한국산학기술학회논문지
Vol. 10, No. 11, pp. 3427-3433, 2009

색렌즈의 광투과율에 따른 대비감도 변화

이선행[1], 이윤정[2], 조현국[3*]
[1]김해대학 안경광학과, [2]영남대학교 생물학과, [3]강원대학교 안경광학과

Changes of Contrast Sensitivity According to Light Transmittance of Color Lenses

Sun-Haeng Lee[1], Yoon Jeong Lee[2] and Hyun Gug Cho[3*]
[1]**Dept. of Ophthalmic Optics, Gimhae College University**
[2]**Department of Biology, Yeungnam University**
[3]**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 높고 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.

Abstract This paper attempted to suggest the standards of light transmittance based on the analysis of the changes in contrast sensitivity of photopic condition according to the light transmittance of tinted lenses. The subjects of the experiment were 24 male and 13 female adults with normal ocular functions. They were asked to wear four tinted lenses (gray, brown, red, and green) in turn. The light transmittance of the lenses were 80~90%, 60~80%, 43~60%, and 30~43%, respectively. Contrast sensitivities were measured by using F.A.C.T. chart. The results showed that contrast sensitivities were decreased in proportion to the decrease of the light transmittance, and visual sensitivity of brown lenses were the highest and that of red lenses were the lowest. The results of the experiments suggested that the light transmittance should be over 38% for brown, gray and green lenses, and over 52% for red lenses. Accordingly the appropriate light transmittance should be considered when tinted lenses are selected for the purpose of eye protection in everyday life.

Key Words : Contrast Sensitivity, Color Lens, Light Transmittance

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]. UV-A는 각막과 수정체를 투과하여 망막에까지 도달하며 백내장, 설안염, 그리고 초자체 경화 등을 유발할 수 있고, UV-B는 각막과 방수에 흡수됨으로써 결막염, 각막염 및 설안염 등을 일으킬 수 있다[2,3]. 이러한 유해 광선을 차단하는 한 가지 방법으로 안경렌즈를 사용하게 되는데, 안경렌즈는 눈의 굴절이상, 안위이상, 조절 및 폭주 기능을 보완하는 시기능 교정 및 보정용 렌즈와 유해광선으로부터 눈을 보호하고, 미용,

*교신저자 : 조현국(hyung@kangwon.ac.kr)
접수일 09년 10월 09일 수정일 09년 11월 02일 게재확정일 09년 11월 12일

패션, 스포츠, 색각이상 보정, 그리고 안질환 완화 등을 위하여 사용되는 착색렌즈인 안보호용렌즈가 있다[4].

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[5,6]. 저시력 환자와 같은 특이한 경우는 착색렌즈를 착용함으로써 눈부심을 감소시켜 시력을 향상시키기도 하지만[7-9], 잘못된 착색렌즈의 착용은 오히려 사물을 인식하는 시력과 대비감도를 저하시킬 가능성이 있음에도 불구하고 이에 대한 인식은 매우 미비한 수준이다. 따라서, 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

2007년 12월 1일부터 2008년 2월 29일까지 대구와 경북에 거주하는 대학생 중 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

착색을 위한 렌즈는 중심두께 1.90mm, 렌즈 굴절률 1.498, 상측 정점 굴절력이 0.00 디옵터(D)인 무코팅 allyl diglycol carbonate lens (CR-39 렌즈)를 사용하였고, 염료는 BPI사의 Molecular Catalytic^{Tm} (Gray, Brown, Red, Green)를 사용하였다. 착색은 Jeong 등[10]의 방법에 따라 먼저 착색할 렌즈를 초음파 세척기 세정 후 증류수 세척하고, 50℃ 증류수로 제조된 0.6% 염료액이 담긴 BPI 착색기의 항온조에 담가 90℃를 유지하며 염색하였다. 염색과정 동안 spectrophotometer (X-ma 2000, Human Co., Korea)를 이용하여 가시광선의 투과율을 주기적으로 측정하여 표 1의 규정에 부합하도록 하였다[11].

[표 1] BS 3521 Part 1에 의한 착색렌즈의 광투과율 분류 기준

Filter category	Transmittance range of visible ray (380～780nm)	Description
0	80～100%	clear or very light tint
1	43～80%	light tint
2	18～43%	medium tint
3	8～18%	dark tint
4	4～8%	very dark tint

2.2.2 대비감도 검사

대비감도 시표는 Functional Acuity Contrast Test (F.A.C.T., Stereo Optical, USA)를 사용하였다. 시표는 피검사자의 눈높이에서 맞도록 설치하고, 피검사자에게 검사를 하는 동안 곁눈질을 하거나 앞으로 숙이지 않도록 한 상태에서 피검사자의 의지로 최대한 판독하도록 하였으며, 공간주파수의 순서와 무관하게 무작위로 시표를 제시하였다(예: C, A, E, D, B, E, C, A).

검사는 오전과 오후에 각 1명을 대상으로 하였고, 125 cd/m^{2}의 명소시 상태에서 원·근거리 대비감도를 측정하였다. 검사방법과 광투과율이 다른 착색렌즈를 사용할 경우 10분간의 휴식을 실시하였다. 대비감도의 평가는 표 2에 제시된 정상범위 값을 기준으로 하였다[12].

[표 2] 공간주파수별 F.A.C.T. 대비감도 기준값

Cycles per Degree (cpd)		1.5 (A)	3 (B)	6 (C)	12 (D)	18 (E)
Range	Low Normal	33	49	55	17	6
	High Normal	90	129	142	95	52

2.2.3 통계처리

측정된 검사값은 SPSS (Windows 12.0)를 이용하여 대응표본 t-검증을 실시하였으며, 색상별 광투과율에 따른 대비감도 변화를 무색렌즈와 비교하여 $p<0.05$일 때 유의하다고 판단하였다.

3. 결과

3.1 피검사자의 굴절이상도

본 연구에 참여한 대상자의 성별은 남자가 24명, 여자는 13명이었고, 평균연령은 22.81±1.97세였다. 구면 굴절

이상도는 우안 -2.14±2.24D, 좌안 -1.99±2.24D, 난시도는 우안 -0.45±0.55D, 좌안 -0.47±0.56D였으며, 등가구면 굴절이상도는 우안 -2.36±2.38D, 좌안 -2.22±2.40D였다.

3.2 착색렌즈의 광투과율

본 연구에 사용한 착색렌즈의 광투과율은 가시광선 영역(380～780nm)에 대하여 BS 3521 Part 1에서 규정한 0군, 1군 및 2군에 속하는 80～90%(0군), 60～80%(1-1군), 43～60%(1-2군) 및 30～43%(2-1군)으로 분류하였다[표 3]. 착색을 하지 않은 대조군의 광투과율은 92.51±0.24%로 측정되었다.

[표 3] 착색된 렌즈의 광투과율 분석

Color	Filter category			
	0	1-1	1-2	2-1
	80-90%	60-80%	43-60%	30-43%
No tinted (control)	92.51 ±0.24	-	-	-
Gray	85.69 ±4.04	77.21 ±8.53	51.89 ±22.97	37.28 ±30.36
Brown	83.13 ±6.36	75.61 ±11.68	55.23 ±23.88	38.90 ±31.85
Red	87.38 ±6.27	74.55 ±20.35	52.27 ±37.87	40.22 ±41.09
Green	87.37 ±4.47	74.28 ±14.35	55.19 ±24.25	38.88 ±32.33

3.3 명소시 조건에서 무색렌즈와 착색렌즈 착용에 의한 대비감도 변화

3.3.1 회색렌즈

원거리 명소시 조건에서 광투과율 43～60%인 회색렌즈를 착용했을 때 1.5cpd를 제외한 모든 공간주파수에서 대비감도가 유의하게 감소하였다[표 4]. 근거리 명소시 조건에서는 광투과율 80～90%인 회색렌즈를 착용했을 때 6cpd와 18cpd를 제외한 모든 공간주파수에서 대비감도가 유의하게 감소하였다[표 5]. 그러나, 원거리 명소시 조건에서 공간주파수 1.5cpd에서 광투과율 60～80%인 회색렌즈보다 43～60%인 회색렌즈를 착용했을 때 대비감도가 더 높았지만 통계적 의의는 없었다.

명소시 조건에서 대비감도의 정상값과 비교하면 원거리 명소시 조건에서 광투과율 30～43%인 회색렌즈를 착용했을 때 6cpd에서 대비감도가 기준값 범위보다 낮았다.

3.3.2 갈색렌즈

원거리 명소시, 근거리 명소시 조건에서 모든 갈색렌즈를 착용했을 때 모든 공간주파수에서 대비감도가 유의하게 감소하였다[표 6, 7]. 그러나, 원거리 명소시 조건에서 1.5cpd와 3cpd 및 6cpd에서 광투과율 80～90%인 갈색렌즈보다 광투과율 60～80%인 갈색렌즈를 착용했을 때 대비감도가 더 높았다. 근거리 명소시 조건에서는 1.5cpd에서 광투과율 60～80%, 30～43%, 43～60% 및

[표 4] 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 5] 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

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.

명소시 조건에서 갈색렌즈에 대하여 대비감도의 기준값과 비교하면 원거리 명소시 조건에서 광투과율 30～43%인 갈색렌즈를 착용했을 때 공간주파수 6cpd에서 대비감도가 기준값 범위보다 낮았고, 근거리 명소시 조건에서는 모든 갈색렌즈를 착용했을 때 모든 공간주파수에서 대비감도가 기준값 범위였다.

3.3.3 적색렌즈

원거리 명소시와 근거리 명소시 조건에서 모든 적색렌즈를 착용했을 때 모든 공간주파수에서 대비감도가 유의하게 감소하였다[표 8,9].

명소시 조건에서 적색렌즈에 대하여 대비감도의 기준값과 비교하면 원거리 명소시 조건에서 광투과율 43～60%인 적색렌즈를 착용했을 때 6cpd에서 대비감도가 기준값 범위보다 낮았고, 광투과율 30～43%인 적색렌즈를 착용했을 때 3cpd와 6cpd에서 대비감도가 기준값 범위보다 낮았으며, 근거리 명소시 조건에서는 모든 적색렌즈를 착용했을 때 모든 공간주파수에서 대비감도가 기준값 범위였다.

3.3.4 녹색렌즈

원거리 명소시와 근거리 명소시 조건에서 모든 녹색렌즈를 착용했을 때 모든 공간주파수에서 대비감도가 유의하게 감소하였다[표 10, 11]. 그러나, 원거리 명소시 조건에서 1.5cpd에서 광투과율 80～90%인 녹색렌즈보다 광

[표 6] 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 7] 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

[표 8] 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

투과율 60～80%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.

명소시 조건에서 녹색렌즈에 대하여 대비감도의 기준값과 비교하면 원거리 명소시 조건에서 광투과율 30～43%인 녹색렌즈를 착용했을 때 6cpd에서 대비감도가 기준값 범위보다 낮았고, 근거리 명소시 조건에서는 모든 녹색렌즈를 착용했을 때 모든 공간주파수 대비감도가 기준값 범위였다.

4. 고찰

착색렌즈는 광투과율이 80% 이상인 필터렌즈(filter lens)와 광투과율이 80% 이하인 선글라스렌즈(sun protection lens)로 구분된다[13,14]. 본 연구에서 사용된 착색렌즈의 광투과율은 80% 이상 1군, 80% 이하 3군으로 필터렌즈와 선글라스렌즈가 모두 포함되었다.

본 연구결과 무착색렌즈를 착용한 상태에서 대비감도는 정상적인 종모양의 형태를 이루어 피검자들의 대비감도 시력은 정상적인 것으로 확인되었다[15]. 착색렌즈를 착용한 상태에서 대비감도의 변화를 살펴보면, 색상이 있는 콘택트렌즈의 착용할 경우 대비감도가 저하된다고 한 결과와 같이[16] 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 기

[표 9] 착용 적색렌즈의 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

[표 10] 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 11] 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

준값 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[17]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 향상 효과를 얻을 수 있고[18], 황색, 호박색, 오렌지색의 필터를 렌즈에 부착시키면 백내장과 저시력 환자의 교정시력의 증진과 대비감도 기능의 증가, 그리고 눈부심 감도(glare sensitivity)가 감소된다고 하였다[19]. 본 결과에서도 갈색렌즈는 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)”, 미크로, 서울, pp. 30-38, 1997.

[2] S. Zigman, "The role of sunlight in human cataract formation", Surv. Ophthalmol., Vol. 27, No. 5, pp. 317-325, 1983.

[3] E. C. McCullough, G. D. Fullerton, "Potential eye hazards of sunglasses", Surv. Ophthalmol., Vol. 16, pp. 108-111, 1971.

[4] 정주헌, "착색렌즈의 최적화에 관한 연구", 석사학위논문, 전남대학교, 2002.

[5] 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.

[6] 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.

[7] W. F. Provines,, B. Harville, M. Block, "Effects of yellow optical filters on contrast sensitivity function of albino patients", J. Am. Optom. Assoc., Vol. 68, No.6, pp. 353-359, 1997.

[8] L. E. Leguire, S. Suh, "Effect of light filters on contrast sensitivity function in normal and retinal degeneration subjects", Ophthalmic and Physiological Optics, Vol. 13, No. 2, pp. 124-128, 1993.

[9] S. Zigman, "Light filters to improve vision", Optometry and Vision Science, Vol. 69, No. 4, pp. 325-328, 1992.

[10] 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.

[11] M. Jalie, "Ophthalmic Lenses & Dispensing", Butterworth-Heinemann, Oxford, pp. 84-86, 1999.

[12] "Functional acuity contrast test: Instruction Manual", Stereo Optical Company Inc., Chicago, p. 16, 2006.

[13] H. Goersch, "Handbook of ophthalmic optics", 2nd ed., Carl Zeiss, Germany, 1991.

[14] 마기중, "안경용 플라스틱 착색렌즈의 시감투과율 측정" 서울보건대학논문집, 제12권, pp. 165-170, 1992.

[15] A. P. Ginsburg, "A new contrast sensitivity vision test chart", Am. J. Optom. physiol. Opt., Vol. 61, No. 6, pp. 403-407, 1984.

[16] 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.

[17] 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.

[18] 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.

[19] 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.

이 선 행(Sun-Haeng Lee) **[정회원]**

- 2008년 8월 : 을지대학교 보건대학원 안경광학과 (보건학석사)
- 2008년 8월 : 계명대학교 보건대학원 공중보건학과 (박사과정)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 김해대학 안경광학과 교수

<관심분야>
시기능검사, 시기능분석 및 교정

이 윤 정(Yoon Jeong Lee) **[정회원]**

- 1999년 2월 : 영남대학교 대학원 생물학과 (이학석사)
- 2007년 2월 : 영남대학교 대학원 생물학과 (박사과정 수료)
- 2008년 7월 ~ 현재 : (주)어반이엔씨 연구원

<관심분야>
시력교정, 세포 및 조직구조

조 현 국(Hyun Gug Cho) **[정회원]**

- 1992년 2월 : 영남대학교 대학원 생물학과 (이학석사)
- 1998년 8월 : 영남대학교 대학원 생물학과 (이학박사)
- 2001년 3월 ~ 2009년 8월 : 경운대학교 안경광학과 교수
- 2009년 8월 ~ 현재 : 강원대학교 삼척캠퍼스 안경광학과 교수

<관심분야>
시기능분석 및 교정, 조직병리