

Relationship between More Myopic Errors and Accommodative Functions after Nearwork

Sung-Jin Oh^{1,a}, Jae-Hyeon Noh^{1,b}, Byeong-Yeon Moon^{2,c}, Dong-Sik Yu^{2,d}, Sang-Yeob Kim^{2,e}, and Hyun Gug Cho^{2,f,*}

¹Dept. of Optometry, Kangwon National University, Student, Samcheok 25949, Korea

²Dept. of Optometry, Kangwon National University, Professor, Samcheok 25949, Korea

(Received August 3, 2021; Revised October 31, 2021; Accepted November 30, 2021)

Purpose: To analyze the relationship between changes of refractive errors and accommodative functions after nearwork. **Methods:** Seventy-four eyes of 37 subjects with more than 0.9 of corrected visual acuity (22 men and 15 women with 23.68±1.42 years old) were examined. All subjects watched a same video on a smartphone display at the distance of 30 cm for 1 hour. Measurements for refractive errors, amplitude of accommodation (AA), positive relative accommodation (PRA), negative relative accommodation (NRA), and binocular accommodative facility (BAF) were performed both before and after watching the video. The t-test between the before and after values and the correlation coefficients between changes of refractive errors and accommodative functions were analyzed. **Results:** After watching the video, refractive errors leaned to the myopic changes ($p<0.001$) as -0.52 ± 0.32 D compared to before watching the video. The change amount was the largest in the low myopia group (<-0.50 D, ≥ -3.00 D). And then, next was in order the middle myopia group (<-3.00 D, ≥ -6.00 D), the high myopia group (<-6.00 D), and the emmetropia group ($+0.50$ D~ -0.50 D). After watching the video, AA ($p<0.001$), PRA ($p<0.01$), and BAF ($p<0.001$) were significantly reduced compared to before watching the video. However, only AA changes showed the significant correlation coefficient with myopic changes. **Conclusions:** In clinical refraction, to check the myopic changes caused by nearwork activity, measurement of AA is the most notable test related to accommodation.

Key words: Nearwork, Myopic changes, Amplitude of accommodation, Smartphone video

서론

근시는 유전적인 환경과 행동학적 요소들 간의 상호작용을 포함하여 다양한 요인에 의해 발달하게 되는데, 나이가 든 후 근시성 황반병증(myopic maculopathy), 녹내장, 백내장, 그리고 망막박리의 위험이 될 수 있다.^[1] 특히 디지털기기의 사용은 근시를 발달시키는 또 다른 환경적 위험요소가 되고 있어서,^[2] 2050년경에는 세계적으로 그 수가 약 50억명에 이를 것으로 예상된다.^[3] 이미 많은 연구들에서 컴퓨터의 사용은 근시발생의 요인이 되며, 이 경우 화면과의 주시거리가 가까울수록 근시발생과의 관련성이 크다고 하였는데, 스마트폰 사용은 컴퓨터 화면보다 더 가까운 거리에서 화면을 주시하는 문제를 안게 된다.^[4-10] 컴퓨터와 스마트폰의 사용을 포함한 독서, 학습 등의 근거리 주시활동들은 높은 시각적 활성을 요구함으로써 근시발달의 잠재적인 요인으로 인정되어 왔다.^[11,12] 근시의 발달에

서 근거리 활동은 최초 조절의 증가가 원인이 되며,^[13] 조절래그가 커지면서 근시가 더욱 뚜렷해진다고 하였다.^[14,15] 그리고 가입도렌즈를 착용하면 조절래그의 증가로부터 근시진행을 늦출 수 있다고 하였다.^[16] 또 근거리 주시 후 불완전한 조절이완을 보이는 조절히스테리시스(accommodative hysteresis) 효과로 인해 근시가 유도될 수 있다고도 하였다.^[17]

우리나라의 인터넷 이용실태 조사에서 가구 인터넷 접속률은 99.7%, 사용기기는 스마트폰 94.9%, 데스크탑 51.0%, 스마트 TV 41.6%, 노트북 40.4%, 그리고 테블릿 PC 19.3%로 나타났다.^[18] 조사 결과와 같이 일상생활에서 근거리 시각활동이 증가하고 있지만 근시를 유도하고 발달시키는 것은 사용시간이 아니라 주시거리와의 관련성이 더 크다고 하였다.^[19,20] 특히 젊은 스마트폰 사용자들은 공공장소에서 사용화면의 주위 노출을 줄이기 위해 화면의 조도를 낮추거나 글자의 크기를 줄이고, 주시거리를 가까

*Corresponding author: Hyun Gug Cho, TEL: +82-33-540-3411, E-mail: hyung@kangwon.ac.kr

Authors ORCID: ^a<https://orcid.org/0000-0002-6876-4918>, ^b<https://orcid.org/0000-0003-2384-9536>, ^c<https://orcid.org/0000-0003-0645-4938>, ^d<https://orcid.org/0000-0002-4387-4408>, ^e<https://orcid.org/0000-0001-6806-3305>, ^f<https://orcid.org/0000-0002-8267-3801>

이 하는 습관들을 가지게 된다. 이러한 습관은 조절요구를 더욱 증가시켜 근시의 발달을 촉진하거나 일시적인 근시성 변화를 유도하여 굴절검사 결과 과도한 근시로 나타날 수 있다. 실험적으로 그 값은 20 cm 거리에서 1시간 동안 작업한 후 구면굴절력은 평균 $-0.43 D$,^[21] 20 cm 거리에서 2 시간의 작업 후 평균 $-0.29 D$,^[22] 그리고 15 cm 거리에서 30분 동안 스마트폰을 사용한 경우 $-0.26 D$ ^[23]의 근시성 변화가 나타난다고 하였다. 이처럼 근거리 주시활동 후 나타나는 근시성 변화는 많은 부분에서 조절과의 관련성이 제시되어 있기 때문에, 굴절이상 근시로 판정된 경우 근거리 주시활동에 의한 일시적인 근시성 변화가 포함된 것은 아닌지 파악해 볼 필요가 있다고 판단되었다.

이에 본 연구에서는 1시간 동안 스마트폰 동영상 시청하고 난 후 발생하는 굴절이상도의 변화와 조절기능 간의 상관성을 분석하여 굴절검사 처방의 참고자료로 활용하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

본 연구의 취지에 동의한 37명(남 22, 여 15명, 평균 연령 23.68 ± 1.42 세)을 대상으로 검사를 실시하였다. 대상자들은 색각이상, 안질환, 전신질환, 안구수술 및 약물복용 이력이 없는 경우로 하였고, 원거리 교정시력이 0.9 미만인 경우는 제외하였다. 대상자들의 평균 굴절이상은 구면굴절력 $-2.71 \pm 2.53 D$, 원주굴절력 $-0.82 \pm 0.79 D$ 였다.

2. 방법

굴절검사는 5 m 소수시력표를 사용하여 한 눈씩 검사하였다. 운무 상태에서 방사선시표 검사와 크로스실린더법을 이용한 난시정밀검사를 실시하였다. 그리고 적녹시표를 사용하여 적녹 바탕의 문자선명도가 동일한 경우, 혹은 녹색 바탕의 문자가 처음으로 선명해진 구면굴절력에 $+0.25 D$ 를 더한 경우를 구면 끝점으로 결정하였다.^[24] 그런 다음 푸쉬업법에 의한 총조절력(amplitude of accommodation, AA), 렌즈부가법에 의한 양성/음성상대조절력(positive/negative relative accommodation, PRA/NRA), 그리고 $\pm 2.00 D$ 플리퍼를 이용한 양안조절용이성(binocular accommodative facility, BAF)을 측정하였다.^[25]

근거리 주시활동 거리를 결정하기 위해 모든 대상자들의 습관적인 스마트폰 주시거리를 측정하였다. 평균 주시거리는 약 30 cm로 계산되었고, 실내 조도 400~450 lx 상태에서 주시거리를 유지하기 위한 거치대를 이용하여 각 대상자들은 스마트폰(SM-A500, Samsung, Korea) 동영상(5" display with 294 ppi)을 1시간 동안 시청하였다. 모든

대상자들은 동일한 동영상을 시청하였고, 시청이 종료된 직후 적녹시표를 사용하여 양안 끝점검사를 실시한 다음, 동영상 시청 전과 동일한 방법으로 AA, PRA, NRA, 그리고 BAF를 측정하였다.

3. 분석

검사값들은 SPSS for Windows (Ver 19.0)를 이용하여 동영상 시청 전과 후의 변화를 대응표본 t 검정 분석하였다. 굴절이상 변화량과 조절기능 변화와의 상관성은 피어슨 상관관계 분석을 사용하였다. 굴절이상 정시군, 경도 근시군, 중도 근시군, 그리고 고도 근시군의 조절기능 변화는 ANOVA 분석하였고, Duncan 검사로 사후검증하였다. 모든 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 로 하였다.

결과 및 고찰

1. 동영상 시청 전·후 굴절이상의 변화

동영상 시청 전·후의 굴절이상 변화는 Table 1과 같다. 동영상 시청 후 구면굴절력은 $-2.71 \pm 2.53 D$ 에서 $-3.23 \pm 2.62 D$ 로 평균 $-0.52 \pm 0.32 D$ 의 근시성 변화를 보였다($p < 0.001$). 이러한 결과는 스마트폰 2시간 시청 후 굴절이상은 $-0.28 D$ 의 근시성 변화를 일으키며,^[26] 주시거리가 짧을수록 변화량은 더 커진다는 결과^[23]에서도 볼 수 있다. 그러나 근거리 주시활동과 근시 발달과의 상관성에 대해서 McCrann 등^[27]은 하루 중 스마트폰 사용 데이터가 많은 학생일수록 근시성 굴절이상의 확률이 높고, 그 비율은 약 73%에 이른다고 하였다. 반면 Lin 등^[28]은 야외활동이 많은 학생들의 근시성 굴절이상 비율이 적지만 근거리 활동이 반드시 근시성 굴절이상을 증가시키는 것은 아니라고 하였다. Chen 등^[29]도 조절과 근시 발달의 관계는 명확하지 않다고 하였다.

2. 동영상 시청 후 끝점 변화량의 분포

동영상 시청 후 측정된 끝점의 변화량 분포는 Fig. 1과

Table 1. Changes in binocular spherical endpoints after watching the mobile video at 30 cm for 1 hour

Watching video	Refractive errors (D)		Change amounts in spherical endpoints
	Spherical	Cylindrical	
Before	-2.71 ± 2.53 (74)	-0.82 ± 0.79 (74)	$-0.52 \pm 0.32^{***}$
After	-3.23 ± 2.62 (74)	-0.82 ± 0.79 (74)	

Data are expressed by mean \pm SD.

The number of eyes is in parentheses.

*** $p < 0.001$: significantly different between before and after watching the video

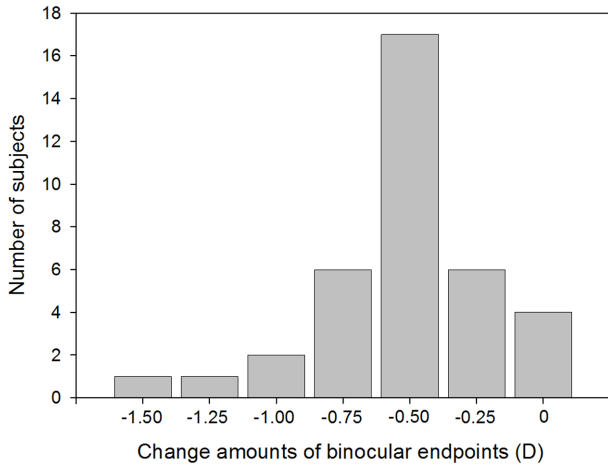


Fig. 1. The number of subjects depending on change amounts of binocular spherical endpoints after watching the mobile video at 30 cm for 1 hour.

같다. 전체 대상자의 굴절이상 끝점 변화 평균은 -0.52 ± 0.32 D로 나타났지만, 끝점 변화량의 분포는 변화가 없는 경우 4명, -0.25 D 변화 6명, -0.50 D 변화 17명, -0.75 D 변화 6명, -1.00 D 변화 2명, 그리고 -1.25 D와 -1.50 D 변화가 각각 1명으로 나타났다. 끝점 변화량의 분포는 -0.50 D가 가장 많았고, 이를 중심으로 $0 \sim -1.50$ D의 변화범위로 나타났다.

3. 동영상 시청 전·후의 조절기능 변화와 굴절이상 근시성 변화와의 상관성

동영상 시청 후 나타난 근시성 변화는 장시간 지속되는 주시자극으로 인해 조절기능의 변화를 동반할 것으로 예상하고 굴절이상 끝점 변화와 가장 상관성이 높은 조절기능을 검색하고자 하였다. 동영상 시청 전·후의 AA, PRA, NRA, 그리고 BAF 측정 결과는 Table 2와 같다. AA는 동

영상 시청 전 9.19 ± 2.03 D에서 시청 후 8.24 ± 2.16 D로 유의하게($p < 0.01$) 감소하였고, PRA도 2.80 ± 1.36 D에서 2.03 ± 1.23 D로 유의하게($p < 0.01$) 감소하였다. NRA는 -2.00 ± 0.50 D에서 -2.08 ± 0.76 D로 0.09 ± 0.71 D 증가하였으나, BAF는 9.19 ± 4.08 cpm에서 7.59 ± 3.92 cpm으로 유의하게($p < 0.01$) 감소하였다. 동영상 시청 후 변화한 끝점 변화와 조절기능과의 상관성을 분석한 결과 AA와 0.396 ($p < 0.05$), PRA와 0.133 , NRA와 0.307 , 그리고 BAF와는 0.323 으로 나타났다. 타 연구에서 스마트폰 2시간 시청 후 조절력이 1.49 D 감소되고^[26], 최대조절력과 음성·양성상대조절력이 감소된다고^[30] 하였는데, 본 결과에서는 근거리 주시활동으로 나타나는 근시성 굴절이상과 관련된 조절기능은 AA의 변화만이 유의한 것으로 나타났다.

4. 동영상 시청 후 근시도에 따른 조절기능의 변화

동영상 시청 후 근시성 변화는 AA의 변화와 유의한 상관성이 있는 것으로 나타났다. 이러한 상관성을 보다 구체적으로 검토하기 위해 대상자의 굴절이상을 정시군($+0.50$ D ~ -0.50 D), 경도 근시군(< -0.50 D, ≥ -3.00 D), 중도 근시군(< -3.00 D, ≥ -6.00 D), 그리고 고도 근시군(< -6.00 D)로 구분하여 조절기능의 변화들을 분석하였다(Table 3). 그 결과 PRA, NRA, 그리고 BAF는 동영상 시청 후 정시군과 근시군 간의 차이가 없는 것으로 나타났고, AA만이 동영상 시청 후 모든 근시군에서 정시군과 비교하여 유의하게 감소하였다. 하지만 근시군 간의 AA 변화는 유의한 차이를 보이지 않았는데, 이것은 근시도와 상관없이 조절요구에 대한 반응이 유사하다는 것을 보여주는 것이다. 그리고 동영상 시청 후 굴절이상 변화에서 경도 근시군이 -0.71 ± 0.30 D로 가장 큰 근시성 변화를 보였고, 그 다음이 중도 근시군 -0.60 ± 0.35 D, 고도 근시군 -0.54 ± 0.17 D 순으로

Table 2. Changes in accommodative functions after watching the mobile video at 30 cm for 1 hour and correlation coefficients between those changes and spherical endpoint changes

Watching video	AA (D)	PRA (D)	NRA (D)	BAF (cycles/min)
Before	9.19 ± 2.03 (74)	2.80 ± 1.36 (37)	-2.00 ± 0.50 (37)	9.19 ± 4.08 (37)
After	$8.24 \pm 2.16^{***}$ (74)	$2.03 \pm 1.23^{**}$ (37)	-2.08 ± 0.76 (37)	$7.59 \pm 3.92^{***}$ (37)
Change amounts	-0.95 ± 1.19 (74)	-0.78 ± 1.44 (37)	-0.09 ± 0.71 (37)	-1.59 ± 2.43 (37)
Pearson's correlation coefficient	$0.396^{\#}$	0.133	-0.307	0.323

Data are expressed by mean±SD.

The number of eyes is in parentheses of AA and the number of subjects is in parentheses of PRA, NRA, and BAF.

** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$: significantly different compared to before values

$^{\#}p < 0.05$: significantly different between changes in accommodative functions and in spherical endpoints of table 1

AA; amplitude of accommodation, PRA; positive relative accommodation, NRA; negative relative accommodation, BAF; binocular accommodative facility

Table 3. Changes in accommodative functions depending on the grade of myopia in subjects after watching the mobile video at 30 cm for 1 hour

Grade of refractive errors (SE, D)	Change amounts after watching the mobile video				
	AA (D)	PRA (D)	NRA (D)	BAF (cycles/min)	Endpoint (D)
Emmetropes (+0.50 ~ -0.50)	0.21±1.54 ^a (20)	0.05±0.98 ^a (10)	-0.35±0.36 ^a (10)	0.50±2.95 ^a (10)	-0.28±0.28 ^a (10)
Low myopes (<-0.50, ≥-3.00)	-0.91±1.15 ^b (17)	-0.25±0.91 ^a (7)	-0.21±0.70 ^a (7)	-1.86±2.12 ^a (7)	-0.71±0.30 ^b (7)
Middle myopes (<-3.00, ≥-6.00)	-0.75±1.10 ^b (26)	-1.12±2.10 ^a (13)	0.17±0.87 ^a (13)	-1.77±2.83 ^a (13)	-0.60±0.35 ^b (13)
High myopes (<-6.00)	-1.09±1.80 ^b (11)	0.93±1.13 ^a (7)	0.07±0.51 ^a (7)	-1.43±1.20 ^a (7)	-0.54±0.17 ^{ab} (7)

Data are expressed by mean±SD.

The number of eyes is in parentheses of AA and the number of subjects is in parentheses of PRA, NRA, and BAF.

Superscripts a,b are a subgroup results in the Duncan test.

SE; spherical equivalent, AA; amplitude of accommodation, PRA; positive relative accommodation, NRA; negative relative accommodation, BAF; binocular accommodative facility

나타나 근거리 주시활동에 의한 근시 발달의 가능성은 근시도가 낮을수록 더 클 것으로 예측되었다.

생리적으로 민무늬근은 수축이 지속될 때 이완속도와 수축력이 초기 반응보다 저하되는데,^[31] 계속된 조절자극으로 섬모체근의 수축이 지속되면 세포 내 ATP의 감소, 젖산의 증가, Na⁺/K⁺-ATPase의 활성 감소, 그리고 K⁺ 이온 평형의 방해가 일어나 이완능력 및 근조직의 전반적 기능이 저하된다.^[32] 이러한 생리적 변화로 인해 동영상 시청 후의 근시성 변화에는 섬모체근의 조절력 감소와 불완전한 이완이 영향을 주었을 것이다. 따라서 임상 굴절검사에서 근거리 주시시간에 따른 안정피로 뿐만 아니라 주시거리의 확인이 매우 중요하며, 총조절력 측정을 통해 근거리 주시활동으로 인한 근시성 굴절변화를 확인하고 이를 이완시키기 위한 방안을 마련해야 할 것이다.

결론

근거리 주시활동 후 나타나는 근시성 변화와 조절기능의 상관성을 알아보기 위해 30 cm 거리의 스마트폰 동영상을 1시간 동안 시청한 후 굴절이상 끝점 변화와 조절기능의 변화를 분석하였다. 굴절이상 끝점은 평균 -0.52±0.32 D의 근시성 변화로 나타났다. 이러한 근시성 변화는 총조절력의 감소와 유의한 상관성을 보였다. 검사 대상자를 정시군, 경도 근시군, 중도 근시군, 그리고 고도 근시군으로 구분하여 동영상 시청 후 조절기능과 근시성 변화를 분석한 결과, 총조절력은 모든 근시군에서 정시군과 비교하여 유의하게 감소되었다. 근시성 변화는 경도 근시군에서 가장 크게 나타났고, 그 다음은 중도 근시군, 고도 근시군, 정시군 순이었다.

REFERENCES

- [1] Flitcroft DI. The complex interactions of retinal, optical and environmental factors in myopia aetiology. *Prog Retin Eye Res.* 2012;31(6):622-660. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2012.06.004>
- [2] Dirani M, Crowston JG, Wong TY. From reading books to increased smart device screen time. *Br J Ophthalmol.* 2019;103(1):1-2. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-313295>
- [3] Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology.* 2016;123(5):1036-1042. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.01.006>
- [4] Fernández-Montero A, Olmo-Jimenez JM, Olmo N, et al. The impact of computer use in myopia progression: a cohort study in Spain. *Prev Med.* 2015;71:67-71. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.12.005>
- [5] Czepita D, Mojsa A, Ustianowska M, et al. Reading, writing, working on a computer or watching television, and myopia. *Klin Oczna.* 2010;112(10-12):293-295.
- [6] Zhou J, Ma Y, Ma J, et al. Prevalence of myopia and influencing factors among primary and middle school students in 6 provinces of China. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi.* 2016;37(1):29-34. DOI: <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.01.006>
- [7] Ku PW, Steptoe A, Lai YJ, et al. The associations between near visual activity and incident myopia in children: a nationwide 4-year follow-up study. *Ophthalmology.* 2019;126(2):214-220. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2018.05.010>
- [8] Saxena R, Vashist P, Tandon R, et al. Prevalence of myopia and its risk factors in urban school children in Delhi: the North India myopia study (NIM Study). *PLoS One.*

- 2015;10(2):e0117349. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117349>
- [9] Enthoven CA, Tideman JW, Polling JR, et al. The impact of computer use on myopia development in childhood: the generation R study. *Prev Med.* 2020;132:105988. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2020.105988>
- [10] Long J, Cheung R, Duong S, et al. Viewing distance and eyestrain symptoms with prolonged viewing of smartphones. *Clin Exp Optom.* 2017;100(2):133-137. DOI: <https://doi.org/10.1111/cxo.12453>
- [11] Saw SM, Nieto FJ, Katz J, et al. Factors related to the progression of myopia in Singaporean children. *Optom Vis Sci.* 2000;77(10):549-554. DOI: <https://doi.org/10.1097/00006324-200010000-00009>
- [12] Lu B, Congdon N, Liu X, et al. Associations between near work, outdoor activity, and myopia among adolescent students in rural China: the Xichang pediatric refractive error study report No. 2. *Arch Ophthalmol.* 2009;127(6):769-775. DOI: <https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2009.105>
- [13] Morgan I, Rose K. How genetic is school myopia?. *Prog Retin Eye Res.* 2005;24(1):1-38. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2004.06.004>
- [14] Mutti DO, Mitchell GL, Hayes JR, et al. Accommodative lag before and after the onset of myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2006;47(3):837-846. DOI: <https://doi.org/10.1167/iovs.05-0888>
- [15] Gwiazda J, Thorn F, Held R. Accommodation, accommodative convergence, and response AC/A ratios before and at the onset of myopia in children. *Optom Vis Sci.* 2005;82(4):273-278.
- [16] Gwiazda JE, Hyman L, Norton TT, et al. Accommodation and related risk factors associated with myopia progression and their interaction with treatment in COMET children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2004;45(7):2143-2151. DOI: <https://doi.org/10.1167/iovs.03-1306>
- [17] Ebenholtz SM. Accommodative hysteresis: a precursor for induced myopia?. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1983;24(4):513-515.
- [18] Ministry of Science and ICT. 2019 Announcement of results in internet use survey, 2020. [https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156377419&call_from=naver_news#sitemap-layer\(30 November 2021\)](https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156377419&call_from=naver_news#sitemap-layer(30 November 2021)).
- [19] Ip JM, Saw SM, Rose KA, et al. Role of near work in myopia: findings in a sample of Australian school children. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2008;49(7):2903-2910. DOI: <https://doi.org/10.1167/iovs.07-0804>
- [20] Hsu CC, Huang N, Lin PY, et al. Risk factors for myopia progression in second-grade primary school children in Taipei: a population-based cohort study. *Br J Ophthalmol.* 2017;101(12):1611-1617. DOI: <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2016-309299>
- [21] Owens DA, Wolf-Kelly K. Near work, visual fatigue, and variations of oculomotor tonus. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1987;28(4):743-749.
- [22] Ehrlich DL. Near vision stress: vergence adaptation and accommodative fatigue. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1987;7(4):353-357. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.1987.tb00760.x>
- [23] Kim BW, Han SH, Shin YG, et al. Aided distance visual acuity and refractive error changes by using smartphone. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2012;17(3):305-309.
- [24] Benjamin WJ. *Borish's clinical refraction*, 2nd Ed. Philadelphia: Butterworth Heimann, 2006;799-847.
- [25] Carlson NB, Kurtz D. *Clinical procedures for ocular examination*, 4th Ed. New York: McGraw-Hill, 2016;60-62, 239-244.
- [26] Gang MJ, Choe OM. The investigation of the changes of visual problems in VDT workers. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2002;7(2):33-39.
- [27] McCrann S, Loughman J, Butler JS, et al. Smartphone use as a possible risk factor for myopia. *Clin Exp Optom.* 2021;104(1):35-41. DOI: <https://doi.org/10.1111/cxo.13092>
- [28] Lin Z, Vasudevan B, Jhanji V, et al. Near work, outdoor activity, and their association with refractive error. *Optom Vis Sci.* 2014;91(4):376-382. DOI: <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000000219>
- [29] Chen Y, Drobe B, Zhang C, et al. Accommodation is unrelated to myopia progression in Chinese miopic children. *Sci Rep.* 2020;10:12056. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68859-6>
- [30] Seo ES. Changes in accommodative function after VDT work. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2012;17(3):285-291.
- [31] Pagala M, Lehman DS, Morgan MP, et al. Physiological fatigue of smooth muscle contractions in rat urinary bladder. *BJU Int.* 2006;97(5):1087-1093. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2006.06136.x>
- [32] Wu S, Guo D, Wei H, et al. Disrupted potassium ion homeostasis in ciliary muscle in negative lens induced myopia in Guinea pigs. *Arch Biochem Biophys.* 2020;688:108403. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.abb.2020.108403>

근거리 작업 후 굴절이상 근시의 증가와 조절기능과의 관계

오성진¹, 노재현¹, 유동식², 문병연², 김상엽², 조현국^{2,*}

¹강원대학교 안경광학과, 학생, 삼척 25949

²강원대학교 안경광학과, 교수, 삼척 25949

투고일(2021년 8월 3일), 수정일(2021년 10월 31일), 게재확정일(2021년 11월 30일)

목적: 근거리 주시활동 후 발생하는 굴절이상의 변화와 조절기능 간의 상관성을 알아보고자 하였다. **방법:** 교정시력 0.9 이상의 남녀 37명 74안(남성 22명, 여성 15명, 평균 연령 23.68±1.42세)을 대상으로 하였다. 대상자들은 30 cm 거리의 스마트폰 동영상 1시간 동안 시청하였다. 동영상 시청 전·후의 굴절이상, 총조절력(AA), 양성상대조절력(PRA), 음성상대조절력(NRA), 그리고 양안조절용이성(BAF)을 비교하였다. 그리고 굴절이상의 변화와 조절기능 간의 상관성을 분석하였다. **결과:** 동영상 시청 후 굴절이상은 동영상 시청 전과 비교하여 평균 -0.52 ± 0.32 D의 근시성 변화 ($p < 0.001$)를 보였다. 근시성 변화는 경도 근시군(< -0.50 D, ≥ -3.00 D)에서 가장 크게 나타났고, 그 다음은 중도 근시군(< -3.00 D, ≥ -6.00 D), 고도 근시군(< -6.00 D), 정시군($+0.50$ D~ -0.50 D) 순이었다. 동영상 시청 후 AA($p < 0.001$), PRA($p < 0.01$), 그리고 BAF($p < 0.001$)는 시청 전과 비교하여 유의하게 감소되었지만 AA의 변화만이 근시성 변화와 유의한 상관성을 보였다. **결론:** 임상굴절검사에서 근거리 주시활동에 의한 근시성 변화를 확인하기 위해서는 AA의 측정이 유의한 조절관련 검사이다.

주제어: 근거리 주시, 근시성 굴절이상, 총조절력, 스마트폰 동영상