

누진 가입도 렌즈의 규격 비교

문병연 · 백선목* · 유동식

경운대학교 안경광학과, *강원대학교 물리학과

투고일(2009년 1월 5일), 수정일(2009년 2월 23일), 게재확정일(2009년 3월 6일)

목적: 국산 누진가입도렌즈의 품질향상을 위하여, 누진가입도렌즈의 광학적, 기하학적 요소를 측정하고, 국제규격에 따른 품질을 평가하였다. **방법:** 국내시장에서 판매되고 있는 국내외 브랜드의 누진가입도렌즈를 대상으로 굴절력, 중심두께, 프리즘 굴절력을 측정하여, 국제규격에 따라 비교, 분석하였다. **결과:** 국내 브랜드 제품들이 해외브랜드 제품과 대등한 품질을 보였으나, 국제규격의 허용기준에 미치지 못하는 경우가 있었다. **결론:** 누진가입도렌즈는 세심한 주의가 요구되므로, 국산제품이 세계시장에서 더 높은 경쟁력을 가지기 위해서는 보다 엄격한 품질관리가 필수요소인 것으로 생각된다.

주제어: 누진가입도 렌즈, 굴절력, 국제규격

서 론

정보화 사회에 따른 멀티미디어 매체 사용의 증가, 근거리 작업의 증가, 고령화 사회로의 진입에 따라 누진가입도 렌즈의 사용이 증대되고 있다. 누진가입도렌즈는 연속적인 굴절력 변화로 상의 도약이 없고, 원거리에서 근거리까지 자연스런 시야를 제공할 수 있다는 장점을 가진다. 그러나 렌즈 한 장에 많은 굴절력이 배치되므로 렌즈의 설계 및 제조, 조제 및 가공, 피팅 등에서 정확성과 세심한 주의가 필요하다^[1].

렌즈는 엄격한 규격과 관리하에 제조되어야 하며, 국가별로 KS(Korean Standards), ISO(International Organization for Standardization), ANSI(American National Standards Institute), JIS(Japanese Industrial Standards) 등의 규격을

통해 명시되어 있다^[2-6]. Table 1은 ISO의 누진가입도렌즈 규격을 요약한 표이다^[4].

렌즈의 품질에 대한 연구는 많지 않으며^[7-10], 특히 누진 가입도렌즈에 대한 연구는 미약한 실정이다. 김 등^[11]은 원용굴절력 -2.50~-3.00D의 누진가입도 렌즈들을 대상으로 품질을 조사하였고, Sheedy 등^[12]은 누진가입도 렌즈 제품들의 광학적, 기하학적 요소들을 측정하고 각 요소들에 따라 제품들을 순서화하였다. 본 연구에서는 원용부 굴절력에 따라, 그리고 원시, 근시, 난시 등 사용용도에 따라 국내 브랜드 제품들의 품질을 측정하였다. 또한 측정된 요소들을 외국 유명 브랜드 제품들과 비교, 분석함으로써 국내 렌즈 제조업계의 발전과 국산 렌즈의 선호도 증대 및 경쟁력 강화에 보탬이 되고자 한다.

Table 1. Tolerances on lenses (ISO)

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 ≤6.00	±0.12	±0.12	±0.18	
>6.00 and ≤12.00	±0.18	±0.18		±0.18
Absolute cylindrical Power (D)	≤0.50	>0.50 and ≤0.75	>0.75 and ≤1.50	>1.50
Tolerance on the axis (°)	±7	±5	±3	±2
Value of the addition power (D)	≤4.00		>4.00	
Tolerance (D)	±0.12		±0.18	

연구 방법

국산 누진가입도렌즈 제품의 품질을 조사하기 위하여 국내시장에서 유통되고 있는 국내 브랜드 3개사, 외국 브랜드 1개사 제품의 규격을 비교하였다. 렌즈 원용부의 굴절력은 S-3.00D, S-7.00D, S+3.00D, S-3.00D○C-1.50D, S-3.00D○C-3.00D, S-7.00D○C-1.50D, S-7.00D○C-3.00D, S+3.00D○C+1.50D 였고, 원주축은 180°, 가입도는 모두 2.00D였다.

각 굴절력별로 무작위로 구매된 좌, 우 각 1조씩에 대해 구면굴절력, 원주굴절력, 원주축, 가입도, 프리즘 굴절력을 측정하였다. 자동렌즈미터(SLM-5000, Shin-Nippon, Japan)를 사용하였으며, 굴절력은 0.01D, 축은 1°, 프리즘 굴절력은 0.01△ 간격으로 측정하였다. 중심두께는 디지털 두께게이지(ID-S1012, Mitutoyo, Japan)를 사용하여 0.01 mm 간격으로 측정하였다.

기준치는 렌즈 포장지에 표시된 값으로 하였고, 측정치는 3회씩 측정을 하여 최고치와 최저치를 버리고 중간치로 하였다. 측정오차는 ‘측정치-기준치’로 정의하였으며, 평균은 ‘평균±표준편차’로 표기하였다.

결과 및 고찰

A사 제품들의 구면굴절력 오차는 대체로 (+)쪽으로 치우쳐 있었다. (-)렌즈의 경우 기준 굴절력보다 작은 값으로 제조되었음을 의미한다. (+)렌즈의 경우 S+3.00D는 모두 기준 굴절력보다 큰 굴절력으로, S+3.00D○C+1.50D는 더 작은 굴절력으로 측정되었다. 가장 작은 오차를 보이는 경우는 S-3.00D○C-1.50D와 S+3.00D○C+1.50D로 평균이 각각 $-2.96 \pm 0.022D$, $+2.96 \pm 0.013D$ 였다. 가장 큰 오차를 보이는 S-7.00D○C-3.00D의 경우는 $-6.64D \sim -6.74D$ 의 범위로 모든 제품이 0.26D 이상의 상당히 큰 오차를 보였다. 허용오차를 초과하는 경우는 S-3.00D○C-3.00D의 1개 제품, S-7.00D○C-1.50D의 3개 제품, S-7.00D○C-3.00D의 4개 제품으로 총 8건이었다(Fig. 1(a)).

원주굴절력은 대부분의 경우에서 (-)오차를 보였다. 구면렌즈의 경우 S-3.00D의 1개 제품이 $-0.12D(Ax180^\circ)$ 의 오차를 나타냈으며, S-7.00D는 4개 제품 모두 $-0.14 \sim -0.18D(Ax161 \sim 167^\circ)$ 로 비교적 큰 오차를 보였다. 반면 S+3.00D는 원주굴절력을 보이지 않았다. 허용오차를 초과하는 경우는 S-7.00D○C-1.50D의 4개 제품, S-7.00D○C-3.00D의 2개 제품으로 모두 $-0.20D$ 이상의 큰 오차를 보였다. 이 제품들은 각각 S-6.75D○C-1.75D, S-6.75D○C-3.25D에 더 가까운 것으로 보인다. 원주축의 오차를 보인 경우는 S-7.00D의 4개 제품, S-7.00D○C-3.00D의 1

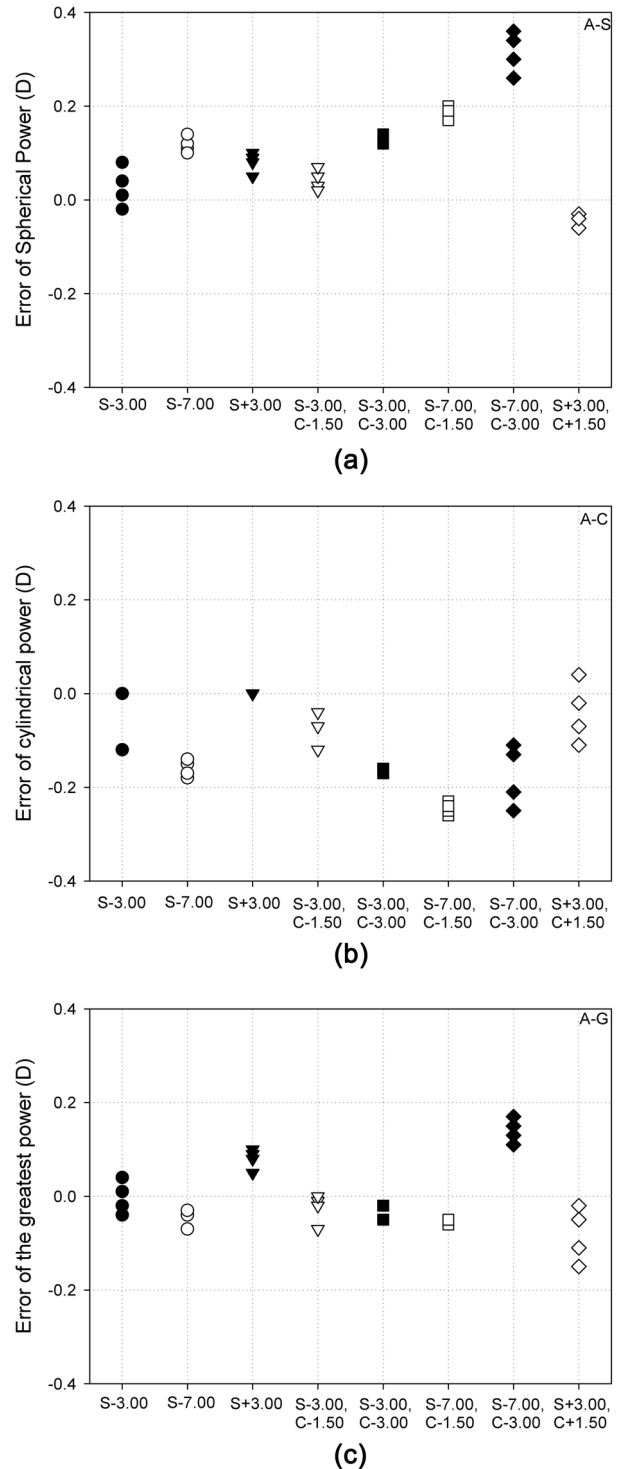


Fig. 1. Error of refractive power (A company products).

- (a) spherical power
- (b) cylindrical power
- (c) greatest power

개 제품이였다(Fig. 1(b)).

강주경선 굴절력(=구면굴절력+ 원주굴절력)의 오차는 S-3.00D가 (+), (-)에 골고루 분포하였으나 S+3.00D, S-7.00D○C-3.00D는 (+)로, 나머지 굴절력의 제품들은 (-)

오차를 보였다. S-7.00D○C-3.00D, S+3.00D○C+1.50D에서 비교적 큰 오차를 보였으며 좌, 우렌즈의 평균은 각각 $-9.88 \pm 0.014D$, $-9.84 \pm 0.014D$, $+4.37 \pm 0.028D$, $+4.47 \pm 0.021D$ 였다. 허용오차를 초과하는 경우는 S+3.00D○C+1.50D의 1개 제품이었다(Fig. 1(c)).

B사 제품들의 구면굴절력 오차는 S-3.00D○C-1.50D의 제품들이 (-)오차를 보였지만 대체로 (+)쪽에 분포하였다. S-3.00D의 제품들이 비교적 작고, 균일한 오차로 제조되어 평균오차는 좌, 우 각각 $-2.98 \pm 0.007D$, $-2.98 \pm 0.021D$ 였다. S+3.00D○C+1.50D는 좌, 우렌즈의 평균이 $+3.13 \pm 0.057D$, $+3.18 \pm 0.042D$ 로 가장 큰 오차를 보였다. 허용오차를 초과하는 경우는 S+3.00D○C+1.50D의 3개 제품이었다(Fig. 2(a)).

원주굴절력은 S+3.00D에서 오차가 없었으며, S-7.00D는 3개 제품에서 $-0.08D \sim -0.11D$ (Ax60°, 154°, 180°)를 보였다. 가장 큰 오차를 보인 굴절력은 S-7.00D○C-3.00D로 $-3.18 \pm 0.014D$, $-3.19 \pm 0.007D$ 의 좌, 우렌즈 평균을 보였다. 굴절력의 허용오차를 초과하는 건수 역시 S-7.00D○C-3.00D에서 3개 제품이었다. 축의 허용오차를 초과하는 경우는 S-3.00D에서 1개 제품, S-7.00D에서 2개 제품이었다(Fig. 2(b)).

(+)렌즈의 강주경선 굴절력은 모두 (+)오차를, (-)렌즈는 대체로 (-)오차를 보였다. S-7.00D○C-1.50D의 경우 작은 오차가 (+), (-)로 고루 분포하여 평균오차가 거의 0D였으며, 가장 큰 오차를 보인 경우는 S-7.00D○C-3.00D로 좌, 우 렌즈의 평균이 $-10.17 \pm 0.014D$, $-10.12 \pm 0.050D$ 였다. 허용오차를 초과하는 경우는 S-3.00D○C-3.00D의 2개 제품이었다(Fig. 2(c)).

C사 제품들 중 구면렌즈는 (+), (-)의 오차가 고루 분포가 되었으며, 평균오차는 0.03D이하였다. S-7.00D○C-1.50D, S-7.00D○C-3.00D, S+3.00D○C+1.50D는 모두 (+)오차를 보였다. 허용오차를 초과하는 경우는 가장 큰 오차를 보인 S+3.00D○C+1.50D의 4개 제품이었으며, 0.17D~0.26D의 큰 오차를 보였다(Fig. 3(a)).

원주굴절력은 S+3.00D의 경우를 제외하고 대부분 (-)오차를 보였다. 전체적으로 오차가 큰 편이었고, S-3.00D가 가장 작은 오차를 나타냈다. 가장 큰 오차는 S-7.00D○C-3.00D로 오차는 $-0.19D \sim -0.27D$ 였다. 원주굴절력의 허용오차를 초과하는 경우는 S+3.00D 1개 제품, S-3.00D○C-3.00D 1개 제품, S-7.00D○C-3.00D 4개 제품, S+3.00D○C+1.50D 2개 제품으로 총 8개 제품이었다. S+3.00D○C+1.50D의 경우는 S+3.25D○C+1.25D에 더 가까웠다. 원주축의 허용오차를 초과하는 경우는 S-3.00D 2개 제품(Ax164°~171°), S-7.00D 3개 제품(Ax157°~170°), S+3.00D 3개 제품(Ax91°~108°)으로 모두 8개 제품이었다(Fig.

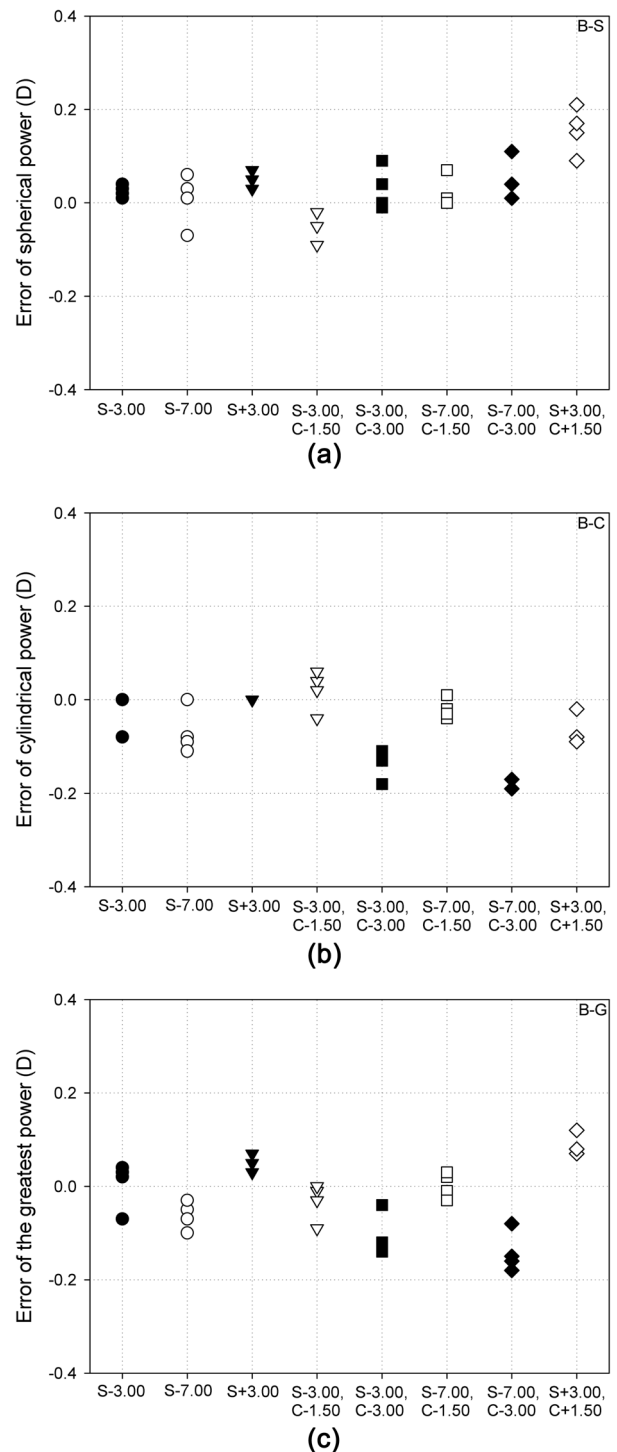
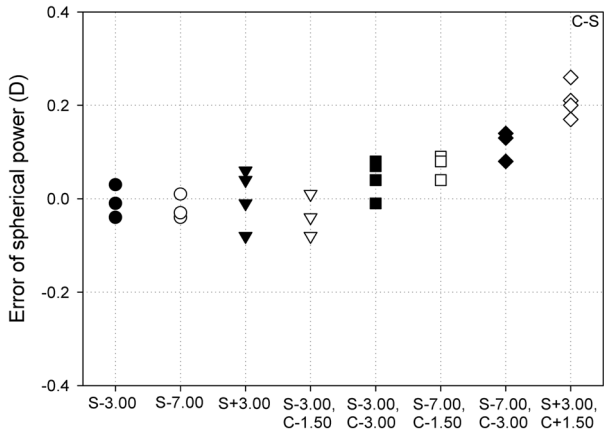


Fig. 2. Error of refractive power (B company products).

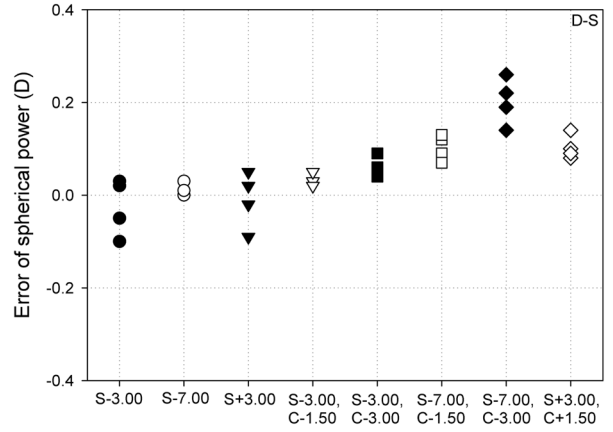
- (a) spherical power
- (b) cylindrical power
- (c) greatest power

3(b)).

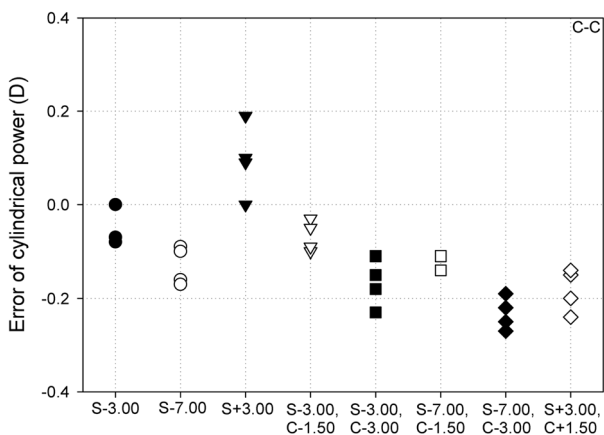
강주경선 굴절력의 오차는 대체로 (-)에 많이 분포되어 있었으며, S-7.00D○C-1.50D에서 비교적 작은 오차를 보였다. 허용오차를 초과하는 경우는 S+3.00D 1건, S-7.00D, S-3.00D○C-1.50D, S-3.00D○C-3.00D 각 2건으로 모두



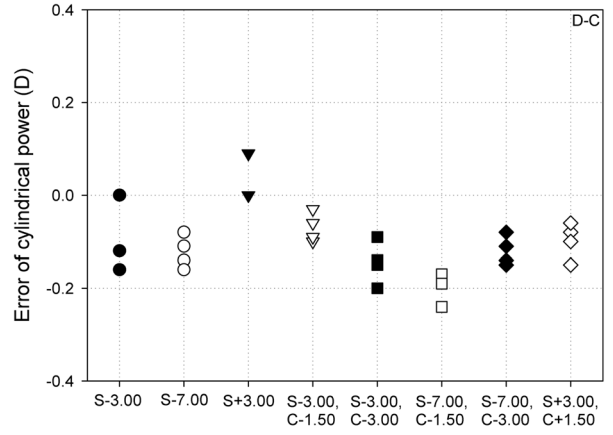
(a)



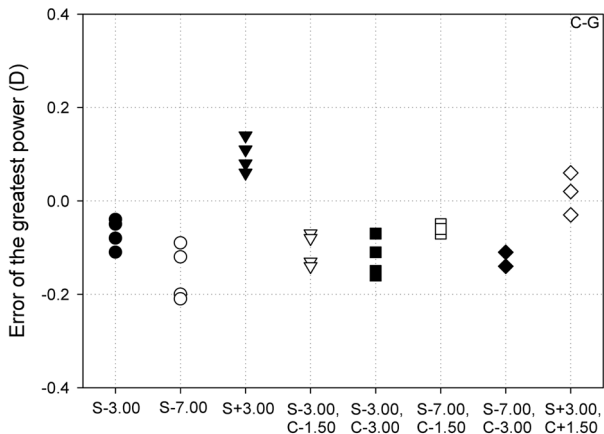
(a)



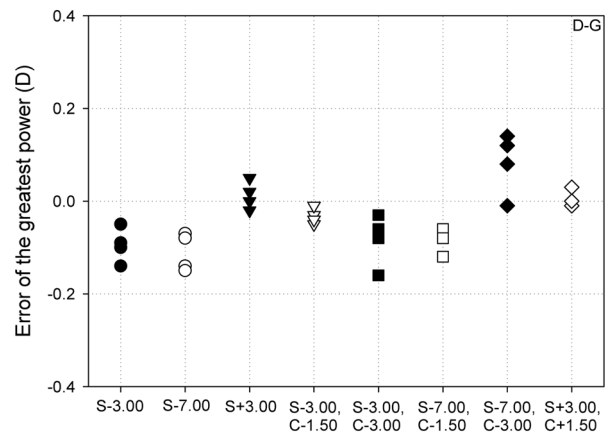
(b)



(b)



(c)



(c)

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

- (a) spherical power
- (b) cylindrical power
- (c) greatest power

7개 제품이였다(Fig. 3(c)).

D사 제품의 구면굴절력의 오차는 S±3.00D의 경우를 제외하고 대부분 (+)오차를 보였다. S-7.00D의 경우 0D~0.03D의 가장 작은 오차로 분포되었고, 평균오차는 0.01±0.013D였으며, S+3.00D의 평균오차는 -0.01±0.061D였다.

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

- (a) spherical power
- (b) cylindrical power
- (c) greatest power

S-7.00D○C-3.00D는 가장 큰 오차를 보였으며, 오차의 범위는 0.14~0.26D였다. S-7.00D○C-3.00D의 3개 제품, S+3.00D○C+1.50D의 1개 제품이 허용오차를 초과하였다 (Fig. 4(a)).

원주굴절력은 S+3.00D를 제외하고 대부분 (-)오차를 보

였으며, S-7.00D○C-1.50D에서 -0.17D~-0.24D의 가장 큰 오차를 보였다. 원주굴절력의 오차는 S-3.00D, S-3.00D○C-3.00D의 각 1개 제품, S-7.00D○C-1.50D의 3개 제품에서 허용오차를 초과하였다. 원주축의 허용오차는 S-3.00D 2개 제품(Ax12°, 26°), S-7.00D 2개 제품(Ax10°, 164°), S+3.00D 1개 제품(Ax95°)에서 초과하였다(Fig. 4(b)).

강주경선 굴절력의 오차는 S-7.00D○C-3.00D를 제외한 (-)렌즈들이 (-)오차를 보였다. 굴절력 S+3.00D○C+1.50D렌즈가 -0.01D~+0.03D(평균 +0.01±0.017D)로 가장 작은 오차를 보였으며, S-3.00D○C-3.00D와 S-7.00D○C-3.00D에서 큰 오차를 보였다. 허용오차를 초과하는 경우는 S-3.00D, S-3.00D○C-3.00D의 각 1개 제품씩이었다(Fig. 4(c)).

A사 제품의 가입도는 S-3.00D○C-1.50D 제품들이 전, 후면 기준 모두 오차가 가장 작았으며, 가장 큰 오차를 보인 굴절력은 -0.12D~-0.24D의 오차를 보인 S+3.00D였다. 전면기준 측정시 오차가 0D인 경우가 5건, (-)오차를 보

여 기준치보다 작은 가입도를 보인 경우가 18건이었고, 총 7개 제품이 허용오차를 초과하였다. 후면기준 측정시 오차가 0D인 경우는 4건, (-)오차를 보인 경우는 19건이었으며, 허용오차를 초과하는 경우는 5건이었다(Fig. 5(a)).

B사 제품의 가입도는 오차가 0D인 경우가 전면기준 측정시에만 1건 있었으며, 모두 (+)의 오차를 보였다. 허용오차를 초과하는 경우는 전면기준 측정시 17건이었으며, 후면기준 측정시에는 S-3.00D의 1개 제품을 제외한 모든 경우가 해당되었다(Fig. 5(b)).

C사 제품은 전면기준 측정시 오차가 0D인 경우 1건, (+)오차를 보인 경우 19건, 허용오차를 초과하는 경우 8건이었다. 후면기준 측정시에는 오차가 0D인 경우 3건, (+)오차는 26건이었으며, 6건이 허용오차를 초과하였다(Fig. 5(c)).

D사 제품은 전면기준 측정시 오차가 0D인 경우 1건, (-)오차 6건을 제외한 25건이 (+)오차를 보였으며, 12건이 허용오차를 초과하였다. 후면기준 측정시 (-)오차 2건을 제외한 모든 경우가 (+)오차를 보였으며, 24건이 허용오차를 초과하였다(Fig. 5(d)).

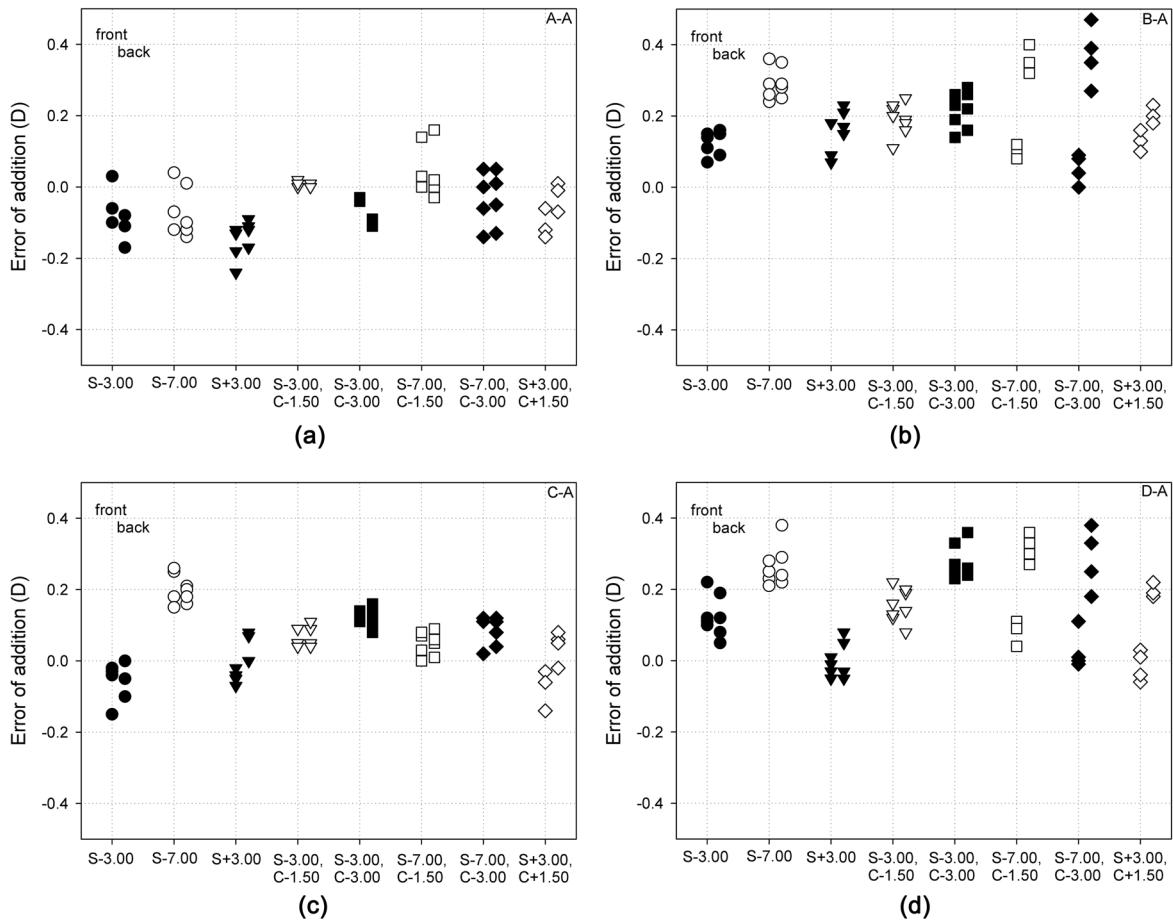


Fig. 5. Error of Addition.

(a) A company products (b) B company products (c) C company products (d) D company products

Left side symbol: front surface measurements
Right side symbol: back surface measurements.

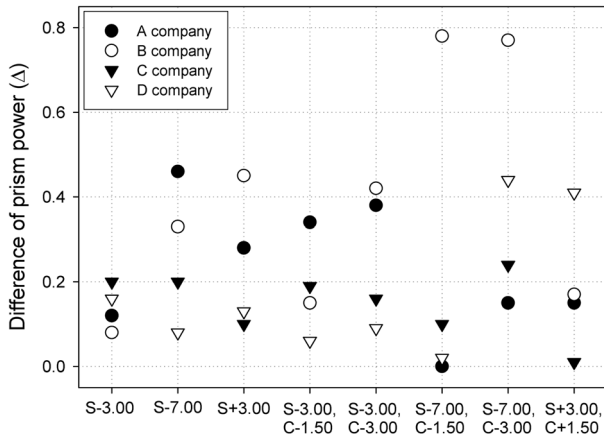


Fig. 6. Difference of prism power between right and left lens.

본 연구에 사용된 누진가입도 렌즈들을 구면계로 확인 결과 모두 렌즈 전면에 누진면이 형성되어 있었다. 누진면이 전면에 형성되어 있을 경우 전면기준으로 측정해야 함을 상기하면 A와 C사 제품의 가입도 정확도가 가장 나은 것으로 볼 수 있다.

누진가입도렌즈는 렌즈의 두께를 줄이기 위해 프리즘 디닝(prism thinning)을 하며, 이는 기저하방(base down; B.D.)의 프리즘 굴절력으로 나타난다^[13]. 본 연구에서 모든 렌즈들이 B.D.의 프리즘 굴절력을 보임으로써 프리즘 디닝 방법을 이용하여 제조된 것으로 보이나 렌즈 포장지 등의 정보에 이와 관련된 언급은 없었다. 좌, 우안에서 프리즘 굴절력의 차이는 양안의 운동성 융합에 영향을 미칠 수 있으므로 차이가 크지 않아야 한다. Fig. 6은 좌, 우 렌즈 프리즘 굴절력 평균치의 차이를 나타내는 그래프이다. C사 제품의 프리즘 굴절력 차이는 모두 0.25 Δ 이하였으며, B사의 S-7.00D \odot C-1.50D와 C-7.00D \odot C-3.00D에서 0.8 Δ 정도의 큰 차이를 보였다. RAL-RG 915 규정에서 수직 방향 허용오차량은 렌즈 굴절력의 절대값이 6.00D 이하일 경우 0.25 Δ , 6.00D 초과시 0.50 Δ 이다^[14]. 누진가입도렌즈의 편안한 적응과 착용을 위해 좌, 우 렌즈의 프리즘 굴절력의 균형이 맞춰져야 할 것이다.

렌즈의 두께는 굴절률과 관련이 될 것이다. A사 제품은 모두 1.56, D사 제품은 1.60이었으나 B사와 C사 제품은 포장지에 정확한 수치가 없이 ‘고굴절’로 표기가 되어 있다. 1.60~1.61정도인 것으로 생각된다. 누진가입도렌즈의 중심두께의 최고치와 최저치의 편차는 4개사 모든 제품들에서 0.3 mm 이내로 측정되었다. (-)굴절력의 렌즈들에서는 D사 제품들이 가장 얇았으며, (+)굴절력 렌즈들에서는 C사 제품이 가장 얇았다. S+3.00D \odot C+1.50D에서만 D사 제품이 가장 두꺼웠고, 나머지 굴절력에서는 B사 제품들이 가장 두껍게 제조되었다(Table 2). 렌즈의 안전성에 문제가 없는 한 두께가 얇은 렌즈는 더 가벼울 것이고, 이는

Table 2. Measured values of the thickness at optical center
unit: mm

Company Power (D)	A	B	C	D
S-3.00D	1.28~1.36	1.58~1.79	1.39~1.51	1.04~1.10
S-7.00D	0.99~1.25	1.47~1.65	1.28~1.36	1.12~1.16
S+3.00D	4.88~5.10	5.13~5.25	4.42~4.55	4.78~4.83
S-3.00D \odot C-1.50D	1.20~1.34	1.37~1.49	1.18~1.37	1.00~1.11
S-3.00D \odot C-3.00D	1.16~1.19	1.41~1.51	1.26~1.36	1.06~1.10
S-7.00D \odot C-1.50D	1.16~1.36	1.50~1.58	1.23~1.37	1.12~1.19
S-7.00D \odot C-3.00D	1.23~1.33	1.48~1.54	1.18~1.36	1.05~1.14
S+3.00D \odot C+1.50D	6.40~6.53	5.48~5.61	4.88~5.01	6.50~6.79

소비자의 선호도에도 영향을 미칠 수 있을 것이다.

구면굴절력, 원주굴절력, 가입도 등 굴절력과 관련된 렌즈의 품질에서 국산렌즈의 품질이 외국 유명 브랜드 제품에 뒤지지 않음을 볼 수 있다. 이 기술력을 보완, 발전시키고, 품질관리를 강화함으로써 더 나은 제품을 생산할 수 있을 것이며, 이는 국내외 시장에서 더 높은 경쟁력을 확보하는데 기초가 될 수 있을 것이다.

결 론

누진 굴절력 렌즈의 구면굴절력, 원주굴절력, 원주축, 강주경선 굴절력의 측정치를 종합해 본 결과 A사 13개 제품, B사 11개 제품, C사 20개 제품, D사 13개 제품에서 국제 규격에 미흡한 결과를 보였다. 가입도는 전면을 기준으로 측정하는 것이 오차가 더 적게 발생되었으며, 가입도의 허용오차를 초과하는 경우는 A사 7개 제품, B사 17개 제품, C사 8개 제품, D사 12개 제품이었다. 프리즘 디닝 가공에 따른 좌우 렌즈의 프리즘 굴절력은 C사 제품이 모든 굴절력에서 0.25 Δ 이내로 가장 작은 차이를 보였다. 렌즈의 중심두께는 모든 제품들이 0.3 mm 이내의 편차로 균일하게 제조되었으며, (-)굴절력의 렌즈들은 D사, 나머지 굴절력의 렌즈들은 C사 제품이 가장 얇게 제조되었다.

국산 브랜드의 누진가입도렌즈 제품들이 외국 브랜드 제품에 못지않은 품질을 보였으나 국내외에서 선호도가 그에 미치지 못하고 있는 실정이다. 한층 강화된 품질관리와 좀 더 적극적인 마케팅 전략이 필요한 것으로 생각된다.

참고문헌

- [1] Mo Jalie, "Ophthalmic lenses & dispensing", 1st Ed., Butterworth-Heinemann, London, UK, pp. 150-164(1999).

- [2] KS P 4403, “안광학 완제품 안경렌즈”, 산업표준심의회 (2001).
- [3] ISO 8980-1, “Ophthalmic optics-Uncut finished spectacle lenses, part 1: Specifications for single-vision and multifocal lenses”, International Organization for Standardization (2004).
- [4] ISO 8980-2, “Ophthalmic optics-Uncut finished spectacle lenses, part 2: Specifications for progressive power lenses”, International Organization for Standardization (2004).
- [5] ANSI Z80.1, “Prescription ophthalmic lenses-Recommendations”, American National Standards Institute(1999).
- [6] JIS T7313, “Ophthalmic optics-Uncut finished spectacle lenses-Single vision lenses”, Japanese Industrial Standards Committee(2000).
- [7] 정맹식, 김홍선, “시력보정용 렌즈의 품질 개선 방향”, 한국안광학회지, 3(1):167-179(1998).
- [8] 유동식, 문병연, 손정식, “시력보정용 안경렌즈의 규격에 관한 비교 고찰”, 한국안광학회지, 9(2):397-415(2004).
- [9] 곽호원, 유동식, 문병연, “시력보정용 안경렌즈의 규격 비교 연구”, 한국안광학회지, 10(3):221-228(2005).
- [10] 문병연, 유동식, 곽호원, 조현국, 백선목, “근시성 난시 교정용 토릭렌즈의 규격 비교”, 대한시과학회지, 8(1):7-17 (2006).
- [11] 이해정, 정세준, 김태수, “누진굴절력 렌즈의 규격 비교”, 대한시과학회지, 9(2):173-182(2007).
- [12] Sheedy J., Hardy R. F., and Hayes J. R., “Progressive addition lenses-measurements and ratings”, Optometry, 77(1):23-39(2006).
- [13] “Understanding Prism-Thinning”, <http://www.dicoptic.izispot.com/Files/thinpsm.pdf>
- [14] 성풍주, “안경조제 및 가공”, 대학서림, 서울, pp. 385-387 (2007).

Comparison of Progressive Addition 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 5, 2009: Revised February 23, 2009: Accepted March 6, 2009)

Purpose: To improve the quality of Korean progressive addition lenses, we measured the optical and geometrical elements of them and evaluated their qualities. **Methods:** We have measured the refractive power, the thickness at optical center and prism power for home and foreign progressive addition lenses which were distributed in the domestic market, and then have done a comparative analysis according to international standards. **Results:** The qualities of Korean progressive addition lens were on an equal footing with famous foreign brand products, but they were out of tolerance in a few cases. **Conclusions:** The careful attention is required to progressive addition lens, therefore, it is considered that more precise quality control is an essential element to strength the competitiveness of Korean products in the world market.

Key words: Progressive addition lens, Refractive power, ISO