

## 스마트폰 사용이 원거리 교정시력과 굴절 이상 변화에 미치는 영향

김봉환<sup>1</sup>, 한선희<sup>1</sup>, 신용걸<sup>1</sup>, 김다영<sup>1</sup>, 박진영<sup>1</sup>, 신원철<sup>1</sup>, 윤정호<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>춘해보건대학교 안경광학과, 울산 689-784

<sup>2</sup>칼자이스 비전 코리아(주), 서울 121-828

투고일(2012년 5월 1일), 수정일(2012년 9월 12일), 게재확정일(2012년 9월 15일)

**목적:** 본 연구는 스마트폰 사용에서 근거리 주시거리에 따라 시력과 굴절이상에 대한 변화를 알아보고, 스마트폰 사용 후 시력이나 굴절이상이 회복되는데 소요되는 시간을 알아보고자 한다. **방법:** 안질환이 없고 교정시력이 0.8이상이고, 최대조절력과 조절용이성이 정상인 20명(20.6±0.9세)이 본 연구에 참여 하였다. 피 실험자는 Group 1(15 cm 주시거리)인 10명과 Group 2(40 cm 주시거리) 10명으로 나누어서 원용 교정안경을 착용하고 30분 동안 동영상 시청하도록 하였다. 그리고 동영상 시청전과 후의 원거리 교정시력과 타각적 구면 굴절력 값을 비교하였다. 타각적 측정은 auto-chart project(CP-1000, Dongyang, Korea), phoropter(VT-20, Dongyang, Korea), auto refractor-keratometer(MRK-3100, Huvitz, Korea)를 이용하였다. 그런 다음, 원용 교정안경을 착용하고 원방시를 하게 한 후 각각 5분 후, 10분 후, 그리고 15분 후에 원거리 타각적 구면 굴절력 값을 측정하였다. **결과:** 스마트폰을 15 cm 거리에서 30분 동안 사용한 Group 1(15 cm 주시거리)은 스마트폰 사용 전과 사용 후에서 통계적으로 유의한 원거리 교정시력 저하(p=0.030)와 근시의 증가(p=0.001)가 관찰 되었다. 이러한 근시의 증가는 스마트폰 사용 후 5분 후 이후 검사에는 더 이상 통계적으로 유의 하지 않았다(p≥0.464, paired-samples t test). 한편 30분 동안 스마트폰을 40 cm 거리에서 사용한 Group 2(40 cm 주시거리)은 스마트폰 사용 전과 사용 후에서 시력 변화는 통계적으로 유의하지 않았고(p=0.163), 굴절력의 변화도 통계적으로 유의하지 않았다(p=0.077, paired-samples t test). **결론:** 스마트폰을 사용할 때 굴절이상과 원거리 교정시력에 영향을 미치지 않으려면 사용 거리를 40 cm를 유지 할 것을 권장 하며 만약 스마트폰을 권장 사용 거리 40 cm 보다 가까이에서 사용 할 경우 굴절이상과 원거리 교정시력에 영향을 주지 않기 위해 스마트폰을 최소한 30분사용 후 5분간 휴식을 가질 것을 권장한다.

**주제어:** 스마트폰, 원거리 교정시력, 굴절이상, 조절, 근시

### 서 론

가장 많이 사용 하는 통신수단 중에 전화와 문자는 물론 영상통화, 카메라, 웹서핑, DMB 등 다양한 기능을 가지고 있는 것이 스마트폰이다. 이러한 스마트폰 사용자 수는 2009년 12월, 78만 명에 불과하였으나 사용자수가 최근에는 2000만 명에 이르고 있다. 한국인터넷진흥원의 2011년 무선 인터넷 이용 실태 조사에 따르면 만 12~59세 인구의 40.1%가 스마트 기기(스마트폰, 스마트 패드 등)를 사용 하고 있으며, 연령대별로는 20대가 71.6%, 30대 52.4%, 12~19세 41.4%로 젊은 층에서 마트기기 사용자의 비율이 높은 것으로 조사 되었다.<sup>[1]</sup> 근업을 장시간 하게 되면 모양체 근의 긴장 상태가 지속되어 원거리 굴절 이상 상태가 근시의 증가나 원시의 감소와 같은 굴절이상을 나타낸다<sup>[2]</sup>. 과중한 근업이 근시 진행의 중요한 환경적

요인으로 잘 알려져 있다.<sup>[3-6]</sup> 지난 수십 년간 근방시 망막에서의 원시성 흐린 상이 근시진행과 관련 있음이 보고되었다.<sup>[5,7-9]</sup>

본 연구는 급속도로 보급률이 증가하는 스마트폰의 근거리 장시간 사용으로 인한 굴절이상의 변화에 미치는 영향과 스마트폰 사용 후 굴절이상의 회복에 관한 연구이다.

### 대상 및 방법

#### 1. 대상

실험 대상자들은 울산광역시 지역의 스마트폰 보급률이 가장 높은 20대 대학생을 대상으로 하였다. 대상자들은 평균 20.6±0.9세 20명을 대상(남:10명, 여:10명)으로 최대조절력(13.21±1.23D)과 조절용이성(12.03±2.26)이 정상이고, 안질환이 없고 교정시력이 0.8이상인자 들이었다.

\*Corresponding author: Jeong Ho Yoon, TEL: +82-2-3140-2811, E-mail: nexworld7@hotmail.com

## 2. 방법

검사실 조도는 16 lx, 검사 시표 조도는 375 lx 인 시력 검사실에서 실험은 실시되었다. 조절이 배제된 정확한 원용 완전교정 결과 값을 검사하기 위하여 운무법(타각적 구면 굴절력 +2.00 D)을 실시하였으며, 피 실험자는 원용 완전교정 결과 값을 장용하고 원거리 교정시력과 검사 거리 33 cm에서 마이너스(minus) 렌즈 검사법을 이용하여 최대 조절력과 플리퍼( $S \pm 2.00$  D)를 이용하여 조절 용이성을 측정 하였다. 원거리 교정시력이 0.8 이상, 최대 조절력과 조절 용이성이 정상인 피 실험자를 대상으로 안경 미착용 상태에서 원거리 타각적 구면굴절력 값을 측정 하였다. 검사기기는 auto-chart project(CP-1000, Dongyang, Korea), phoropter(VT-20, Dongyang, Korea), auto refractor-keratometer(MRK-3100, Huvitz, Korea)를 이용하였고, 검사 거리는 3 m 이었다. 피 실험자는 원용 교정 안경을 장용하고 스마트폰을 이용하여 30분 동안 동영상 시청하게 하였다. 이때 Group 1(15 cm 주시거리)인 10명(평균나이  $20.3 \pm 0.5$ 세)은 근업 거리 중 상대적으로 많은 조절과 폭주가 요구되는 15 cm 거리에서 스마트폰을 사용하게 하였고, 다른 10명(평균나이  $20.8 \pm 1.2$ 세)인 Group 2(40 cm 주시거리)은 근업 거리 중 상대적으로 적은 조절과 폭주가 요구되는 40 cm 거리에서 스마트폰을 사용하게 하였다. 그리고 스마트폰을 이용하여 30분 동안 동영상을 시청한 직후 원거리 교정시력과 원거리 타각적 구면 굴절력 값을 측정하였고, 그 이후 피 실험자는 각각 본인의 원용 교정 안경을 착용하고 원방시를 하게 한 후 5분 후 검사, 10분 후 검사, 그리고 15분 후 검사로 원거리 타각적 구면 굴절력 값을 측정하였다. 본 실험을 통해 스마트폰 사용거리(15 cm, 40 cm)에 따른 원거리 교정시력 변화, 원거리 구면 굴절력(D)변화, 그리고 원거리 구면 굴절력 회복의 변화 유무 및 차이를 비교해 보았다.

## 3. 통계처리

수집된 자료는 SPSS(ver 13.0 for Windows) 통계 프로그램을 이용 하였다. 스마트폰을 30분 동안 15 cm 거리에서 사용한 Group 1과 40 cm 거리에서 사용한 Group 2에서의 스마트폰 사용 전후의 원거리 교정시력 변화, 원거리 구면 굴절력(D)변화는 paired-Samples t test 분석 하였다. 원거리 구면 굴절력 회복의 변화는 repeated measures analysis of variance(RM-ANOVA)와 Bonferroni와 post-hoc paired-samples t test로 실시하였고 신뢰도 95%를 기준으로 유의수준(p-value)이 0.05 이하이면 통계적으로 유의한 차이가 있다고 판단하였다.

## 결 과

### 1. 원거리 교정시력

스마트폰을 15 cm 거리에서 30분 동안 사용한 Group 1(15 cm 주시거리)의 스마트폰 사용 전 원거리 교정시력은  $0.87 \pm 0.08$ 이었고, 사용 후 원거리 교정시력은  $0.84 \pm 0.11$ 이었다(Fig. 1). 이러한 시력 저하는 통계적으로 유의하였다( $p=0.030$ , paired-samples t test). 그리고 실험 대상 20인 중 15인(75%)은 스마트폰 사용 후 교정시력의 변화를 보이지 않았고, 4인(20%)은 스마트폰 사용 후 교정시력이 0.1 저하되었고, 1인(5%)은 교정시력이 0.2 저하되었다.

30분 동안 스마트폰을 40 cm 거리에서 사용한 Group 2(40 cm 주시거리)의 스마트폰 사용 전 원거리 교정시력은  $1.01 \pm 0.19$ , 사용 후 원거리 교정시력은  $1.00 \pm 0.19$ 이었다(Fig. 1). 그러나 이러한 변화는 통계적으로 유의하지 않았다( $p=0.163$ , paired-Samples t test). 또한 실험 대상 20인 중 18인(90%)은 스마트폰 사용 후에도 아무런 교정시력의 변화가 없었고, 2인(10%)은 교정시력이 0.1 저하 되었다.

### 2. 원거리 구면 굴절력(D)

Group 1(15 cm 주시거리)의 스마트폰 사용 전 원거리 구면 굴절력은  $-2.84 \pm 2.21$  D이었고, 사용 후 원거리 구면 굴절력은  $-3.10 \pm 2.17$  D이었다(Fig. 2). 이러한 근시의 증가는 통계적으로 유의 하였다( $p=0.001$ , paired-samples t test). 그리고 실험 대상 20인 중 5인(25%)은 스마트폰 사용 후 구면 굴절력의 변화가 없었다. 11인(55%)은 S-0.25 D 증가를 보였고, 3인(15%)은 S-0.50 D 증가를 보였으며, S-1.00D 증가를 보인 안도 1인 (5%)이 있었다(Fig. 3).

Group 2 (40 cm 주시거리) 스마트폰 사용 전 원거리 구면 굴절력은  $-1.03 \pm 1.95$  D이었고, 사용 후 원거리 구면 굴절력은  $-1.16 \pm 1.95$  D이었다(Fig. 2). 이러한 근시의 증가는 통계적으로 유의하지 않았다( $p=0.077$ , paired-samples t

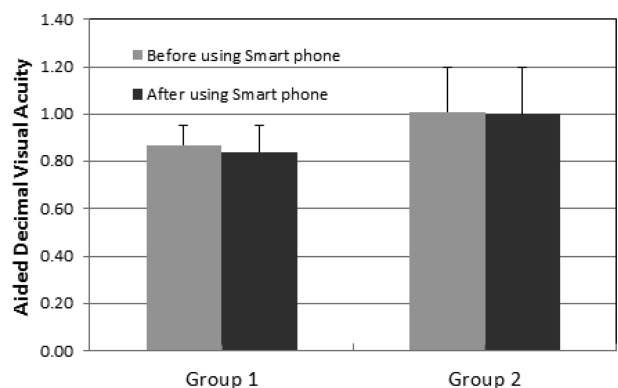


Fig. 1. Aided Decimal Visual Acuity in the Group 1 and 2. Error bars represent standard deviations.

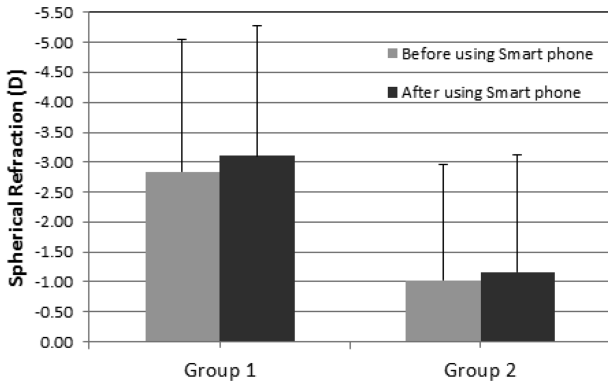


Fig. 2. Spherical refraction (D) in the Group 1 and 2. Error bars represent standard deviations.

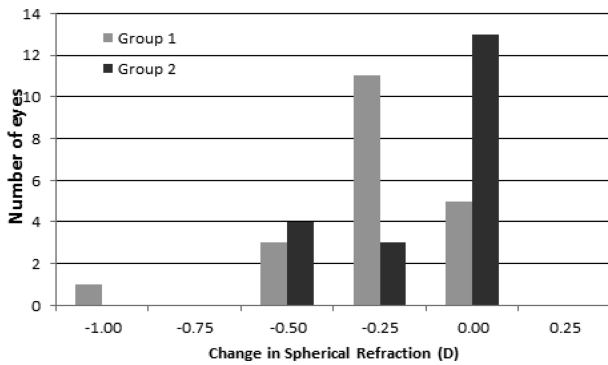


Fig. 3. Number of eyes of changed spherical refraction (D) in the Group 1 and 2.

test). 실험 대상 20안 중 13안(65%)은 스마트폰 사용 후 구면 굴절력의 변화가 없었다. 그러나 3안(15%)은 S-0.25 D 증가를 보였고, 4안(20%)은 S-0.50 D 증가를 보였다 (Fig. 3).

### 3. 원거리 구면 굴절력(D)의 회복

Group 1(15 cm 주시거리)의 스마트폰 사용 전 원거리 구면 굴절력은  $-2.84 \pm 2.21$  D 이었고, 사용 직후 원거리 구면 굴절력은  $-3.10 \pm 2.17$  D이었다. 원용 안경을 착용하고 원방시를 주시한 후 5분 후 검사에는  $-2.95 \pm 2.07$  D, 10분 후 검사에는  $-2.95 \pm 2.07$  D, 15분 후 검사에는  $-2.85 \pm 2.07$  D으로 나타났다(Fig. 4). 스마트폰 사용 전 원거리 구면 굴절력과 사용 직후, 원용 안경을 착용 하고 원방시를 주시한 후 5분 후 검사, 10분 후 검사, 그리고 15분 후 검사로 원거리 구면 굴절력을 비교 하였을 때 통계적으로 유의한 근시의 증가는 오직 사용 직후에만 관찰 되었다 ( $p=0.001$ ,  $p=0.464$ ,  $p=0.464$ ,  $p>0.999$ , paired-samples t test).

Group 2(40 cm 주시거리)의 스마트폰 사용 전 원거리 구면 굴절력은  $-1.03 \pm 1.95$  D 이었고, 사용 직후 원거리 구면 굴절력은  $-1.16 \pm 1.95$  D이었다. 원용 안경을 착용 하고 원방시를 주시한 후 5분 후 검사에는  $-1.06 \pm 1.94$  D,

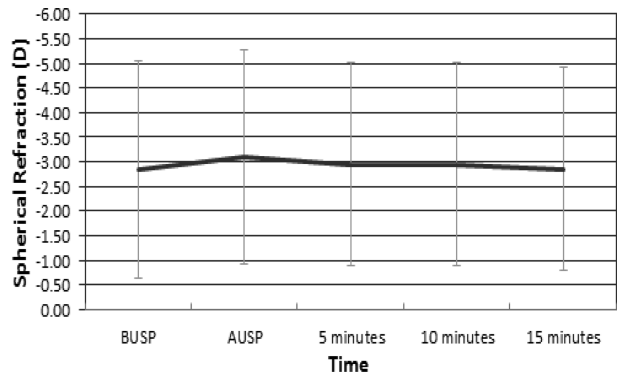


Fig. 4. Spherical refraction (D) in the Group 1 during the study. Error bars represent standard deviations. BUSP=before using smartphone, AUSP=after using smart phone.

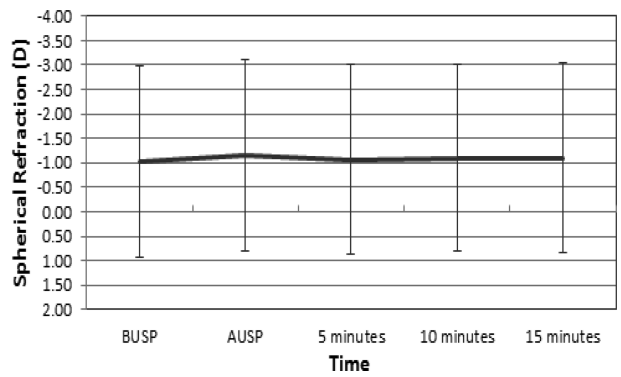


Fig. 5. Spherical Refraction (D) in the Group 2 during the study. Error bars represent standard deviations. BUSP = before using smartphone, AUSP = after using smart phone.

10분 후 검사에는  $-1.10 \pm 1.91$  D, 15분 후 검사에는  $-1.10 \pm 1.95$  D로 나타났다(Fig. 5). 스마트폰 사용 전 원거리 구면 굴절력과 사용 직후, 원용 안경을 착용하고 원방시를 주시한 후 5분 후 검사, 10분 후 검사, 그리고 15분 후 검사로 원거리 구면 굴절력을 비교 하였을 때 통계적으로 유의한 변화는 관찰 되지 않았다( $p=0.156$ , RM-ANOVA).

### 고 찰

스마트폰을 15 cm 거리에서 30분 동안 사용한 Group 1(15 cm 주시거리)에서는 통계적으로 유한 원거리 교정시력 저하와 근시의 증가가 관찰 되었으나 30분 동안 스마트폰을 40 cm 거리에서 사용한 Group 2(40 cm 주시거리)의 시력 변화는 통계적으로 유의하지 않았으며 구면 굴절력 또한 통계적으로 유의한 수준으로 변화 하지 않았다. 이것으로 스마트폰을 15 cm 거리에서 30분 동안 사용하는 동안 발생 한 근시의 증가는 원거리 교정시력 저하를 초래한 원인이라 결론 내릴 수 있다.<sup>[2,5,10,11]</sup> 이러한 결과는 상대

적으로 더 가까운 거리를 주시함으로 추가적으로 요구되는 조절과 폭주를 그 원인으로 유추 할 수도 있으나<sup>[12,13]</sup> 피 실험자가 가까이에서 동영상을 시청하였으므로 사위와 폭주근점<sup>[14-16]</sup>에 관한 연구와 이때 발생하는 과도한 핵보기 (Saccadic eye movement), 따라보기(pursuit eye movement), 또는 주시안전성(fixation stability)의 영향에 대한 연구가 추후에 이루어짐으로써 스마트폰 사용으로 인한 원거리 교정시력저하 및 굴절이상의 변화 원인을 밝혀낼 수 있을 것이다.

Owens와 Wolf-Kelly<sup>[17]</sup>의 보고에서는 1시간 동안 20 cm 거리에서 근업을 한 후의 원거리 구면 굴절력의 평균 변화량은  $-0.43$  D 이었다. 한편 Ehrlich<sup>[18]</sup>의 보고에서는 15명의 피 실험자가 2시간 동안 20 cm 거리에서 근업을 한 후의 원거리 구면 굴절력의 평균 변화량은  $-0.29$  D 이었다. 이번 실험에서 실험대상 40안의 경우, 스마트폰을 30분 사용 후 원거리 구면 굴절력의 변화량은  $-0.20 \pm 0.23$  D 이었다. 그리고 실험 대상 40안 중 18안(45.0%)은 스마트폰 사용 후 원거리 구면 굴절력의 변화를 보이지 않았다. 이는 스마트폰 사용 중 자극된 조절이 스마트폰 사용 후 원거리 주시 할 때 원활하게 조절 이완이 이루어졌음을 의미한다. 원거리 구면 굴절력이 스마트폰 사용 후 마이너스(minus) 구면 도수 방향으로 증가한 22안(55.0%)은 근업 때 이루어진 조절이 원거리를 주시할 때 충분히 이완 되지 않아 평행 광선이 망막보다 앞에 맺혀 있음을 의미한다.

이러한 조절과 이완 능력은 조절력의 차이에서 그 원인을 찾을 수 있다. Maddock 등<sup>[19]</sup>의 연구에 의하면 근시, 정시, 원시인 청소년들에게서 평균 조절력은 근시에서 높게 나타났다. 이러한 결과는 McBrien과 Millodot<sup>[20]</sup>에 의해 확인 되었고, 3.00 D 이하의 근시를 가지는 그룹과 비교 하였을 때 보다 3.00 D 미만의 근시를 가지는 그룹에서 더 높은 조절력이 나타난다.<sup>[20]</sup> 또한 이러한 조절과 이완 능력을 고려 할 때 자극 조절 역시 고려되어야 한다.

스마트폰을 15 cm 거리에서 30분 동안 사용한 Group 1(15 cm 주시거리)에서는 스마트폰 사용 전 원거리 구면 굴절력과 사용 직후, 상용 안경을 착용 하고 원방시를 주시한 후 5분 후 검사, 10분 후 검사, 그리고 15분 후 검사로 원거리 구면 굴절력을 비교 하였을 때 통계적으로 유의한 마이너스 구면 도수 방향으로 증가는 오로지 사용 직후에만 관찰 되었다. 이는 스마트폰을 15 cm 거리에서 30분 동안 사용하면서 발생한 근시 증가가 사용 후 5분 이내에 사라졌음을 의미한다.

## 결 론

스마트폰사용자는 15 cm 거리에서 30분 사용하는 동안

근시가 증가 되었고 그로인해 원거리 교정시력이 저하 되었다. 그리고 스마트폰을 15 cm 거리에서 30분 동안 사용함으로 인해 증가한 근시는 스마트폰 사용 후 5분 이내에 사라졌다. 그러나 스마트폰을 40 cm 거리에서 30분 동안 사용한 사용자의 경우 굴절이상과 원거리 교정시력변화에는 아무런 변화가 없었다.

이러한 결과로 스마트폰을 사용할 때 굴절이상과 원거리 교정시력에 영향을 미치지 않으려면 사용 거리를 40 cm를 유지 할 것을 권장 하며 만약 스마트폰을 권장 사용 거리 40 cm 보다 가까이에서 사용 할 경우 굴절이상과 원거리 교정시력에 영향을 주지 않기 위해 스마트폰을 최소한 30분 사용 후 5분간 휴식을 가질 것을 권장한다.

## 감사의 글

본 연구는 2012년도 춘해보건대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었습니다.

## REFERENCES

- [1] Korea Internet & Security Agency. Actual State of wireless Internet using in 2011, 2011. [http://www.kisa.or.kr/notice/pressView.jsp?mode=view&p\\_No=8&b\\_No=8&d\\_No=716\(05 June 2012\)](http://www.kisa.or.kr/notice/pressView.jsp?mode=view&p_No=8&b_No=8&d_No=716(05 June 2012)).
- [2] Grosvenor T, Primary care optometry, 4th Ed. Woburn, MA: Butterworth Heinemann, 2001;16-26.
- [3] Goldschmidt E, On the etiology of myopia. An epidemiological study. Acta Ophthalmol(Copenh). 1968;98:1-172
- [4] Ong E, Ciuffreda KJ. Nearwork-induced transient myopia: a critical review. Doc Ophthalmol. 1995;91(1):57-85.
- [5] Ciuffreda KJ. Nearwork-induced transient myopia: basic and clinical aspects. J Optom Vis Dev. 1999;30:5-20.
- [6] Hung GK, Ciuffreda KJ. Incremental retinal-defocus theory of myopia development-schematic analysis and computer simulation. Comput Biol Med. 2007;37(7):930-946.
- [7] Goss DA. Nearwork and myopia. Lancet. 2000;356(9240):1456-1457.
- [8] Chen JC, Schmid KL, Brown B. The autonomic control of accommodation and implications for human myopia development: a review. Ophthal Physiol Opt. 2003;23(5):401-422.
- [9] Wallman J, Winawer J. Homeostasis of eye growth and the question of myopia. Neuron. 2004;43(4):447-468.
- [10] Ciuffreda KJ, Ordonez X. Abnormal transient myopia in symptomatic individuals after sustained nearwork. Optom Vis Sci. 1995;72(7):506-510.
- [11] Ciuffreda KJ, Ordonez X. Vision therapy to reduce abnormal nearwork-induced transient myopia. Optom Vis Sci. 1998;75(5):311-315.
- [12] Shin JA, Lee OJ. Relationship between subjective symp-

- toms with near work and binocular function. *J Korean Oph Opt Soc.* 2007;12(3):125-130.
- [13] Kwon KI, Woo JY, Park MJ, Kim SR. The change of accommodative function by the direction of eye movements during computer game. *J Korean Oph Opt Soc.* 2012;17(2):177-184.
- [14] Park KJ, Lee WJ, Lee NG, Lee JY. Changes in near phoria and near point of convergence after viewing smartphones. *J Korean Oph Opt Soc.* 2012;17(2): 171-176.
- [15] Choi SM. A study about N.P.C heterophoria and near convergence and divergence by amount of the refractive errors. *J Korean Oph Opt Soc.* 2009;14(4):53-57.
- [16] Kim JH, Ryu KH, Kim IS. The study on relation between asthenopia of lateral phoria and fusional reserve. *J Korean Oph Opt Soc.* 2006;11(4):329-335.
- [17] Owens DA, Wolf-Kelly K. Near work, visual fatigue, and variations of oculomotor tonus. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1987;28(4):743-749.
- [18] Ehrlich DL. Near vision stress: vergence adaptation and accommodative fatigue. *Ophthal Physiol Opt.* 1987;7(4): 353-357.
- [19] Maddock RJ, Millodot M, Leat S, Johnson CA. Accommodation responses and refractive error. *invest ophthalmol Vis Sci.* 1981;20(3):387-391.
- [20] McBrien NA, Millodot M. Amplitude of accommodation and refractive error. *invest ophthalmol Vis Sci.* 1986;27:1187-1190.

## Aided Distance Visual Acuity and Refractive Error Changes by Using Smartphone

Bong-Hwan Kim<sup>1</sup>, Sun-Hee Han<sup>1</sup>, Young Gul Shin<sup>1</sup>, Da Yeong Kim<sup>1</sup>,  
Jin Young Park<sup>1</sup>, Won Chul Sin<sup>1</sup>, and Jeong Ho Yoon<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Optometry, Choonhae College of Health Science, Ulsan 689-784, Korea

<sup>2</sup>Carl Zeiss Vision Korea, Seoul 121-828, Korea

(Received May 1, 2012; Revised September 12, 2012; Accepted September 15, 2012)

**Purpose:** This study was conducted to research any effect on aided distance visual acuity and refractive error changes by using smartphone at near for long term. **Methods:** 20(20.6±0.9 years) young adults subjects with no ocular diseases, over 0.8 of aided distance visual acuity, normal amplitude of accommodation and normal accommodative facility agreed to participate in this study. The subjects were divided into two group, Group 1 (15 cm fixation distance) included 10 subjects and Group 2(40 cm fixation distance) included 10 subjects. Aided distance visual acuity and refractive error were measured before and after using smartphone for 30 minutes by auto-chart project (CP-1000, Dongyang, Korea), phoropter (VT-20, Dongyang, Korea), auto refractor-keratometer (MRK-3100, Huvitz, Korea). After then, the subjects looked at distance with wearing spectacles. Refractive error was measured at 5 minutes, 10 minutes, and 15 minutes later, respectively. **Results:** After using smartphone at 15 cm for 30 minutes, there was statistically significant reduction of aided distance visual acuity (p=0.030) and increasing myopia (p=0.001). The increased myopia was not statistically significant after 5 minutes rest (p≥0.464). However there was no statistically significant changes in aided distance visual acuity (p=0.163) and refractive error (p=0.077) after using smartphone at 40 cm for 30 minutes. **Conclusions:** It is recommend to keep 40 cm off the smartphone from eyes to avoid any aided distance visual acuity and refractive error changes. If smartphone is used closer than 40 cm, a rest for 5 minutes is also recommend after every 30 minutes use with smartphone to avoid any aided distance visual acuity and refractive error changes.

**Key words:** Smartphone, Distance visual acuity, Refractive error, Accommodation, Myopia