

낮은 조도에서 스마트폰 시청 후 시력 변화

김봉환, 한선희, 권상진, 김도훈, 김미성, 정현승, 김학준*

춘해보건대학교 안경광학과, 울산 689-784

투고일(2014년 1월 13일), 수정일(2014년 3월 3일), 게재확정일(2014년 3월 15일)

목적: 본 연구는 낮은 조도에서 1시간 동안 스마트폰을 시청 한 이후 시력변화와 NIBUT를 비교하였다. **방법:** 20대(평균나이 20.7±2.4세)의 안질환이 없고 건강한 눈을 가진 50명(남자 22명, 여자 28명)을 대상으로 실험을 하였다. 낮은 조도(0 lx)에서 스마트폰(Galaxy 2, Samsung, KOREA)을 시청 전과 한 시간 시청 후의 타각적 굴절이상도 검사, 원거리 교정 시력과 NIBUT를 측정하였다. 타각적 측정은 Auto-chart Project(CP-1000, Dongyang, Korea), Phoropter (VT-20, Dongyang, Korea), Auto refractor-keratometer(MRK-3100, Huvitz, Korea)를 이용하였다. **결과:** 낮은 조도에서 스마트폰을 시청하기 전과 한 시간 시청 후의 굴절이상도의 변화는 -3.20 ± 2.00 D에서 -3.38 ± 2.00 D로 변화했고 ($p=0.006$), 원거리 교정시력의 변화는 0.93 ± 0.08 에서 0.91 ± 0.10 으로 변화했으며($p=0.000$), NIBUT의 변화는 10.48 ± 7.00 초에서 10.29 ± 6.47 초로 변화했다($p=0.761$). **결론:** 낮은 조도에서 스마트폰을 지속적으로 시청하는 것은 일시적인 원거리 시력의 변화를 초래하였고, 적절한 휴식은 원거리 시력과 눈물 안정성에 미치는 영향을 줄여줄 것으로 사료된다.

주제어: 스마트폰, 조도, 굴절이상도, NIBUT, 시력

서 론

스마트폰(smart phone)이란 일반 PC와 같이 고기능의 범용 운영체제(OS)를 탑재하여 다양한 모바일 앱(mobile app.)을 자유롭게 설치, 동작시킬 수 있는 고기능 휴대폰으로 손 안의 PC로 불린다.

요즘은 스마트폰 이용 시 음성·영상통화 또는 문자메시지 기능보다 무선인터넷 및 모바일 이용 비중이 더 많아졌다. 이용자의 대부분은 스마트폰을 이용함으로써 생활 전반이 편리해졌으며, 더 많은 정보나 지식을 얻게 되었고 다른 사람과 커뮤니케이션 활동이 증가하면서 정보 습득 활동 및 교류에 변화가 생기게 되었다. 그래서 사용 시간은 기존 휴대폰보다 크게 증가하고 있고 스마트폰 이용자의 77.4%가 특별한 이유가 없어도 스마트폰을 자주 확인한다고 했으며, 자기 전 또는 잠에서 깨자마자 스마트폰을 이용하는 경우도 과반수가 넘는다. 스마트폰을 통한 인터넷 이용자의 78.4%가 하루에도 여러 번 스마트폰을 통해 인터넷에 접속하며, 일평균 이용 시간은 1.7시간 정도라고 한다.^[1] 이렇듯 급속도로 보급률이 증가하는 스마트폰은 사용빈도 및 사용시간도 역시 빠르게 증가하고 있는 실정이다. 미래창조과학부의 자료에 의하면 2013년 8

월 현재 스마트폰 가입자의 수는 36,320,974명이다.^[2]

높은 스마트폰 보급율과 스마트폰을 이용한 인터넷 사용이 늘어남에 따라 시생활에 불편이 없는 사람에서도 스마트폰의 사용과 같은 과도한 근업으로 인한 자각증상이 나타날 수도 있다. 이렇게 근거리 작업이 많은 사람들에서 눈에 나타나는 증상은 조절기능과 관계되는 눈 피로(asthenopia) 현상이다.^[3-5] 눈 피로의 원인은 조절력이 낮거나 미교정 원시안이 근거리작업을 과도하게 할 때, 부등상시, 난시, 눈의 통증, 사위, 눈의 염증, 히스테리, 미교정 노안, 부적절한 조명, 또는 망막질환 등으로 다양하다.^[6]

인터넷이나 PC 게임은 오랜 시간 동안 몰두하여 색채가 현란한 화면을 지켜보면서 눈 깜빡임이 적어지고 눈을 크게 뜨는 것을 볼 수 있다. 또한 장시간 작업을 하는 경우 눈이 충혈 되고 따가우며 눈물을 흘리기도 한다. Yagimura 등^[7]은 장시간 근업을 하다 보면 자각 증상뿐만 아니라 건조함, 이물감, 눈의 깜빡임 횟수 감소, 눈물 분비의 감소에도 영향이 있다고 보고하고 있다. 김 등^[4]도 시력저하, 굴절이상, 조절 기능이상 및 누액분비의 감소 등을 알 수 있었다고 보고했다. 스마트폰은 인터넷이나 PC게임보다 화면도 작고 시청거리도 짧아서 더 큰 불편함을 초래할 것이다. 박 등^[8]은 모니터 영상 시청 후보다 외사위도의 변

*Corresponding author: Hakjun Kim, TEL: +82-52-270-0331, E-mail: hakjunkim@ch.ac.kr

※본 논문의 일부내용은 2012년도 한국안광학회 동계학술대회에서 포스터로 발표되었음

화 폭이 컸던 스마트폰에서 더 많은 피로감을 가진다고 했다.

낮은 조도에서 시청은 시력과 조절능력에 더 큰 영향을 줄 수 있을 것이다. 시력은 여러 가지 요소에 의하여 영향을 받을 수 있게 되며 그 요소로는 자극을 받는 망막부위, 조도, 빛의 스펙트럼, 빛에 노출되는 시간, 물체의 운동, 조명의 분포 등이 있다.^[9]

조도가 낮을 경우 조절력이 작아지는데 그 이유는 어두운 조도에서 동공의 크기가 커지는데 동공의 크기가 클수록 조절력이 작아지기 때문이다.^[10]

본 연구의 목적은 낮은 조도에서 스마트폰 시청이 시력에 미치는 영향과 눈의 불편함에 미치는 영향을 비교분석하는데 있다.

연구 대상 및 방법

1. 대상

연구대상자는 본 연구의 취지에 동의하고 전신질환 또는 안질환 및 안과 수술경력이 없는 울산광역시 지역의 스마트폰 보급률이 가장 높은 20대 대학생을 대상으로 하였다. 대상자들의 연령대는 평균나이 20.7±2.4 세이고 50명(남자 22명, 여자 28명)을 대상으로 실험하였다.

2. 방법

검사실의 조도는 16 lx, 검사시표 조도는 375 lx인 시력 검사실에서 조절이 배제된 정확한 원용 완전교정 결과 값을 검사하기 위하여 운무법(타각적 구면굴절력 +2.00 D)을 실시하였다. 원거리 완전교정 결과 값을 장용하고 원거리 교정시력이 0.8이상이고, 검사거리 40 cm에서 주시표를 두고 천천히 양안 가까이로 이동을 시키면서 시표가 처음으로 흐려졌다고 답한 시표에서 눈까지의 거리를 측정하여 최대 조절력을 측정하였다. ±2.00 D 플리퍼를 이용하여 조절용이성을 측정하여 최대 조절력(9.46±1.43 D)과 조절용이성(13.48±2.86 cpm)이 정상인 피검사자를 대상으로 원용 완전교정 안경을 착용하고 3 m 검사거리에서 원거리 시력을 측정하였다. 안경 미착용 상태에서 원거리 타각적 구면굴절력 값을 측정하는 다음 NIBUT(non-invasive break-up time)를 측정하였다.

NIBUT(non-invasive break-up time)는 피검사자에게 눈을 한두 번 깜빡인 다음 깜빡이지 말고 참으라고 하고 Keratometer(OM-4, Topcon, Japan)를 이용하여 피검사자가 마지막으로 눈을 깜빡인 후부터 눈물막이 얇아지는 시간을 의미하는 마이어상이 최초로 일그러질 때까지의 시간을 측정하였다. NIBUT 검사는 정상적인 사람은 12초를 정상 기준으로, 6초 이하는 심한 건성안으로, 7~11초는 약

한 건성안, 12초 이상은 정상으로 분류하였다.^[11]

타각적 측정은 Auto-chart Project (CP-1000, Dongyang, Korea), Phoropter(VT-20, Dongyang, Korea), Auto Refractometer(MRK-3100, Huvitz, Korea)를 이용하였다.

피검사자는 원용교정 안경을 장용하고 어두운 곳(0 lx)에서 화면 크기 108.5 mm, 해상도 480X800, Super AMOLED Plus 디스플레이의 스마트폰(Galaxy 2, Samsung, Korea)을 이용하여 40 cm 거리에서 1시간 동안 동영상 시청하게 하였다.

동영상을 시청한 직후 원거리 교정시력, 원거리 타각적 구면굴절력값과 NIBUT를 측정하였다.

본 실험을 통해 낮은 조도에서 스마트폰 사용 전 후의 시력과 NIBUT 차이를 알아보았다.

3. 통계처리

수집된 자료는 SPSS(ver 13.0 for Window) 통계 프로그램을 이용하였다. 신뢰도 95%를 기준으로 유의수준(p-value)이 0.05 이하이면 통계적으로 유의한 차이가 있다고 판단하였다.

결 과

1. 원거리 구면굴절력의 변화

스마트폰 사용 전 원거리 구면굴절력은 -3.20±2.00 D 이었고, 사용 후 원거리 구면굴절력은 -3.38±2.00 D이었다. 이러한 굴절력의 변화(-0.17±0.60 D)는 통계적으로 유의하였다(p=0.006). 스마트폰 사용 전 J₀은 +0.01±0.36 D에서 사용 후 +0.01±0.47 D로 변화했고(p=0.657), 스마트폰 사용 전 J₄₅는 +0.04±0.49 D에서 사용 후 +0.03±0.41 D로 변화했지만 통계적 유의성은 없었다(p=0.890)(Fig. 1).

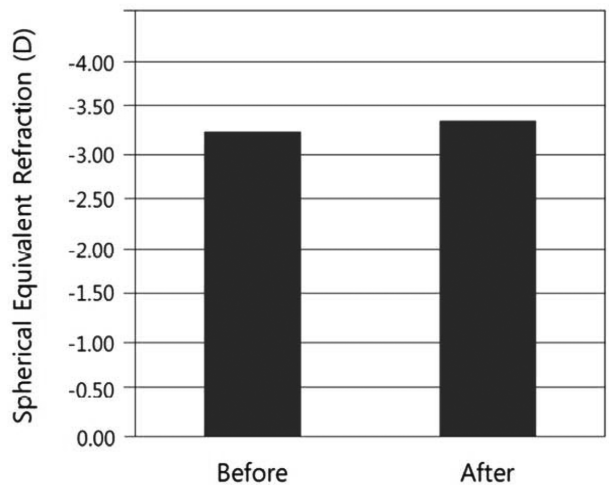


Fig. 1. Comparison of spherical equivalent refraction between before and after the use of smart-phone.

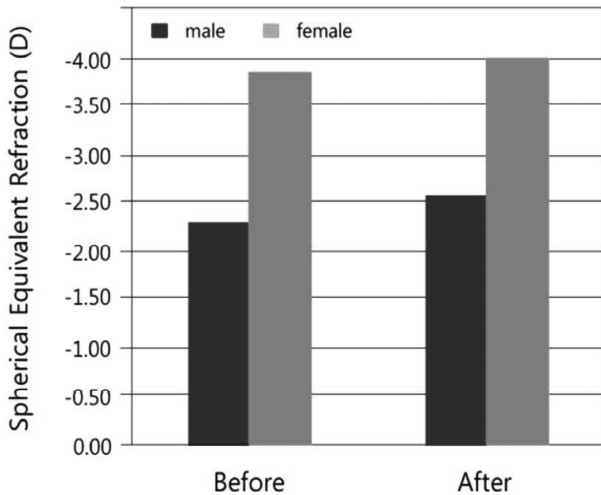


Fig. 2. Comparison of spherical equivalent refraction between before and after the use of smart-phone with male and female.

남학생(44안)의 스마트폰 사용 전 원거리 구면굴절력은 -2.36 ± 1.61 D에서 사용 후 구면굴절력은 -2.57 ± 1.66 D로 -0.20 ± 0.48 D 변화했고, 여학생(56안)은 스마트폰 사용 전 원거리 구면굴절력은 -3.86 ± 2.04 D에서 -4.00 ± 2.04 D로 -0.14 ± 0.68 D 변화했다. 남학생의 스마트폰 시청 후 구면굴절력 변화가 여학생의 변화보다 더 컸다. 하지만 남학생과 여학생의 사이에서 스마트폰 시청 전 후의 구면굴절력 변화량의 통계적 유의성은 없었다($p=0.609$) (Fig. 2).

2. 원거리 교정시력의 변화

스마트폰 사용 전 원거리 교정시력은 0.93 ± 0.08 이었고, 사용 후 원거리 교정시력은 0.91 ± 0.10 이었다. 이러한 교

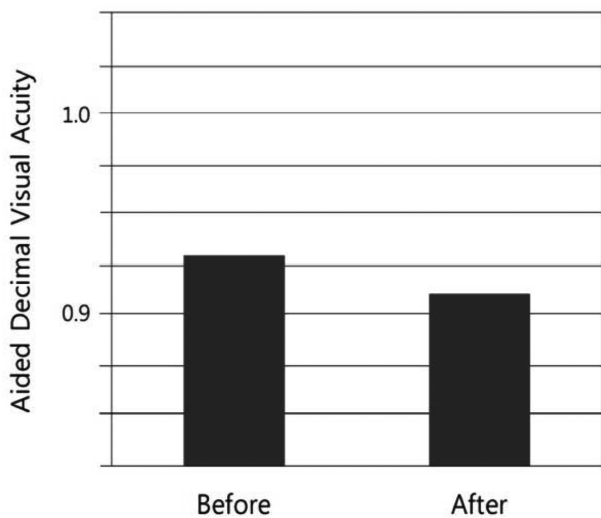


Fig. 3. Comparison of aided decimal visual acuity between before and after the use of smart-phone.

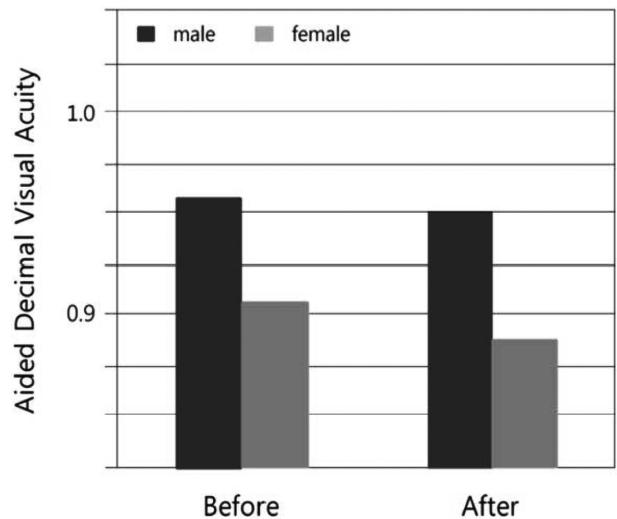


Fig. 4. Comparison of aided decimal visual acuity between before and after the use of smart-phone with male and female.

정시력의 변화는 통계적으로 유의하였다($p=0.000$)(Fig. 3).

남학생(44안)의 스마트폰 사용 전 원거리 교정시력은 0.96 ± 0.06 에서 사용 후 교정시력은 0.95 ± 0.06 으로 0.01 ± 0.02 변화했고($p=0.003$), 여학생(56안)은 스마트폰 사용 전 원거리 교정시력은 0.91 ± 0.09 에서 0.88 ± 0.11 로 0.03 ± 0.06 변화했다. 여학생의 스마트폰 시청 후 원거리 교정시력의 변화가 남학생보다 더 많았다($p=0.008$)(Fig. 4).

3. NIBUT의 변화

스마트폰 사용 전 NIBUT는 10.48 ± 7.00 초 이었고, 사용 후 NIBUT는 10.29 ± 6.47 초 이었다. 이러한 NIBUT의 변화는 통계적으로 유의하지 않았다($p=0.764$)(Fig. 5).

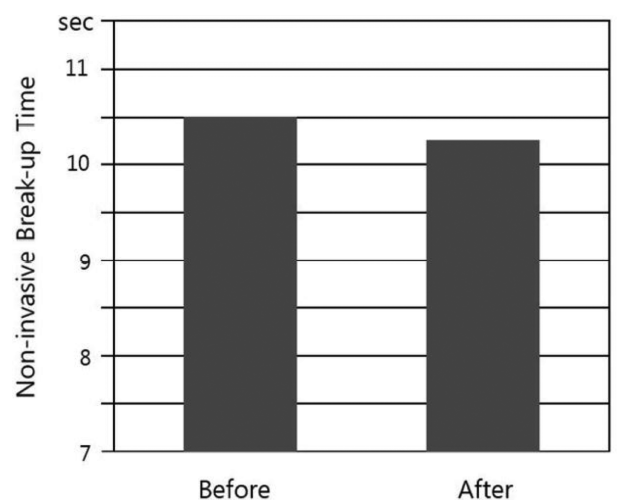


Fig. 5. Comparison of NIBUT between before and after the use of smart-phone.

고찰 및 결론

스마트폰 사용과 같은 근업을 장시간 사용하게 되면 모양체 근의 긴장상태가 지속되어 원거리 굴절이상 상태가 근시의 증가나 원시의 감소와 같은 굴절이상을 나타낸다.^[12]

본 실험에서 스마트폰을 낮은 조도에서 1시간 동안 시청하고 원거리 굴절력을 측정하였을 때 -0.17 ± 0.60 D의 변화가 있었고($p=0.006$), 남학생과 여학생의 굴절이상도 변화의 차이는 없었다($p=0.890$).

김 등^[13]은 20명을 대상으로 주시거리 15 cm 거리와 40 cm 거리에서 스마트폰으로 30분 동안 동영상 시청 전과 후 굴절력의 변화는 15 cm 거리에서는 유의하였으나 40 cm 거리는 유의하지 않았다고 했으며, Owens 등^[14]은 1시간 동안 20 cm 거리에서 근업을 한 후 원거리 구면굴절력의 평균 변화량은 -0.43 D였으며, Ehrlich^[15]는 15명을 대상으로 2시간 동안 20 cm 거리에서 근업을 한 후 원거리 구면굴절력의 평균 변화량은 -0.29 D이라고 보고하였다.

본 결과에서 낮은 조도에서 스마트폰을 1시간 시청 후 근시화 경향은 지나친 근업으로 수정체의 긴장 상태가 지속되기 때문이라고 사료된다.

최 등^[6]은 조도가 밝아짐에 따라 시력이 좋아짐을 관찰하였으며 특히 Snellen식 시력표에서 낮은 조도(20 lx에서 60 lx)에서는 현저한 시력변화를 나타냈으나 80 lx 이상에서는 시력변화가 완만한 것으로 나타났다고 보고하였다.

Kang 등^[16]은 2시간의 VDT 작업 후 나안 시력은 작업 전 0.63에서 작업 후 0.57로 떨어지는 경향을 보였다고 하였다.

본 실험에서 1시간 스마트폰 시청 전 후의 원거리 교정 시력은 0.02 떨어졌고($p=0.000$), 여학생이 남학생보다 원거리 교정시력이 더 떨어졌다($p=0.004$).

눈물막 파괴로 인해 생성되는 광학적 수차는 타각적이거나 정신물리학적으로 관찰되는 상의 질을 떨어뜨린다. Tutt 등^[17]은 렌즈 전면의 눈물막 파괴로 인해 상의 질이 저하되는 것은 렌즈로 유발된 건성안을 경험하는 사람이 흔히 겪는 흐린 시력으로 인한 불편함의 직접적인 원인이 될 수 있다고 하였다.

김 등^[4]은 누액분비기능에 대해서 VDT작업 시간이 길어질수록 누액분비는 떨어진다고 하였으나 통계학적으로 유의하지 않았다고 보고했다. 누액의 양과 질에 따라 누액층의 안정성이 차이가 날 수 있다.^[18] 하지만 누액층의 안정성에 영향을 미치는 다른 요인으로는 순목 횡수를 들 수 있다. 일반인인 경우 평균적으로 4~5초마다 1회씩 순목을 한다.^[19] 스마트폰은 화면의 크기도 작고 집중도가 높아서 순목을 하는 횡수가 줄어들어 누액층이 얇아지는 것으로 사료된다.

본 실험에서 스마트폰을 1시간 시청 한 후 NIBUT는 0.19 ± 6.23 초 더 감소했지만 유의성은 없었다($p=0.764$).

안구 전면이나 렌즈 전면의 눈물막 파괴시간을 측정하는데 선호되는 방법은 비침습성(non-invasive) 눈물 검사 방법이다.^[20] NIBUT는 각막 앞 눈물막의 안정성을 평가하기 위해 사용되는 검사로, 눈에 아무런 방해가 가하지 않는 검사이지만 본 실험에서는 측정값이 검사자마다 측정 기준이 달라서 측정값을 신뢰하기 어려운 문제점이 있었다.

이와 같이 본 연구에서는 낮은 조도에서 스마트폰 시청이 눈의 굴절력과 시력, NIBUT의 변화를 살펴보고자 하였고, 낮은 조도에서 스마트폰 시청이 눈의 굴절력에 영향을 미치는 것을 확인 할 수 있었고, 시력 변화에 유의한 차이를 나타내는 것을 확인 할 수 있었다.

앞으로도 다양한 어플리케이션 및 스마트폰 사용 용도의 증가로 인해 스마트폰 사용시간은 증가할 것이다. 낮은 조도에서 스마트폰을 지속적으로 시청하는 것은 일시적인 원거리 시력의 변화를 초래하였고, 적절한 휴식은 원거리 시력과 눈물 안정성에 끼치는 영향을 줄여줄 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2013년도 춘해보건대학교 학술연구비 지원에 의한 것임.

REFERENCE

- [1] 2012 Survey on the use of smart phone. Korea Internet & Security Agency. <http://isis.kisa.or.kr/board/index.jsp?pageId=040000&bbsId=7&itemId=795&pageIndex=1> (20 December 2013).
- [2] http://www.itstat.go.kr/stat/graphView.htm?mclass_cd=HA4 (16 October 2013).
- [3] Park CJ, Yoo JS, Kim JH. Changes of Accommodative Function in VDT Workers in Relation to Rest. J Korean Ophthalmol Soc. 1994;35(7):790-794.
- [4] Kim JC, Shyn KH, Kim HC, Woo CH. The Investigation of the Changes of Ocular Function in VDT Workers. J Korean Ophthalmol Soc. 1991;32(12):1137-1144.
- [5] Yoo JS, Yoon JW, Kim JH. Influence of VDT Work on Accommodative Function. J Korean Ophthalmol Soc. 1992;33(7):693-697.
- [6] Millodot Michel J. E. Dictionary of Optometry and Visual Science and Related Clinical Terms, 5th Ed. Oxford. UK: Butterworth-Heinemann. 2000;37-38.
- [7] Yagimura Y, Yamada H, Naqui H. Study of the relationship between lacrimation and blink in VDT work. Ergonomics. 1990;33(6):799-809.
- [8] Park KJ, Lee WJ, Lee NG, Lee JY, Son JS, Yu DS.

- Change in Near Lateral Phoria and Near Point of Convergence After Viewing smart-phones. *J Korean Oph Opt Soc.* 2012;17(2):171-176.
- [9] Choi O, Kim DI. Comparison of Visual Acuity According to Different Visual Acuity Charts and Various Intensities of Illumination. *J Korean Ophthalmol Soc.* 1983;24(4): 687-693.
- [10] Ko BU, Ryu WY, Park WC. Pupil Size in the Normal Korean Population According to Age and Illuminance. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2011;52(4):401-406.
- [11] Farrell J, Grierson DJ, Patel S, Sturrock RD. A classification for dry eye following comparison of tear thinning time with schirmer tear test. *Acta Ophthalmol.* 1992;70(3): 357-360.
- [12] Grosvenor T. Primary care optometry, 4th Ed. Woburn, MA: Butterworth Heinemann, 2001;16-26.
- [13] Kim BH, Han SH, Shin YG, Kim DY, Park JY, Sin WC, Yoon JH. Aided distance visual acuity and refractive error changes by using smartphone. *J Korean Oph Opt Soc.* 2012;17(3):305-309.
- [14] Owens DA, Wolf-Kelly K. Near work, visual fatigue, and variations of oculomotor tonus. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1987;28(4):743-749.
- [15] Ehrlich DL. Near vision stress: vergence adaptation and accommodative fatigue. *Ophthal Physiol Opt.* 1987;7(4): 353-357.
- [16] Kang MJ, Choe OM. The Investigation of the Changes of Visual Problems in VDT Workers. *Korean J Vis Sci.* 2001;3(2):219-228.
- [17] Tutt R, Bradley A, Begley C, Thibos LN. Optical and visual impact of tear break-up in human eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2000;41(13):4117-4123.
- [18] Mah KJ, Lee KJ. Contact Lens, Seoul: Deahakseorim. 1995;51-58.
- [19] Golding T.R, Bruce A.S, Little S.A, Macnamara J. Soft lens movement: effect of blink rate on lens setting. *Acta Ophthalmol Scand.* 1995;73(6):506-511.
- [20] Mengher LS, Bron AJ, Tonge SR, Gilbert DJ. A non-invasive instrument for clinical assessment of the pre-corneal tear film stability. *Curr Eye Res.* 1985;4(1):1-7.

Change of Refractive Error after Watching Smart-phone under Low Intensity of Illumination

Bong-Hwan Kim, Sun-Hee Han, Sang-Jin Kwon, Mi-Sung Kim,
Hyun-Seung Jeong, and Hak-Jun Kim*

Dept. of Optometry, Choonhea College of Health Sciences, Ulsan 689-784, Korea
(Received January 13, 2014: Revised March 3, 2014: Accepted March 15, 2014)

Purpose: To compare the change of visual acuity and NIBUT after watching smart-phone in 1 hour under low intensity of illumination. **Methods:** 50 subjects (male 22, female 28) aged 20's years old (20.7 ± 2.4 years) who do not have eye disease and have a good eye condition were participated for this study. Objective refraction, corrected distance visual acuity and NIBUT were measured before and after watching smart-phone (Galaxy 2, Samsung, KOREA) under low intensity of illumination (0 lx.) Objective refraction was carried out using auto-chart project (CP-1000, Dongyang, Korea), phoropter (VT-20, Dongyang, Korea) and auto refractor-keratometer (MRK-3100, Huvitz, Korea). **Results:** Refractive error was changed from -3.20 ± 2.00 D to -3.38 ± 2.00 D ($p=0.006$) and corrected distance visual acuity was changed from 0.93 ± 0.08 to 0.91 ± 0.10 ($p=0.000$) and NIBUT was changed from 10.48 ± 7.00 seconds to 10.29 ± 6.47 seconds ($p=0.761$) before and after watching smart-phone under low intensity of illumination. **Conclusions:** Continuous watching smart-phone under low intensity of illumination lead to temporal change of distance visual acuity and suitable rest may reduce the influence of distance visual acuity and tear safety.

Key words: Smart-phone, Intensity of illumination, Refractive error, NIBUT, Visual acuity