

# A Study on the Change in Fatigue and Visual Function when Using Console Games at Near and Far Distances

Hyungoo Kang<sup>1,a</sup>, Hyebin An<sup>2,b</sup>, Mirae Choi<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 Univ. of Science and Technology, Student, Seoul 01811, Korea

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

(Received August 10, 2023; Revised August 29, 2023; Accepted September 18, 2023)

**Purpose:** This study was intended to investigate the effect of distance on changes in visual function and fatigue when playing console games. **Methods:** Thirty male and female subjects with an average age of  $24.56 \pm 1.67$  years without eye disease were tested. A fatigue survey was conducted before and after the console game, and changes in visual function were observed by examining amplitude of accommodation, near point of convergence, and accommodative facility. The game was played for 30 minutes, Nintendo was used at a short distance, and the game was played on a TV at a distance, and the difference according to viewing distance was analyzed using a paired t-test. **Results:** In terms of fatigue, when comparing changes after close and long distance games among 28 items, only the sleepy item showed a significant difference with TV showing a higher score by 0.63 points. In terms of visual function, monocular amplitude of accommodation, near point of convergence, and accommodative facility decreased in near distance games. After the distance game, there was a statistically significant decrease in the near point of convergence and accommodative facility, but no statistically significant change was observed in the amplitude of accommodation. **Conclusions:** Therefore, it is considered that fatigue and changes in visual function caused by console games show a tendency regardless of distance.

**Key words:** Console game, Near distance, Far distance, Fatigue, Visual function

## 서 론

스마트폰, 휴대용 콘솔 게임기의 발전에 따라 영상 시청, 문서 작성, 게임 등 과거에는 PC로만 가능했던 작업이 모바일 기기로도 가능하게 되었다. 디지털 기기가 소형화되고 성능이 발달하면서 게임시장 또한 변화를 가져왔다. 한국콘텐츠진흥원에서 발간한 '2022 대한민국 게임백서'에 따르면 PC 온라인 게임 시장이 둔화됨에 따라 모바일 게임 시장이 84.2%로 국내 게임 시장에서 가장 높은 점유율을 차지하게 되었고, 콘솔 게임 시장도 17.9%로 PC 게임의 54.2%에 이어 세 번째를 차지하였다.<sup>[1]</sup>

또한 '2022 게임 이용자 실태조사'에 따르면 모바일 게임의 하루 평균 이용 시간은 주중 81분, 주말 118분을 기록하였고, 콘솔 게임의 경우에도 주중 69분, 주말 110분의 높은 이용 시간을 보였다.<sup>[2]</sup> 이는 모바일 기기의 특성상 휴대성이 높아 대중교통 등 실외에서 이용이 편리하기 때문이다. 하지만 모바일 게임 이용 시간의 증가는 고정되지

않은 스크린과 근거리 시청으로 인해 안정피로와 시각적 문제를 일으킬 가능성이 있다.

근거리에서 TV, PC, 노트북, 스마트폰 등을 시청한 경우 시기능과 피로도 연구들을 살펴보면 대부분 조절 기능의 감소와 피로도 증가를 보고했다. 박 등<sup>[3]</sup>의 연구에서는 스마트폰을 5~20분간 시청 후 외사위로 변화되었고, 폭주근 점은 멀어졌으며, 모니터보다 더 큰 시각적 피로를 유발한다고 하였다. 스마트폰을 이용한 근거리 작업 후 20대 폭주부족안의 폭주기능과 조절기능 변화를 알아본 결과 정상안에서는 폭주 근점이 멀어졌지만, 폭주부족 안에서는 변화가 없었다고 하였으며, 근거리 사위도는 폭주부족 안에서 유의한 차이를 보였고, 조절 기능 또한 변화하였으며, 폭주부족안의 경우 안정피로가 증가하였다.<sup>[4,5]</sup> 2015년의 강 등<sup>[6]</sup>의 연구에 따르면 근거리에서 스마트폰으로 동영상 시청 후 일부 조절 기능이 감소하는 영향이 있다고 보고하였고, 또한 40분 정도 컴퓨터 게임을 한 경우 최대 조절력, 조절 용이성, 조절 래그, 상대 조절은 모두 감소하였으며,

\*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/0009-0008-2434-7072, <sup>c</sup>https://orcid.org/0009-0002-5943-2302, <sup>d</sup>https://orcid.org/0000-0001-5249-9243

수평방향으로 잦은 안구 이동이 있는 경우 더 큰 안정피로가 유발된다고 하였다.<sup>17)</sup>

더불어 2014년 하 등<sup>18)</sup>의 연구에 따르면 근거리에서 시각매체의 재질에 따라 조절 시스템에 영향을 미친다고 보고하였고, 종이책과 태블릿 PC를 30분간 읽고 시기능 정상 안과 이상 안의 양안 시기능 변화 연구를 살펴본 결과 시기능 정상 안과 이상 안에서 변화 양상이 달랐으며, 자각증상의 차이를 유발한다고 하였다.<sup>19)</sup>

시청 매체 이외에도 작업환경, 시청각도, 자세, 수동 및 능동성 등 다양한 요인들에 의해 영향을 받을 수 있다는 점을 고려하여 사용자가 직접 조작할 수 있는 단순 영상 시청 상황이 아닌 게임과 같은 능동적인 환경에도 연구가 진행될 필요가 있다. 또한 소형 휴대용 게임기와 관련한 연구는 주 연령층이 근시 유병률이 높은 청소년기인 만큼 이에 대한 연구가 필요한 실정이다. 대중적인 휴대용 게임 기기인 닌텐도 스위치는 소형 화면의 휴대용 게임기지만 기기 특성상 TV에 연결하여 대형화면으로도 게임을 즐길 수 있는데 최근 스마트폰에서도 간단히 TV에 연결할 수 있는 형태로 발전하게 되면서 거리 조건의 차이가 눈의 조절 기능에 어떻게 영향을 미치는지도 알아보고자 하였다. 따라서 본 연구에서는 소형 휴대용 게임기기인 닌텐도사의 스위치를 이용하여 동일한 게임을 진행할 경우 같은 시청각도의 근거리 스크린과 원거리 TV에서의 차이가 시기능과 피로도에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 실험대상

본 실험에는 안질환이나 기타 질환이 없는 19~28세(남: 12, 여: 18명, 평균나이: 24.56±1.67세)의 성인 30명을 실험 대상으로 하였다. 실험 전 시력검사를 실시하여 나안 또는 교정시력이 0.8 이상인 피실험자만 선별하였다.

### 2. 실험기기

본 실험에 사용된 제품은 닌텐도사의 닌텐도 스위치를 이용하였다(Fig 1).

조이콘의 크기를 제외한 화면의 크기는 10.2 cm × 23.9



Fig. 1. Nintendo switch.

cm × 1.3 cm, 무게는 297 g이다. 사양은 디스플레이 6.2인치 HD (1280 × 720) RGB 서브픽셀 방식의 JDI IPS TFT-LCD (237 ppi)이다. TV에 연결 시 HDMI 케이블을 통해 출력되며 기본 1080p, 휴대 모드 시 기본 720p로 출력된다.<sup>110)</sup>

디스플레이 장치로는 The ham 사의 코스모 C750UHD 제품을 이용하였다. TV의 기본적인 사양으로는 LED로 화면의 크기는 75인치(190 cm)이다. 디스플레이의 해상도는 UHD (3840 × 2160) 급이며 화면의 밝기는 350 cd/m<sup>2</sup>이다.<sup>111)</sup>

### 3. 실험 방법

실험은 먼저 사전 설문조사와 시기능 검사를 실시하고 10분을 휴식하고 30분 동안 닌텐도 또는 TV로 게임을 플레이하고 사후 설문조사와 시기능 검사를 진행하였다 (Table 1).

TV의 경우 화면은 앉았을 때 시선이 정면을 향한 위치에서, 닌텐도의 경우 거치대에 놓인 화면을 주시한 위치에서 진행하였다. 닌텐도 스위치는 근거리 조건인 0.4m로 설정하였고, TV는 닌텐도 스위치를 0.4m에서 봤을 때 동일한 각도가 시야를 차지하는 거리인 4m로 설정하였다 (Fig. 2).

실험에 사용된 게임은 가장 대중성이 높으며 조작법을 쉽게 익힐 수 있는 레이싱 게임인 마리오 카트로 선정하였다(Fig. 3). 실험 순서에 따른 영향을 줄이기 위해 실험 대상의 절반은 먼저 TV로 게임을 진행 후, 닌텐도 스위치로 진행하였으며, 나머지 절반은 닌텐도 스위치로 진행 후 TV로 진행하였다. 시각적 피로를 고려하여 첫 번째 실험 후 7일간의 휴식시간을 둔 후에 두 번째 실험을 진행하였

Table 1. Experiment sequence

1. Preliminary questionnaire
2. Pre-visual function test
3. Break for 10 minutes
4. Game played for 30 minutes (Nintendo/TV)
5. Questionnaire and Post-visual function test

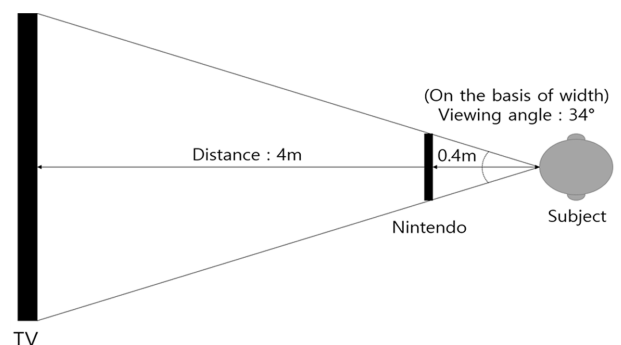


Fig. 2. Experimental setup.



Fig. 3. Screenshot of the Mario Kart game.

다. 또한 시선 이동으로 인한 영향을 배제하기 위해 최대한 피검자에게 화면만 주시하도록 한 후 실험을 진행하였다. 게임 시작 전, 피검자의 게임 숙련도를 알아보기 위한 사전 설문지를 실시하였는데 평소 모바일 게임을 즐기는 사람이 57%를 차지하였고, 53%는 하루에 20~30분 정도 게임을 한다고 답했다. 따라서 본 실험에서도 게임 진행 시간을 30분으로 설정하였다. 사전 설문지 작성 후 피로도를 측정하기 위한 SSQ(simulator sickness questionnaire)와 근거리 시기능 변화를 평가하기 위한 조절관련 검사 중 기존에 변화가 관찰되었던 최대조절력, 폭주근점, 조절용이성검사를 실시하였다. 모든 검사 후 10분간의 휴식시간을 가지고 게임 숙련도에 따라 닌텐도 스위치의 조작법과 게임의 이해를 위한 튜토리얼을 진행 후 30분간 게임을 진행하였다. 게임 후 동일한 시기능 검사와 피로도 설문지를 실시해 값을 비교하고자 하였다(Fig. 4). 본 연구에서는 보완된 SSQ의 5가지 범주, 28개 항목을 사용하여 평가하였다. 보완된 SSQ는 MSQ(the pensacola motion sickness questionnaire)에서 발전된 방법으로 Kennedy 등에 의해 개발되어 시뮬레이터 멀미의 증상을 측정하고 평가하는 여러 방법들 가운데 현재 가장 널리 이용되는 설문지이다. 눈의 피로, 일반적인 불편함, 메스꺼움, 초점 맞추기 어려움, 두통 5가지 범주에 28가지 항목으로 평가요소를 나누

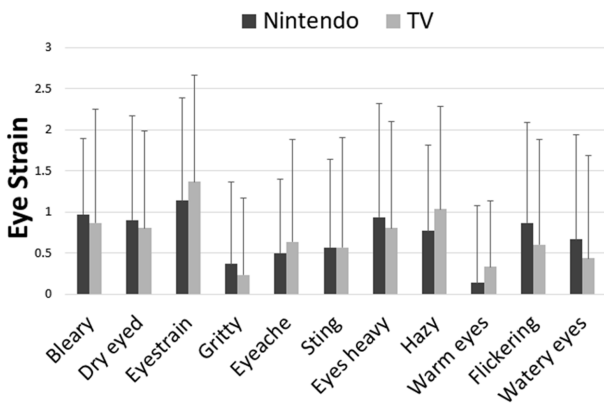


Fig. 4. SSQ score difference changes in eye strain category.

었으며, 모든 항목의 정도는 최소 1점 무증상에서 7점 매우 심각한 증상으로 7점 척도로 게임 전, 후 피검자가 응답하여 증상 변화를 평가하였다.<sup>[12]</sup>

#### 4. 통계 분석

시청거리에 따른 차이는 같은 수의 동일한 두 표본 집단 간의 차이를 SPSS for Windows (ver 19.0)를 이용하여 대응 표본 t-검정을 사용하여 분석하였으며, 모든 통계적 유의 확률은 0.05 이하일 때로 하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 피로도

피로도 설문은 5가지 범주로 나누어 근거리에서 닌텐도 게임 진행 후의 값에서 게임 진행 전 값을 뺀 차이 값과 원거리에서 TV 게임 전과 후 차이 값을 비교하여 통계적으로 유의미한 차이가 있는지 분석하였다. 피로도 검사의 28가지 항목을 비교했을 때 졸림(sleepy) 항목을 제외하고 유의한 차이를 보이지 않았지만, 원거리 TV, 근거리 닌텐도 게임 후 전체적으로 피로도가 비슷한 정도로 증가하는 경향이 있었다.

##### 1) 눈의 피로(eye strain)

닌텐도와 TV 게임 진행 후 눈의 피로(eye strain) 범주의 11가지 항목 모두 유의한 차이를 보이지 않았다. 다만 흐릿함(hazy) 항목의 피로도 차이는 닌텐도 보다 TV에서 0.2 정도 더 큰 것으로 나타났으나 유의하지는 않았다( $p=0.087$ ).

전체적으로 살펴보면 닌텐도, TV 게임 진행 후 비슷한 정도로 피로도가 증가하는 경향을 보였고, 눈의 피로(eye strain) 항목에서 피로도가 근거리에서 닌텐도로 게임 전  $2.87 \pm 1.53$ 에서 게임 후  $4.00 \pm 1.10$ 으로, 원거리에서 TV로 게임 전  $2.37 \pm 1.2$ 에서 게임 후  $3.73 \pm 1.46$ 으로 비교적 큰 폭으로 증가하였으나 유의하지는 않았다(Fig. 4).

##### 2) 일반적인 불편함(general discomfort)

일반적인 불편함 범주에서는 7가지 항목 중에서 졸림(sleepy) 항목만이 유의한 차이를 보였다( $p=0.032$ ). 닌텐도에서는 게임 전  $3.23 \pm 1.83$ , 후  $3.26 \pm 1.57$ 로 거의 차이가 없었고, TV에서는 게임 전  $2.47 \pm 1.22$ , 후  $3.10 \pm 1.94$ 로 증가하여 유의한 차이를 확인할 수 있었다(Fig. 5).

또한 집중하기 어려움(difficult concentrating) 항목에서는 피로도가 닌텐도 게임 후 보다 TV게임 후 0.4정도 더 큰 폭으로 증가하였지만 유의한 차이는 아니었다( $p=0.089$ ).

특히 어지러움(dizzy) 항목에서 닌텐도 게임 전  $1.37 \pm 0.76$

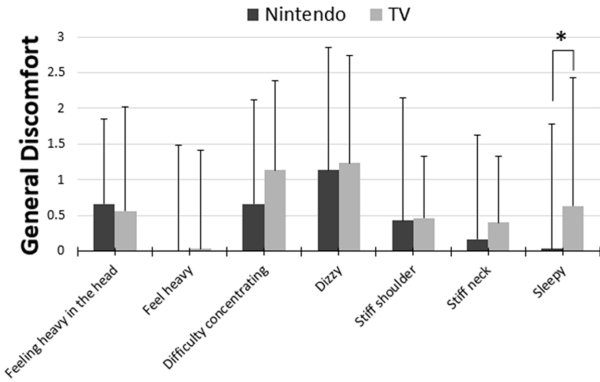


Fig. 5. SSQ score difference changes in general discomfort category.  
\*:  $p < 0.05$

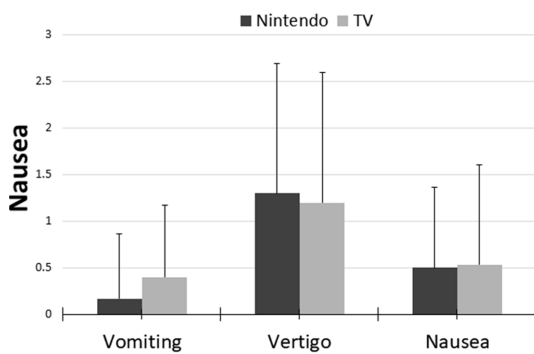


Fig. 6. SSQ score difference changes in nausea category.

에서 게임 후  $2.50 \pm 1.59$ 로, TV 게임 전  $1.30 \pm 0.54$ 에서 게임 후  $2.53 \pm 1.59$ 로 모두 피로도가 큰 폭으로 증가함을 확인할 수 있었다.

3) 메스꺼움(nausea)

메스꺼움 범주에서의 3가지 항목 모두 유의한 차이는 보이지 않았다. 다만 구토(vomiting) 항목의 피로도 차이는 닌텐도보다 TV에서 0.2 정도 더 큰 것을 확인할 수 있었지만 유의한 차이는 아니었다( $p=0.073$ ).

특히 현기증(vertigo)항목에서는 근거리에서 닌텐도 게임 전  $1.10 \pm 0.31$ , 후  $2.40 \pm 1.40$ 로, 원거리에서 TV 게임 전  $1.10 \pm 0.31$ , 후  $2.30 \pm 1.51$ 로 모두 피로도가 큰 폭으로 증가하는 경향을 보였다(Fig. 6.).

4) 초점 맞추기 어려움(focusing difficulty)

초점 맞추기 어려움(focusing difficulty) 범주에서의 4가지 항목 모두 유의미한 차이는 보이지 않았다. 전체적으로 살펴보면 초점 맞추기 어려움(difficulty focusing) 항목에서 닌텐도 게임 전과 후 차이가, TV에서는 복시(double vision) 항목에서 피로도 차이가 제일 컸고, 닌텐도와 TV 모두 원거리 시력 불량(far vision difficulty)항목에서 변화

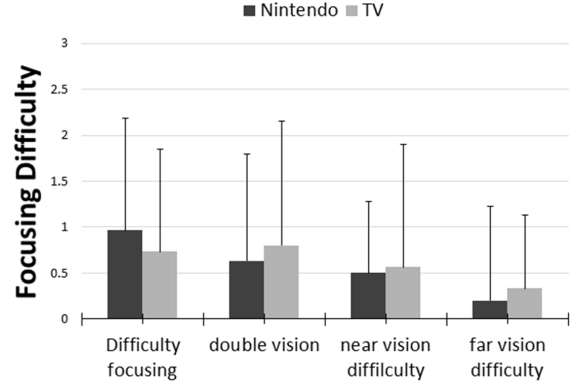


Fig. 7. SSQ score difference changes in focusing difficulty category.

량이 가장 적음을 확인할 수 있었다(Fig. 7).

5) 두통(headache)

두통(headache) 범주에서는 3가지 항목 모두 유의미한 차이를 보이지 않았다. 전체적으로 닌텐도와 TV의 피로도 차이는 거의 없고 모두 비슷한 정도로 게임 후 피로도가 약간 증가하는 경향을 볼 수 있다(Fig. 8).

6) 범주별 피로도의 변화량 차이

피로도의 28가지 항목을 5가지 범주인 눈의 피로(eye strain), 일반적인 불편함(general discomfort), 두통(headache), 멀미(nausea), 초점 맞추기 어려움(focusing difficulty)로 나누었다. 원거리 TV 게임 후 피로도 변화량과 근거리 닌텐도 게임 후 변화량의 평균값을 비교하였을 때 일반적인 불편함 범주에서만 통계적 유의한 차이를 보였다( $p=0.04$ ). 전반적으로 근거리, 원거리 상관없이 모든 범주에서 피로도가 일정하게 증가함을 알 수 있다(Fig. 9).

7) 피로도 변화에 대한 고찰

피로도 측정 결과 근거리와 원거리를 비교했을 때 졸림(sleepy) 항목만이 유의한 차이를 보였다. 이는 원거리인

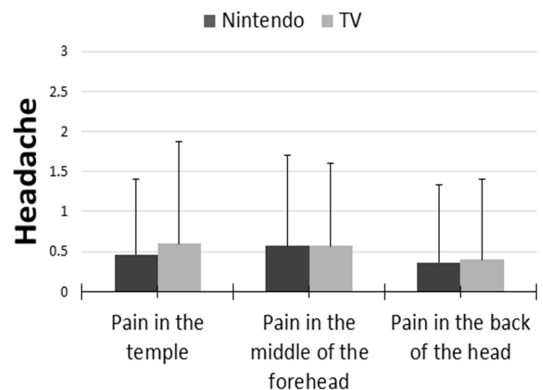


Fig. 8. SSQ score difference changes in headache category.



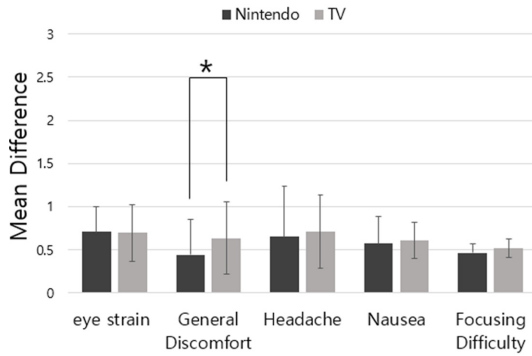


Fig. 9. Differences in visual fatigue survey. (after average - before average)

\*:  $p < 0.05$

TV에서 게임하고 난 후 근거리인 닌텐도보다 더 졸림을 뜻하는데 이러한 차이를 보인 이유는 근거리에서 닌텐도 게임 시 더 집중하는 것으로 사료된다. 초점 맞추기 어려움(difficult concentrating) 항목에서도 나와 있듯 닌텐도 게임 후보다 TV 게임 후 피로도가 0.4정도 더 큰 폭으로 증가하는데 이렇게 집중력에서 차이가 나는 것은 자세와 주변 시의 영향으로 생각된다. 근거리 닌텐도의 경우 평상시에 익숙한 독서 자세이고 상대적으로 주변의 영향을 덜 받는다. TV의 경우는 고개를 들어야 하는 자세가 요구되는데 뻣뻣한 목(stiff neck) 항목에서 닌텐도 보다 더 높은 피로도 증가를 확인할 수 있었다. 따라서 평상시와 다른 이러한 주시 선의 차이가 원인이 될 수 있다. 또한 TV는 조명의 바로 아래에 위치하고 있고 주변 시로 인해 주변의 배경과 물체들이 보이는 것에 영향을 받아 집중력이 저하된 것으로 생각된다. 하지만 닌텐도와 TV 게임 후 둘의 차이는 미미하였는데 이는 동일한 시야각을 가진 거리에서 게임을 진행하였고 디스플레이의 질 개선으로 닌텐도와 TV에서 게임을 할 때 시각적으로 큰 차이를 느끼지 못한 것으로 생각된다.

기존의 연구를 보면 30분간 근거리에서 스마트폰 영상 시청 후 안구 피로, 불편함 항목에서 비교적 큰 차이를 확

인할 수 있었는데,<sup>[4,5]</sup> 본 연구의 경우 기존의 연구와 비슷한 항목인 안구 피로(eye strain)에서 1 이상의 큰 차이를 보였다. 또한 근거리에서 2D 디스플레이로 영상 시청 후 피로도 변화를 연구들에 따르면 30분간의 영상 시청은 대부분의 항목에서 피로도의 차이가 미미하였지만,<sup>[13]</sup> 본 연구에서는 피로도가 전반적으로 증가하는 경향을 보였다. 원거리의 경우 기존의 연구에서 강 등<sup>[13]</sup>이 실시한 2D 디스플레이 영상 시청 후 피로도의 변화를 보면 눈의 피로 항목의 경우 0.86으로 변화량이 제일 컸고 나머지 항목에서는 변화가 크지 않았다. 하지만 본 연구의 경우 근거리와 원거리에서 차이가 크다고 언급한 눈의 피로 외에도 어지러움, 현기증 항목에서 모든 경우 피로도가 1 이상으로 증가하였고 대부분 항목에서 영상 시청 후보다 비교적 큰 폭으로 변화한 것을 확인할 수 있었다. 따라서 30분 동안 영상을 시청하는 것보다 게임을 할 때 더 피로감을 느낀다고 할 수 있는데 레이싱 게임의 특성상 빠른 속도로 움직이는 물체나 주변의 배경이 멀미나 안정피로를 유발하는 것으로 사료된다.

## 2. 시기능 변화

시기능 변화량을 측정하기 위해 최대 조절력, 폭주 근점, 조절 용이성 검사를 진행하였다. 각각의 항목에 대해서 근거리인 닌텐도에서 게임 전과 후 차이를 통계적으로 유의미한지 분석하였고, 원거리인 TV에서도 게임 전과 후 차이를 분석하였다. 또한 닌텐도 게임 진행 후에서 전을 뺀 차이 값과 TV에서의 차이 값을 서로 비교하여 유의한 차이를 보이는지 분석하였다. 그 결과 닌텐도 게임 후 우안, 좌안이 게임 전에 비해 최대 조절력이 유의하게 감소하는 경향을 보였고, 닌텐도와 TV 게임 후 모두 유의하게 폭주 근점은 증가하고, 조절 용이성은 감소하는 변화가 있었다. 닌텐도 게임 후에서 전의 값을 뺀 차이 값을 TV와 비교해 보면 최대 조절력 우안을 제외하고 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

Table 2. Result of visual function test before and after playing game

Visual Function	Nintendo			TV			
	Pre	Post	p-value	Pre	Post	p-value	
A.A.	O.D (D)	12.24±2.89	11.47±3.19	0.022*	11.96±2.98	12.31±4.02	0.228
	O.S (D)	12.42±2.67	11.58±2.71	0.026*	11.67±2.14	11.54±3.00	0.377
	O.U (D)	14.20±3.50	13.55±4.20	0.082	13.99±4.05	13.55±3.74	0.205
N.P.C	Break (cm)	6.10±2.10	7.12±2.70	0.000*	6.30±2.10	7.25±2.51	0.000*
	Recovery (cm)	8.48±2.44	9.78±2.87	0.000*	8.58±2.33	9.66±2.65	0.000*
A.F.	O.D (cpm)	12.02±5.14	9.50±4.70	0.000*	12.68±5.22	11.15±4.7	0.003*
	O.S (cpm)	11.28±4.40	8.80±4.70	0.000*	12.03±4.89	9.87±4.58	0.000*
	O.U (cpm)	11.30±4.47	8.82±4.52	0.000*	12.12±4.41	10.25±4.12	0.000*

A.A.: Amplitude of accommodation, N.P.C.: Near point of convergence, A.F.: Accommodative facility

1) 최대 조절력

닌텐도 게임 후, 양안의 최대 조절력 변화량은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았지만( $p=0.082$ ), 우안과 좌안의 변화량은 통계적으로 유의한 차이를 보였다(O.D  $p=0.022$ , O.S.  $p=0.026$ ). 전체적으로 단안, 양안 모두 게임 전보다 최대 조절력이 감소하는 경향을 보였다(Table 2).

TV 게임 후 우안의 최대 조절력 변화량은 근소하게 증가하고, 좌안과 양안은 약간 감소하는 경향을 보였으나 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(O.D,  $p=0.228$ , O.S,  $p=0.377$ , O.U,  $p=0.205$ ).

게임 진행 후의 값에서 전의 값을 뺀 차이 값으로 닌텐도와 TV를 비교해 보면(Fig. 10), 근거리에서 닌텐도를 이용했을 경우 전체적으로 TV보다 최대 조절력이 더 감소하였고 우안에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p=0.018$ ).

2) 폭주 근점

근거리에서 닌텐도 게임 후 분리점과 회복점 모두 증가하는 경향을 보였으며(Table 2), 통계적으로 유의한 차이를 보였다(break  $p=0.000$ , recovery  $p=0.000$ ).

원거리에서도 마찬가지로 TV 게임 후 분리점과 회복점

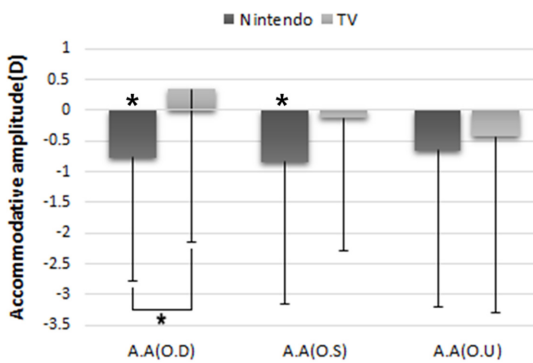


Fig. 10. Differences in accommodative amplitude. \*:  $p<0.05$

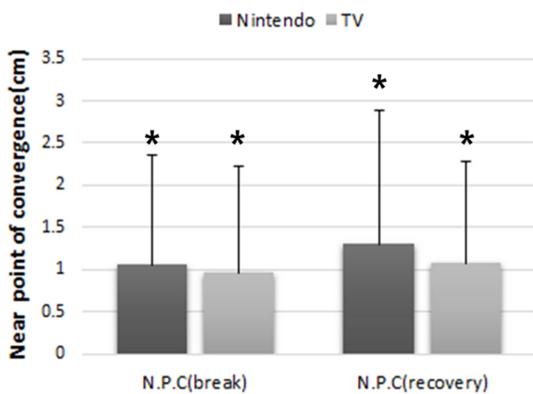


Fig. 11. Differences in near point of convergence. \*:  $p<0.05$

모두 증가하였고, 통계적으로 유의한 차이를 보였다(break  $p=0.000$ , recovery  $p=0.000$ ).

게임 진행 후의 값에서 게임 진행 전 값을 뺀 차이 값으로 닌텐도와 TV를 비교한 Fig. 11을 보면 닌텐도를 이용하여 게임을 진행했을 시 폭주근점이 더 증가하였으나 그 차이 값은 미미하여 통계적으로도 유의성을 보이지 않았다(break  $p=0.395$ , recovery  $p=0.624$ ).

결과적으로 닌텐도와 TV에서 게임 후 모두 폭주 근점이 증가함을 알 수 있다(Fig. 11).

3) 조절 용이성

근거리 닌텐도 게임 후 조절 용이성은 단안, 양안 모두 감소하는 경향을 보였다(Table 2). 닌텐도 게임 후 조절 용이성의 변화량은 단안, 양안 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였다(O.D.  $p=0.000$ , O.S.  $p=0.000$ , O.U.  $p=0.000$ ).

마찬가지로 원거리에서 TV 게임 후 조절용이성은 모두 감소하였고 통계적으로도 유의한 차이를 확인할 수 있었다(O.D.  $p=0.003$ , O.S.  $p=0.000$ , O.U.  $p=0.000$ ). 게임 후에서 전의 값의 차이로 닌텐도와 TV를 비교한 Fig. 12를 보면 전체적으로 닌텐도를 이용하여 게임을 진행했을 시 조절 용이성이 더 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(O.D  $p=0.082$ , O.S  $p=0.348$ , O.U  $p=0.147$ ). 결과적으로 닌텐도와 TV 게임 후 모두 조절용이성이 감소함을 알 수 있다(Fig. 12).

4) 시기능 변화에 관한 고찰

근거리에서 닌텐도 게임 진행 후와 원거리에서 TV 게임 진행 후 시기능 변화를 살펴보면 최대 조절력은 닌텐도 게임 후 우안, 좌안만이 유의미하게 감소하였고, TV 게임 후는 모두 유의미한 차이를 보이지 않았다. 닌텐도와 TV 게임 후 변화량을 비교해보면 전체적으로 닌텐도 게임 후 TV 보다 최대조절력이 더 감소하는 경향을 보였고 우안에서는 통계적으로 유의한 차이를 확인할 수 있었다. 기존의

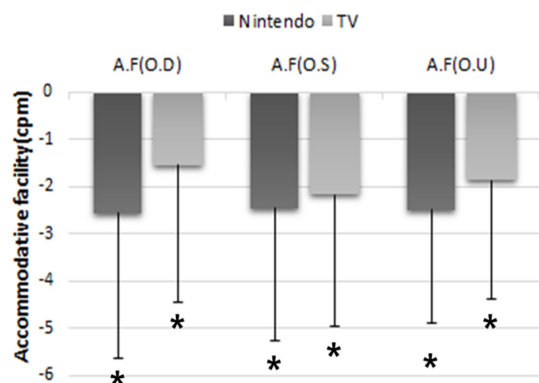


Fig. 12. Differences in accommodative facility. \*:  $p<0.05$

연구를 살펴보면 임상 굴절검사에서 근거리 주시로 인한 변화를 확인하기 위해서는 최대 조절력의 측정이 근시성 변화와 유의한 관련성을 보인다고 하였다.<sup>[14]</sup> 따라서 최대 조절력이 근거리 닌텐도 게임에서만 유의한 변화를 보인 것은 이전의 연구와 비슷한 결과를 보인 것이라고 생각할 수 있다.

폭주근점은 닌텐도와 TV 게임 후 모두 분리점과 회복점이 유의미하게 증가하였으나 닌텐도와 TV를 비교해 볼 때 그 차이는 미미하여 통계적으로 유의미하지 않았다. 조절 용이성 역시 닌텐도와 TV 게임 후 모두 유의미하게 감소하였고 닌텐도와 TV를 비교해보면 전체적으로 닌텐도에서 조절 용이성이 더 감소하는 경향을 보이나 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다.

근거리 스마트폰 영상 시청에 관한 연구를 살펴보면 지속적인 근거리 작업이 폭주근점의 변화와 조절 용이성 감소 등 조절 기능에 영향을 준다고 하였다.<sup>[4,5]</sup> 본 연구에서도 기존의 연구양상과 비슷한 조절 기능의 변화가 관찰되었다. 이는 임의의 거리에 있는 물체를 주시할 때 조절과 동시에 폭주가 지속적으로 발생하게 되어 눈에 부담을 주게 되고 그로 인해 폭주와 조절여력이 일시적으로 남아있게 되어 영향을 미친 것으로 생각된다. 또한 30분 동안 물체를 응시하면서 섬모체근이 지속적으로 수축해 수정체가 긴장하게 되어 조절 반응속도의 저하를 유발한 것으로 생각된다.

하지만 기존의 연구에서 원거리에서 TV 영상 시청 후 시기능 변화를 보면 본 연구와는 달리 영상 시청 전후 유의한 차이가 없었음을 볼 수 있었다.<sup>[15]</sup> 이는 본 연구에서는 단순히 영상 시청같이 수동적인 환경이 아니라 사용자가 보다 능동적으로 참여할 수 있는 게임을 진행하여 더 높은 집중도를 요구하고, 게임 특성상 한 곳에만 응시하며, 빠른 속도로 변화하는 배경이 우리 눈에 더 큰 부담을 준 것으로 사료된다.

## 결 론

본 연구는 대학생 30명을 대상으로 원, 근거리에서 콘솔 게임 시 전후의 차를 알아보기 위해 피로도와 시기능 검사를 실시하였고 다음과 같은 결과를 얻었다.

피로도의 경우 근거리에서 전후의 차이와 원거리에서 전후의 차이를 비교하였을 때 28가지 항목 중 유일하게 졸림(sleepy)에서만 통계적으로 유의한 차이를 보였고 그 외에 항목에서 전체적으로 비슷하게 피로도가 증가하는 경향을 보인다.

시기능 검사의 경우 최대 조절력은 근거리 닌텐도 게임 후 모두 감소하였고 우안과 좌안은 통계적으로 유의한 값

을 보였다. 원거리 TV의 경우 최대 조절력은 좌안과 양안에서 감소하고 우안은 근소하게 증가하였지만 통계적으로 유의한 값을 보이지 않았다. 폭주 근점은 근거리와 원거리 게임 후 모두 분리점과 회복점이 증가하였으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 조절 용이성은 근거리 게임 후 원거리 게임 후 모든 경우에서 2~3회 감소되었으며 통계적으로 유의한 값을 보였다.

콘솔 게임 후 시청거리에 따른 피로도와 시기능의 변화의 경우 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 30분간의 게임으로 인해 유발되는 피로도와 시기능의 변화는 거리에 크게 영향을 받지 않는 것으로 생각된다. 하지만 근거리 게임 후, 원거리 게임 후 각각의 피로도와 시기능 검사에서 통계적으로 유의한 변화량을 확인할 수 있었다.

기존의 영상 시청 후 피로도의 변화를 관찰한 연구를 보면 근거리 원거리 모든 경우에서 눈의 피로(eye strain)을 제외한 항목에서 피로도는 큰 차이를 보이지 않았다.<sup>[4,5,13]</sup> 본 연구는 마찬가지로 거리에 상관없이 눈의 피로(eye strain) 항목에서 큰 차이를 보이며 그 외에 어지러움(dizzy)와 현기증(vertigo) 항목에서도 피로도가 큰 폭으로 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

또한 영상 시청 후 시기능 변화를 관찰한 연구를 보면 근거리에서는 기존의 연구와 비슷한 양상을 보였다.<sup>[3,9]</sup> 하지만 원거리의 경우 영상 시청 후 큰 차이를 보이지 않았던 것에 비해 게임 후 시기능의 변화는 비교적 크게 나타났다.

본 연구에서는 기존의 선행연구인 영상 시청 후와 비교하였을 때 피로도와 시기능의 변화량은 비정상적인 차이는 아니었지만 단순히 게임 전후를 비교하였을 때 피로도는 거리의 상관없이 비교적 크게 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 기존에 연구에서는 주변 소음이 작업 수행과 피로도에 영향을 미친다고 보고했다.<sup>[16,17]</sup> 본 연구에서는 게임 사운드에 대해 제한을 두지 않았고, 원거리 주시 시 주변 환경을 통제하지 못해 피로도가 증가한 것으로 사료된다. 따라서 추후 연구에서는 보완된 실험 환경에서 실험이 진행될 필요가 있다.

## References

- [1] Korea Creative Content Agency. 2022 Korea game white paper, 2022. <https://www.kocca.kr/seriousgame/archives/view.do?nttId=2001935&bbs=42&bbsId=B0158968&nttId=2001933&pageIndex=1> (25 June 2023).
- [2] Korea Creative Content Agency. 2022 Korea game user fact-finding survey, 2022. <https://www.kocca.kr/kocca/bbs/view/B0000147/2001145.do?searchCnd=&searchWrd=&cateTp1=&cateTp2=&useYn=&menuNo=204153&cat>

- egorys=0&subcate=0&cateCode=&type=&instNo=0&questionTp =&ufSetting=&recovery=&option1=&option2=&year=&morePage=&qtp=&domainId=&sortCode=&pageIndex=1#(25 June 2023).
- [3] Park KJ, Lee WJ, Lee NG, et al. Changes in near lateral phoria and near point of convergence after viewing smartphones. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2012;17(2):171-176.
- [4] Kim SR, Park SY, Yeo HJ, et al. The change of convergence function of convergence insufficiency in their twenties after doing near work using a smartphone. 2018;23(1):47-56. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2018.23.1.47>
- [5] Kim SR, Park MO, Lee SY, et al. The change of accommodative function of vergence anomalies subjects in their twenties after near work with smartphone. 2017;22(1):71-80. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2017.22.1.71>
- [6] Kang YJ, Leem HS. Effects of smartphone usage with contents and smartphone addiction on accommodative function. *Korean J Vis Sci.* 2015;17(3):289-297. DOI: <https://doi.org/10.17337/JMBI.2015.17.3.289>
- [7] Kwon KI, Woo JY, Park M, et al. The change of accommodative function by the direction of eye movements during computer game. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2012;17(2):177-184.
- [8] Ha NR, Kim CJ, Jung SA, et al. Comparison of accommodative system according to the material and font size of near visual media. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2014;19(2):217-224. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2014.19.2.217>
- [9] Kim J, Song SH, Kim JM, et al. Correlation of subjective symptom and reading speed after reading paper book and e-book using tablet PC. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2018;23(2):151-161. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2018.23.2.151>
- [10] Nintendo. Nintendo Switch, 2023. <https://www.nintendo.co.kr/hardware/detail/switch/>(25 June 2023).
- [11] The Ham. Cosmo C750UHD, 2023. <https://prod.danawa.com/info/?pcode=6271176>(25 June 2023).
- [12] 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>
- [13] Kang H, Oh S, Kim Y, et al. Study of change of fatigue and visual function before and after viewing 2D and 3D at near distance. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2017;22(2):119-126. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2017.22.2.119>
- [14] Oh SJ, Noh JH, Yu DS, et al. Relationship between more myopic errors and accommodative functions after near-work. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2021;26(4):261-266. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2021.26.4.261>
- [15] Kang HG, Jang YS, Kim UJ, et al. Study of the change of the fatigue and the visual function before and after viewing 2D and 3D movies. *Korean J Vis Sci.* 2016;18(2):121-133. DOI: <https://doi.org/10.17337/JMBI.2016.18.2.121>
- [16] Fredriksson S, Hammar O, Torén K, et al. The effect of occupational noise exposure on tinnitus and sound-induced auditory fatigue among obstetrics personnel: a cross-sectional study. *Occup Environ Med.* 2015;5(3):e005793. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-005793>
- [17] Jafari MJ, Sadeghian M, Khavanin A, et al. Effects of noise on mental performance and annoyance considering task difficulty level and tone components of noise. *J Environ Health Sci Eng.* 2019;17(1):353-365. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40201-019-00353-2>



## 근거리와 원거리에서 콘솔게임을 이용했을 때 피로도와 시기능 변화에 관한 연구

강현구<sup>1</sup>, 안혜빈<sup>2</sup>, 최미래<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(2023년 8월 10일), 수정일(2023년 8월 29일), 게재확정일(2023년 9월 18일)

**목적** : 본 연구는 콘솔게임을 할 때 거리가 시기능 변화와 피로도에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. **방법** : 안질환이 없는 평균 24.56세( $\pm 1.67$ )의 피검자 남녀 30명을 대상으로 실시하였다. 콘솔게임 전·후로 피로도 설문을 실시하고, 최대조절력, 폭주근점, 조절용이성을 각각 검사하여 시기능 변화를 관찰하였다. 게임은 30분 동안 진행하였으며 근거리에서는 닌텐도를 이용하였고, 원거리에서 TV로 게임을 실시하였으며, 시청거리에 따른 차이를 대응표본 t-검정을 사용하여 분석하였다. **결과** : 피로도의 경우 근거리와 원거리 게임 후 변화를 비교했을 때, 28개의 항목 중에서 졸림(sleepy) 항목만 유의한 차이를 보였으며 TV에서 0.63점 높게 나타났다. 시기능의 경우 근거리 게임에는 단안 최대조절력이 감소하였고, 폭주근점과 조절용이성 또한 감소하였다. 원거리 게임 후에는 폭주근점, 조절용이성이 통계적으로 유의하게 감소하였지만, 최대조절력의 경우 통계적으로 유의한 변화는 관찰되지 않았다. **결론** : 따라서 콘솔게임으로 인해 유발되는 피로도와 시기능의 변화의 경우 거리에 큰 관련이 없는 경향을 보이는 것으로 사료된다.

**주제어** : 콘솔게임, 근거리, 원거리, 피로도, 시기능