

## 국내 안경렌즈 광학적 요소 신뢰성 조사

김태훈\* · 예기훈 · 성아영

\*순천청암대학 안경광학과, 대불대학교 안경광학과  
(2008년 1월 2일 받음, 2008년 2월 5일 수정본 받음)

**목적:** 본 연구는 국내에 유통되고 있는 시력보정용 안경렌즈를 대상으로 국제표준 규격인 ISO와 식품의약품 안전청 의료기기에 대한 기준규격을 사용하여 기하광학적 특성에 대한 신뢰성을 평가하였다. **방법:** 실험에서는 총 8개 회사 398개의 렌즈를 사용하였고, 굴절률별로 중굴절(1.55~1.56), 고굴절(1.60~1.61) 초고굴절(1.67)로 분류하여 실험하였다. **결과:** 전체 렌즈에서 굴절력의 적합률은 85.18%로 나타났으며, 두께의 적합률은 90.00%, 표면검사의 적합률은 85.18%, 크기의 적합률은 96.23%, 광학적중심점의 위치 적합률은 99.50%로 나타났다. **결론:** 기하광학적 특성에 대한 실험결과, 굴절력에 대하여 규격의 허용오차 범위를 벗어나는 제품이 많이 발견되었다. 프리즘 굴절력, 표면검사, 광학중심점의 위치항목에서는 기준 오차가 비교적 적은 것으로 나타났다. 렌즈의 크기, 렌즈의 두께에 대한 실험에서는 대부분의 표기율과 적합율이 허용오차 범위를 벗어나는 것으로 나타났다.

**주제어:** 안경렌즈, 굴절력, 렌즈 두께, 렌즈 크기

### 서 론

국내의 안경 및 콘택트렌즈 착용률은 2005년 전 국민의 절반가량을 차지하였으며, 조사를 시작한 1987년부터 계속해서 증가추세에 있다<sup>1</sup>. 더욱이 최근 들어 멀티미디어 시대를 맞아 시력 저하로 인한 안경착용률은 증가하고 있으며, 안경을 시력교정을 위한 의료용구라는 측면 이외에 자신의 이미지 연출, 보안, 자외선 차단 등의 다양한 용도로 구입하는 소비자가 늘고 있어 안경착용률은 계속 증가할 전망이다<sup>2</sup>.

통계청에서 발표한 안경렌즈(플라스틱) 수·출입 증감률을 보면 수출은 1996년 이후부터 급격한 성장을 나타내고 있으며, 수입은 1998년 IMF 금융위기 시기에 약간의 감소를 보이다가 계속해서 증가하고 있다. 하지만 2006년도 수·출입을 살펴보면 수입은 증가한 반면 수출의 경우 급격한 하락세를 보이고 있다. 국내의 안경렌즈 시장의 성장이 국내는 물론 세계적인 경쟁력을 가지기 위해서는 양적인 성장뿐만 아니라 질적인 성장 역시 매우 중요하다. 그러나 국내안경렌즈 생산업체의 많은 수가 중·소기업으로 품질개선과 원료개발에 대한 투자와 연구가 부족한 실정이다. 이러한 경우 장기적으로는 국제적인 경쟁에서 뒤떨어져 국내 안경렌즈 시장은 해외 거대 다국적 기업에

의해 지배될 가능성이 매우 크다. 이에 국내 안경렌즈 업계가 국가 경쟁력을 얻기 위해서는 새로운 원료개발과 안경렌즈의 중요 요소인 기하광학적 품질 향상이 중요하다.

국내에서 유통되는 안경렌즈의 경우 식품의약품안전청의 의료기기에 대한 기준규격에 적합하여야 하며, 또한 국제규격인 ISO의 규격에 명시되어 있는 허용오차에 대해 적합한 제품이어야 세계시장에 대한 수출에 있어서도 그 품질을 인정받을 수 있다.

굴절이상을 교정함에 있어 정확한 굴절검사와 처방, 그리고 정확한 조제가공이 선행되어야 하지만 규격에 맞지 않고 오차가 큰 렌즈는 교정효과를 감소시킬 뿐만 아니라 프리즘 유발 등의 시기능에 있어 악영향을 미칠 수 있다<sup>3</sup>. 또한 자외선 UV-B는 수정체에 손상을 주어 백내장을 일으키고 망막의 광수용체 세포와 망막색소상피 세포에 손상을 주어 연령관련 황반변성 등의 망막질환을 유발하기도 한다<sup>4</sup>. 이런 이유로 자외선의 차단 유무를 비롯한 굴절력과 프리즘 굴절력 등에 대한 안경렌즈의 정확한 기하광학적 평가가 선행 되어야 한다.

이에 본 연구는 국내에서 유통되는 시력보정용 안경렌즈의 기하광학적 평가를 통해 국내 유통 안경렌즈의 광학적 기능성 및 신뢰성 확보를 위한 평가 자료에 기여 하고자 한다.

## 실험방법 및 대상

실험에 사용한 sample은 국내에 유통되는 8개사 398개의 안경렌즈를 사용하였으며, sample은 각각 굴절률별로 3 group 나누어 실험하였다.

실험 항목은 굴절력, 광투과율, 두께, 프리즘 굴절력, 표면검사, 치수(크기), 광학적 중심점의 위치로 나누어 실험하였다.

### 1. 굴절력

굴절력의 측정방법은 ISO 8598<sup>5</sup>에 준하는 정점굴절력계 [Huvitz CLM-3000]를 사용하였으며, ISO 8990-1 6.2<sup>6</sup>에서 규정한 원용굴절력 측정법에 의하여 0.01D 단위로 굴절력을 측정하였다. 렌즈를 정점굴절력계의 지지대에서 후면에 대한 값을 측정하였으며, 허용오차는 식품의약품안전청의 의료기기에 대한 기준규격 “26. 시력보정용 (플라스틱 및 유리제품 렌즈)렌즈”<sup>7</sup>의 기준을 사용하여 실험 평가하였다.

### 2. 광투과율

본 연구에서 사용한 광투과율 측정은 TOPCON TM-2를 이용하여 측정하였으며, 가시광선 영역(380 nm~720 nm), 자외선 A(290~320 nm), 자외선B (320~380 nm)로 나누어서 측정하였다. 투과율을 백분율(%)로 표시하였으며, 총 3번 반복하여 측정하였다.

### 3. 두께

렌즈 두께에 대한 실험은 ISO 8990-1의 5.3.2에서 규정된 방법으로 실험하였다. 안경 렌즈의 유효 두께는 앞 표면의 광학중심점에서 측정하였으며, 제조사에서 지정한 호칭 두께와 실제 두께를 측정하여 ±0.3 mm 이상의 편차를 나타낸 렌즈를 부적합 판정하였다.

Table 1. Permissible error of refractive power

Spherical Power (D)	Error (D)
0.00 - ±3.00	±0.09
±3.25 - ±6.00	±0.12
±6.25 - ±12.00	±0.18
±12.25 - ±20.00	±0.25

Table 2. Permissible error of prism power

Prism (△)	Error
≥0.00 과 ≤2.00	±(0.25+0.1×S <sub>max</sub> )
>2.00 과 ≤10.00	±(0.37+0.1×S <sub>max</sub> )
>10.00	±(0.50+0.1×S <sub>max</sub> )

Table 3. Permissible error of optical center point

Spherical Power (D)	Error (mm)
0.00 ~ ±0.75	-
±6.00 ~ ±6.00	±3.00
±6.25 이상	±2.00

### 4. 프리즘 굴절력

프리즘 굴절력의 측정방법은 ISO 8990-1 5.2.5에 규정된 방법으로 하였으며, 다음 Table 2에 허용오차를 나타내었다.

### 5. 표면검사

표면 검사는 ISO 8990-1의 6.7에서 규정된 방법으로 실험하였다. 검사기기로는 부속서 A에 나와 있는 기기를 사용하여 표면을 검사하였다. 렌즈는 그 표면이나 내부에 시각에 방해가 될 만한 어떠한 흠이라도 있을 경우에는 부적합 판정하였다. 이 관측 방법은 주관이 개입되므로 1명의 실험자에 의해 실험 되었다.

### 6. 치수

렌즈 치수에 대한 실험은 ISO 8990-1의 5.3.1에서 규정된 방법으로 실험하였다. 호칭 치수(d<sub>n</sub>)는 mm 단위로 표시된 제조자에 의해 규정된 치수이고, 유효 치수(d<sub>e</sub>)는 mm 단위로 표시된 실제 렌즈의 크기이다. 지름(diameter)에 의해서 규정된 렌즈에 대해서 치수에 대한 오차는 다음 식을 사용하였다.

$$\text{유효치수, } (d_e) = d_n - 1 \text{ mm} \leq d_e \leq d_n + 2 \text{ mm}$$

### 7. 광학중심점의 위치

식품의약품안전청의 의료기기에 대한 기준규격 “26. 시력보정용(플라스틱 및 유리제품 렌즈)렌즈”의 “4. 품질검사 다. 광학중심점의 위치에 대한 규정”으로 실험하였다. 렌즈의 광학중심점을 정점굴절력계로 측정할 때 측정기준점(렌즈 앞쪽 표면의 기하학적 중심)과의 오차를 검사하여 Table 3을 기준으로 적합과 부적합을 판정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 굴절력

각 sample을 중굴절, 고굴절, 초고굴절의 굴절률 별로 분류하여 실험한 결과, 중굴절 86.78%, 고굴절 81.29%, 초고굴절 89.62%의 적합률의 결과를 나타내었다. 적합률은 초고굴절, 중굴절, 고굴절 순으로 나타났고, 전체적으로는 85.18%의 적합률을 나타내었다. 굴절률별 굴절력에 대한

Table 4. Power conformity of test lens with refractive index

Group	Sample (N)	Conformity (%)
medium index	121	86.78
high index	171	81.29
extra high index	106	89.62
Total	398	85.18

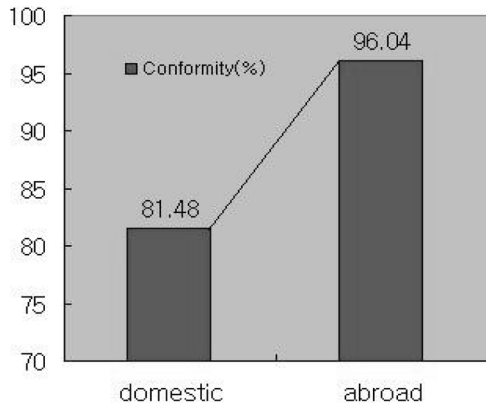


Fig. 1. Power conformity of test lens with producing area.

적합률을 Table 4에 나타내었다.

각 sample의 최종생산지를 국내와 국외별로 분류하여 실험한 결과, 국내 제품은 평균 81.48%의 적합률을 나타내었으며, 국외 제품은 평균 96.04%의 적합률을 나타내었다(Fig. 1). 국내 제품과 국외 제품의 적합률 차이가 14.56%로 나타나, 국외 제품에 비해 국내 제품의 굴절력에 대한 정확성 및 신뢰도가 떨어지는 것으로 나타났다. 굴절력은 안경렌즈에 있어 매우 중요한 광학적 요소이기 때문에 매우 높은 적합률이 요구되지만 국내에서 생산되는 제품의 경우 81.48%로 낮은 적합률을 나타내었으며, 또한 국외 제품과의 적합률 비교에서도 상대적으로 낮은 적합률을 나타내어 국내 안경렌즈의 품질향상이 더 요구되는 것으로 판단된다.

2. 광투과율

각 sample을 중굴절, 고굴절, 초고굴절 세 개의 굴절률로 분류 하였으며, 자외선B, 자외선A, 가시광선 기준파장에서의 투과율을 측정하고 그 평균값을 정리하였다. 자외선A의 경우, 중굴절 2.32% 고굴절 1.77% 초고굴절은 1.70%의 투과율을 나타내었으며, 초고굴절, 고굴절, 중굴절 순으로 투과율이 낮음을 알 수 있었다. 가시광선에서는 중굴절이 96.07% 고굴절 97.03% 초고굴절은 96.93%의 투과율을 보였다. 고굴절, 초고굴절, 중굴절 순으로 투과율이 높았다. 자외선B의 경우, 모든 실험군의 평균투과율이 0%로 나타났다. 굴절률별 투과율에 대한 결과 값을

Table 5. Optical transmissivity conformity of test lens with refractive index

Group	Ultraviolet B (%)	Ultraviolet A (%)	Visible (%)
medium index	0.00	2.37	96.07
high index	0.00	1.77	97.03
extra high index	0.00	1.70	96.93
Total	0.00	1.91	96.91

Table 5에 나타내었다.

광투과율 실험결과에 있어 가시광선 투과율이 전체적으로 95%이상으로 높은 투과율을 나타내었고, 눈에 가시광선투과율이 우수한 것으로 조사되었으며, 눈에 좋지 않은 영향을 주는 자외선의 경우 UV-B를 완전히 차단하였으며, UV-A의 경우도 매우 낮은 투과율을 나타내어 전체적으로 광투과율에 있어서는 높은 품질을 가지는 것으로 나타났다.

3. 두께

각 sample을 굴절률 별로 분류 하였고, 표시된 호칭두께와 실제 측정된 두께의 오차를 측정하였다. 중굴절은 16.53% 표기율에 대하여 80.00%의 적합률을, 고굴절은 11.70% 표기율에 대하여 100%의 적합률을 나타내었으며, 초고굴절은 호칭두께가 표시되어 있지 않았다. 전체적으로 10.05%의 표기율과 표기항목 중에서 90.00%의 두께의 대한 적합률을 나타냈다. 굴절률별 두께에 대한 실험결과를 Table 6에 나타내었다.

각 sample의 최종생산지를 국내와 국외별로 분류하여 실험한 결과, 국내 제품은 평균 6.73%의 표기율과 100% 적합률을 나타내었으며, 국외 제품은 평균 19.80%의 표기율과 80.00%의 적합률을 나타내었다. 두께에 대한 최종생산지별 적합률을 Fig. 2에 나타내었다.

중심두께를 알면 광학 중심에서 어떤 렌즈의 외경에서의 두께를 측정해보지 않아도 예측이 가능하며, 같은 렌즈의 크기와 베이스커브 일지라도 굴절률과 중심 두께 및 안경테의 모양에 따라 가장자리의 두께를 가늠할 수도 있기에 조제가공에 있어 중요한 정보가 된다. 하지만 실험결

Table 6. Thickness conformity of test lens with refractive index

Group	Indication rate (%)	Conformity (%)
medium index	16.53	80.00
high index	11.70	100
extra high index	0.00	
Total	10.05	90.00

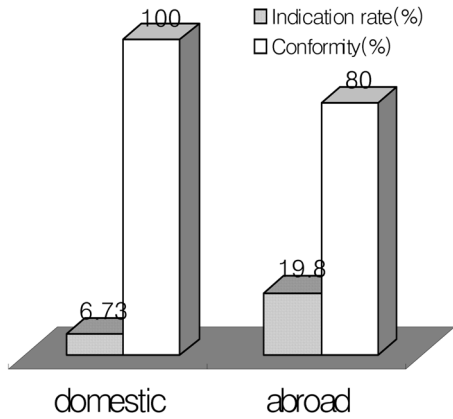


Fig. 2. Thickness conformity of test lens with producing area.

과 중심두께에 대한 표기율이 국내와 국외제품 모두 매우 낮은 것으로 나타났다. 이는 안경사에 의한 안경 조제가공에 있어 정확한 정보의 제공이 어렵다는 측면에서 두께표기에 대한 정확한 표기가 필요할 것으로 판단된다.

4. 프리즘 굴절력

각 sample을 중굴절, 고굴절, 초고굴절 굴절률 별로 분류하여 실험한 결과, 전체 sample 모두 적합한 것으로 나타났다.

5. 표면검사

각 sample을 굴절률 별로 분류 하여 실험한 결과, 중굴절은 95.04%, 고굴절은 98.25%, 초고굴절은 99.06%의 적합률을 나타내었다. 표면검사에 대한 적합률은 초고굴절, 고굴절, 중굴절 순으로 나타났으며, 전체적으로 97.49%의 적합률을 나타내었다. 굴절률별 외관 및 품질에 대한 실험 결과를 Table 7에 나타내었다.

각 sample의 최종생산지를 국내와 국외별로 분류하여

Table 7. Appearance conformity of test lens with refractive index

Group	Sample (N)	Conformity (%)
medium index	121	95.04
high index	171	98.25
extra high index	106	97.49
Total	398	85.18

Table 8. Appearance conformity of test lens with producing area

Group	Sample (N)	Conformity (%)
domestic	297	96.63
abroad	101	100
Total	398	97.49

Table 9. Size conformity of test lens with refractive index

Group	Indication rate (%)	Conformity (%)
medium index	46.28	89.29
high index	32.75	100
extra high index	44.34	100
Total	39.95	96.23

실험한 결과, 국내 제품은 평균 96.63%의 적합률을 나타내었다, 국외 제품은 기준을 벗어난 제품이 없어 100%의 적합률을 나타내었다(Table 8).

제조공정상에 발생 할 수 있는 렌즈표면의 기포나 왜곡, 흠, 긁힘, 투명도상실, 맥리, 얼룩무늬의 발생 등의 품질이상은 렌즈의 본래의 목적인 시력 교정의 측면에서 매우 중요한 부분이다. 표면검사 실험 결과 전체적으로 높은 적합률을 나타내었지만 외관 및 품질 검사실험의 경우 검사자의 주관이 많이 개입되고, 또한 수련된 검사자가 아닐 경우 그 적합여부를 판단하는 것에 어려움이 있으므로 좀 더 신중하고 제도화된 검사방법이 필요한 것으로 판단 된다.

6. 치수

각 sample을 중굴절, 고굴절, 초고굴절 굴절률 별로 분류 하여 실험한 결과, 중굴절은 46.28% 표기율에 대하여 89.29%의 적합률을, 고굴절은 32.75% 표기율에 대하여 100%의 적합률을 나타냈고, 초고굴절은 44.34% 표기율에 대하여 100% 적합률을 나타내었다. 전체적으로 39.95%의 표기율과 96.23%의 적합률을 나타냈다. 치수에 대한 실험 결과는 Table 9에 나타내었다.

각 sample의 최종생산지를 국내와 국외별로 분류 하여 실험한 결과, 국내 제품은 평균 22.22%의 표기율과 90.91% 적합률을 나타내었고, 국외 제품은 평균 92.08%의

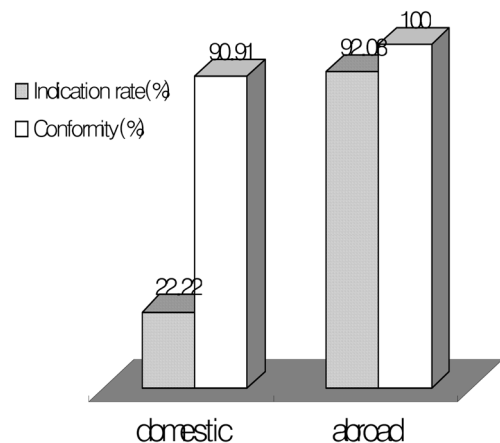


Fig. 3. Size conformity of test lens with producing area.

표기율과 100%의 적합률을 나타냈다. 국외 제품의 경우 치수에 대한 표기율이 매우 높았으나 국내 제품은 22.22%의 매우 낮은 표기율을 나타내었으며, 그 적합률 역시 국외 제품은 100%를 나타내어 국내 제품에 비해 높은 적합률을 나타내었다. 생산지별 크기에 대한 실험결과는 Fig. 3에 나타내었다.

렌즈 크기는 통상 조제가공 상의 필요렌즈의 최소직경을 계산 하고 가공 상의 두께의 감소와 적당한 두께를 찾기 위해 많이 참고가 되기 때문에 조제가공에 있어 매우 중요한 정보이다. 하지만 실험결과 높은 적합률을 나타내 있음에도 불구하고 낮은 표기율을 나타내어 문제점이 있는 것으로 나타나 높은 적합률은 크게 의미가 없는 것으로 판단된다. 치수 측정에 있어 정확히 광학적으로 이용할 수 있는 광학부의 크기를 정확히 측정해야한다는 정확한 규정이 필요하며, 이것을 통해 안경렌즈 치수 표기가 더 정확하게 표기되어질 것으로 판단된다.

7. 광학중심점의 위치

각 sample을 중굴절, 고굴절, 초고굴절 굴절률 별로 분류 하여 실험한 결과, 중굴절은 99.17%, 고굴절은 99.42%, 초고굴절은 100%의 적합률을 나타내었으며, 전체적으로 99.50%의 높은 적합률을 나타냈다. 기하중심점에 대한 적합률을 Table 10에 나타내었다.

각 sample의 최종생산지를 국내와 국외별로 분류 하여 실험한 결과, 국내 제품의 경우 평균 99.66%의 적합률, 국외 제품은 평균 99.01%의 적합률을 나타냈다. 생산지별 광학적 중심점의 위치에 대한 적합률을 Table 11에 나타내었다.

렌즈의 광학중심점과 기하광학중심점의 위치가 많이 벗어난 경우 렌즈의 치수가 정해져 있더라도 그것에 대한

Table 10. Optical center point conformity of test lens with refractive index

Group	Sample (N)	Conformity (%)
medium index	121	99.17
high index	171	99.42
extra high index	106	100
Total	398	99.50

Table 11. Optical center point conformity of test lens with producing area

Group	Sample (N)	Conformity (%)
domestic	297	99.66
abroad	101	99.01
Total	398	99.50

치수를 정확하게 이용할 수가 없으므로 별도의 편심렌즈가 아닌 경우 렌즈의 광학중심점과 기하광학중심점이 일치하여야 조제가공에 있어 좀 더 정확한 안경을 조제할 수 있다. 이런 면에서 광학중심점의 위치는 조제가공 시 중요한 요소이다. 광학중심점의 실험결과 전체적으로 매우 높은 적합률을 나타내어 우수한 품질을 가지는 것으로 나타났으나, 앞에서 설명한 치수의 표기가 정확히 되지 않는다면 그 이용에 있어 제한점이 있을 것으로 판단된다.

결 론

본 연구를 통하여 국내에 유통되는 8개사 398개의 안경렌즈(중굴절 121개, 고굴절 171개, 초고굴절 106개)를 굴절률별과 최종생산지를 국내 국외로 나누어서 기하광학적 신뢰성을 실험하여 얻은 결론을 다음과 같이 정리하였다.

1. 굴절력 - 전체적으로 85.18%의 적합률을 나타냈으며, 초고굴절의 적합률이 89.62%로 가장 높았다. 국내 제품(81.48%)과 국외 제품(96.04%)의 적합률 차이는 14.56%로 국외 제품이 높게 나타났다.
2. 광투과율 - 자외선 B의 경우 전체적으로 모든 제품에서 차단되었으며, 자외선A 1.91%, 가시광선 96.91%로 나타났다. 굴절률 별로 광투과율은 큰 차이를 나타내지 않았다.
3. 두께 - 전체적으로 10.05%의 낮은 표기율을 나타내었으며, 적합률은 90%로 나타났다.
4. 프리즘 굴절력 - 전체 sample 398개 모두 적합한 것으로 나타났다.
5. 표면검사 - 전체적으로 97.49%의 적합률을 나타냈으며, 국외 제품의 경우 모두 적합성을 보여 국내 제품보다 높은 적합률을 나타내었다.
6. 치수 - 전체적으로 39.95%의 낮은 표기율을 보였으며, 적합률은 96.23%로 나타났다. 국외 제품이 표기율(92.08%)과 적합률(100%)에서 국내 제품보다 더 높게 나타났다.
7. 광학중심점의 위치 - 전체적으로 99.50%의 높은 적합률을 내었으며, 굴절률별, 생산지별 큰 차이를 나타내지 않았다.

이상의 연구결과를 통해 시중에 유통되고 있는 안경렌즈임에도 불구하고 허용오차를 벗어나는 제품들이 다수 발견되어 더욱 철저한 품질관리와 관계기관의 관리감독이 필요한 것으로 여겨진다. 또한 안경 조제가공 시 기본정보가 되는 치수와 두께의 표기에 있어 그 표기율이 매우 낮아 안경 조제가공 시 기본적으로 제공되어야 될 정보가 부족한 것으로 나타나 허용오차에 대한 적합률뿐만 아니라 안경렌즈의 기본정보 표기에 있어 더욱 철저한 관리가

필요한 것으로 판단된다.

### 참고문헌

1. 한국갤럽조사연구소, “2005년 전국 안경사용률 조사”, 안경계, 9:97-116(2006).
2. 이정영, 박은규, 김대년, “국내 안경산업의 침체원인 분석”, 한국안광학회지, 11(1):43-45(2006).
3. Pickwell D., “Binocular Vision Anomalies”, Butterworths, London, pp. 7-8(1984).
4. Ham W. T. Jr., Muller H. A., and Sliney D. H., “Retinal sensitivity to damage from short wavelength light”, Nature, 260:1153-1555(1976).
5. ISO 8598: Optics and optical instruments - Focimeters (1996).
6. ISO 8990-1: Ophthalmic optics-Uncut finished spectacle lenses-Part 1: Specification for single-vision and multifocal lenses (1996).
7. 식품의약품안전청, “의료기기에 대한 기준규격: 26. 시력보정용(플라스틱 및 유리제품 렌즈)렌즈” (2005).

## The Research on the Optical Reliability of Spectacle Lens in Korea

Tae-hun Kim\*, Ki-Hun Ye and A-Young Sung

\*Department of Ophthalmic Optics, Suncheon Cheonam College

Department of Ophthalmic Optics, Daebul University

(Received January 2, 2008: Revised manuscript received February 5, 2008)

**Purpose:** This study is to evaluate reliability of geometrical optics properties of spectacle lenses by using ISO and the medical instrument standard of KFDA, which are being sold in Korea. **Methods:** We used samples of three hundred and ninety eight spectacle lenses of eight company in total. Refractive indices of each samples which were used in experiment were classified into three groups of medium index (1.55~1.56), high index (1.60~1.61) and extra high index (1.67). **Results:** Conformity of refractive power was 81.61% in total spectacle lenses. The results showed that thickness conformity 90%, appearance conformity 85.18%, size conformity 96.23% and optical center point conformity 99.50% in total. **Conclusions:** We found that they deviated from the permitting value in many spectacle lenses on refractive power. The results of errors on prism power, surface inspection and optical center point showed small values in total products. In experiment of lens size and thickness, the bulk of indication rates and conformities of samples deviated from the permitting errors.

**Key words:** spectacle lens, refractive power, thickness of lens, size of lens