

착색렌즈의 색상과 농도에 따른 원거리 사위도의 변화

최현수 · 박성종 · 이석주* · 진문석* · 전진* · 유근창*

청암대학교 안경광학과, *동신대학교 대학원 안경광학과
투고일(2011년 8월 3일), 수정일(2011년 9월 5일), 게재확정일(2011년 9월 17일)

목적: 본 연구에서는 안경렌즈의 색상과 농도에 따른 사위도의 변화를 알아보았다. **방법:** 20~40세까지의 남녀 대학생 39명을 대상으로 무착색, 적색, 회색, 갈색, 녹색렌즈를 각각 20%, 50%, 80%로 농도를 달리하여 착용 후 원거리 사위도를 측정하였다. 사위측정은 완전교정상태에서 포롭터(VT-SE, Topcon, Japan)를 이용하여 프리즘 분리법(Vongraefe technique)으로 측정하였다. **결과:** 전체 대상자를 정위군, 내사위군, 외사위군으로 나누어서 실험하였다. 정위군에서는 모든 색상과 농도에서 약간의 내사위가 발생하였다. 내사위군에서는 평균 2.07 Δ BO 이던 사위도가 모든 색상과 농도에서 증가함을 보였고 특히, 갈색렌즈에서 가장 큰 증가를 보였다. 외사위군에서는 평균 3.82 Δ BI 이던 사위도가 모든 색상과 농도에서 다소 감소함을 보였고 특히, 녹색렌즈에서 평균 2.95 Δ BI로 가장 큰 감소를 보였다. 같은 색상에서 농도를 달리하여 측정된 값은 통계적 유의성이 없었다. **결론:** 안경렌즈의 색상에 따라 사위도의 변화가 확인되므로 렌즈의 색상을 선택함에 있어 사위도를 고려해야하며 안위 이상의 피로도를 줄일 수 있는 색상을 찾는 기준이 마련되어야 할 것이라 사료된다.

주제어: 착색렌즈, 사위도, 색상, 농도

서론

우리 눈의 조절작용과 폭주반응은 대뇌의 Magnocellular들에 의해 이루어진다. 이 Magnocellular들은 빛의 파장(색상)에 따라 흥분의 차이를 보이는데 이것은 사람마다 약간의 개인 차이를 보이며 대부분 황색 파장에서 양호한 세포 기능의 향상을 보인다는 것이다^[1]. 또한 노란색 오버레이를 이용하여 독서를 했을 때 조절과 폭주의 기능이 향상되며 학생들을 대상으로 색 오버레이를 이용하여 읽기 속도를 향상시킬 수도 있다^[2]. 오 등의 연구에서도 착색렌즈를 착용했을 때가 무착색렌즈를 착용했을 때보다 조절력이 향상된다는 보고가 있었다^[3]. 이렇듯 렌즈의 색상에 따라 눈의 조절과 폭주가 달라진다는 연구가 종종 보고되고 있지만 아직까지 렌즈의 색상과 농도가 양안시 기능에 미칠 수 있는 영향에 대한 연구는 미미한 실정이다. 특히 양안시 기능에 중요한 요소인 사위와 관련된 연구는 거의 진행되어지지 않고 있다. 사위는 폭주와 개산의 불균형으로 정상인이라도 어느 정도의 사위는 측정이 된다. 그러나 사위의 자각적 증상에 대한 개인 간 편차가 심하여 경우에 따라 쉽게 피로를 느끼고 증상을 심하게 호소하는 경우가 있다.

본 연구의 목적은 렌즈의 색상과 농도가 눈의 사위량에 미치는 영향을 밝힘으로써 사위도에 따른 착색렌즈의 중

류를 선택하고자 할 때 도움을 주고 착색렌즈나 선글라스의 사용으로 인해 발생할 안위 이상의 발견과 예방을 하고자 함이다.

대상 및 방법

1. 대상

안과적 질환이나 색각이상, 사시가 없는 교정시력 1.0이상의 20대~30대 성인 남녀 39명(78안)을 대상으로 하였다. 평균연령은 25.2세였고 성별의 비율은 남자22명(56.4%), 여자가 17명(45.6%)이었다.

2. 렌즈

착색렌즈(CR-39, 굴절률(n)1.50, 아베수(v)38, 캐미글라스, 한국)의 색상은 회색, 갈색, 적색, 녹색이며, 각 색상에 따른 농도는 20%, 50%, 80%였다. 사용된 착색렌즈의 광투과율과 분광색도좌표(X, Y)를 Table 1에 나타내었다.

3. 원거리 사위도 측정

원거리 사위검사를 하기 전에 문진을 통하여 안질환여부를 확인하였으며, Ishihara 시력표를 이용하여 색각검사를 하였고 검영기(HEINE, Beta 200, Germany)로 타각적 굴절

Table 1. The light transmittance and chromaticity coordinates

Color	Density(%)	Light transmittance(%)	Chromaticity coordinate X	Chromaticity coordinate Y
Mean \pm SD				
Red	20	88.00 \pm 0.02	0.32 \pm 0.02	0.33 \pm 0.02
	50	38.57 \pm 0.02	0.40 \pm 0.01	0.32 \pm 0.03
	80	12.88 \pm 0.03	0.47 \pm 0.03	0.30 \pm 0.05
Gray	20	83.50 \pm 0.03	0.31 \pm 0.01	0.32 \pm 0.03
	50	41.83 \pm 0.04	0.31 \pm 0.04	0.32 \pm 0.02
	80	12.86 \pm 0.02	0.30 \pm 0.03	0.32 \pm 0.03
Green	20	88.85 \pm 0.01	0.31 \pm 0.02	0.33 \pm 0.05
	50	42.42 \pm 0.02	0.30 \pm 0.04	0.36 \pm 0.02
	80	10.81 \pm 0.04	0.31 \pm 0.05	0.47 \pm 0.03
Brown	20	86.81 \pm 0.04	0.32 \pm 0.02	0.33 \pm 0.03
	50	39.71 \pm 0.02	0.40 \pm 0.03	0.37 \pm 0.05
	80	10.89 \pm 0.03	0.46 \pm 0.02	0.41 \pm 0.04

검사를 하였다. 안질환이나 색각, 사시, 고도의 굴절이상인 있는 자를 제외하고 교정시력 1.0이상인 완전교정상태로 포토퍼의 검사창에 렌즈를 고정시킨 후 3 m거리에서 프리즘에 의해 분리가 가능한 세로일렬 시표를 사용하여 원거리 사위도를 측정하였다. 원거리 사위검사는 최대 교정시력보다 한 줄 위의 원용시력표를 사용하고 포토퍼의 로터리 프리즘을 우안에 12 Δ ,BI과 좌안에 6 Δ ,BU을 장착하여 양안의 상을 분리시켰다. 피검자에게 아래의 시표를 주시하도록 하고, 지속적으로 시표를 선명하게 보도록 하였고 시표가 이동되어 수직방향으로 위아래 시표가 일치하게 되면 “일치”라고 말하도록 하였다. 시표 이동 속도는 2 Δ /sec으로 유지시켰으며 두 시표가 수직으로 나란했을 때의 프리즘 기저 방향과 프리즘 굴절력을 기록하였다. 시표의 분리 방향을 반대로 하여 다시 측정한 후, 두 값의 평균을 구하여 원거리 사위도로 하였다⁴⁾. 피검사자 한 명당 13종류의 렌즈로 각각 원거리 사위검사를 하였고 한 종류의 착색렌즈로 3번씩 사위도를 구하여 평균값을 취하였다. 사위검사로 인한 눈의 피로를 줄이기 위해 검사마다 8~10분씩 휴식을 갖

게 하였다. 검사거리와 조도가 사위도에 영향을 미칠 수 있으므로 검사거리는 3 m, 검사실의 조도는 50 lux로 일정하게 유지하였다^{15,6)}. 결과 자료의 통계 처리는 Origin 8.0 통계프로그램을 사용하여 Student T-test에 의해 분석하였고 통계적으로 유의한 수준은 0.05 미만으로 하였다.

결과 및 고찰

전체 대상자 39명 중 정위는 3명, 외사위는 22명, 내사위는 14명이었다. 착색렌즈의 색상과 농도를 달리하여 사위검사를 실시하였고 이에 따른 검사 결과를 정위군과 내사위군, 외사위군으로 나누어서 Table 2에 나타내었다.

1. 정위군에서 안경렌즈의 색상과 농도에 따른 사위도의 변화

정위군은 3명이었고 완전교정상태에서 렌즈의 색상과 농도를 변화시켜 사위도를 측정하였다. 적색렌즈에서는 0.11 \pm 0.07 Δ ,BO, 회색렌즈는 0.17 \pm 0.011 Δ ,BO, 갈색렌즈는

Table 2. The prism diopter of different color lenses

Unit; prism diopter(Δ)

	Achromatic	Red	Gray	Green	Brown
Mean \pm SD					
Orthophoria (BO*)	0.00 \pm 0.00	0.11 \pm 0.23	0.17 \pm 0.23	0.17 \pm 0.23	0.44 \pm 0.36
Esophoria (BO)	2.07 \pm 0.59	2.50 \pm 0.62	2.58 \pm 0.65	2.61 \pm 0.60	2.83 \pm 0.61
Exophoria (BI**)	3.82 \pm 1.69	3.00 \pm 1.58	3.05 \pm 1.62	2.95 \pm 1.59	2.98 \pm 1.56

*base out prism diopters

**base in prism diopters

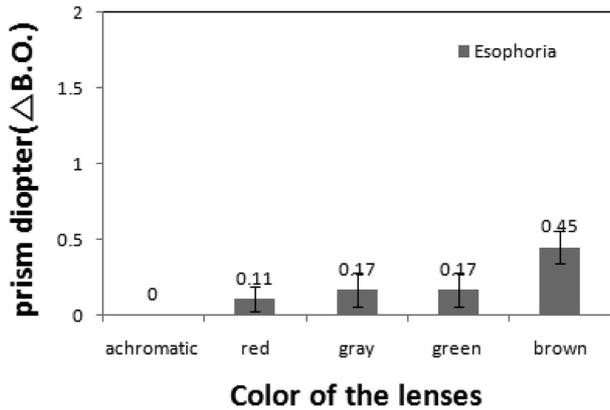


Fig. 1. According to the color change of the orthophoria. Values are expressed as mean ± SD. All colored lens is significantly different from achromatic lens at P<0.05

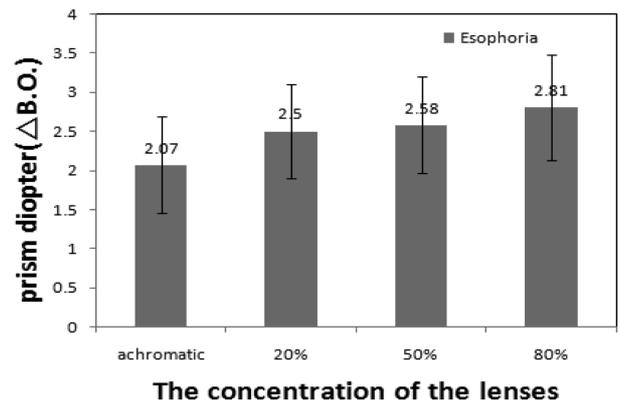


Fig. 3. Concentrations in the lenses due to changes in prism diopters. Values are expressed as mean ± SD. All colored lens is significantly different from achromatic lens at P<0.05

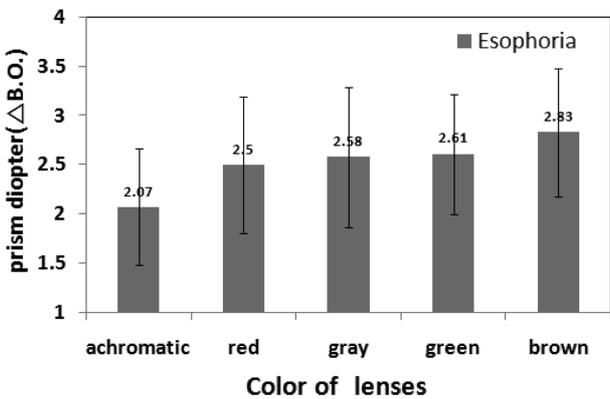


Fig. 2. According to the color change of the esophoria. Values are expressed as mean ± SD. All colored lens is significantly different from achromatic lens at P<0.05

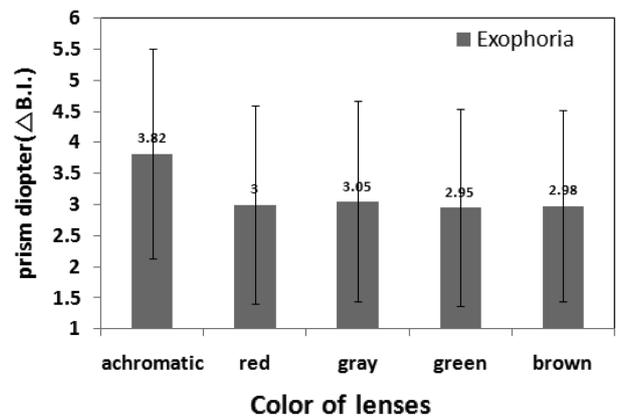


Fig. 4. According to the color change of the exophoria. Values are expressed as mean ± SD. All colored lens is significantly different from achromatic lens at P<0.05

0.17±0.11Δ,BO, 녹색렌즈는 0.44±0.18Δ,BO의 내사위가 각각 발생하였다(Fig. 1). 같은 색상에서 농도에 따른 사위도의 변화는 유의성이 없는 것으로 나타났다.

2. 내사위군에서 안경렌즈의 색상과 농도에 따른 사위도 변화

내사위군에서는 무착색렌즈에서 평균 2.07±0.59Δ,BO이던 사위도가 모든 색상과 농도에서 다소 증가함을 보였다. 갈색렌즈에서 평균 2.83±0.61Δ,BO로 가장 큰 사위도 증가를 보였으며 갈색렌즈 중 농도 80%에서는 3.04±0.65Δ,BO으로 전체 착색렌즈 중 가장 큰 사위도 증가를 보였다(Fig. 2).

같은 색상에서 농도에 따른 사위도의 변화는 네가지 색상 모두 농도가 20%에서 80%까지 진해질수록 사위도가 약간씩 더 커짐을 보였다(Fig. 3).

3. 외사위군에서 안경렌즈의 색상과 농도에 따른 사위도 변화

외사위군에서는 평균 3.82±1.69Δ,BI이던 사위도가 모

든 색상과 농도에서 다소 감소함을 보였다. 특히 녹색렌즈에서 평균 2.95±1.59Δ,BI로 가장 큰 감소를 보였으며 착색렌즈 중 적색의 80%에서 2.86±1.59Δ,BI으로 가장 큰 사위도 감소를 보였다(Fig. 4).

같은 색상에서 농도에 따른 사위도의 변화는 네가지 색상 모두 농도가 20%에서 80%까지 진해질수록 사위도가 약간씩 감소함을 보였다(Fig. 5).

결과적으로 정위군, 내사위군, 외사위군 모두 같은 색상에서 농도를(20%, 50%, 80%) 달리하여 측정한 값은 특별한 경향성을 나타내지 않았다. 따라서 눈의 사위도는 렌즈의 색상에 의해 유의성 있게 변화하며 색의 농도와는 큰 상관성이 없음을 알 수 있었다.

레이(2005)등의 연구에서는 학생들을 대상으로 노란색 필터를 이용한 독서 시 읽기속도와 조절, 폭주기능이 모두 향상됨을 나타내었다²⁾. 본 연구에서는 렌즈의 색상을 네가지로 다양화하고 색상 외에 농도를 변수에 추가하여 사위도를 조사하였고 결과적으로 착색렌즈를 착용한 후 눈

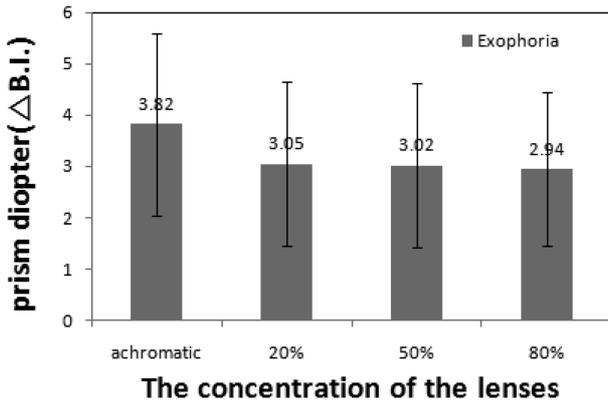


Fig. 5. Concentrations in the lenses due to changes in prism diopters.

Values are expressed as mean \pm SD. All colored lens is significantly different from achromatic lens at $P < 0.05$

의 움직임은 렌즈의 네 가지 색상 모두에서 내전경향을 보임을 나타내었다. 따라서 착색렌즈는 눈의 이항운동에 영향을 주어 사위도 변화를 일으킨다고 할 수 있으며 사위도의 변화는 렌즈의 색상에 따라 개인차를 보이고 착색의 농도와는 큰 상관성이 없음을 알 수 있었다.

결 론

현재까지 진행되어 온 여러 연구에서 안경렌즈의 색상을 이용하여 읽기속도나 폭주, 개산력을 향상 시키고 동체시력에도 영향을 줄 수 있다는 것이 밝혀지고 있다⁷⁻⁹⁾. 그러나 아직까지 이러한 연구들은 확정적이지 않고 활발히 진행되고 있지 않다. 현재 우리나라에서는 착색렌즈나 선글라스의 색상과 농도를 국제조명위원회(CIE; Commission Internationale de l'Eclairage) 색도좌표에 따라 착색하고 있으며 착색렌즈의 색상과 농도가 양안시 기능에 미치는 영향에 대한 연구는 미미한 실정이다.

본 연구에서 착색렌즈의 착용 전 후를 비교해보면 전체 대상자의 대부분이 착용 후 모든 색상과 농도에서 평균적으로 내사위도는 증가하였고 외사위도는 감소하였으며 정위는 약간의 내사위성을 나타내게 됨을 발견하였다. 이것은 우리가 착색렌즈를 착용하게 되면 눈의 수평운동이 어떤 자극을 받아 폭주를 일으켰다는 의미이다. 어떤 색이 어떻게 작용하여 시각적 스트레스를 완화하고, 안구 운동에 관여하는지에 대한 정확한 기제는 아직 밝혀지지 않았다.

Iles 등은 뇌의 거대세포(magnocell)의 결함과 관련된 시각적 문제를 갖고 있는 사람은 두정골 피질 영역의 기능과 관련된 시각적 주목 문제를 갖는다고 보고하였다¹⁰⁾. Derefeldt 등은 색 정보의 경로는 주의와 안구 운동이 관여하는 곳에 강하게 연결되어 있다고 하였다¹¹⁾. 이와 같

이 색 자극이 주어지면 뇌의 거대세포(magnocell)가 반응하여 안구운동을 일으킨다는 사실은 보고가 되었으나 정확한 메커니즘의 규명은 아직까지 완전하게 밝혀지지 않았다. 본 연구의 결과로 볼 때 거의 모든 대상자가 착색렌즈를 착용하였을 때 안구의 폭주를 일으켜 정위는 내사위가 되고, 내사위는 더 심해졌으며 외사위는 감소하였으므로 우리 눈에서는 렌즈에 투과되는 어떤 색 파장이 안구의 폭주를 유발한다고 할 수 있겠다. 그러므로 외사위를 가진 사람의 경우는 착색렌즈나 선글라스의 착용만으로도 약간의 사위교정 효과를 볼 수 있을 것이며, 내사위인 사람은 착색렌즈나 선글라스를 착용함으로써 쉽게 안정피로를 느낄 것이다. 정위인 사람도 착색렌즈를 착용함으로써 안위이상(안위이상)이 생기게 될 것이므로 렌즈의 색상을 선택함에 있어서 사위도를 측정하여 반영해야하며 안위이상의 피로도를 줄일 수 있는 색상을 찾는 기준이 마련되어야 할 것이라 사료된다.

참고문헌

- [1] Wilkins A. J., Sihra N., and Myers A., "Increasing reading speed by using colours: issues concerning reliability and specificity, and their theoretical and practical implications", *Perception*, 34(1):109-120(2005).
- [2] RAY N. J., Fowler S., and Stein J. F., "Yellow filters can improve magnocellular function: motion sensitivity, convergence, accommodation, and reading", *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1039:283-293(2005).
- [3] 오병하, 이재호, 정세훈, 박미정, "안경 렌즈 및 물체의 색상에 따른 최대 조절력 변화", *한국안광학회지*, 13(1):119-124(2008).
- [4] 신진아, "안기능검사", 초판, 한미의학, 서울, pp.144-146(2001).
- [5] Schumer R. A. and Julesz B., "Binocular Disparity Modulation Sensitivity to Disparities Offset from the Plane of Fixation", *Vis. Res.*, 24(6):533-542(1984).
- [6] Howard I. P. and Rogers B. J., "Seeing in Depth", University of Toronto Press, 2(1): 158-159(2002).
- [7] Smith L. and Wilkins A., "How many colours are necessary to increase the reading speed of children with visual stress? A comparison of two systems", *Journal of Research in Reading*, 30(3):332-343(2007).
- [8] 이민아, 김영진, 정주현, "안경 렌즈의 색상에 따른 동체시력의 변화", *한국안광학회지*, 16(1):7-11(2011).
- [9] 이석주, 박지훈, 이소희, 황광하, 유근창, "칼라필터 렌즈(ChromaGen(TM))를 이용한 읽기능력 향상에 대한 임상 연구", *한국안광학회지*, 16(1):65-74(2011).
- [10] Iles J., Walsh V., and Richardson A., "Visual search performance in dyslexia", *Dyslexia*, 6(3):163-177(2000).
- [11] Derefeldt G., Swartling T., Berggrund U., and Bodrogi P., "Cognitive color", *Color Research & Application*, 29(1):7-19(2004).

The Change of the Phoria in Accordance with the Color and Concentration of the Color Lens

Hyun-Soo Choi, Sung-Jong Park, Seok-Ju Lee*, Moon-Seok Jin*, Jin Jun* and Geun-Chang Ryu*

Department of Ophthalmic Optics, Chungam University

*Department of Optometry and Optic Science, Graduate School Dongshin University

(Received August 3, 2011; Revised September 5, 2011; Accepted September 17, 2011)

Purpose: In this study, we investigated changes of phoria based on varying the color and concentration of the color in lenses. **Methods:** We measured distance phoria for 39 students who aged 20 to 40 with different concentrated lenses - red, gray, brown and green lenses in concentration 20%, 50% and 80%, respectively. **Results:** Subjects were divided into three groups which were orthophoria, esophoria and exophoria. Orthophoria in all the color and concentration, there were a few of the esophoria. Esophoria of average 2.07Δ , B.O showed that a slight increase in all colors and concentration, especially in brown lenses showed the greatest increase. Exophoria of average 3.82Δ , B.I showed that a slight decrease in all colors and concentration, especially in green lenses showed to 2.95Δ , B.I to the greatest decrease. Different concentration in same color had no specific tendency regarding phoria. **Conclusions:** The phoria must be considered when selecting color of the lens because of phoria is changeable by color of the lens. It is expected to study the criteria that minimize the asthenopia.

Key words: Colored lenses, Color, Concentration, Phoria