Difficulty focusing, double vision, near vision difficulty, far vision difficulty.
Headache	Pain in the temple, pain in the middle of the forehead, pain in the back of the head.

가하는 방법이며, 디스플레이 장치의 피로도 연구에 널리 쓰이는 조사 방법 중 하나이다.<sup>18)</sup> 피로도 설문 항목은 안정피로, 일반적인 불편함, 메스꺼움, 초점 맞추기 어려움, 두통으로 5가지 범주에 28가지 항목으로 나뉜 설문지를 사용하였다.

실험 참가자에게 각 항목에 대해 1(증상 없음), 2(아주 약간), 3(조금 느낌), 4(보통), 5(조금 심함), 6(심함), 7(매우 심함)로 피로도 정도를 설문하도록 하였다.

4. 실험방법

Google Play Movie/TV 애플리케이션의 영화관 모드에서 제공하는 화면조정기능을 사용하여 큰 화면과 작은 화면의 조건에서 시청하도록 하였다(Fig. 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.

영화의 2분~22분, 22분~42분 두 구간의 영상을 시청하도록 하였다. 조건에 의한 실험의 오차를 줄이기 위해 화면의 크기를 작은 것부터 큰 순서로 시청한 군과 큰 것부터 작은 것 순으로 시청한 군으로 나누었다. 연속 시청에

따른 부담을 줄이기 위해 일주일 정도 차이를 두어 두 영상을 시청하였으며, 기기의 무게로 인한 머리의 무거움이나 얼굴의 눌림 등을 방지하기 위하여, 실험의 기본 자세는 앉은 상태로 두 손으로 기기를 받치고 팔꿈치를 책상에 붙이고 시청하였다.

화면 크기 두 조건에서 영상을 시청한 후 피로도 설문을 각각 작성하도록 하였다. 결과의 ‘설문의 평균값 차이’란 화면을 크게 보았을 때의 피로도 평균에서 화면을 작게 보았을 때의 피로도 차이의 평균이다. 따라서 화면을 크게 보았을 때의 피로도가 더 높은 피검사자의 경우에는 (+) 값이다.

5. 통계 분석

VR 영상 시청 후 화면 크기에 따른 피로도 차이를 SPSS for Windows(ver 19.0)를 이용하여 모수적 검정인 독립표본 t 검정을 사용하여 분석하였다. 모든 통계적 유의확률은 0.05 이하일 때로 판단하였다.

결과 및 고찰

1. 화면 크기에 따른 전체 피로도와 사이버 멀미 설문 결과 및 고찰

전체 피검사자의 설문 평균값 차이는 0.38±0.48로 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(Fig. 2).

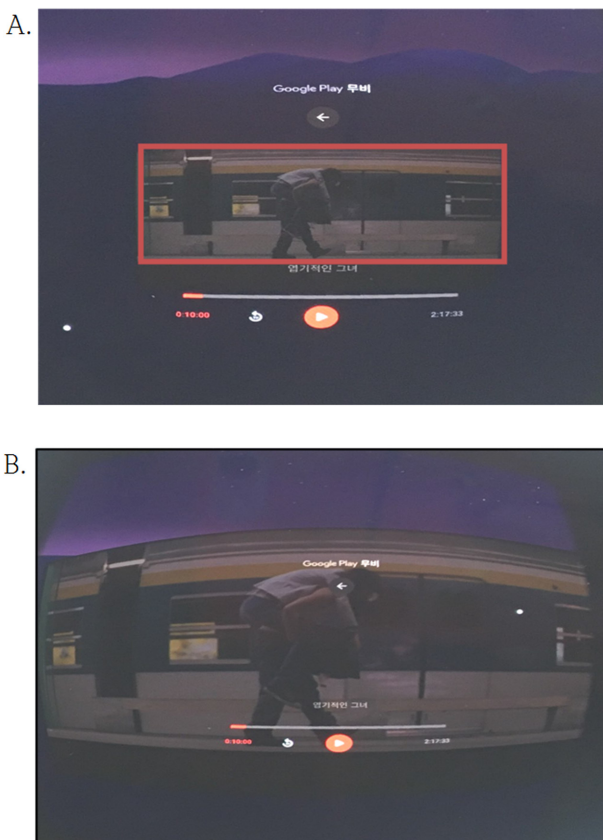


Fig. 1. Field of view (FOV) in virtual reality (VR).  
A. 30° FOV  
B. 70° FOV

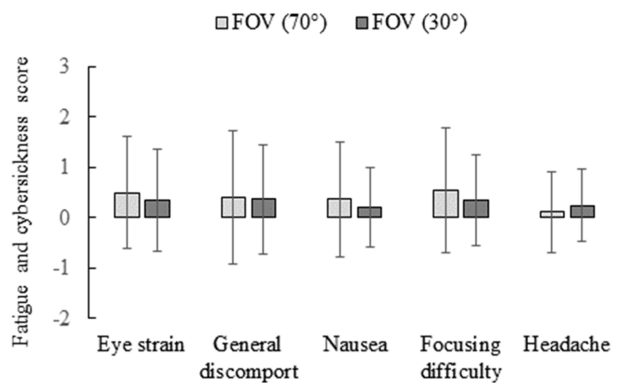


Fig. 2. Differences in visual fatigue survey between 70- and 30-degree field of view (FOV). Data are expressed as mean±SD.

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

화면 크기에 따라 피로 및 사이버 멀미의 측정값에 큰 차이는 보이진 않았지만 FOV가 70° 일 때 피로 및 사이버 멀미가 더 발생하는 것으로 나타났다. 이에 추가로 FOV가 70°와 30°의 차이 값을 통해 안경 착용 여부, 성별, 나이 요인이 화면 크기 차이에 의한 전체 평균에 어떻게 영향을 미쳤는지 알아보았다.

1) 안경 착용 여부

피검사자 중 안경 착용자는 20명, 콘택트렌즈 착용자는 20명, 나안 및 교정 수술자는 20명으로 안경 미착용자는 40명이었다(Table 2).

안경 착용자의 피로도 설문지의 평균값 차이는 0.58±0.39, 안경 미착용자는 0.28±0.23이다. 전체 평균인 0.38±0.48과 비교해 보았을 때 안경 착용자의 피로도가 전체 평균보다 높았다. 안경을 착용하게 되면 착용하지 않은 경우에 비해 안경테로 인한 주변시야의 방해가 받게 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(Fig. 3).

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 평도는 느낌, 현기증의 5가지 항목에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 세부 항목 중 안경 미착용자가 높은 값을 나타낸 항목으로는 눈의 건조함이 있다. 이는 VR 시청 상황 외에서도 콘택트렌즈 사용자와 시력교정수술자에게 나타나는 자주 발생하는 불편함의 증상 중 하나이다.<sup>[19,20]</sup>

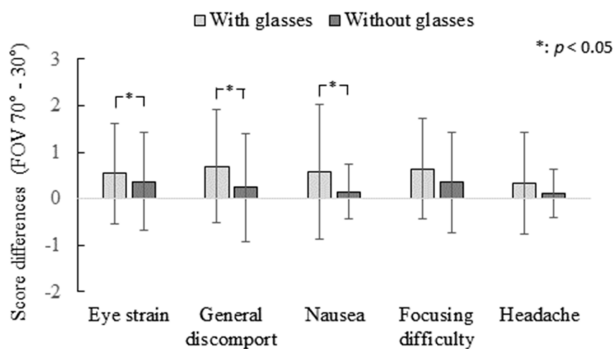


Fig. 3. Differences in visual fatigue survey between the use of glasses and non-use of glasses. Data are expressed as mean±SD.

2) 성별

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

성별에 따른 차이를 5가지 범주로 나누어 분석한 결과 두통은 남성에서 0.23±1.32, 여성에서 0.55±1.06로 여성에서 더 크게 나타났으며 통계적으로 유의한 결과를 보였다(p=0.041). 반면에 메스꺼움의 경우 남성이 0.42±1.05, 여성이 0.17±0.89로 남성에서 더 크게 나타났지만 통계적으로 유의한 값은 아니었다(p=0.080)(Fig. 4).

두통의 경우는 여성에서 상대적으로 크게 나타난 이유를 분석해보면, 상대적으로 VR 기기를 무겁게 느꼈기 때문으로 생각된다. 메스꺼움의 경우는 남성에서 크게 나타났다. 일반적으로는 메스꺼움의 경우 안경 착용으로 인한 영향으로 예상되지만 30명의 여성 중 안경 착용자는 11명이며 남성은 30명 중 9명이 안경을 착용한 것을 고려해 보았을 때 안경 착용 여부와는 크게 관련이 없는 것으로 보인다.

3) 나이

피검사자 60명의 평균 나이는 24.6±3.1세이기 때문에 평균과 근접한 24세를 기준으로 24세 미만과 24세 이상으로 나누어 결과를 비교해 보았다. 24세 미만의 피검사자 29명의 설문지의 평균값 차이는 0.3±0.29이며 24세 이상 피검사자 31명은 0.46±0.28의 값이 나왔다.

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

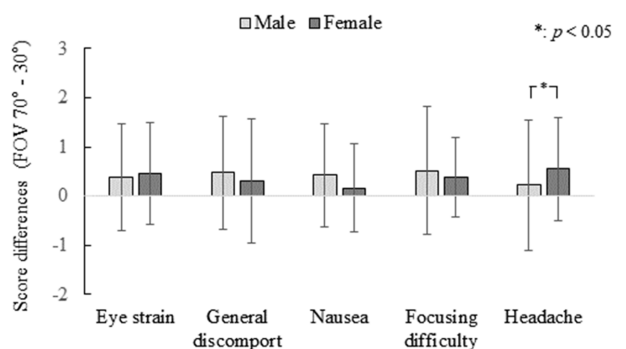


Fig. 4. Differences in visual fatigue survey between gender. Error bars mean standard deviation. Data are expressed as mean±SD.

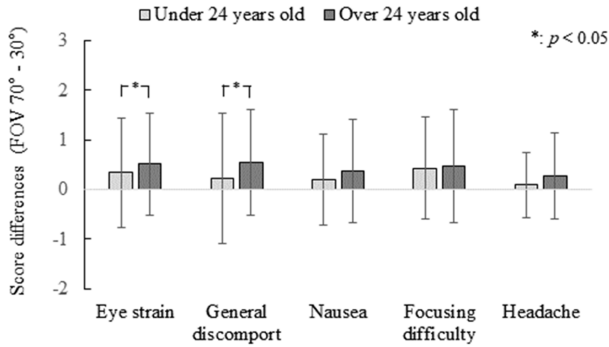


Fig. 5. Differences in visual fatigue survey between under 24 years old and over 24 years old. Data are expressed as mean±SD.

편함이 큰 것으로 분석되었다(Fig. 5).

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

세부 내용을 살펴보면 24세 미만과 24세 이상의 피검사자 사이에서 건조함, 안정 피로, 이물감, 가까운 것이 잘 안보임에서 24세 이상의 피검사자가 통계적으로 유의하게 높은 값을 보였다( $p < 0.05$ ).

성별과 나이, 안경 착용 여부를 포함하여 비교한 표를 보면(Table 2) 24세 미만에서는 안경 미착용자 여성이 29명 중 14명(48.3%), 24세 이상에서는 안경 미착용자 남성이 31명 중 15명(48.4%)으로 높은 비율을 차지하고 있다. 나머지 안경 착용자의 수는 여성이 11명, 남성이 9명이기 때문에 성별과 나이를 비교하여 볼 때는 안경 착용 여부의 영향은 미미할 것이라 생각된다. 실험 참가자들을 여성과 남성, 24세 미만과 이상으로 비교한 결과의 경향성을 보았을 때 흐려 보이거나 번져 보임, 눈의 통증, 따가움, 안구의 발열 등의 23개의 항목에 대하여 통계적으로 유의하진 않았지만 여성은 24세 미만, 남성은 24세 이상의 그룹과 같거나 유사한 경향을 띄고 있었기 때문으로 생각된다.

## 결론

본 연구에서는 VR을 통해 영화관 모드로 영상을 시청할 때 화면 크기에 따른 피로와 사이버 멀미에 대해 알아보았다.

피로도 및 사이버 멀미에 관련된 설문 결과에 대하여 FOV 차이에 대해 분석한 후 안경 착용 여부, 성별, 나이로 세분하여 분석하였다. 안경 착용 여부에 따른 비교에서는 일반적인 불편함, 안정 피로, 메스꺼움에서 통계적으로 유의한 차이를 보였기 때문에 안경 착용이 불편함의 요소로 작용하는 것을 알 수 있었다. 성별로 분석해보았을 때

는 여성에서는 두통 범주가 크게 나타남을 보였다. 나이에서는 24세 이상 피검사자는 남성 피검사자와, 24세 미만 피검사자는 여성 피검사자와 유사한 것을 확인 할 수 있었다. 전반적으로 24세 이상 피검사자가 피로도가 큰 경향을 보였다.

대부분의 피검사자는 화면크기에 따른 피로도 차이를 크게 느끼지 않았기 때문에 입장감과 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 관찰되었다. 이는 VR을 통한 영상 시청시에 일부 사람들에게는 화면의 크기가 피로에 영향을 주는 요인으로 작용할 수 있는 것이며, 이러한 경향성 이외에도 개인별로 피로 및 사이버 멀미를 느끼는 요소에 차이가 있는 만큼 개인에 맞는 적절한 화면크기를 설정하여 시청하는 것을 권장하는 바이다.

## REFERENCES

- [1] Sparkes M. What is a metaverse. *New Scientist*. 2021; 251(3348):18. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0262-4079\(21\)01450-0](https://doi.org/10.1016/S0262-4079(21)01450-0)
- [2] Kress B, Stamer T. A review of head-mounted displays (HMD) technologies and applications for consumer electronics. *Proc SPIE*. 2013;8720:1-13. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.2015654>
- [3] Bhayani SB, Andriole GL. Three-Dimensional (3D) vision: does it improve laparoscopic skills?- an assessment of a 3D head-mounted visualization system. *Rev Urol*. 2005;7(4):211-214.
- [4] Kavanagh S, Luxton-Reilly A, Wuensche B, et al. A systematic review of Virtual Reality in education. *Themes in Science and Technology Education*. 2017;10(2):85-119.
- [5] Topol E. Digital medicine: empowering both patients and clinicians. *The Lancet*. 2016;388(10046):740-741. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31355-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31355-1)
- [6] Meta Quest. Oculus quest 2, 2021. [https://www.oculus.com/quest-2/\(20 September 2021\)](https://www.oculus.com/quest-2/(20 September 2021)).
- [7] Lo WT, So RHY. Cybersickness in the presence of scene rotational movements along different axes. *Appl Ergon*. 2001;32(1):1-14. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0003-6870\(00\)00059-4](https://doi.org/10.1016/s0003-6870(00)00059-4)
- [8] Kang H, Yoo I, Lee JH, et al. Effect of application type on fatigue and visual function in viewing virtual reality(VR) device of Google cardboard type. *J Korean Ophthalmic Opt Soc*. 2017;22(3):221-228. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2017.22.3.221>
- [9] LaViola JJ. A discussion of cybersickness in virtual environments. *ACM SIGCHI Bulletin*. 2000;32(1):47-56. DOI: <https://doi.org/10.1145/333329.333344>

- [10] Davis S, Nesbitt K, Nalivaiko E. A systematic review of cybersickness. Proceedings of the 2014 Conference on Interactive Entertainment. 2014;1-9. DOI: <https://doi.org/10.1145/2677758.2677780>
- [11] Davis S, Nesbitt K, Nalivaiko E. Comparing the onset of cybersickness using the Oculus Rift and two virtual roller coasters. Proceedings of the 11th Australasian Conference on Interactive Entertainment. 2015;167:3-14.
- [12] Lee HJ, Jang MH, Mah KC. The visual effect resulting from virtual reality. Korean J Vis Sci. 2010;12(3):153-162.
- [13] Teixeira J, Palmisano S. Effects of dynamic field-of-view restriction on cybersickness and presence in HMD-based virtual reality. Virtual Real. 2021;25:433-445. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00466-2>
- [14] Aykent B, Yang Z, Merienne F, et al. Simulation sickness comparison between a limited field of view virtual reality head mounted display (Oculus) and a medium range field of view static ecological driving simulator (Eco2). Driving Simulation Conference Europe 2014 Proceedings. 2014;65-71.
- [15] Sparto PJ, Whitney SL, Hodges LF, et al. Simulator sickness when performing gaze shifts within a wide field of view optic flow environment: preliminary evidence for using virtual reality in vestibular rehabilitation. J Neuroeng Rehabil. 2004;1(1):14. DOI: <https://doi.org/10.1186/1743-0003-1-14>
- [16] Adhanom IB, Griffin NN, MacNeilage P, et al. The effect of a foveated field-of-view restrictor on VR sickness. 2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR). 2020;645-652. DOI: <https://doi.org/10.1109/VR46266.2020.00087>
- [17] Kuze J, Ukai K. Subjective evaluation of visual fatigue caused by motion images. Displays. 2008;29(2):159-166. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.displa.2007.09.007>
- [18] Bruck S, Watters PA. The factor structure of cybersickness. Displays. 2011;32(4):153-158. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.displa.2011.07.002>
- [19] Kim DJ, Park MC, Lee SH, et al. The influence of office indoor air quality on the dry eye symptom of contact lens wearers. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2012;17(2):215-222.
- [20] Chung B, Choi M, Lee KY, et al. Comparing dry eye disease after small incision lenticule extraction and laser subepithelial keratomileusis. Cornea. 2020;39(4):501-507. DOI: <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000002240>

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

강현구<sup>1</sup>, 김성희<sup>2</sup>, 이호성<sup>2</sup>, 홍형기<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>가톨릭관동대학교 안경광학과, 교수, 강릉 25601

<sup>2</sup>서울과학기술대학교 안경광학과, 학생, 서울 01811

<sup>3</sup>서울과학기술대학교 안경광학과, 교수, 서울 01811

투고일(2021년 11월 25일), 수정일(2021년 12월 9일), 게재확정일(2021년 12월 20일)

**목적:** 본 실험에서는 VR을 착용하여 영상을 장시간 시청할 경우에 화면 크기에 따라 발생할 수 있는 피로와 멀미에 대해 알아보려 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 30도 일 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.

**주제어:** 가상 현실, 화면 크기, 피로도, 사이버 멀미

Appendix

Simulator sickness questionnaire<sup>[17]</sup>

평가요소	항목	1	2	3	4	5	6	7
		증상 없음	아주 약간	조금 느낌	보통	조금 심함	심함	매우 심함
눈의 불편함	흐려 보이거나 번져 보임(Blurry)							
	건조함/뻘뻘함(Dry eyed)							
	피로함(Eye strain)							
	이물감(모래가 있는 것 같은 느낌)(Gritty)							
	안구의 통증(Eyeache)							
	따가움/쓰라림(바늘로 찌르는 듯한 느낌)(Sting)							
	눈의 줄음/몽롱함Eyes heavy (Heavy eyes)							
	안개 낀 듯 희뿌옇게 보임(Hazy)							
	안구의 발열(Warm eyes)							
	자극을 받아 깜박임(Flickering)							
	눈물이 나는(Watery eyes)							
전반적인 불편함	머리가 무거운 느낌(Feeling heavy in the head)							
	몸이 무거운 느낌(무기력함/축 처짐)(Feel heavy)							
	집중하기 어려움(Difficulty concentrating)							
	어지럽고 핑 도는 느낌(Dizzy)							
	어깨의 뻣근함(Stiff shoulder)							
	목의 뻣근함(Stiff neck)							
	졸림(Sleepy)							
메스꺼움	구토(Vomiting)							
	현기증/어지러움(Vertigo)							
	메스꺼움(토할 것 같은 느낌)(Nausea)							
집중력	한곳을 보기 어려움 (Difficulty focusing)							
	복시(상이 두 개로 보임)(Double vision)							
	가까운 것이 잘 안보임(Near vision difficulty)							
	먼 곳이 잘 안보임(Far vision difficulty)							
두통	관자놀이 쪽 두통(Pain in the temple)							
	이마나 머리 앞쪽 두통(Pain in the middle of the forehead)							
	뒤통수 쪽 두통(Pain in the back of the head)							