

## 스마트폰 사용 시간에 따른 안구온도 변화와 눈의 피로도 분석

한선희\*, 김봉환, 김형수, 정재완, 박지애, 김치환

춘해보건대학교 안경광학과

### Analysis of Eye Fatigue and Change of Eye Temperature according to Smartphone Usage Time

Sun-Hee Han\*, Bong-Hwan Kim, Hyeong-Su Kim, Jae-Wan Jeong, Ji-Ae Park, Chi-Hwan Kim

Dept. of Optometry, Choonhae College of Health Sciences

(Received October 11, 2022; Revised October 29, 2022; Accepted November 10, 2022)

#### Abstract

**Purpose.** To investigate the relationship between changes in eye temperature and eye fatigue according to smartphone usage time.

**Methods.** 15 adults in their 20s were asked to watch a smartphone, and the ocular surface temperature was measured 5 times each using a non-contact infrared thermometer every 10 minutes, and the change was observed.

**Result.** The ocular surface temperature was 36.40°C at the center of the cornea before watching the smartphone, but increased by 0.19°C to 36.59°C after watching the smartphone (SD 36.50±0.10). In addition, in the case of the sclera, it was found that the increase was 0.1°C from 36.48°C before viewing to 36.58°C after viewing (SD 36.53±0.05).

**Conclusion.** It was found that there is a close relationship between smartphone use and changes in eye temperature. In the future, it is thought that the ocular surface temperature can be used as basic data to objectively evaluate eye fatigue.

**Key words :** Cornea, Eye fatigue, Eye temperature, Sclera, Smartphone

---

\*Corresponding author : [hansh@ch.ac.kr](mailto:hansh@ch.ac.kr)

## 1. 서론

현대인들은 다양한 장소에서 스마트폰을 사용하고 있으며, 스마트폰의 이동성 및 편리성 등의 특징으로 인하여 스마트폰 사용자의 18.6%가 스마트폰에 의존하는 것으로 나타날 만큼 스마트폰의 사용시간과 이용횟수가 증가하고 있다<sup>1,2)</sup>.

우리나라의 경우 2009년 스마트폰이 보급되기 시작하면서 불과 10년이 지난 2019년에 스마트폰 보급률은 95%로 세계 1위를 차지했고, 이용시간 역시 세계 최고 수준으로 보고되고 있다. 스마트폰의 편리성과 장점들로 인한 스마트폰의 순기능도 있지만 이용자들로 하여금 지속적인 사용과 과도한 스마트폰 몰입으로 삶에 부정적인 영향을 미치고, 스마트폰에 빠져들고 의존성을 높여 스마트폰 중독이라는 부작용을 나타내고 있다<sup>3)</sup>. 또한, 장시간 스마트폰 이용은 근골격계 손상 장애를 동반한 신체적·정신적 스트레스 증가와 같은 문제점을 초래한다는 것이다<sup>4)</sup>.

인터넷의 등장과 함께 컴퓨터는 현대인의 업무 및 생활에 있어 없어서는 안 될 매체가 되었으며, 이러한 컴퓨터 업무가 눈 피로를 가중시킨다는 여러 보고가 있다<sup>5,6)</sup>. 장시간 디스플레이를 이용하여 근거리 작업을 하게 될 경우 눈의 피로, 두통, 안구 통증, 안구 건조증, 복시 및 흐림 등의 안정피로가 나타난다. 특히, 스마트폰의 사용으로 신체적 증상에 미치는 영향은 목통증, 어깨 통증, 손목 및 손바닥 통증, 눈 피로, 충혈, 눈물, 시야 흐림 등이 보고되고 있다<sup>7,8)</sup>.

스마트폰으로 인해 증가되는 눈 피로를 최소화 하기 위해서는 스마트폰이 어느 정도의 눈 피로를 유발하는지에 대한 평가가 우선되어야 한다. 하지만 눈 피로도 측정은 설문조사에 의존한 주관적인 평가가 주로 이용될 뿐 눈 피로도에 대한 객관적인 평가 방법에 대한 기준은 확립되어 있지 않다. 이에 본 연구는 스마트폰이 미치는 신체 영향 가운데 특히, 눈에 미치는 영향에 대하여 살펴보고, 스마트폰 사용과 눈의 피로도의 연관성을 객관적으로 평가하고자 하였다.

## 2. 연구 대상 및 방법

일상생활에서 스마트폰을 빈번하게 사용하는 정상 성인 15명을 대상으로 실험을 실시하였다. 평소 눈의 건조감 등 특별한 안과적 증상이 없고 안과질환이나 안과수술 병력이 없는 20대를 대상(남자 6명, 여자 9명)으로 실시하였다.

검사 전 모든 피검자에게 연구의 목적과 주의 사항을 설명하였으며, 사전 동의를 얻은 후 연구를 진행하였다. 또한, 실험 실시 전 일상적인 환경에서 눈의 피로를 유발할 수 있는 행동을 피하며 충분한 휴식을 취하도록 하였다. 스마트폰 시청 전 실험대상자에게 스마트폰의 밝기를 최대로 설정하도록 요청하였으며, 10분 단위로 눈의 피로를 유발할 수 있는 스마트폰 시청을 하도록 하였다. 실험에 앞서 대상자의 각막 및 공막의 온도를 측정하여 기록하였다. 각막과 공막간의 온도 차이가 있는지 비교하기 위하여 안구의 각막부분과 공막부분으로 나누어서 측정하였다.

안구 온도의 측정은 10분 단위로 30분까지 실시하였다. 각막 및 공막을 각각 5회씩 측정하여 평균값을 이용하였다. 각자 자신이 가지고 있는 스마트폰을 시청하였으며, 게임 및 유튜브 시청 등 콘텐츠에는 제한을 두지 않았다. 또한, 안구 온도의 측정은 양안이 아닌 우위안에 대해서 실시하였다.

안구 표면온도는 비접촉 적외선 온도 측정기(COCO-T1, GMP Holdings, Korea)를 이용하여 각막 중심부와 공막의 온도를 측정하였다(Fig. 1). 온도를 측정하기 전 피검자를 동일한 온도의 작업 공간에서 20분 이상 있도록 하여 외부 온도가 안구 표면온도에 미치는 영향을 최소화하였다. 각막의 온도측정은 각막의 표면으로부터 5mm 떨어진 위치에서 각막의 중심부를 측정하였다. 공막의 온도측정은 시선을 코쪽으로 향하도록 한 뒤 공막부분의 표면으로부터 5mm 떨어진 위치에서 측정하였다. 안구 표면온도 측정 순서는 각막의 온도를 먼저 측정한 후 공막의 온도를 측정하였다(Fig. 2). 조사한 자료는 Excel 프로그램을 통하여 통계 처리하고 표준편차를 구했다.



Fig. 1. The non-contact thermometer.



Fig. 2. Measurement of eye surface temperature.

### 3. 연구결과

연구대상자의 일반적인 특징은 남성 6명(40%), 여성 9명(60%)으로 여성이 약간 많았으며, 연령대와 직업군으로는 20대 학생 15명(100%)으로 나타났다(Table 1).

Table 1. General characteristics of the subjects (n=15)

Characteristics	Classifications	N	%
Gender	Male	6	40
	Female	9	60
Age	20s	15	100
Job	Student	15	100

안구표면 온도는 스마트폰 시청 전 각막중심부가 36.40℃이었으나 시청 후에는 36.59℃로 0.19℃ 증가하였다(SD 36.50±0.10). 또한, 공막의 경우에도 시청 전 36.48℃에서 시청 후 36.58℃로 0.1℃ 증가하는 것으로 나타났다(SD 36.53±0.05).

각막 중심부의 온도변화를 살펴보면 스마트폰 시청 10분 후 측정된 각막의 온도는 36.40℃에서 36.53℃로 0.13℃ 증가하는 것으로 나타났다(SD 36.47±0.07). 20분 후의 온도변화는 없었으며 10분 후의 온도를 그대로 유지하였다, 30분 후의 온도는 36.53℃에서 36.59℃로 0.06℃ 증가하였다(SD 36.56±0.03). 스마트폰 시청 전 36.40℃에서 시작한 각막 중심부의 온도는 30분이 경과한 시점에 36.59℃로 증가온도는 0.19℃로 나타났다(SD 36.50±0.10)(Table 2).

Table 2. Temperature change in the center of the cornea

Time (min)	Ocular surface temperature(℃)	Mean±SD
	Cornea	
0	36.40	36.40±0.12
10	36.53	36.53±0.12
20	36.53	36.53±0.15
30	36.59	36.59±0.08

공막온도의 경우에도 시간이 증가함에 따라 증가하는 방향으로 변화한 점에서 각막의 경우와 크게 다르지 않았다. 스마트폰 시청 전 36.48℃에서 시작하여 10분 경과한 시점에 36.53℃로 0.05℃ 증가하였으며(SD 36.51±0.03), 20분 경과한 시점에서는 36.55℃로 10분 시점보다 0.02℃ 증가하는 것으로 나타났다(SD 36.54±0.01). 30분이 경과한 시점에는 36.58℃로 20분 시점보다 0.03℃ 증가하여(SD 36.57±0.02) 0.01℃라는 근소한 차이기는 하지만 10분에서 20분까지의 증가폭보다 20분에서 30분까지의 증가폭이 조금 더 크게 나타났다. 스마트폰 시청 전 36.48℃에서 시작한 공막의 온도는 30분이 경과한 시점에는 36.58℃로 30분 동안에 증가 온도는 0.1℃로 나타났다(SD 36.53±0.05)(Table 3).

Table 3. Temperature change in the sclera

Time (min)	Ocular surface temperature(°C)		Mean±SD
	Sclera		
0	36.48		36.48±0.06
10	36.53		36.53±0.16
20	36.55		36.55±0.16
30	36.58		36.58±0.09

스마트폰 시청 전 측정된 평균온도는 공막의 온도가 각막의 온도보다 높게 측정되었다. 스마트폰 시청 10분 경과 후 각막과 공막의 온도는 동일해졌고, 20분 경과 후에는 공막의 온도가 각막의 온도보다 미세하게 높아졌다. 30분이 경과된 시점에서는 공막의 온도는 각막의 온도보다 오히려 미세하게 낮아진 결과를 나타냈다(Table 4).

측정오차 등을 고려하여 볼 때 0.01°C~0.02°C의 온도차는 무시할 수 있다고 하면 실험시작 전을 제외하고 각막과 공막의 온도는 거의 동일하게 변화하고 있다고 할 수 있다. 실험시작 전의 온도는 각막과 공막 사이에 0.08°C의 차이가 있었으므로 실험시작 후의 온도변화 추이와 비교하면 현저한 차이라고 할 수 있겠다. 이는 평상시에 각막의 온도는 공막보다 낮게 측정되었지만, 스마트폰을 시청하게 될 경우 짧은 시간 내에 각막의 온도가 공막의 온도와 동일한 수준까지 증가하게 됨을 알 수 있었다.

Time (min)	Ocular surface temperature(°C)		Mean±SD
	Cornea	Sclera	
0	36.40	36.48	36.44±0.04
10	36.53	36.53	36.53±0.00
20	36.53	36.55	36.54±0.01
30	36.59	36.58	36.59±0.01

#### 4. 고찰

스마트폰은 현대인의 업무 및 생활에 있어 없

어서는 안 될 매체가 되었으며, 이러한 스마트폰 사용으로 신체적 증상에 미치는 영향은 목통증, 어깨 통증, 손목 및 손바닥 통증, 눈 피로, 충혈, 눈물, 시야 흐림 등이 보고되고 있다<sup>7-8)</sup>.

정상적인 안구표면 온도는 섭씨 32.9~36°C로 보고되고 있으며, 여러 안과질환에서 안구표면 온도는 변화하게 된다<sup>9-11)</sup>. 녹내장 환자에서 안구표면 온도가 안구 뒤 혈액동력학 이상의 표지자(marker)가 될 수 있을 것이라 보고하였으며, 당뇨 망막병증과 중심망막정맥폐쇄 시 안구표면 온도가 영향을 받는다고 하였다. 또한, 안구표면 온도가 근날개의 비측 호발성에 대한 내인성 요인이 될 수 있다고 보고하고 있다<sup>12)</sup>.

Kwon et al<sup>13)</sup>에 따르면 삼차원(3D) 영상 시청이 눈 피로에 미치는 영향을 객관적으로 평가하기 위해서 눈물막파괴시간, 안구표면온도, 결막 충혈도 등을 평가해 본 결과, 2D 영상과 3D 영상 모두에서 결막 충혈도는 약간 증가하는 경향을, 눈물막 파괴시간은 조금 짧아지는 경향을, 안구표면 온도는 다소 증가하는 경향을 보였다고 한다.

또한, Suh et al<sup>14)</sup>에 따르면 주관적인 설문 조사 결과의 눈 피로도는 작업 전 평균 8.07±6.31에서 작업 후 17.53±6.67로 유의하게 증가하였다고 보고하고 있다( $p=0.001$ ). 눈물막 파괴 시간은 작업 전 7.47초에서 작업 후 5.54초로 유의하게 감소하였으며( $p=0.001$ ), 눈을 감지 않고 참을 수 있는 최대 시간은 작업 전 23.12초에서 작업 후 17.09초로 유의하게 감소하였다고 한다( $p=0.011$ ). 안구표면 온도는 작업 전 34.16°C이었으나 작업 후 36.44°C로 유의하게 증가하였다고 보고하고 있다( $p=0.041$ ).

본 연구에서도 이전 연구 결과에서와 같이 스마트폰 시청에 따른 눈 피로가 증가함에 따라 안구표면 온도가 증가하는 것으로 나타났다.

이번 연구에서는 코로나상황으로 인해 대상자를 충분히 확보하는 데 어려움이 있어서 검사 대상자 수가 비교적 적었으며, 시간적인 제약으로 30분 이후의 사용시간 증가에 따른 온도변화까지 관찰하지는 못하였다. 향후 연구에서는 좀 더 많은 인원의 다양한 연령대를 대상으로 한 충분한 측정시간의 추가연구가 필요할 것으로 여겨진다.

## 5. 결론

본 연구는 스마트폰의 사용 시간에 따른 안구 온도 변화를 측정하고 눈의 피로도 사이의 연관성을 객관적으로 분석하고자 하였다. 안구표면 온도는 스마트폰 시청 전 각막중심부가 36.40℃였으나 시청 후에는 36.59℃로 0.19℃ 증가하였다. 또한, 공막의 경우에도 시청 전 36.48℃에서 시청 후 36.58℃로 0.1℃ 증가하는 것으로 나타났다. 이처럼 스마트폰 시청 전에 비해 시청 후 안구온도가 증가하였으며, 이로 인한 눈 피로를 유발할 수 있음을 알 수 있었다. 따라서, 스마트폰 사용 시간과 안구의 온도변화 사이에는 밀접한 연관성이 있는 것으로 나타났다. 향후 안구표면온도가 눈 피로를 객관적으로 평가하는데 있어서 기초자료로 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

## 감사의 글

이 논문은 2022년도 춘해보건대학교 학술연구비 지원에 의한 것임.

## References

1. MSIT(Ministry of Science and ICT, Korea). 2017 Result of research on dependence on smartphpne, 2018.
2. Scheiman M. Accommodative and binocular vision disorders associated with video display terminals: diagnosis and management issues. *J Am Optom Assoc.* 1996;67:531-539.
3. Choi YH, Kim EY Kim. A Study on the preventive effect of smartphone addiction prevention education program for smartphone addiction of parents and infants. *J Korean Humanities and Social science.* 2020;11(6): 2691-2705.
4. Yu SH, CHO SH, Kim SS, et al. The Relationship between the use of smartphone and the physical and psychological symptoms of adult - focused on gwangju metropolitan city. *J Korean Aging Friendly Industry Association.* 2018;10(2)75-81.
5. Thompson WD. Eye problems and visual display terminals-the facts and the fallacies. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1998;18(2):111-119.
6. Schlote T, Kadner G, Freudenthaler N. Marked reduction and distinct patterns of eye blinking in patients with moderately dry eye during video display termonal use. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2004;242:306-312.
7. Agarwal S, Goel D, Sharma A. Evaluation of the factors which contribute to the ocular complaints in the computerusers. *J Clin Diagn Res.* 2013;7(2)331-335.
8. Yaginuma Y, Yamada H, Nagai H. Study of the relationship between lacrimation and blink in VDT work, *Ergonomics.* 1990;33(6)799-808.
9. Glassi F, Giambene B, Corvi A, Falaschi G. Evaluation of ocular surface temperature and retrobulbar haemodynamics by infrared thermography and colour Doppler imaging in patients with glaucoma. *Br J Ophthalmol.* 2007;91:878-881.
10. Sodi A, Giambene B, Falaschi G, et al. Ocular surface temperature in central retinal vein occlusion: preliminary data. *Eur J Ophthalmol.* 2007;17:755-759.
11. Sodi A, Giambene B, Miranda P, et al. Ocular surface temperature in diabetic retinopathy: a pilot study by infrared thermography. *Eur J Ophthalmol.* 2009;19: 1004-1008.
12. Kim JH, Jeong JH, Ha HS, et al. Relationship between the ocular surface temperature and the nasal predominance in pterygium. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2008;49(5):732-736.
13. Kwon JK, Kang SY, Kim KH, et al. The Ocular fatigue of watching three-dimensional(3D) images. *J Korean*

- Ophthalmol Soc. 2012;53(7):941-946.
14. Suh YW, Kim KH, Kang SY, et al. The objective methods to evaluate ocular fatigue associated with computer work. J Korean Ophthalmol Soc. 2010;51(10):1327-1332.