

## 무색 인공수정체렌즈안과 광변색 인공수정체안에서의 수술 전후 스트레이라이트의 비교

김인혁<sup>1</sup> · 황형빈<sup>2</sup> · 신승주<sup>1</sup> · 정성근<sup>2</sup>

삼육서울병원 안과<sup>1</sup>, 가톨릭대학교 의과대학 안과 및 시과학교실<sup>2</sup>

**목적:** 무색 인공수정체안과 광변색 인공수정체안의 수술 전 후 박명시에서의 시력 및 스트레이라이트를 비교하여 실내에서 또는 야간에 광변색 인공수정체안의 시력의 질에 미치는 영향을 평가하고자 한다.

**대상과 방법:** 무색 인공수정체(Akreos AO MI60)를 삽입한 72명 95안(A군), 광변색 인공수정체(Matrix Aurium No.404)를 삽입한 16명 22안(B군)을 대상으로 하였다. 두 군에 대하여 술 전, 술 후 1개월째의 최대교정시력, 술 전, 술 후 1개월 및 2개월째의 스트레이라이트를 비교하였다. 안구 내 스트레이라이트 측정에는 C-quant (Oculus GmbH, Wetzlar, Germany)를 이용하였다.

**결과:** 박명시에서 측정한 술 후 최대교정시력은 두 군에서 유의한 차이를 보이지 않았다( $p=0.587$ ). A군 및 B군에서 스트레이라이트 값은 각각 술 전  $2.76 \pm 1.89 \log (s)$ ,  $2.88 \pm 2.04 \log (s)$ , 술 후 1개월  $1.39 \pm 0.84 \log (s)$ ,  $1.32 \pm 0.26 \log (s)$ , 술 후 2개월  $1.43 \pm 0.92 \log (s)$ ,  $1.45 \pm 0.50 \log (s)$ 로 두 군간 유의한 차이는 없었다( $p=0.788, 0.709, 0.929$ ). 반복측정자료 분석 결과에서도 시간에 따른 스트레이라이트 변화 양상은 두 군간 유의한 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ).

**결론:** 박명시에서 광변색 인공수정체안과 무색 인공수정체안의 시력 및 스트레이라이트에 유의한 차이가 없었다. 따라서 어두운 조도에서 장시간을 보내는 백내장 환자들에게 광변색 인공수정체는 좋은 선택이 될 수 있다.

(대한안과학회지 2014;55(2):190-195)

수정체는 일반적으로 나이가 들어감에 따라 노란색으로 변하며, 이것은 안구 내로 들어오는 단파장 빛에 의한 망막 손상을 줄여준다는 의견이 있다.<sup>1</sup> 400 nm 이하의 자외선과 청색광(400-480 nm)은 시력에 직접적인 영향은 주지 않지만, 망막에 독성이 있는 것으로 알려졌다.<sup>2</sup> 이러한 광선들은 각막이나 수정체와 같은 안구 매체에 의해 부분적으로 차단되는 것으로 알려졌으며, 각막은 300 nm보다 짧은 파장의 자외선을 차단하고, 300 nm보다 긴 파장의 자외선은 수정체에 의해 차단되는 것으로 알려졌다.<sup>3</sup> 이러한 안구 매체에 의한 자연적인 차단 능력에도 불구하고, 수정체를 제거한 경우 망막의 광수용체 및 색소상피세포가 고강도의 자외선 및 청색광에 노출되어 광독성망막병증 및 나이관련 황반변성을 일으키거나 악화시킬 가능성이 있다.<sup>4-6</sup> 이러한 광선의 독성을 최

소화하기 위하여 청색광을 흡수하기 위한 황색 인공수정체(yellow tinted intraocular lens, blue light-filtering IOL)나 자외선 차단 인공수정체(UV-filtering IOL)가 개발되어 사용되어 왔다. 현재 일반적으로 쓰이는 무색 인공수정체(clear IOL)는 자외선은 차단하지만, 청색광을 차단하지는 못한다. 반면, 황색 인공수정체는 청색광을 차단하여 황반을 보호하고 눈부심을 감소시킨다는 의견이 있다.<sup>7</sup> 하지만 황색 인공수정체는 실내에서나 야간운전 시와 같은 박명시에서 시력, 대비감도 및 색각을 감소시켜 환자의 시력의 질에 나쁜 영향을 준다는 보고가 있다.<sup>8-10</sup> 더불어 적당한 양의 청색광이 망막에서 흡수되지 못하여 생체 리듬을 떨어뜨릴 것이라는 보고도 있다.<sup>11,12</sup> 이러한 단점을 보완하기 위하여 광변색 인공수정체가 개발되었다. 광변색(photochromic)이란 햇빛에서와 같이 자외선 및 단파장의 가시광선 분포가 많을 때는 광변색 물질의 포화농도가 높아져서 색 농도가 짙어지고, 형광등처럼 적외선과 장파장의 가시광선의 분포가 많을 때는 광변색 물질의 포화농도가 낮아져 색 농도가 얇아지는 현상을 말하며, 이것을 인공수정체에 응용시킨 것이 광변색 인공수정체(photochromic IOL)이다.<sup>13,14</sup>

이상적인 눈은 안구 매체 내에서 빛의 분산(scattering)이 일어나지 않지만, 사람의 눈은 광학적으로 이상적이지 않기 때문에 항상 빛의 분산이 일어난다. 각막이나 수정체

- Received: 2013. 6. 15.      ■ Revised: 2013. 10. 5.
- Accepted: 2013. 12. 20.
- Address reprint requests to **Sung Kun Chung, MD, PhD**  
Department of Ophthalmology, The Catholic University of  
Korea St. Mary's Hospital, #10 63-ro, Yeongdeungpo-gu, Seoul  
150-713, Korea  
Tel: 82-2-3779-1150, Fax: 82-2-761-6869  
E-mail: eyedoc@catholic.ac.kr

\* This study was presented as a narration at the 109th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2013.

와 같은 안구 매체에 혼탁이 있을 경우, 빛의 분산은 더욱 증가한다.<sup>15</sup> 이러한 빛의 분산을 스트레이라이트(straylight)라고 하는데 스트레이라이트는 망막에 맺히는 상의 감도에 장애를 주어 빛이나 색깔에 대한 대비감도를 저하시키며, 시야의 흐림을 유발한다. 특히, 야간 운전시와 같이 빛이 부족한 환경에서 밝은 빛을 비추었을 때 눈부심이 증가하거나, 얼굴이나 사물인식장애, 색깔이나 명암인지장애를 일으켜 시력의 질을 떨어뜨리는 것으로 알려졌다.<sup>15,16</sup> 스트레이라이트에 의해 망막의 상의 감도가 저하되는 것을 글레어라고 하며, 이러한 글레어는 시력 저하가 없는 사람에서도 야간 운전 시나 밝은 빛을 마주 볼 때 시각적 불편함을 야기할 수 있으며, 백내장 환자나 굴절 수술을 시행한 환자의 시기능에 영향을 줄 수 있다.<sup>17,18</sup> 이러한 스트레이라이트는 C-quant (Oculus GmbH, Wetzlar, Germany)로 객관적인 측정이 가능하여 스트레이라이트에 대한 연구가 활발히 이루어져 왔으며, van den Berg<sup>15</sup>는 스트레이라이트는 시력의 질을 평가하는데 있어서 시력, 대비감도, 색깔 등과 독립적인 시기능 평가항목이라고 하였고, 백내장이 없는 정상안에서 연령이 증가할수록 스트레이라이트가 증가한다고 하였다.

저자들은 광변색 인공수정체에 함유된 광변색 물질의 고분자 중합체 입자가 빛의 분산에 영향을 줄 것이라고 가정하였다. 과거 광변색 인공수정체안의 시력, 대비감도, 색깔에 대한 연구는 보고된 바 있으나 아직까지 광변색 인공수정체안의 스트레이라이트에 대한 연구는 없었다. 따라서 저자들은 박명시 무색 인공수정체안과 광변색 인공수정체안의 시력 및 스트레이라이트를 비교하여 실내 또는 야간에 광변색 인공수정체가 빛의 분산으로 인한 시력의 질에 미치는 영향을 평가하고자 하였다.

## 대상과 방법

2011년 12월부터 2012년 12월까지 여의도성모병원 안과에서 백내장으로 내원한 환자 중 수정체유화술을 시행한 후 인공수정체를 삽입한 뒤 2개월 이상 추적관찰이 가능하였던 환자를 대상으로 하였다. 본 논문의 모든 연구과정은 환자의 사전 동의하에 시행되었으며, 본원의 임상시험심사위원회의 승인을 받았다. 수술 시 삽입될 인공수정체의 종류를 사전에 충분히 설명하였으며 수술 전 동의를 거쳐 무작위 할당을 통하여 두 가지 인공수정체 즉, 무색 인공수정체(Akreos AO MI60, Bausch & Lomb, USA) 또는 광변색 인공수정체(Matrix Aurium No.404, Medennium Inc., USA) 중 하나를 삽입하였다. 시력이나 스트레이라이트에 영향을 줄 수 있는 약시, 사시, 녹내장이나 망막박리, 각막 혼탁이

나 각막변성, 홍채 이상, 포도막 질환, 황반 변성을 포함한 망막질환이나 유리체 혼탁, 각막 굴절수술을 시행 받은 사람, 시력이나 스트레이라이트에 영향을 미칠 수 있는 전신 질환이 있는 경우는 대상에서 제외하였다.

무색 인공수정체는 친수성 비구면 아크릴 재질의 접합 인공수정체로 자외선차단기능은 가지고 있으나 청색광차단기능은 없는 인공수정체이다. 광변색 인공수정체는 광변색의 특징을 가진 소수성 아크릴 재질의 접합 인공수정체이다. 광변색 물질인 spiropyran과 spironaphthoxazines를 함유하고 있으며, 자외선 및 청색광을 차단하는 기능을 가지고 있고, 6.1 mm의 광학면 크기를 가지는 대칭성 양면볼록렌즈 구조로 되어 있다. 비구면 렌즈이며, 수초(5-10초) 안에 변색이 이루어진다. 실외에서는 자외선에 의해 황색으로 변하며, 자외선이 없는 실내에서는 다시 무색에 가깝게 변하는 특성을 가지는 것으로 알려졌다.<sup>13</sup>

박명시에서 검사를 진행하기 위하여 C-quant 및 검사실의 약한 실내등 하나를 제외하고 모두 소등한 뒤, 문을 닫고, 조도계(TM-205, TENMARS, Inc.)를 이용하여 검사실의 조도를 측정하였으며 조도는 5.4 Lux로 측정되었다.

## 수술방법

백내장 수술은 한 명의 숙련된 술자에 의해 시행되었다. 0.5% proparacaine hydrochloride (Alcaine<sup>®</sup>, Alcon laboratories, Fort Worth, TX, USA)를 사용하여 점안마취 후 2.8 mm 크기의 투명각막절개창을 만들었으며 앞방 내 점탄물질 주입 후 26G의 주사 침 및 집계를 사용하여 수정체전낭 원형절개를 시행하였다. 수정체전낭 원형절개 후 평형염액을 사용하여 수력분리술을 시행하여 수정체핵과 겔질을 분리하였고, 수력분출술을 시행하여 수정체 핵을 외핵과 내핵으로 분리하였다. 이후 초음파를 이용한 수정체유화술을 사용하여 수정체 핵을 제거하였으며, 남아있는 수정체 겔질은 관류흡인기를 이용하여 제거하였다. 수정체내 잔류수정체를 완전히 제거한 후에는 점탄물질을 주입하고 인공수정체를 낭 내에 삽입하였으며, 이후 관류흡인기를 통해 잔류 점탄물질을 제거하였다. 수술 절개창은 봉합하지 않고 평형염액으로 절개창의 양쪽 끝에 부종을 일으켜 자체 폐쇄되도록 하였다. 술 중, 혹은 술 후 각종 합병증은 발생하지 않았다.

## 스트레이라이트 측정방법

안구 내 스트레이라이트를 측정하기 위하여 보상비교방법을 기초로 한 스트레이라이트미터(Oculus C-Quant stray-

light meter, Oculus GmbH, Germany)를 이용하였다. 본 검사는 실내에서 측정하는 검사이며, 외부에서 주어진 빛에 의해 환자의 안구 내 스트레이라이트가 발생하는데, 환자로 하여금 원 안에 반으로 나뉘어진 곳을 주시하게 하고, 깜박 거리는 바깥쪽 원은 무시하게 한 후, 반으로 나뉘어진 부분 중 깜박거리는 정도가 좀 더 명확하고 강한 정도를 보이는 쪽 버튼을 누르게 한다. 최초의 느낌을 바로 표현하도록 하며, 그러려면 깜빡이는 것을 보자마자 버튼을 누르게 해야 한다. 가운데 원이 반으로 나뉘어져 있고, 한 쪽은 보상 빛(compensation light)을 주고, 나머지 한 쪽은 보상 빛을 주지 않으며, 스트레이라이트에 의해 발생한 깜박거림을 보상 하는데 필요한 다른 쪽 깜박거리는 정도가 스트레이라이트 값으로 측정된다. 이러한 방법이 보상비교방법이다. 일정한 수의 자극을 준 후 환자가 반응한 결과를 분석하여 스트레이라이트 값 및 신뢰도가 측정된다. 스트레이라이트는 log(s)로 표현되며, 스트레이라이트값이 클수록 빛이 분산되는 정도가 큰 것을 의미한다. 신뢰도는 expected standard deviation(esd)과 Q값으로 결정되며, esd>0.08이거나 Q<1인 경우에는 신뢰도가 낮은 결과이므로 검사를 반복하여 시행하였다. 본 연구에서는 esd≤0.08이고 Q≥1인 경우만 포함하였다.<sup>14-17</sup>

**분석내용**

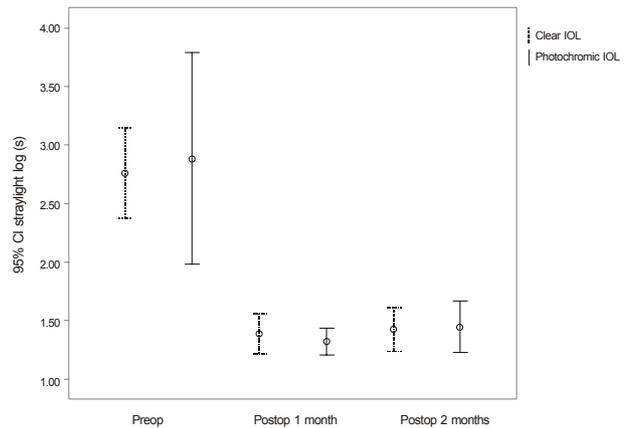
박명사에서 각 군의 수술 전과 수술 후 1개월째의 최대교정시력을 측정하였고, 수술 전, 수술 후 1개월, 수술 후 2개월째의 스트레이라이트를 측정하여 두 군을 비교하였다. 환자들의 최대교정시력은 logMAR값으로 환산하였다. 두 군간의 비교는 Independent t-test를 이용하였고, 수술 후 두 군간의 스트레이라이트 값의 비교는 Repeated measures ANOVA with Bonferroni's correction을 이용하여 분석하였다. 모든 통계분석은 PASW statistics version 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하였고 유의 수준은 0.05

미만으로 설정하였다.

**결 과**

대상군은 총 88명 117안으로 남자 33명, 여자 55명이었고, 수술 받을 당시 평균 나이는 67.62 ± 10.84세(33-88세)였다. 무색 인공수정체(Akreos AO MI60)를 삽입한 군은 72명 95안, 광변색 인공수정체(Matrix Aurium No.404)를 삽입한 군은 16명 22안이었다. 무색 인공수정체 군과 광변색 인공수정체 군은 연령, 성별에서 두 군간의 유의한 차이를 보이지 않았다(p=0.687, p=0.097) (Table 1).

실내에서 측정한 무색 인공수정체안과 광변색 인공수정체안의 평균 최대교정시력은 술 전 각각 0.59 ± 0.43 logMAR, 0.45 ± 0.33 logMAR, 술 후 1개월에 각각 0.22 ± 0.23 logMAR, 0.19 ± 0.21 logMAR로 실내에서 두 군간의 최대교정시력은 유의한 차이를 보이지 않았다(p=0.146, p=0.587) (Table 1).



**Figure 1.** Comparison of mean and 95% confidence interval (CI) of straylight value in clear and photochromic IOL group before and after cataract surgery. No statistically significant differences in straylight values of two groups at preoperatively, 1 month, and 2 months postoperatively (p < 0.001, p = 0.568).

**Table 1.** Demographics and visual acuity in two IOL groups

|                   | Clear IOL (N = 95 eyes) | Photochromic IOL (N = 22 eyes) | p-value |
|-------------------|-------------------------|--------------------------------|---------|
| Sex (M:F)         | 24:48                   | 9:7                            | 0.097*  |
| Age (years)       | 67.42 ± 10.92           | 68.45 ± 10.72                  | 0.687†  |
| Range             | 34-84                   | 41-88                          |         |
| BCVA‡ (log MAR)   |                         |                                |         |
| Pre op            | 0.59 ± 0.43             | 0.45 ± 0.33                    | 0.146‡  |
| Range             | 0.10-2.00               | 0.10-1.20                      |         |
| Post op - 1 month | 0.22 ± 0.23             | 0.19 ± 0.21                    | 0.587‡  |
| Range             | 0.00-1.30               | 0.00-0.70                      |         |

Values are presented as mean ± SD.

\*Chi-square test; †Independent t-test; ‡Best-corrected visual acuity.

실내에서 측정된 스트레이라이트 값은 전체 대상자에서 술 전  $2.78 \pm 1.91$  (0.54-7.70) log (s), 술 후 1개월  $1.38 \pm 0.76$  (0.35-6.00) log (s), 술 후 2개월  $1.43 \pm 0.85$  (0.30-6.00) log (s)이었다. 전체 대상자의 술 전 스트레이라이트 값은 술 후 1개월과 술 후 2개월 후 측정된 스트레이라이트 값과 비교해 통계적으로 의미 있는 호전을 보였으나, 술 후 1개월과 술 후 2개월 간의 스트레이라이트 값은 유의한 차이를 보이지 않았다( $p < 0.001$ ,  $p < 0.001$ ,  $p = 0.568$ , paired  $t$ -test). 무색 인공수정체 군과 광변색 인공수정체 군에서 스트레이라이트 값은 각각 술 전  $2.76 \pm 1.89$  log (s),  $2.88 \pm 2.04$  log (s), 술 후 1개월  $1.39 \pm 0.84$  log (s),  $1.32 \pm 0.26$  log (s), 술 후 2개월  $1.43 \pm 0.92$  log (s),  $1.45 \pm 0.50$  log (s)으로 두 군간의 차이는 없었다( $p = 0.788$ ,  $p = 0.709$ ,  $p = 0.929$ , independent  $t$ -test, Fig. 1). 반복측정자료 분석 결과에서도 시간에 따른 스트레이라이트 변화 양상은 두 군 간의 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.999$ , repeated measures ANOVA with Bonferroni's correction).

## 고 찰

광변색성이란 광의 작용에 의하여 단일의 화학종이 분자량은 변화하지 않고 화학결합이 변화되면서 흡수스펙트럼이 서로 다른 한 쌍의 이성질체가 가역적으로 생성되는 현상이다.<sup>19</sup> 광변색 물질은 자외선에 노출되면 착색되고 빛을 차단하거나 가시광선에 조사되면 본래의 옅은 색을 띠게 된다.<sup>19</sup> 이러한 광변색 물질들 중 spiropyran계 화합물은 뛰어난 안정성, 빠른 응답속도, 강한 색변화 등으로 인해 광변색 재료 연구의 주류가 되었고, 관련된 연구 보고가 가장 많은 재료로 알려졌다.<sup>19,20</sup> Spiropyran은 보통상태에서는 안정된 형으로 존재하는데, UV 광에 노출되면 전자 들뜬 상태를 거친 후 이성질화 반응에 의해 유색의 merocyanine 형태로 변화하여 색깔을 내게 된다.<sup>20</sup> Spiropyran과 같은 광변색 물질이 안정적으로 기능을 하기 위해서는 여러 다른 분자들과 중합체를 형성하여야 한다. 본 연구는 광변색 물질 중합체 입자가 그 큰 분자량으로 인해 빛의 분산을 증가시킬 수 있다는 가정 하에 진행하였으며, 이러한 빛의 분산은 C-quant 스트레이라이트기를 이용하여 측정하였다.

일반적으로 황색 인공수정체(yellow IOL, blue light-filtering IOL)는 백내장 제거 후 과도하게 들어오는 빛의 청색광(blue light)을 효과적으로 차단하여 망막 보호효과를 가질 것이라는 의견이 있다.<sup>10</sup> Sparrow et al<sup>4</sup>은 노화된 수정체의 청색광을 차단하는 능력에 착안한 청색광흡수 황색인공수정체가 청색광으로 인한 광독성으로부터 리포폭신

을 함유한 망막색소상피세포를 보호할 것이라고 주장하며, 따라서 황반변성의 발생 및 악화의 위험을 감소시킬 것이라고 하였다. 또한 황색 인공수정체는 실외에서 눈부심 감소, 색 수차 효과 감소, 휘도 증가와 같이 무색 인공수정체에 비해 유리한 효과를 가지고 있는 것으로 알려졌다.<sup>22-24</sup> 반면, 황색 인공수정체는 박명시 또는 흑암시에 시력의 질 저하를 야기하여 이른 아침이나 저녁 또는 야간 운전시 시기능을 감소시키는 단점을 가지고 있음이 보고되었다.<sup>25,26</sup>

Zhu et al<sup>27</sup>이 청색광 차단 황색 인공수정체안과 자외선 차단 무색 인공수정체안 간의 연구들을 메타 분석한 보고에 의하면, 두 군간의 수술 후 최대교정시력, 대비감도, 색각검사에서 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 박명시하 청색광 차단 인공수정체안에서 대비감도 및 청색광 영역의 색각 감소를 보였다고 하였으며, 어두운 조건에서의 최대교정시력, 대비감도, 색각 등에 대한 부정적인 영향에 대해서는 아직 논쟁이 있다고 하였다. 또, 실외에서 청색광 차단 인공수정체안에서 무색 인공수정체안에서 보다 눈부심 및 청색증의 빈도가 감소하였다고 하였다.

박명시 또는 흑암시에서의 황색 인공수정체의 단점을 보완하고자 광변색 인공수정체가 소개되었다. 광변색 물질인 spiropyran과 spironaphthoxazine을 이용하여 개발된 광변색 인공수정체는 밝은 조도에서 어두운 조도에 따라 수정체의 색이 변하여 청색광을 청색광의 양에 따라 흡수하는 정도가 변할 수 있도록 고안된 인공수정체이다.<sup>13</sup> 낮에 야외에서 활동 시 인공수정체는 노랑색으로 변하여 자청색광(violet-blue light)을 흡수하여 망막에 도달하는 양을 조절하며, 실내 환경이나 어두운 곳에서 활동 시 무색의 상태로 점차 변하여 적당한 청색광이 망막에 도달할 수 있도록 해준다. 즉, 안구 내로 들어오는 청색광의 양에 따라 흡수 정도를 달리하여 항상 적절한 청색광이 망막에 도달하도록 함으로써 어두운 조도에서 발생할 수 있는 황색 인공수정체의 단점을 개선할 수 있는 것으로 알려졌다. Werner et al<sup>13</sup>은 토끼를 이용하여 생체내, 시험관내에서의 광변색 인공수정체의 특성을 비교하였으며, 광변색 인공수정체는 자외선에 노출될 때에만 노랑색으로 변하여 자외선 및 청색광을 차단하며, 실내에서 자외선의 노출을 중단하면 다시 무색으로 변하여 청색광을 통과시킨다고 하였다. 이러한 특성은 토끼의 눈 안에 6개월동안 삽입하였다가 꺼낸 광변색 인공수정체에서도 마찬가지로 나타나 광변색 인공수정체의 유용성 및 생체적합성을 증명하였다.

Wang et al<sup>23</sup>은 광변색 인공수정체와 황색 인공수정체, 무색 인공수정체의 조도에 따른 시력, 대비감도, 색각을 비교 분석하였다. 이들은 명소시에 세 가지 인공수정체에서 차이가 없었으나, 박명시 또는 암소시에서는 황색 인공수정

체안에서 광변색 또는 무색 인공수정체안에서 보다 색각 및 대비감도의 감소를 보였고, 광원의 세기가 감소할수록 그 차이가 커진다고 보고하였다. Ao et al<sup>28</sup>도 위의 세 군에서의 색각 변화에 대하여 보고하였고, FM100-hue검사상 박명시 황색 인공수정체안에서 광변색 또는 무색 인공수정체안에서보다 색각이 감소하며, 그 중 특히 녹-청 띠에서 감소를 보여, 광변색 인공수정체에서의 색각에 대한 효율성을 증명하였다. 이처럼 광변색 인공수정체는 실내 또는 야간의 대비감도, 색각에서 더 좋은 평가를 받았지만, 시력의 질과 연관된 지표인 중 하나인 스트레이라이트에 대한 연구는 아직까지 보고된 바 없었다. 스트레이라이트(straylight)는 안구 내 분산되는 빛에 의해 유발되며, 시력, 대비감도, 색각 등과 독립적으로 시력의 질에 영향을 미칠 수 있는 것으로 알려졌다.<sup>15,22</sup> 박명시에서 광변색 인공수정체가 무색에 가깝게 변화하지만, 고분자량의 spiropyran 중합체 입자에 의한 빛의 분산이 무색 인공수정체안에서보다 증가할 수 있다고 가정하였다. 또한 박명시에서도 미량의 자외선이 존재할 수 있기 때문에 광변색 인공수정체가 완전히 무색이라고 할 수 없다고 가정하였다. 따라서 본 연구는 박명시 광변색 인공수정체와 무색 인공수정체의 스트레이라이트 양을 비교함으로써 박명시 광변색 인공수정체의 시력의 질에 미치는 임상적 유용성에 대해 평가하고자 하였다.

본 연구에서 광변색 인공수정체군과 무색 인공수정체군 간에 박명시에서 측정된 술 전, 술 후 1개월에서의 최대교정시력은 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, 술 후 1개월과 술 후 2개월에 측정된 스트레이라이트 값은 술 전 측정된 값과 비교해 통계적으로 의미 있는 호전을 보였으나, 술 후 1개월과 술 후 2개월간의 스트레이라이트 값은 유의한 차이를 보이지 않았다. 무색 인공수정체 군과 광변색 인공수정체 군간의 술 후 스트레이라이트 값은 유의한 차이가 없었으며, 반복측정자료 분석 결과에서도 시간에 따른 스트레이라이트 변화 양상은 두 군 간의 유의한 차이를 보이지 않았다. 즉 박명시 광변색 인공수정체는 무색 인공수정체와 비슷한 정도의 스트레이라이트 값을 유발하는 것을 알 수 있었다. 그러나 본 연구는 검사에 포함된 환자 중 광변색 인공수정체를 삽입한 빈도가 상대적으로 적은 점, 황색 인공수정체에 대한 분석을 함께 시행하지 못한 점, 같은 환경에서 대비감도, 색각 등의 시력의 질을 반영할 수 있는 다른 지표들에 대한 연구가 동시에 이루어지지 못한 점 등의 한계점을 보였다.

결론적으로 광변색 인공수정체는 어두운 조도에서 무색 인공수정체와 비슷한 정도의 스트레이라이트 값을 보였다. 따라서 광변색 인공수정체가 황색 인공수정체의 단점인 실내 또는 야간의 시력의 질 저하를 보완할 수 있을 것으로

생각된다. 그러나 스트레이라이트 지표 한 가지로만 광변색 인공수정체의 임상적 유용성을 모두 설명할 수 없기 때문에 본 연구의 한계점을 보완한 추가적인 연구가 뒷받침되어야 할 것이다.

## REFERENCES

- Gaillard ER, Zheng L, Merriam JC, Dillon J. Age-related changes in the absorption characteristics of the primate lens. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000;41:1454-9.
- Margrain TH, Boulton M, Marshall J, Sliney DH. Do blue light filters confer protection against age-related macular degeneration? *Prog Retin Eye Res* 2004;23:523-31.
- Norren DV, Vos JJ. Spectral transmission of the human ocular media. *Vision Res* 1974;14:1237-44.
- Sparrow JR, Miller AS, Zhou J. Blue light-absorbing intraocular lens and retinal pigment epithelium protection in vitro. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:873-8.
- Pollack A, Marcovich A, Bukelman A, Oliver M. Age-related macular degeneration after extracapsular cataract extraction with intraocular lens implantation. *Ophthalmology* 1996;103:1546-54.
- Fletcher AE, Bentham GC, Agnew M, et al. Sunlight exposure, antioxidants, and age-related macular degeneration. *Arch Ophthalmol* 2008;126:1396-403.
- Ernest PH. Light-transmission-spectrum comparison of foldable intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:1755-8.
- Muftuoglu O, Karel F, Duman R. Effect of a yellow intraocular lens on scotopic vision, glare disability, and blue color perception. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:658-66.
- Cionni RJ, Tsai JH. Color perception with AcrySof natural and AcrySof single-piece intraocular lenses under photopic and mesopic conditions. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:236-42.
- Mester U, Holz F, Kohnen T, et al. Intraindividual comparison of a blue-light filter on visual function: AF-1 (UY) versus AF-1 (UV) intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:608-15.
- Mainster MA. Blue-blocking intraocular lenses and pseudophakic scotopic sensitivity. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1403-4.
- Mainster MA, Turner PL. Blue-blocking intraocular lenses: myth or reality? *Am J Ophthalmol* 2009;147:8-10.
- Werner L, Mamalis N, Romaniv N, et al. New photochromic foldable intraocular lens: preliminary study of feasibility and biocompatibility. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1214-21.
- Franssen L, Coppens JE, van den Berg TJ. Compensation comparison method for assessment of retinal straylight. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:768-76.
- Van Den Berg TJ, Van Rijn LJ, Michael R, et al. Straylight effects with aging and lens extraction. *Am J Ophthalmol* 2007;144:358-63.
- Lee SY, Oh JH. Straylight in normal and cataractous eyes of Koreans. *J Korean Ophthalmol Soc* 2011;52:182-9.
- van den Berg TJ. On the relation between glare and straylight. *Doc Ophthalmol* 1991;78(3-4):177-81.
- van Rijn LJ, Nischler C, Gamer D, et al. Measurement of stray light and glare: comparison of Nyktotest, Mesotest, stray light meter, and computer implemented stray light meter. *Br J Ophthalmol* 2005;89:345-51.

- 19) Mennig M, Fries K, Lindenstruth M, Schmidt H. Development of fast switching photochromic coatings on transparent plastics and glass. *Thin Solid Films* 1999;351:230-4.
- 20) Seefeldt B, Kasper R, Beining M, et al. Spiropyran as molecular optical switches. *Photochem Photobiol Sci* 2010;9:213-20.
- 21) Klajn R. Spiropyran-based dynamic materials. *Chem Soc Rev* 2013;43:148-84.
- 22) van der Meulen IJ, Gjertsen J, Kruijt B, et al. Straylight measurements as an indication for cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:840-8.
- 23) Wang H, Wang J, Fan W, Wang W. Comparison of photochromic, yellow, and clear intraocular lenses in human eyes under photopic and mesopic lighting conditions. *J Cataract Refract Surg* 2010; 36:2080-6.
- 24) Bhattacharjee H, Bhattacharjee K, Medhi J. Visual performance: Comparison of foldable intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:451-5.
- 25) Mester U, Holz F, Kohnen T, et al. Intraindividual comparison of a blue-light filter on visual function: AF-1 (UY) versus AF-1 (UV) intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:608-15.
- 26) Leibovitch I, Lai T, Porter N, et al. Visual outcomes with the yellow intraocular lens. *Acta Ophthalmol Scand* 2006;84:95-9.
- 27) Zhu XF, Zou HD, Yu YF, et al. Comparison of blue light-filtering IOLs and UV light-filtering IOLs for cataract surgery: a meta-analysis. *PLoS One* 2012;7:e33013.
- 28) Ao M, Chen X, Huang C, et al. Color discrimination by patients with different types of light-filtering intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:389-95.

=ABSTRACT=

## Comparison of Intraocular Straylight in Patients with Clear and Photochromic Intraocular Lenses

In Hyuk Kim, MD<sup>1</sup>, Hyung Bin Hwang, MD<sup>2</sup>, Seung Joo Shin, MD<sup>1</sup>, Sung Kun Chung, MD, PhD<sup>2</sup>

*Department of Ophthalmology, Sahmyook Seoul Hospital<sup>1</sup>, Seoul, Korea*

*Department of Ophthalmology and Visual Science, The Catholic University of Korea College of Medicine<sup>2</sup>, Seoul, Korea*

**Purpose:** To compare visual acuity and intraocular straylight after implantation of clear and photochromic intraocular lenses (IOLs) in a mesopic lighting condition.

**Methods:** Clear IOLs were implanted in 95 eyes of 72 patients (clear IOL group), and photochromic IOLs were implanted in 22 eyes of 16 patients (photochromic IOL group). Best-corrected visual acuity (BCVA) was measured indoors before surgery and 1 month after surgery. Straylight values were measured indoors before surgery and 1 and 2 months after surgery using the C-quant straylight meter (Oculus GmbH, Wetzlar, Germany).

**Results:** There were no significant differences between the 2 groups in BCVA at 1 month postoperatively ( $p = 0.587$ ). Mean straylight values of clear and photochromic IOL groups were  $2.76 \pm 1.89$  log (s) and  $2.88 \pm 2.04$  log (s) preoperatively,  $1.39 \pm 0.84$  log (s) and  $1.32 \pm 0.26$  log (s) at 1 month postoperatively, and  $1.43 \pm 0.92$  log (s) and  $1.45 \pm 0.50$  log (s) at 2 months postoperatively. There were no significant differences between the 2 groups in indoor straylight values ( $p = 0.778, 0.709, 0.929$ , before surgery, 1 and 2 months after surgery respectively). Repeated-measure analysis of straylight values also showed no significant difference between the 2 groups ( $p > 0.05$ ).

**Conclusions:** There were no significant differences in BCVA and straylight values between clear and photochromic IOL groups under a mesopic light condition. Therefore, photochromic IOL could be suitable choice for cataract patients who spend significant time under mesopic conditions.

*J Korean Ophthalmol Soc* 2014;55(2):190-195

**Key Words:** Blue light, C-quant, Mesopic, Photochromic intraocular lens, Straylight

---

Address reprint requests to **Sung Kun Chung, MD, PhD**

Department of Ophthalmology, The Catholic University of Korea St. Mary's Hospital

#10 63-ro, Yeongdeungpo-gu, Seoul 150-713, Korea

Tel: 82-2-3779-1150, Fax: 82-2-761-6869, E-mail: eyedoc@catholic.ac.kr