

# 색렌즈의 광투과율에 따른 대비감도 변화

이선행<sup>1</sup>, 이윤정<sup>2</sup>, 조현국

<sup>1</sup>김해대학 안경광학과, <sup>2</sup>영남대학교 생물학과, 강원대학교 안경광학과  
e-mail:hyung@kangwon.ac.kr

## Change of Contrast Sensitivity According to Light Transmittance of Color Lens

Sun-Haeng Lee<sup>1</sup>, Yoon Jeong Lee<sup>2</sup>, Hyun Gug Cho

<sup>1</sup>Gimhae College University

<sup>2</sup>Department of Biology, Yeungnam University

Department of Optometry, Kangwon National University

### 요 약

본 연구는 착색렌즈의 광투과율에 따른 명소시 대비감도의 변화를 분석하여 색렌즈를 착용할 때 색상에 따른 적절한 광투과율 기준을 제시하고자 하였다. 정상 시기능을 가진 남자 24명과 여자 13명을 대상으로, 광투과율 80~90%, 60~80%, 43~60%, 30~43%로 착색된 4개의 색렌즈(회색, 갈색, 적색, 녹색)를 순서대로 착용시키고 F.A.C.T. 시표를 이용하여 대비감도 검사를 실시하였다. 검사 결과, 광투과율이 감소될수록 대비감도는 감소되었고, 시감도는 갈색이 가장 높은 것으로 나타났고, 반대로 적색이 가장 낮은 것으로 나타났다. 대비감도 검사결과를 고려한 색상별 권장 광투과율은 갈색, 회색과 녹색 38% 이상, 적색 52% 이상인 것으로 나타났다. 이러한 결과들로 보아 일상생활에서 눈을 보호할 목적으로 색렌즈를 선택할 때 색상과 그 색상에 적절한 광투과율이 고려되어야 한다.

### 1. 서론

눈은 물체의 움직임, 형태, 크기, 두께, 질감, 색상 그리고 명암 등을 구별하기 위해 가시광선 파장 범위에 반응하게 된다. 태양광선은 약 48%의 가시광선, 약 46%의 적외선, 약 6%의 자외선으로 구성되며, 자외선의 경우 눈에 직접적인 광화학적 손상을 준다[1]. 이러한 유해 광선을 차단하는 한 가지 방법으로 안보호용 착색렌즈가 있다[2].

렌즈의 착색은 청색, 녹색, 황색, 적색 파장에 대한 광흡수 영역을 갖는 색의 조합으로 이루어지며, 다양한 색상으로 착색된 렌즈는 일반적으로 강한 빛이나 매우 높은 조명 아래에서 광투과율을 감소시켜 눈을 보호하게 된다. 그러나, 착색렌즈를 착용하면 가시광선의 투과율이 감소되어 색상 인식력이 증가될 수도 있지만 오히려 그 인식력이 감소되기도 한다[3,4]. 결국 잘못된 착색렌즈의 착용은 사물을 인식하는 시력과 대비감도를 저하시킬 가능성이 있음에도 불구하고 이에 대한 인식은 매우 미비한 수준이다. 본 연구에서는 착색렌즈의 광투과율 차이에 따라 원·근거리 명소시 대비감도의 변화를 분석하여 눈 보호용 착색렌즈를 착용할 때 선택 색상에 따른 적정 광투과율 기준을 제시하고자 하였다.

### 2. 연구대상 및 방법

#### 2.1 연구대상

본 연구의 취지에 동의한, 전신질환과 정신질환 및 안질환 등의 과거와 현재 병력이 없고, 양안 교정시력이 0.8 미만이거나, 2.00D 이상의 부동시가 아니며, 시력교정수술을 시행하지 않은 37명(남자 24명, 여자 13명)을 대상으로 하였다.

#### 2.2 연구방법

##### 2.2.1 렌즈의 착색

상측 정점 굴절력이 0.00 디옵터(D)인 무코팅 allyl diglycol carbonate lens (CR-39 렌즈)를 사용하여, Jeong 등의 방법[5]에 따라 회색, 갈색, 적색, 녹색(Molecular Catalytic™)을 각각 염색하였다. 착색과정 동안 spectrophotometer (X-ma 2000, Human Co., Korea)를 이용하여 가시광선의 투과율을 주기적으로 측정하여 BS 3521 Part 1의 규정에 부합하도록 하였다[6].

### 2.2.2 대비감도 검사

Functional Acuity Contrast Test (F.A.C.T., Stereo Optical, USA)를 사용하여 피검사자의 의지로 최대한 판독하도록 하였으며, 공간주파수의 순서와 무관하게 무작위로 시표를 제시하였다(예: C, A, E, D, B, E, C, A).

검사는 125 cd/m<sup>2</sup>의 명소시 상태에서 원·근거리 대비감도를 측정하여 평가하였다[7]. 측정된 검사값은 SPSS (Windows 12.0)를 이용하여 대응표본 t-검증을 실시하였으며, 색상별 광투과율에 따른 대비감도 변화를 무색렌즈와 비교하여 p<0.05일 때 유의하다고 판단하였다.

### 3. 결과

#### 3.1 회색렌즈 착용에 의한 대비감도 변화

원거리 명소시 조건에서 광투과율 43~60%인 회색렌즈를 착용했을 때 1.5cpd를 제외한 모든 공간주파수에서 대비감도가 유의하게 감소하였다[표 1]. 근거리 명소시 조건에서는 광투과율 80~90%인 회색렌즈를 착용했을 때 6cpd와 18cpd를 제외한 모든 공간주파수에서 대비감도가 유의하게 감소하였다[표 2].

[표 1] 착용 회색렌즈의 광투과율에 따른 원거리 명소시 양안대비감도의 변화

| Transmittance (%) | Spatial frequency(cycles per degree) |                |                |                |               |
|-------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
|                   | 1.5                                  | 3              | 6              | 12             | 18            |
| 90 ↑ (control)    | 54.97±15.62                          | 77.96±17.81    | 77.73±23.32    | 39.84±14.30    | 17.81±8.13    |
| 80~90             | 50.22±14.3*                          | 68.16±15.60*** | 66.51±19.70*** | 35.38±14.57*   | 15.03±6.78**  |
| 60~80             | 48.68±10.92*                         | 68.14±18.74*** | 64.92±18.36*** | 30.68±11.63*** | 12.81±6.58*** |
| 43~60             | 50.89±17.15                          | 63.68±16.10*** | 61.19±21.10*** | 26.41±10.40*** | 10.84±5.00*** |
| 30~43             | 40.03±8.01***                        | 53.14±12.23*** | 45.84±16.13*** | 18.76±8.74***  | 6.51±4.00***  |

Data are expressed by mean±SD.

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001 : significantly different compared with control

[표 2] 착용 회색렌즈의 광투과율에 따른 근거리 명소시 양안대비감도의 변화

| Transmittance (%) | Spatial frequency(cycles per degree) |                 |                 |                |               |
|-------------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
|                   | 1.5                                  | 3               | 6               | 12             | 18            |
| 90 ↑ (control)    | 84.62±19.00                          | 117.51±26.12    | 119.84±23.59    | 56.08±20.41    | 21.46±12.00   |
| 80~90             | 77.86±21.16***                       | 107.30±19.81**  | 116.38±26.72    | 49.05±18.14*** | 19.59±10.52   |
| 60~80             | 77.86±21.16*                         | 106.70±22.52**  | 107.78±32.69**  | 43.51±17.05*** | 16.89±9.95*** |
| 43~60             | 77.86±21.16*                         | 105.78±22.90*** | 101.32±30.75*** | 38.57±16.66*** | 14.08±7.36*** |
| 30~43             | 62.19±15.65*                         | 85.70±23.59***  | 73.92±27.50***  | 27.59±12.36*** | 9.14±5.18***  |

Data are expressed by mean±SD.

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001 : significantly different compared with control

#### 3.2 갈색렌즈 착용에 의한 대비감도 변화

원거리 명소시, 근거리 명소시 조건에서 모든 갈색렌즈를 착용했을 때 모든 공간주파수에서 대비감도가 유의하게 감소하였다[표 3, 4]. 그러나, 원거리 명소시 조건에서 1.5cpd와 3cpd 및 6cpd에서 광투과율 80~90%인 갈색렌즈보다 광투과율 60~80%인 갈색렌즈를 착용했을 때 대비감

도가 더 높았다. 근거리 명소시 조건에서는 1.5cpd에서 광투과율 60~80%, 30~43%, 43~60% 및 80~90%인 갈색렌즈 순으로 대비감도가 높았으나, 3cpd에서는 광투과율 60~80%보다 43~60%인 갈색렌즈를 착용했을 때 대비감도가 더 높았고, 18cpd에서는 광투과율 80~90%인 갈색렌즈보다 60~80%인 갈색렌즈를 착용했을 때 대비감도가 더 높았다.

[표 3] 착용 갈색렌즈의 광투과율에 따른 원거리 명소시 양안대비감도의 변화

| Transmittance (%) | Spatial frequency(cycles per degree) |                |                |                |               |
|-------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
|                   | 1.5                                  | 3              | 6              | 12             | 18            |
| 90 ↑ (control)    | 54.97±15.62                          | 77.96±17.81    | 77.73±23.32    | 39.84±14.30    | 17.81±8.13    |
| 80~90             | 45.38±13.49***                       | 61.22±14.58*** | 57.11±15.71*** | 31.35±10.99*** | 13.81±5.94**  |
| 60~80             | 46.62±10.07**                        | 62.92±11.90*** | 59.54±16.45*** | 29.70±9.23***  | 12.22±5.08*** |
| 43~60             | 44.76±11.46***                       | 59.95±15.00*** | 55.24±16.23*** | 25.27±9.06***  | 10.32±3.62*** |
| 30~43             | 43.27±13.82***                       | 58.27±13.36*** | 48.54±14.74*** | 20.38±8.23***  | 7.51±4.15***  |

Data are expressed by mean±SD.

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001 : significantly different compared with control

[표 4] 착용 갈색렌즈의 광투과율에 따른 근거리 명소시 양안대비감도의 변화

| Transmittance (%) | Spatial frequency(cycles per degree) |                 |                 |                |               |
|-------------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
|                   | 1.5                                  | 3               | 6               | 12             | 18            |
| 90 ↑ (control)    | 84.62±19.00                          | 117.51±26.12    | 119.84±23.59    | 56.08±20.41    | 21.46±12.00   |
| 80~90             | 68.75±19.12***                       | 100.22±21.48*** | 101.19±26.47*** | 43.59±19.43*** | 16.35±8.21*** |
| 60~80             | 74.16±20.12***                       | 97.59±27.93***  | 97.59±27.93***  | 42.59±19.67*** | 16.65±8.70*** |
| 43~60             | 68.95±19.39***                       | 98.35±28.52***  | 94.51±28.52***  | 35.19±14.33*** | 13.22±7.71*** |
| 30~43             | 69.95±20.93***                       | 94.05±24.67***  | 81.30±21.98***  | 29.32±12.80*** | 10.81±5.39*** |

Data are expressed by mean±SD.

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001 : significantly different compared with control

### 3.3 적색렌즈 착용에 의한 대비감도 변화

원거리 명소시와 근거리 명소시 조건에서 모든 적색렌

즈를 착용했을 때 모든 공간주파수에서 대비감도가 유의하게 감소하였다[표 5, 6].

[표 5] 착용 적색렌즈의 광투과율에 따른 원거리 명소시 양안대비감도의 변화

| Transmittance (%) | Spatial frequency(cycles per degree) |                |                |                |              |
|-------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
|                   | 1.5                                  | 3              | 6              | 12             | 18           |
| 90 ↑ (control)    | 54.97±15.62                          | 77.96±17.81    | 77.73±23.32    | 39.84±14.30    | 17.81±8.13   |
| 80~90             | 49.05±12.47*                         | 65.22±15.86*** | 65.19±18.99*** | 32.62±12.52**  | 14.81±7.01*  |
| 60~80             | 46.49±10.33**                        | 63.81±14.87*** | 62.95±15.33*** | 31.22±14.61*** | 13.81±7.00** |
| 43~60             | 39.54±9.44***                        | 51.24±12.67*** | 48.46±13.87*** | 22.86±8.75***  | 9.41±4.34*** |
| 30~43             | 35.68±10.02***                       | 46.27±13.23*** | 43.92±16.62*** | 20.22±8.90***  | 7.62±4.93*** |

Data are expressed by mean±SD.

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001 : significantly different compared with control

[표 6] 착용 갈색렌즈의 광투과율에 따른 근거리 명소시 양안대비감도의 변화

| Transmittance (%) | Spatial frequency(cycles per degree) |                 |                 |                |                |
|-------------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
|                   | 1.5                                  | 3               | 6               | 12             | 18             |
| 90 ↑ (control)    | 84.62±19.00                          | 117.51±26.12    | 119.84±23.59    | 56.08±20.41    | 21.46±12.00    |
| 80~90             | 76.51±21.31***                       | 100.22±16.92*** | 100.86±25.48*** | 42.92±18.23*** | 17.62±9.64**   |
| 60~80             | 69.54±19.79***                       | 98.68±18.18***  | 100.03±27.18*** | 37.97±17.14*** | 16.35±10.39*** |
| 43~60             | 56.46±13.33***                       | 81.14±20.06***  | 75.86±22.90***  | 30.59±11.98*** | 11.92±5.26***  |
| 30~43             | 53.46±17.36***                       | 73.59±19.53***  | 66.38±25.53***  | 27.81±13.02*** | 10.49±6.40***  |

Data are expressed by mean±SD.

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001 : significantly different compared with control

### 3.4 녹색렌즈 착용에 의한 대비감도 변화

원거리 명소시와 근거리 명소시 조건에서 모든 녹색렌즈를 착용했을 때 모든 공간주파수에서 대비감도가 유의하게 감소하였다[표 7, 8]. 그러나, 원거리 명소시 조건에서 1.5cpd에서 광투과율 80~90%인 녹색렌즈보다 광투과율 6

0~80%인 녹색렌즈를 착용했을 때 대비감도가 더 높았고, 근거리 명소시 조건에서 1.5cpd와 6cpd에서 광투과율 80~90%인 녹색렌즈보다 광투과율 60~80%인 녹색렌즈를 착용했을 때 대비감도가 더 높았다.

[표 7] 착용 녹색렌즈의 광투과율에 따른 원거리 명소시 양안대비감도의 변화

| Transmittance (%) | Spatial frequency(cycles per degree) |                |                |                |               |
|-------------------|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
|                   | 1.5                                  | 3              | 6              | 12             | 18            |
| 90 ↑ (control)    | 54.97±15.62                          | 77.96±17.81    | 77.73±23.32    | 39.84±14.30    | 17.81±8.13    |
| 80~90             | 47.54±9.51**                         | 65.22±15.86*** | 64.41±21.00*** | 33.46±13.40**  | 14.70±6.92*   |
| 60~80             | 48.65±10.92*                         | 63.38±11.31*** | 62.81±17.39*** | 30.95±12.21*** | 12.22±4.68**  |
| 43~60             | 43.84±8.81***                        | 58.41±13.32*** | 58.46±14.32*** | 26.41±10.42*** | 10.35±3.99*** |
| 30~43             | 40.32±7.63***                        | 57.19±9.94***  | 49.59±12.28*** | 22.92±8.93***  | 8.68±3.65***  |

Data are expressed by mean±SD.

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001 : significantly different compared with control

[표 8] 착용 녹색렌즈의 광투과율에 따른 근거리 명소시 양안대비감도의 변화

| Transmittance (%) | Spatial frequency(cycles per degree) |                 |                 |                |                |
|-------------------|--------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
|                   | 1.5                                  | 3               | 6               | 12             | 18             |
| 90 ↑ (control)    | 84.62±19.00                          | 117.51±26.12    | 119.84±23.59    | 56.08±20.41    | 21.46±12.00    |
| 80~90             | 71.46±19.82***                       | 106.70±26.11**  | 102.41±28.59*** | 46.41±19.10*** | 18.22±8.94**   |
| 60~80             | 73.16±18.74***                       | 102.14±26.35**  | 103.24±29.06*** | 41.43±19.15*** | 16.89±9.33***  |
| 43~60             | 69.54±19.79***                       | 100.22±21.48*** | 94.46±32.64***  | 39.51±20.32**  | 15.54±11.13*** |
| 30~43             | 64.78±20.41***                       | 88.27±18.14***  | 78.68±22.87***  | 31.86±12.72*** | 11.32±6.25***  |

Data are expressed by mean±SD.

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001 : significantly different compared with control

#### 4. 고찰

본 연구결과 무착색렌즈를 착용한 상태에서 대비감도는 정상적인 중모양의 형태를 이루어 피검자들의 대비감도 시력은 정상적인 것으로 확인되었다[8]. 착색렌즈를 착용한 상태에서 대비감도의 변화를 살펴보면, 색상이 있는 콘택트렌즈의 착용할 경우 대비감도가 저하된다고 한 결과와 같이[9] 회색, 갈색, 적색, 녹색의 착색에 따른 광투과율 감소에 따라 원·근거리 대비감도가 모두 낮아지는 것으로 나타났다. 특히 원거리 검사결과가 근거리 검사결과와 비교하여 대비감도의 감소폭은 더 큰 것으로 나타났는데, 광투과율 30~43%의 경우 회색, 갈색, 녹색은 6cpd, 적색은 3cpd와 6cpd에서 원거리 대비감도가 기준값 이하로 나타나 시력의 저하가 임상적으로 유의한 것으로 나타났다. 광투과율 30~43%의 조건에서 색상별 대비감도를 비교해 보면 원·근거리 3cpd와 6cpd, 12cpd를 기준으로 갈색의 대비감도가 가장 높았고, 그 다음이 녹색, 회색, 적색의 순서로 나타났다. 이러한 결과는 일반적으로 선글라스렌즈를 선택할 경우 본 연구에 사용된 평균 광투과율 38% 이상이어야 시력저하 등의 문제가 나타나지 않으며, 특히 갈색의 렌즈가 시력적인 면에서 가장 좋은 효과를 얻을 수 있음을 말해 주는 것이다. 그러나 Hecht 등[10]은 색상에 대한 언급은 없이 선글라스의 정상적인 투과율은 통상 15~30%가 적당하며, 밝은 대낮이라 하더라도 15% 이하일 경우만 너무 어두워 보일 것이라 하여 본 실험 결과보다는 더 낮은 적정투과율을 제시하였다.

Lim 등은 광변색성 안경렌즈를 착용하면 시력의 향상효과를 얻을 수 있고[11], 황색, 호박색, 오렌지색의 필터를

렌즈에 부착시키면 백내장과 저시력 환자의 교정시력의 증진과 대비감도 기능의 증가, 그리고 눈부심 감도(glare sensitivity)가 감소된다고 하였다[12]. 본 결과에서도 갈색 렌즈는 다른 착색렌즈와는 달리 광투과율 60~80%인 경우가 80~90%인 경우보다 원·근거리 대비감도가 더 향상되는 것으로 나타나 안질환자의 시력향상을 위한 색렌즈의 사용에 있어서도 적정 광투과율의 선택이 매우 중요한 것으로 나타났다.

이와 같은 결과들로 보아 눈 보호를 목적으로 하는 색렌즈는 색상별 적정 광투과율 기준에 맞도록 제작되어야 하며, 소비자 또한 광투과율이 낮을수록 좋은 시각적 효과를 누릴 수 있다는 편견을 없애야 할 것이다.

#### 참고문헌

- [1] 하랄드 큐퍼스, "컴퓨터시대의 색채학 (Schule der farben)", 마이크로, 서울, pp. 30-38, 1997.
- [2] 정주현, "착색렌즈의 최적화에 관한 연구", 석사학위논문, 전남대학교, 2002.
- [3] E. Aarnisalo, "Effects of yellow filter glasses on colour discrimination of normal observers and on the illumination level", Acta. Ophthalmol (Copenh)., Vol. 65, No. 3, pp. 274-278, 1987.
- [4] J. S. Wolffsohn, A. L. Cochrane, H. Khoo, Y. Yoshimitsu, S. Wu, "Contrast is enhanced by yellow lenses because of selective reduction of short wavelength light", Optometry and Vision Science, Vol 77, No. 2, pp. 73-81, 2000.

- [5] B. M. Jeong, K. H. Park, Y. G. Kim, "Color lens L\*a\*b\* coordination transfer by tinted time", J. Korean Ophthal. Opt. Soc., Vol. 8, No. 1, pp. 53-57, 2003.
- [6] M. Jalie, "Ophthalmic Lenses & Dispensing", Butterworth-Heinemann, Oxford, pp. 84-86, 1999.
- [7] "Functional acuity contrast test: Instruction Manual", Stereo Optical Company Inc., Chicago, p. 16, 2006.
- [8] A. P. Ginsburg, "A new contrast sensitivity vision test chart", Am. J. Optom. physiol. Opt., Vol. 61, No. 6, pp. 403-407, 1984.
- [9] A. Ozkanici, N. Zengin, U. Kamis, K. Gunduz, "Do daily wear opaquely tinted hydrogel soft contact lenses affect contrast sensitivity fuction at one meter?", Eye & Contact Lens, Vol. 29, No. 1, pp. 48-49, 2003.
- [10] S Hecht, C. Hendley, S. Ross, P. Richmond, "The effect of exposure to sunlight on night vision", Am. J. Ophthalmol., Vol. 31, No. 12, pp. 1573-1580, 1948.
- [11] S. H. Lim, M. S. Cho, J. S. Kim, "Evaluation of clinical usability and effects of photochromic lenses", J. Korean Ophthalmol. Soc., Vol. 46, No. 9, pp. 1563-1568, 2005.
- [12] Y. Z. Rosenblum, P. P. Zak, M. A. Ostrovsky, I. L. Smolyaninova, E. V. Bora, U. V. Dyadina, N. N. Trofimova, A. G. Aliyev, "Spectral filters in low-vision correction", Ophthalmic Physiol. Opt., Vol. 20, pp. 335-341, 2002.