

주문형 렌즈의 규격 비교 연구

문병연 · 백선목* · 유동식

경운대학교 안경광학과, *강원대학교 물리학과

투고일(2009년 1월 20일), 수정일(2009년 2월 15일), 게재확정일(2009년 3월 6일)

목적: 국산 주문용 시력보정 렌즈의 국제규격에 따른 품질을 평가하고, 분석하였다. **방법:** 국내시장에서 유통되고 있는 국내 브랜드의 주문용 렌즈들을 대상으로 굴절력, 중심두께, 투과율을 측정하고, 국제규격에 따라 외국브랜드 제품과 비교, 분석하였다. **결과:** 국산 제품들 중 국제규격의 허용기준에 맞지 않는 경우가 1제품 있었지만 굴절력, 투과율에서 대부분 우수한 특성을 보였다. **결론:** 국내의 시장에서 외국제품들보다 더 높은 선호도를 가지기 위해 렌즈제조업체의 더 강화된 품질관리와 마케팅 전략이 필요하다.

주제어: 주문형 렌즈, 굴절력, 투과도, 한국산업규격, 국제규격

서 론

의료용구로서 안경렌즈는 눈과 직접적으로 연관되어 있다. 따라서 렌즈의 제조과정에서 정밀하고 엄격한 관리가 필요하며, 우리나라의 KS(Korean Standards)를 비롯하여 국제적으로 규약이 마련되어 있다^[1-5]. KS와 일본의 JIS (Japanese Industrial Standards)는 국제규격 ISO(International Organization for Standardization)를 따르고 있으며, 렌즈의 굴절력에 따라 $\pm 0.09 \sim \pm 0.18D$ 의 굴절력 오차를 허용하고 있다. 두께는 $\pm 0.3 \text{ mm}$ 이내의 편차, 지름은 $-1 \sim +2 \text{ mm}$ 이내의 오차로 명기하고 있다(Table 1)^[4].

렌즈의 규격과 관련하여 구면렌즈의 품질연구^[6-8], 난시 교정용 렌즈의 품질연구^[9-11] 등 몇 건의 연구가 있었으나 주문형 렌즈에 대한 연구는 없었다. 주문형 렌즈는 처방된 굴절력이 재고렌즈의 굴절력 범위를 초과하는 경우 소비자에 맞게 주문, 생산되는 렌즈로서, 일반적으로 (-)구면 굴절력 $-6.25D$ 이상, (+)구면굴절력 $+4.25D$ 이상, 원주굴절력 $\pm 2.25D$ 이상의 경우이다.

우리나라의 렌즈제조업체는 높은 기술력을 축적하고 있는 것으로 인정받고 있으나 보다 더 세심한 공정관리와 품질관리로 더 높은 경쟁력을 확보해야 할 것이다. 본 연구에서는 국내외 브랜드 주문형 안경렌즈들의 규격을 비교, 분석하여 국산 렌즈의 품질향상과 선호도 증대에 기여하고자 한다.

연구방법

본 연구에서는 주문형 렌즈의 규격을 비교하기 위해 각 굴절력별로 국내 브랜드 3개사, 외국 브랜드 1개사 제품 4매씩을 대상으로 하였다. 각 렌즈별 구면 굴절력, 원주굴절력, 중심두께, 직경, 투과율을 측정하였으며, 포장지에 표시된 기준치와 비교 분석하였다.

렌즈의 굴절력은 S-3.00D○C-3.00D, S-7.00D○C-3.00D, S+3.00D○C+3.00D 세 종류로 하였으며, 렌즈 포장지 등을 통해 알 수 있는 렌즈의 규격은 Table 2와 같다.

렌즈의 굴절력은 자동렌즈미터(SLM-5000, Shin-Nippon, Japan)를 사용하여 0.01D간격으로 측정하였다. 수평, 수직

Table 1. Tolerances on the focal power of lenses

Power of principal meridian with higher absolute focal power (D)	Tolerance on the focal power of each principal meridian (D)	Tolerance on the absolute cylindrical power (D)	
		≥ 0.00 and ≤ 0.75	> 0.75 and ≤ 4.00
≥ 0.00 and ≤ 3.00	± 0.12	± 0.09	± 0.12
> 3.00 and ≤ 6.00	± 0.12	± 0.12	± 0.12
> 6.00 and ≤ 9.00	± 0.12	± 0.12	± 0.18
> 9.00 and ≤ 12.00	± 0.18	± 0.12	± 0.18

Tolerance on lens size (mm)

nominal size(d_n)
$\geq d_n - 1$ and $\leq d_n + 2$

Table 2. Information stated by the manufacturer

	Company	Power		
		S-3.00D C-3.00	S-7.00D C-3.00	S+3.00D C+3.00
Refractive index	A	1.56	1.60	1.56
	B	1.56	-	-
	C	-	1.60	-
	D	1.56	1.60	1.56
Diameter (mm)	A	-	-	65
	B	-	-	65
	C	72	70	65
	D	70	70	65
Thickness (mm)	A	-	-	-
	B	-	-	-
	C	-	-	-
	D	1.40	-	-

방향 프리즘 굴절력의 합이 0.03△ 이하가 되도록 한 상태에서 굴절력을 측정, 광학중심점 인점을 하였으며, 근시성 교정용 렌즈는 S-C 표기로, 원시성 교정용 렌즈는 S+C 표기로 축이 180°가 되도록 하였다.

광학중심점에서 두께 측정은 디지털 두께 게이지(ID-S1012, Mitutoyo, Japan; 12.7~0.01 mm)를 사용하였으며, 렌즈의 강주경선과 약주경선의 직경은 디지털 버니어 캘리퍼스(CD-15CP, Nishimura, Japan)를 사용하여 0.01 mm 간격으로 측정하였다.

광투과율은 UV/Vis spectrophotometer(X-ma2000, Human, Korea)를 사용하였으며, 가시광선의 투과율 및 자외선의 차단율을 비교 분석하였다.

각 항목별로 3회씩 측정을 하여 최고값과 최저값을 버리고 중간값을 측정값으로 하였으며, 광투과율은 각 굴절력별 4개 측정값을 평균하였다. 오차는 측정값에서 포장지 등에 기재된 기준값을 뺀 값으로 하였으며, 오차가 음의 수치를 보이는 것은 근시성 교정용 렌즈의 경우 기준 굴절력보다 큰 굴절력으로, 원시성 교정 렌즈의 경우 기준 굴절력보다 작은 굴절력으로 제조되었음을 의미한다.

결과 및 고찰

A사 제품의 S-3.00D○C-3.00D의 구면 굴절력은 -2.97D~-2.99D의 범위로, 원주굴절력은 -2.93D~-2.99D로, 강주경선의 굴절력(=구면굴절력+원주굴절력)은 -5.89D~-5.96D의 범위로 제조되었으며 모두 기준 굴절력보다 낮게 제조되었다. 오차의 한계를 초과하는 경우는 없었으며,

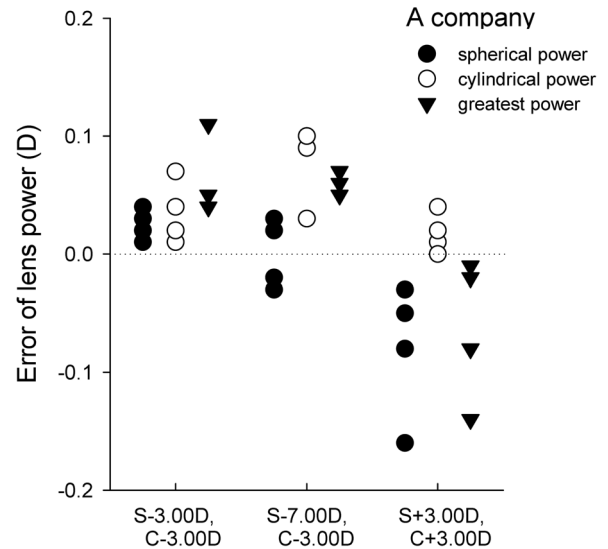


Fig. 1. Error of lens power (A company products).

강주경선의 0.11D가 가장 큰 오차였다. S-7.00D○C-3.00D 렌즈의 구면굴절력은 -6.97D~-7.03D, 원주굴절력은 -2.90D~-2.97D, 강주경선의 굴절력은 -9.93D~-9.94D로 각각 제조되었으며, 원주굴절력의 0.10D가 가장 큰 오차였다. S+3.00D○C+3.00D 렌즈는 구면 굴절력이 +2.84D~+2.97D, 원주굴절력이 +3.00D~+3.04D, 강주경선 굴절력 +5.86D~+5.99D였다. A사 제품에서 오차 허용치를 초과하는 경우는 S+3.00D○C+3.00D에서 1건이 있었으며, 구면굴절력과 강주경선의 굴절력이 각각 +2.84D, +5.86D였다. 오차의 분포는 대체로 기준 굴절력보다 작은 굴절력으로 제조되었음을 알 수 있다(Fig. 1).

B사 제품의 S-3.00D○C-3.00D는 구면굴절력, 원주굴절력, 강주경선 굴절력 모두 -0.04~+0.02D의 오차로 비교

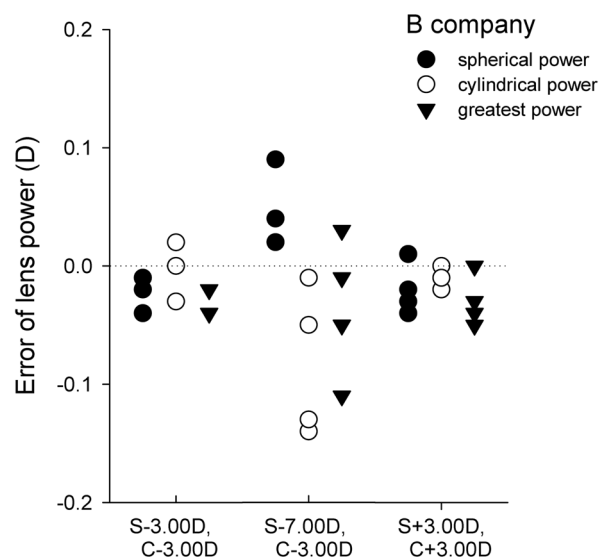


Fig. 2. Error of lens power (B company products).

적 정확하게 제조되었다. S+3.00D○C+3.00D 역시 구면굴절력, 원주굴절력, 강주경선 굴절력의 오차 모두 0.05D 이내로 오차가 크지 않게 제조되었다. 반면 S-7.00D○C-3.00D의 경우는 다른 제품들보다 큰 오차를 보였다. 구면굴절력은 -6.91D~-6.98D로, 원주굴절력은 -3.01D~-3.14D로, 강주경선 굴절력은 -9.97D~-10.11D로 제조되었다. 오차는 큰 편이었지만 구면굴절력, 원주굴절력의 허용오차 $\pm 0.12D$, $\pm 0.18D$ 를 초과하지는 않았다. 오차가 대체로 (-)방향에 많이 분포함으로 근시성 교정용 렌즈는 기준굴절력보다 크게, 원시성 교정용 렌즈는 작게 제조되었음을 볼 수 있다(Fig. 2).

C사 제품은 S-3.00D○C-3.00D의 구면굴절력, S-7.00D○C-3.00D의 원주굴절력은 모두 기준치보다 작은 굴절력을 가졌으며, S-3.00D○C-3.00D의 1개 제품에서 원주굴절력 -3.10D가 가장 큰 오차를 보였다. $\pm 0.1D$ 이하의 오차를 보임으로서 C사제품 전체에서 허용오차를 초과하는 경우는 한 건도 없었으며, 오차가 (+), (-) 방향으로 비교적 고르게 분포되어 있음을 볼 수 있다(Fig. 3).

D사 제품은 S-3.00D○C-3.00D의 구면굴절력과 강주경선 굴절력, S-7.00D○C-3.00D의 구면굴절력, 원주굴절력, 강주경선 굴절력은 모두 기준치보다 큰 값으로 제조되었다. 전체적으로 오차의 한계를 초과하는 경우는 없었지만 대체로 오차한계치 근처의 비교적 큰 오차를 보여 평균 오차가 큰 편이었다. S-3.00D○C-3.00D의 구면굴절력과 강주경선 굴절력에서 각각 오차 한계치 $-0.12D$ 를 보인 경우가 1건씩 있었다. 반면 원주굴절력은 0.04D 이내의 오차, 평균 굴절력 $-3.00D$ 로 비교적 정확하였다. S-7.00D○C-3.00D의 경우는 구면굴절력, 원주굴절력이 대체로 큰 오차를 보였으며, 따라서 강주경선 역시 큰 오차를 보였다.

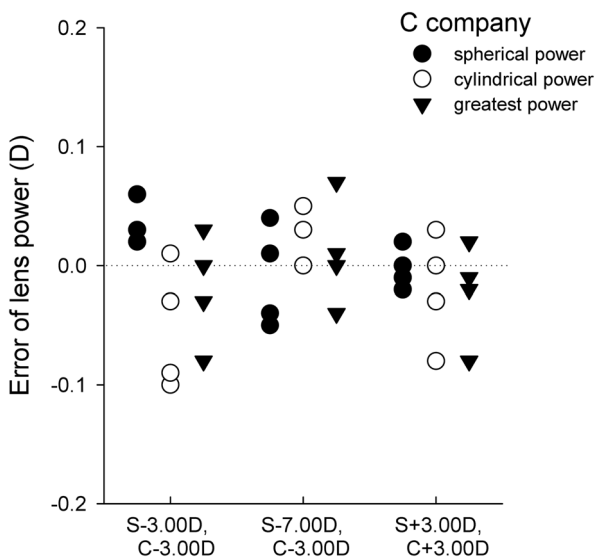


Fig. 3. Error of lens power (C company products).

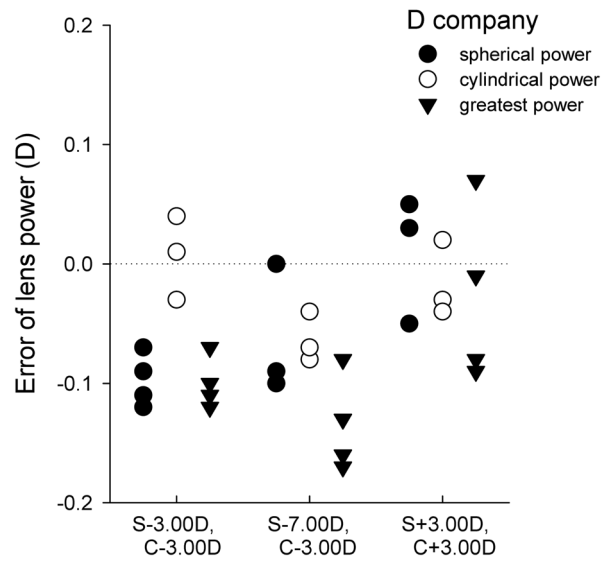


Fig. 4. Error of lens power (D company products).

강주경선의 굴절력은 허용오차 0.18D를 초과하는 경우는 없었지만 최소오차가 0.08D, 평균오차가 0.14D일 정도로 큰 편이었다. S+3.00D○C+3.00D는 구면굴절력, 원주굴절력이 0.05D 이내의 오차를 보였으며, 강주경선의 굴절력은 $-0.09D \sim +0.07D$ 의 오차를 보였다. 오차가 주로 (-)방향에 분포함으로써 근시성 교정용 렌즈는 기준굴절력보다 작게 원시성 교정용 렌즈는 크게 제조된 것으로 보인다(Fig. 4).

국산렌즈의 굴절력은 일부 제품을 제외하고는 유명외국 브랜드 제품에 비해 우수한 특성을 보여 국산 렌즈 제조업체의 기술력이 상당한 수준임을 알 수 있었다. 오차량, 오차발생률을 좀 더 줄이기 위한 엄격한 품질관리와 보다 적극적인 마케팅을 통해 국산제품의 우수성을 알리고, 국내의 시장에서 선호도를 증대해야 할 것이다.

렌즈의 중심 두께는 기준두께에서 $\pm 0.3 \text{ mm}$ 이상의 오차가 없어야 하나 A, B, C사 제품의 경우 포장지에 표시되지 않고, D사제품의 경우 일부분만 표시되어 있어 기준 두께를 알 수 없었다. S-3.00D○C-3.00D는 D사 제품이 가장 두꺼웠고, A, C사 제품은 거의 비슷한 것으로 보인다. 최대치와 최저치의 차이가 모두 0.1 mm 이내를 보임으로써 균일하게 제조되었다. S-7.00D○C-3.00D는 D사 제품이 가장 얇았고, 최고치와 최저치 차이도 가장 적었다. A, B, C사 제품은 비슷한 두께를 가졌으며 최고치와 최저치의 차이도 0.13~0.15 mm로 비슷하였다. S+3.00D○C+3.00D는 최고치와 최저치 차이가 제조사에 따라 0.1~0.16 mm를 보였으며, A사 제품이 가장 얇고, D사 제품이 가장 두꺼웠다(Table 3).

렌즈의 직경은 제조사 및 굴절력에 따라 표시되어 있지 않은 경우 있었으며, 일부분은 홈페이지를 통해 확인이 가

Table 3. Thickness at optical center unit: mm

Power Company	S-3.00D C-3.00	S-7.00D C-3.00	S+3.00D C+3.00
A	1.26~1.35	1.10~1.23	6.04~6.16
B	1.37~1.40	1.15~1.30	6.30~6.46
C	1.28~1.35	1.12~1.25	5.92~6.02
D	1.47~1.55	1.04~1.08	6.92~7.08

Table 4. Distribution of lens Diameter unit: mm

Power Company	S-3.00D C-3.00	S-7.00D C-3.00	S+3.00D C+3.00
A	71.75~71.86	69.85~69.95	64.94~65.15
B	71.50~71.95	70.12~70.24	65.04~65.10
C	71.67~71.85	69.92~70.24	64.90~65.21
D	70.45~70.82	70.34~70.45	65.27~65.60

능하였다. (-)렌즈의 경우 제조사 렌즈 굴절력에 따라 70~72 mm의 직경으로 제조되었고, 같은 제품들 간의 직경의 편차는 거의 없었으며, 또 강주경선과 약주경선 방향의 직경도 큰 차이가 없었다. (+)렌즈의 경우는 모든 제품들이 65 mm를 기준으로 제작되었으며, 모든 렌즈들이 0.6 mm 이내의 오차로 균일한 값을 보였다(Table 4).

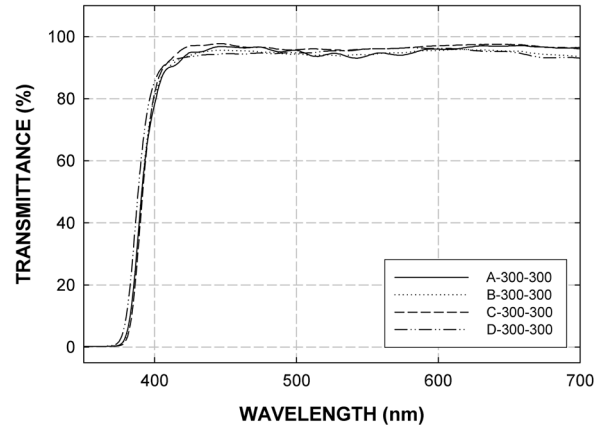
S-3.00D C-3.00D 제품들의 555 nm에서 투과율은 510 nm에서의 투과율보다 높았으며, 555 nm 투과율은 C, D사의 제품이 가장 높고, 510 nm에서는 C사가 가장 높은 투과율을 보였다. S-7.00D C-3.00D에 대해서는 D사 제품의 투과율이 가장 높고, B사 제품의 투과율이 가장 낮았으며, 555 nm에서는 C사 제품, 510 nm에서는 D사 제품의 투과율이 가장 높았다. S+3.00D C+3.00D는 555 nm에서 투과율은 B사가 가장 낮고, 510 nm에서 투과율은 D사가 가장 낮았다. 모든 제품들이 400 nm에서 투과율은 거의 절반정도로 줄어들며, 380 nm 이하에서 자외선은 잘 차단되었다(Fig. 5). 가시광선에서의 높은 투과율과 자외선의 차단은 렌즈의 반사방지막 코팅과 관련되어 있을 것이다. 따라서 국산렌즈 제조업체의 렌즈코팅 기술이 외국유명 브랜드 업체에 뒤지지 않음을 볼 수 있다.

결 론

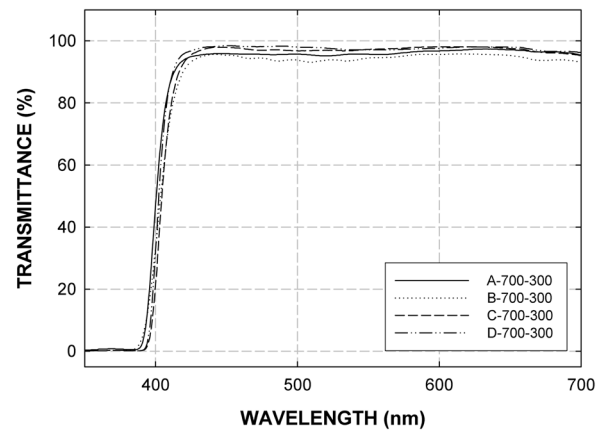
주문형 렌즈의 규격을 측정된 결과 다음과 같다.

1. 국제규격에 따라 국산브랜드 A사의 1개 제품만 굴절력의 허용오차를 초과하였다.

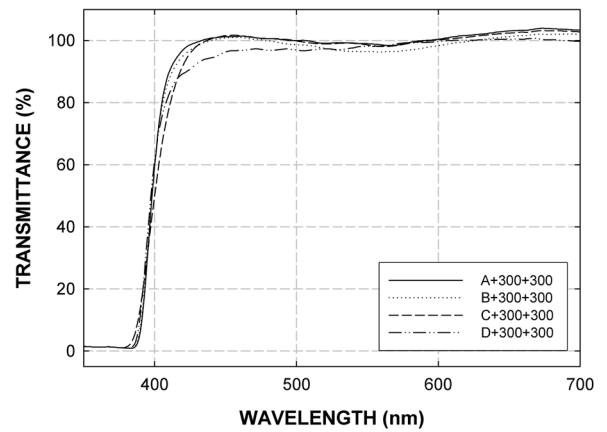
굴절력 오차의 분포를 통해 국산 브랜드 B, C사 제품들이 외국브랜드 D사제품들에 비해 대등하거나, 우수함을 볼 수 있었으며, C사 제품들이 적은 오차량으로 분포하여



(a)



(b)



(c)

Fig. 5. Transmittance of lenses.

- (a) S-3.00D C-3.00D
- (b) S-7.00D C-3.00D
- (c) S+3.00D C+3.00D

가장 균일하고 정밀하게 제조된 것으로 보인다.

2. 렌즈의 직경과 중심두께는 4개사 제품 모두에서 큰 오차의 발생없이 균일하고 정밀하게 제조되었다.

3. 가시광선의 투과율은 파장별, 제조회사별, 렌즈의 굴절력별로 2% 이내의 차이를 보였으며, 대체로 C사 제품이 가장 높은 투과율을 보였으며, B사 제품이 약간 낮

았다.

400 nm에서 모든 제품들의 투과율은 절반정도로 낮아지며 자외선을 잘 차단하였다. 따라서 국내의 다층막코팅 기술력이 우수함을 알 수 있다.

본 연구를 통해 국산브랜드 렌즈 제품의 품질이 우수함을 알 수 있다. 렌즈제조기술을 좀 더 보완 발전시켜 구면 굴절력, 원주굴절력, 두께 등에서 오차량 및 오차발생률을 줄여야 할 것이며, 보다 적극적인 마케팅으로 국내외 선호도를 증대시켜야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

- [1] KS P 4403: 안광학 완제품 안경렌즈(2001).
- [2] 의료기기 기준규격: 시력보정용(플라스틱 및 유리제품) 렌즈, KFDA의료기기본부(2005).
- [3] ANSI Z80.1: Prescription ophthalmic lenses-Recommendations(1999).
- [4] JIS T7313: Ophthalmic optics-Uncut finished spectacle lenses-Single vision lenses(2000).
- [5] ISO 8980-1: Ophthalmic optics-Uncut finished spectacle lenses, part 1: Specifications for single-vision and multi-focal lenses(2004).
- [6] 정맹식, 김홍선, “시력보정용 렌즈의 품질 개선 방향”, 한국안광학회지, 3(1):167-179(1998).
- [7] 광호원, 유동식, 문병연, “시력보정용 안경렌즈의 규격 비교 연구”, 한국안광학회지, 10(3):221-228(2005).
- [8] 김태훈, 예기영, 성아영, “국내 안경렌즈 광학적 요소 신뢰성 조사”, 한국안광학회지, 13(1):43-48(2008).
- [9] 유동식, 문병연, 손정식, “시력보정용 안경렌즈의 규격에 관한 비교 고찰”, 한국안광학회지, 9(2):397-415(2004).
- [10] 문병연, 유동식, 광호원, 조현국, 백선목, “근시성 난시 교정용 토릭렌즈의 규격 비교”, 대한시과학회지, 8(1):7-17(2006).
- [11] 문병연, 유동식, 조현국, “원시성 난시 교정용 토릭렌즈의 규격 비교”, 대한시과학회지, 10(2):157-165(2008).

A Comparative Study on Prescription Lenses Standards

Byeong-Yeon Moon, Sun-Mok Paik* and Dong-Sik Yu

Department of Visual Optics, Kyungwoon University

*Department of Physics, Kangwon University

(Received January 20, 2009; Revised February 15, 2009; Accepted March 6, 2009)

Purpose: To evaluate and analyze the quality of Korean prescription lenses according to international standards.

Methods: We measured the refractive power, the thickness at optical center and the transmittance, and then made a comparative analysis them with foreign brand products according to international standards. **Results:** Most of Korean products had good qualities on the refractive power and transmittance, even if there was out of tolerance in a case of korean products. **Conclusions:** To ensure a higher preference of Korean products in the home and abroad marketplace, a high-powered quality control and marketing strategy are necessary to domestic lens manufacturers.

Key words: prescription lens, refractive power, transmittance, KS, ISO