

검안렌즈의 장착상태에 대한 연구

조현국, 문병연*

강원대학교 안경광학과, 삼척 245-905

투고일(2013년 11월 1일), 수정일(2013년 11월 27일), 게재확정일(2013년 12월 14일)

목적: 검안렌즈에서 렌즈마운트에 대한 렌즈의 장착상태를 알아보고자 하였다. **방법:** 국내에서 유통되고 있는 임의의 검안렌즈에 대해 렌즈마운트의 기하중심과 렌즈의 광학중심사이 거리, 축 표시마크와 실제 축사이 각도의 차이를 조사하고 국제규격과 비교하였다. **결과:** 일부 렌즈에서 렌즈마운트의 기하중심에서 발생하는 프리즘 굴절력, 원주렌즈의 축 표시마크와 실제 축사이 각도 차이가 국제규격의 허용오차를 초과하는 경우가 있었다. **결론:** 정확한 시력검사를 위해 검안렌즈는 좀 더 정밀한 제도가 요구되며, 이를 위해 철저한 품질관리가 필요할 것으로 생각된다.

주제어: 검안렌즈, 허용오차, 한국산업규격, 국제규격

서 론

검안렌즈(trial case lens)는 굴절검사와 장용검사에 사용되는 가장 기본적이고, 필수적인 자각식 굴절검사 도구이다.^[1] 검안렌즈는 원형의 림 또는 마운트(mount)에 렌즈가 끼워진 형태로 굴절력별로 1조씩의 (+)와 (-)굴절력의 구면렌즈와 원주렌즈 세트, 프리즘 렌즈 세트, 여러 가지의 보조렌즈 등으로 구성된다.^[2] 피검자의 굴절이상을 평가하여 시력에 대한 정확한 정보를 얻기 위해서 사용되는 검안렌즈는 일반 안경렌즈보다 더 정밀하고, 균일한 공정에 의한 제도가 필수적이다. 국제규격인 ISO(International Organization for Standardization)^[3]는 검안렌즈에서 굴절력, 프리즘 굴절력, 각도 등에 대한 오차의 허용한계값을 규정하고 있다. 일본의 JIS (Japanese Industrial Standards)^[4]는 ISO를 따르고 있다. 우리나라의 KS (Korean Standards)는 검안렌즈의 구성에 관한 내용만 있으며, 굴절력, 각도 등의 오차에 대한 규정은 없는 실정이다.^[2] 렌즈의 규격, 특히 검안렌즈의 규격에 대한 연구는 그렇게 많지 않으며, 실무에서도 당연히 정확할 것이라는 전제하에 사용되고 있는 것이 현실이다.^[5-9] 본 연구에서는 검안렌즈의 렌즈마운트에 대한 장착상태를 검사하여, 국제규격에 따른 렌즈마운트의 기하중심과 렌즈의 광학중심사이의 거리, 원주렌즈의 축 및 프리즘 렌즈 기저의 표시마크의 정확도 등을 알아보고, 이를 통해 올바른 검안렌즈의 사용에 도움이 되고자 한다. Table 1은 렌즈마운트의 기하중심에서 발생

되는 프리즘 굴절력과 렌즈 축에 대해 국제규격에 규정된 오차허용한계를 나타낸 표이다.

Table 1. Tolerances on marking of the cylinder axis and the prism base and centration

Lenses with cylindrical power	Nominal cylindrical power (D)	Tolerance
	≤ 0.25	± 3°
	> 0.25 to 0.50	± 2°
	> 0.50	± 1°
Lenses with prismatic power	Nominal prismatic power (Δ)	Tolerance
	≤ 0.5	± 7°
	> 0.5 to 1.0	± 4°
	> 1.0 to 2.0	± 2°
	> 2.0 to 10.0	± 1.5°
	> 10.0	± 1°
Nominal lens power(absolute) (D)		Tolerance on Δ at the geometric centre of the mount
≥ 0.25 to 2.00		± 0.12
> 2.00 to 5.00		± 0.25
> 5.00 to 8.00		± 0.38
> 8.00 to 12.00		± 0.50
> 12.0		± 0.75

*Corresponding author: Byeong-Yeon Moon, TEL: +82-33-540-3412, E-mail: bymoon@kangwon.ac.kr

대상 및 방법

국내에서 유통되고 있는 임의의 검안렌즈 제품에 대해 검안렌즈 마운트에 장착된 상태를 조사하였다. 측정에 사용된 검안렌즈는 인지도가 높고, 실무현장과 학교 등에서 많이 사용되고 있는 4개 회사의 제품들을 대상으로 선정하였다. A사 제품은 국산, B사 제품은 미국, C사 제품은 중국, D사 제품은 일본 브랜드 제품으로, 각각 20년, 5년, 5년, 10년정도 전에 제작되어, 현재 실무에서 사용되고 있는 제품들이며, 파손, 분실 등으로 교체된 렌즈가 없이 구입당시 상태가 유지된 제품들을 대상으로 하였다. $\pm 0.50 \sim \pm 20.00$ D의 구면렌즈, $\pm 0.50 \sim \pm 6.00$ D의 원주렌즈에 대해 렌즈마운트의 기하중심과 렌즈의 광학중심 사이의 거리를 측정하여, 렌즈마운트의 기하중심에서 발생하는 프리즘 굴절력을 계산하였다. 원주렌즈와 프리즘 렌즈에 대해 축 또는 기저표시 마크(mark) 위치의 오차정도를 측정하였다. 표시마크는 마운트 또는 렌즈위에 표시될 수 있으나 측정에 사용된 렌즈들은 모두 렌즈 표면에 표시되어 있었다. 구면렌즈와 원주렌즈 각 굴절력마다 3회씩 측정하였으며, 굴절력이 같은 한조의 측정값에 대한 평균값을

해당 굴절력의 측정값으로 하였다. 렌즈의 광학중심의 위치 및 축방향 측정을 위해 자동렌즈미터(CLM-3100P, Huvitz, Korea)를 사용하였으며, 굴절력을 0.01 D 간격으로 셋팅하여 측정하였다. 프리즘 렌즈의 측정은 렌즈미터에서 270° 방향으로 통일하여 0.01 Δ 간격으로 측정하였다. 굴절력이 같은 경우는 각각 한 건으로 측정하였으며, 3회씩 측정하여 평균값을 측정값으로 하였다. 거리와 각도의 측정은 디지털 버니어캘리퍼스(CD-15CP, Mitutoyo, Japan)와 디지털 각도기(GR200 GemRed, China)와 디지털 수평계(DWL-600F, JSB TECH Pte Ltd, UK)를 이용하여 0.01 mm와 0.01° 간격으로 측정하였다.

결과 및 고찰

검안렌즈 마운트의 외경은 A, B, C, D사 제품이 각각 38.24 ± 0.07 mm, 38.10 ± 0.08 mm, 37.93 ± 0.08 mm, 38.02 ± 0.09 mm로 가장 큰 A사 제품과 가장 작은 C사 제품은 0.3 mm 정도의 차이를 보였다. Fig. 1은 구면렌즈의 광학중심이 렌즈마운트의 기하중심에서 편심됨에 따라 기하중심에서 발생하는 프리즘 굴절력을 나타낸 그래프이다. 렌

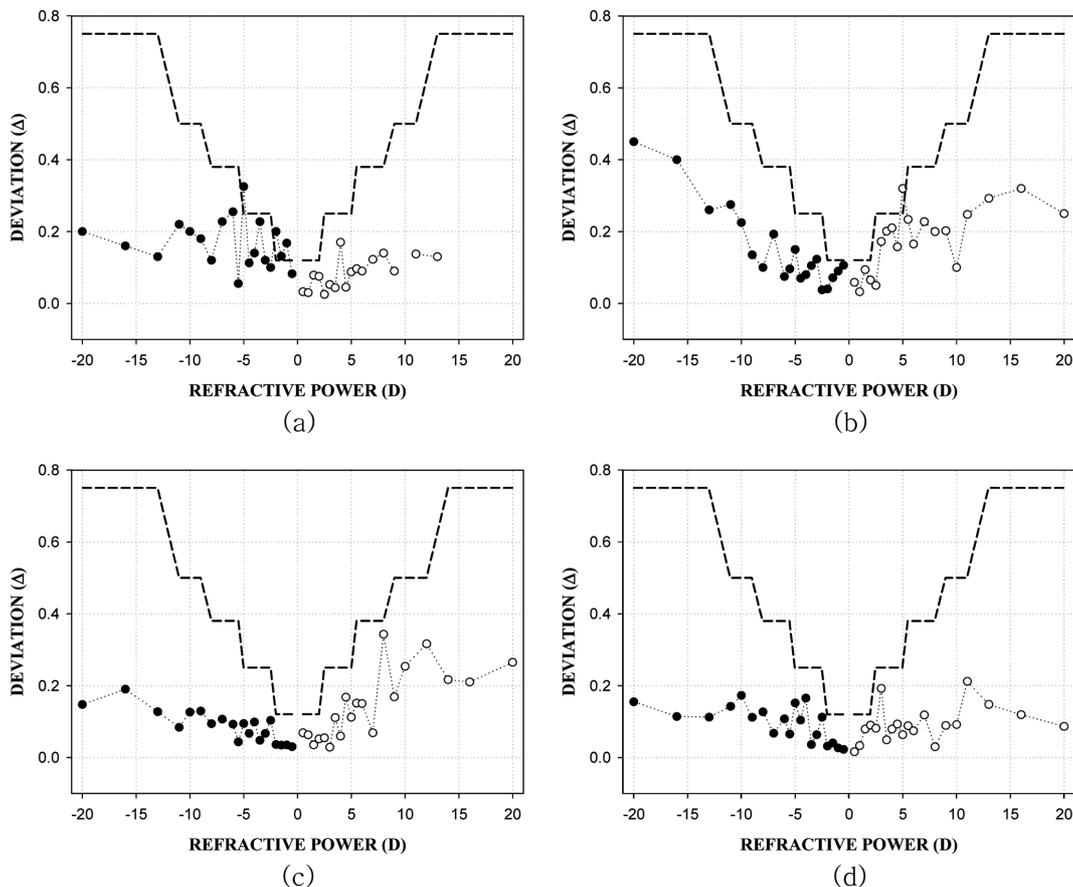


Fig. 1. The prismatic power on geometric center of lens mount for spherical lenses. (a) A product, (b) B product, (c) C product, (d) D product.

즈마운트의 기하중심에서 발생하는 프리즘 굴절력은 렌즈 마운트의 기하중심과 렌즈광학중심사이의 거리 오차를 프레네티스 공식에 의해 프리즘 굴절력으로 환산하였다.^[10] 그 그래프 안의 굵은 점선은 국제규격의 허용오차한계값을 나타낸다. A사 제품은 (+), (-)굴절력에 대해 각각 +0.50 D가 0.65±0.07 mm, -1.00 D가 1.68±0.25 mm로 가장 큰 편심량을 보였다. (+)굴절력 전체 평균 편심량은 0.23±0.17 mm, (-)굴절력 전체 평균 편심량은 0.49±0.48 mm로 (+)굴절력에서 오차가 적었다. 편심량을 프리즘 굴절력으로 환산하였을 때 국제규격의 허용오차를 초과하는 경우는 -1.00 D, -1.50 D, -2.00 D, -5.00 D로 4건이었다. (+)렌즈는 허용오차를 초과하는 경우가 없어 (-)렌즈보다 정밀하게 제작된 것으로 보인다. 각 굴절력별로 발생된 편심량을 프레네티스 공식에 의해 프리즘 굴절력으로 환산하였을 때 (+)렌즈 전체의 프리즘 굴절력의 평균값은 0.09±0.04 Δ, (-)렌즈 전체의 프리즘 굴절력 평균값은 0.17±0.07 Δ였다(Fig. 1(a)). B사 제품은 +0.50 D, -0.50 D일 때 1.18±0.18 mm, 2.13±1.38 mm로 가장 큰 편심량을 보였다. (+), (-) 전체 렌즈의 평균 편심량은 각각 0.38±0.25 mm, 0.36±0.45 mm로 큰 차이가 없었다. 프리즘 굴절력

오차는 (-)렌즈는 허용오차를 초과하는 경우가 없었으며, (+)렌즈는 +5.00 D에서만 허용오차를 초과하였다. (+), (-)렌즈 전체의 평균 프리즘 오차는 각각 0.18±0.09 Δ, 0.15±0.11 Δ였다(Fig. 1(b)). C사 제품은 +0.50 D, -0.50 D일 때 1.37±0.17 mm, 0.60±0.80 mm로 가장 큰 편심량을 보였으며, (+), (-) 전체 렌즈의 평균 편심량은 각각 0.30±0.28 mm, 0.18±0.12 mm였다. (+), (-)렌즈 모두 허용오차를 초과하는 경우가 없었으며, (+), (-)렌즈 전체의 평균 프리즘 오차는 각각 0.14±0.10 Δ, 0.11±0.07 Δ로 (-)렌즈가 좀더 정밀하게 제조된 것으로 보인다(Fig. 1(c)). D사 제품은 +3.00 D, -2.50 D일 때 0.64±0.53 mm, 0.45±0.26 mm로 가장 큰 편심량을 보였고, (+), (-) 전체 렌즈의 평균 편심량은 각각 0.22±0.16 mm, 0.20±0.12 mm로 큰 차이가 없었다. 프리즘 굴절력 오차 한계를 초과하는 경우는 없었으며, (+), (-)렌즈 전체의 평균 프리즘 오차는 각각 0.09±0.05 Δ, 0.10±0.05 Δ로 거의 비슷하였다(Fig. 1(d)).

Fig. 2는 원주렌즈에서 렌즈마운트의 기하중심과 렌즈 축 표시마크 사이의 거리, 축 표시마크와 광학중심사이의 거리를 나타낸 그래프이다. 기하중심 또는 광학중심과 축 표시마크사이의 거리는 렌즈 양쪽의 표시마크를 이어주는

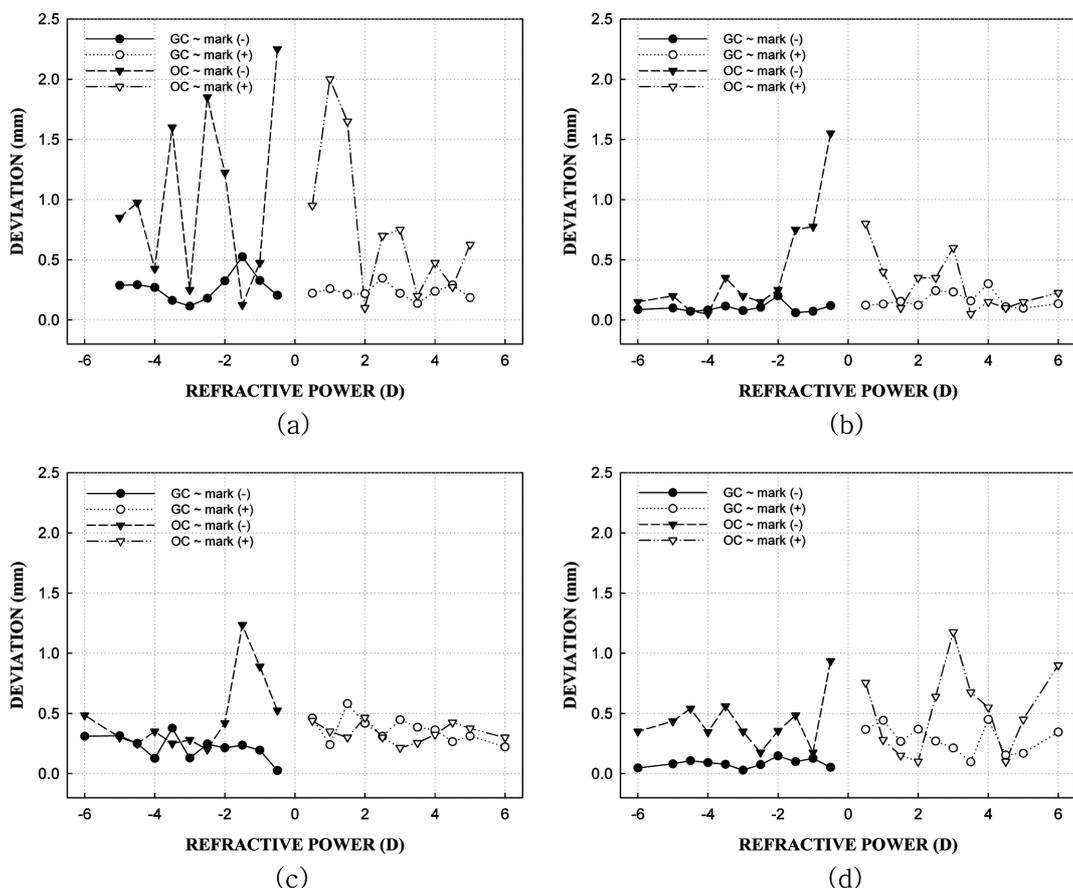


Fig. 2. The deviations between geometric center and axis marking and between axis marking and optical center of cylindrical lenses. (a) A product, (b) B product, (c) C product, (d) D product.

직선과 기하중심 또는 광학중심사이 수직거리로 하였다. A사 제품은 (+), (-)렌즈에서 기하중심과 축 표시마크사이 거리의 전체 평균은 각각 0.23 ± 0.06 mm, 0.27 ± 0.12 mm였으며, 광학중심과 축 표시마크사이 거리의 전체 평균은 각각 0.77 ± 0.62 mm, 1.00 ± 0.72 mm였다(Fig. 2(a)). B사 제품은 (+), (-)렌즈에서 기하중심과 축 표시마크사이 거리의 전체 평균은 각각 0.16 ± 0.06 mm, 0.10 ± 0.04 mm였으며, 광학중심과 축 표시마크사이 거리의 전체 평균은 각각 0.30 ± 0.32 mm, 0.45 ± 0.45 mm였다(Fig. 2(b)). C사 제품은 (+), (-)렌즈에서 기하중심과 축 표시마크사이 거리의 전체 평균은 각각 0.36 ± 0.11 mm, 0.21 ± 0.10 mm였으며, 광학중심과 축 표시마크사이 거리의 전체 평균은 각각 0.33 ± 0.08 mm, 0.45 ± 0.31 mm였다(Fig. 2(c)). D사 제품은 (+), (-)렌즈에서 기하중심과 축 표시마크사이 거리의 전체 평균은 각각 0.29 ± 0.12 mm, 0.09 ± 0.03 mm이었으며, 광학중심과 축 표시마크사이 거리의 전체 평균은 각각 0.53 ± 0.35 mm, 0.43 ± 0.21 mm였다(Fig. 2(d)). 만약 검안렌즈 사용자들이 기하중심이 아닌 축 표시마크를 기준으로 사용할 경우, 이 축 표시마크위치에서 발생하는 프리즘 굴절력의 오차는 A사 제품이 8건((-)렌즈 5건, (+)렌즈 3

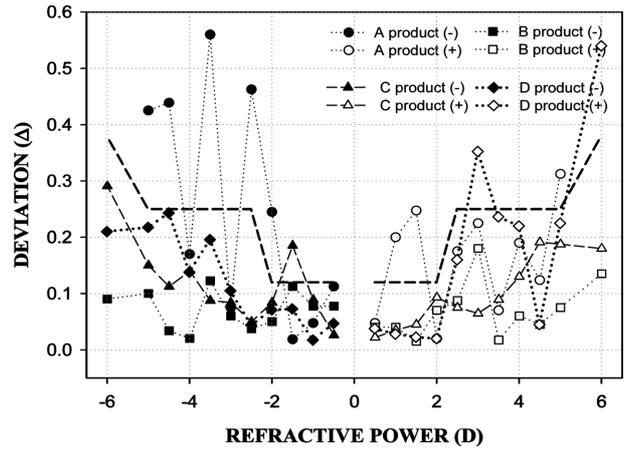


Fig. 3. The prismatic power on axis marking of lens mount for cylindrical lenses.

건), C사 제품이 (-)렌즈에서만 1건, D사 제품이 (+)렌즈에서만 2건이 허용한계를 초과하였다. B사 제품이 가장 적은 오차로 균일하게 제조되었음을 볼 수 있다(Fig. 3).

Fig. 4는 렌즈마운트의 기하중심에서 발생하는 원주렌즈의 프리즘 굴절력을 보여주는 그래프이다. Fig. 3의 축 표시마크 위치에서 발생하는 프리즘 오차와 비슷한 양상을

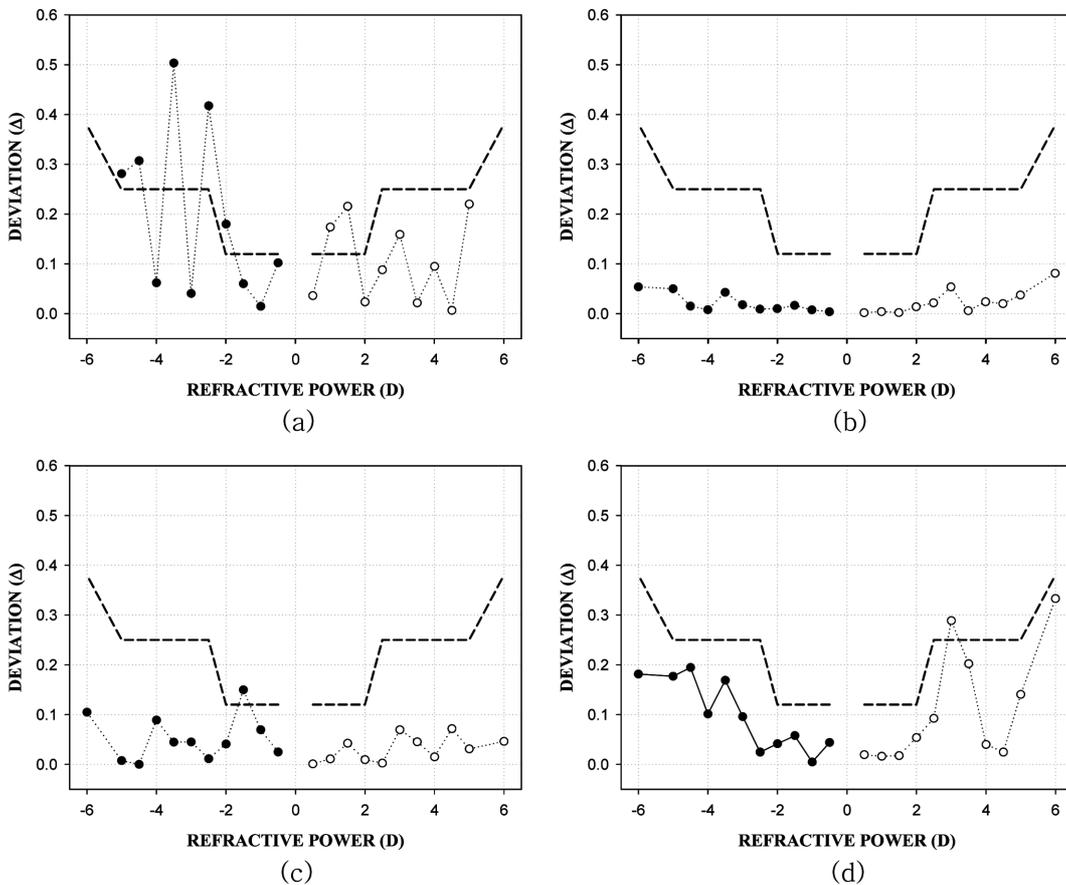


Fig. 4. The prismatic power on geometric center of lens mount for cylindrical lenses. (a) A product, (b) B product, (c) C product, (d) D product.

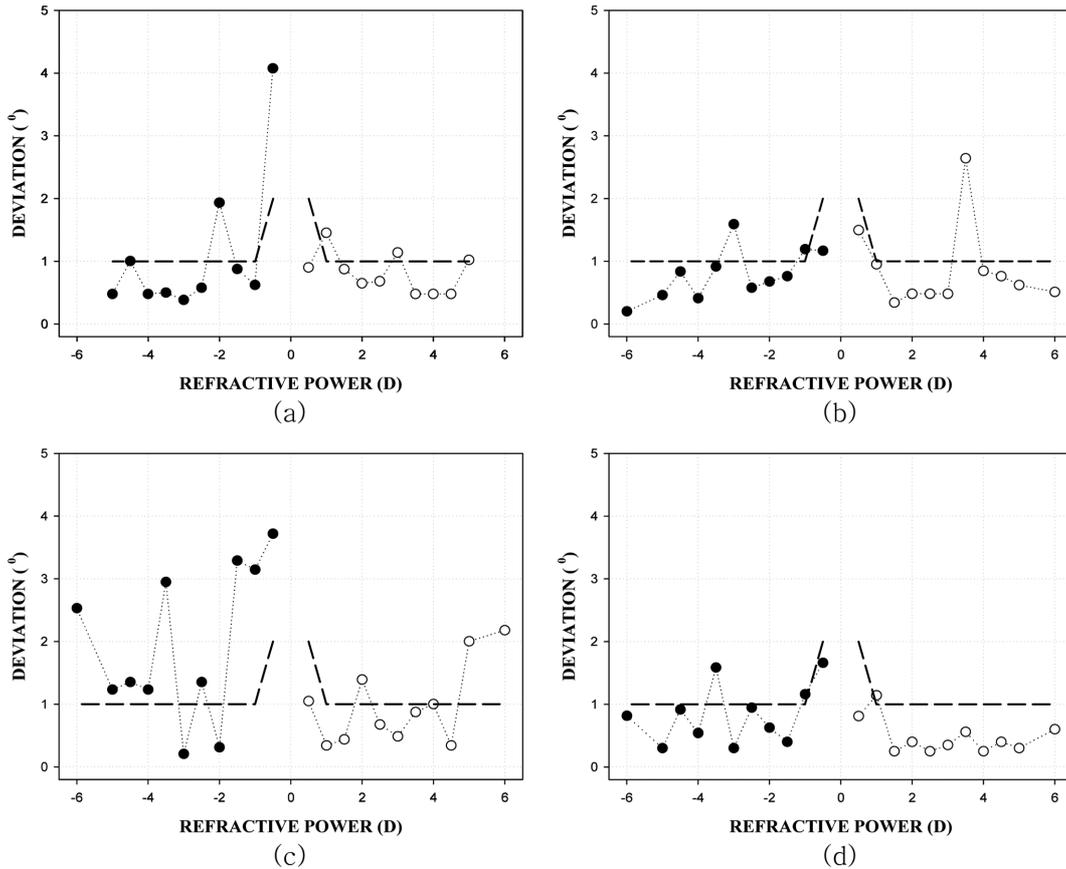


Fig. 5. The angle deviation between axis marking and real axis on cylindrical lenses. (a) A product, (b) B product, (c) C product, (d) D product.

보였으나 기하중심에서 발생하는 프리즘 굴절력이 좀 더 작은 값을 보였다. A사 제품은 +1.00 D, +1.50 D, -2.00 D, -2.50 D, -3.50 D, -4.50 D, -5.00 D의 7건에서 오차한계를 초과하였으며, (+), (-)렌즈 전체 프리즘 오차 평균은 각각 $0.10 \pm 0.08 \Delta$, $0.20 \pm 0.17 \Delta$ 으로 (-)렌즈에서 더 큰 오차를 보였다(Fig. 4(a)). B사 제품은 (+), (-)렌즈에서 오차한계를 초과하는 경우가 없었으며, 전체 프리즘 오차 평균은 각각 $0.02 \pm 0.02 \Delta$, $0.02 \pm 0.02 \Delta$ 으로 오차량이 적고 균일하였다(Fig. 4(b)). C사 제품은 -1.50 D에서만 오차한계를 초과하였으며, (+), (-)렌즈 전체 프리즘 오차 평균은 각각 $0.03 \pm 0.02 \Delta$, $0.06 \pm 0.05 \Delta$ 으로 (+), (-)렌즈에서 비슷한 경향을 보였다(Fig. 4(c)). D사 제품은 +3.00 D에서 오차한계를 초과하였으며, (-)렌즈에서는 오차한계를 초과하는 경우가 없었다. (+), (-)렌즈 전체 프리즘 오차 평균은 각각 $0.11 \pm 0.11 \Delta$, $0.10 \pm 0.07 \Delta$ 이었다(Fig. 4(d)).

Fig. 5는 원주렌즈의 축 표시마크의 각도의 정확성을 보여주는 그래프이다. A사 제품은 +1.00 D, +3.00 D, -0.50 D, -2.00 D의 렌즈에서 오차한계를 초과하였다. (+), (-)렌즈 전체의 각도오차 평균은 각각 $0.81 \pm 0.33^\circ$, $1.09 \pm 1.14^\circ$ 였다(Fig. 5(a)). B사 제품은 +3.50 D, -1.00 D, -3.00 D의

렌즈에서 오차한계를 초과하였다. (+), (-)렌즈 전체의 각도오차 평균은 각각 $0.87 \pm 0.67^\circ$, $0.80 \pm 0.40^\circ$ 였다(Fig. 5(b)). C사 제품은 (+)굴절력에서 +2.00 D, +5.00 D, +6.00 D가 오차한계를 초과하였으며, (-)굴절력에서는 두 개의 경우를 제외하고 모두 오차한계를 초과하였다. (+), (-)렌즈 전체의 각도오차 평균은 각각 $0.95 \pm 0.62^\circ$, $1.79 \pm 1.28^\circ$ 로 비교적 큰 오차를 보였다(Fig. 4(c)). D사 제품은 +1.00 D, -1.00 D, -3.50 D의 렌즈에서 오차한계를 초과하였으며, (+), (-)렌즈 전체의 각도오차 평균은 각각 $0.48 \pm 0.28^\circ$, $0.84 \pm 0.48^\circ$ 였다(Fig. 5(d)).

Fig. 6은 프리즘 렌즈의 기저방향 표시마크와 기저방향 사이 각도오차를 나타낸 그래프이다. 그래프 안의 굵은 점선은 프리즘 굴절력에 따른 국제규격의 허용각도한계치를 나타낸다. A사, B사, D사 제품은 각도오차의 전체 평균이 각각 $0.37 \pm 0.04^\circ$, $0.54 \pm 0.29^\circ$, $0.56 \pm 0.30^\circ$ 이었으며, 모든 렌즈들이 오차한계이내에서 제작되었다(Fig. 6(a), (b), (d)). 반면 C사 제품은 각도오차의 전체 평균이 타사제품들에 비해 상당히 큰 $1.52 \pm 1.43^\circ$ 였으며, 2 Δ렌즈는 각각 $3.43 \pm 0.44^\circ$, $5.71 \pm 0.30^\circ$ 의 오차로 2배 모두 오차한계를 훨씬 초과하였고, 4 Δ는 2매의 렌즈 중 1매가 $2.14 \pm 0.25^\circ$

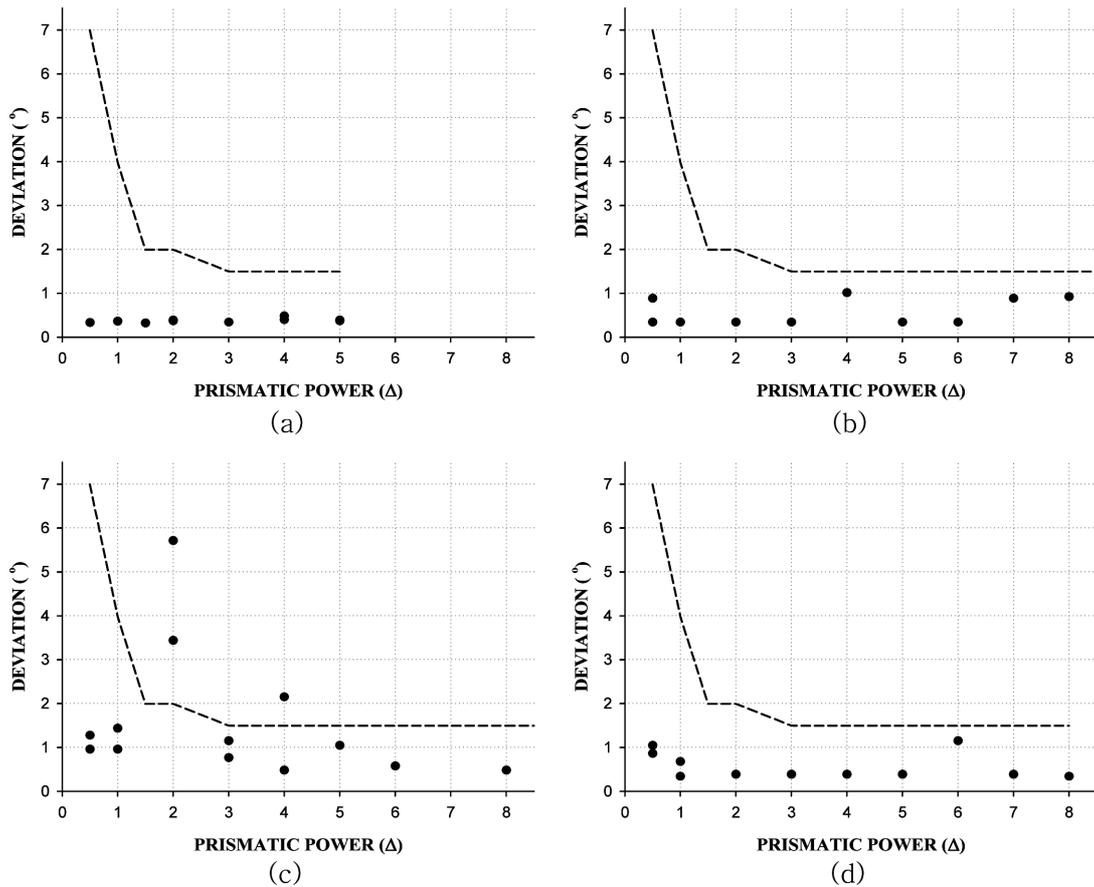


Fig. 6. The angle deviation between base marking and real base on prismatic lenses. (a) A product, (b) B product, (c) C product, (d) D product

의 오차로 오차한계를 초과하였다(Fig. 6(c)).

검안렌즈는 시력검사 및 장용검사에 사용되는 도구로 피검자의 안경 처방값에 직접적으로 영향을 미칠 수 있다. 따라서 국제규격에서는 허용오차의 한계값을 규정하고 있다. 구면렌즈와 원주렌즈의 광학중심을 기하중심과 일치 되도록 제조하여, 기하중심과 광학중심의 편심으로 인한 프리즘 굴절력이 발생되지 않도록 하여야 하며, 정확한 방향으로 표시가 되어있어야 한다. 프리즘 굴절력의 오차는 색수차, 비점수차를 발생시킬 수 있으며, 프리즘 굴절력이 1 Δ 증가되면 상의 질은 3%정도 저하되는 것으로 알려져 있다.^[11] 4개사 제품의 검안렌즈 장착상태를 측정된 결과, 국제규격의 항목들에 대해 모두 부합되는 제품은 없었다. 구면렌즈의 경우 A사 제품 4건, B사 제품 1건이 허용오차 한계를 초과하였으며, 원주렌즈는 A사 제품 7건, C사, D사 제품 각 1건씩이 허용오차를 초과하였다. 원주렌즈의 축 표시마크의 각도오차는 모든 제품들에서 오차한계를 초과하는 경우가 있었으며, 특히 C사 제품의 (-)렌즈는 2건을 제외하고 모두 오차한계를 초과하였다. A사와 C사 제품은 각도의 오차가 3° 이상으로 큰 경우도 있었다. 3°이상의 오차는 피검사자가 안경에서 불편함을 느낄 수 있을 것이

며, 5°의 오차까지는 허용하려는 실무현장의 관행이 더해 진다면 더욱 더 올바른 교정이 되지 않을 수 있을 것이다. 상대적으로 근래에 제조된 제품들에 비해 20여년 전에 제조된 국산브랜드인 A사 제품에서 오차가 더 많았으며, 타 제품들에 비해 저가인 C사 제품은 품질관리에서 미흡한 면이 있는 것으로 생각된다. 예전의 제품들에 비해 최근의 제품들은 제조기술의 발달로 정밀도가 많이 향상된 것으로 생각된다. 그럼에도 불구하고 일부 오차가 발생할 수 있으며, 또한 상대적으로 오차가 많은 예전의 제품들이 실무현장에서 여전히 사용되고 있다. 박^[8]의 연구결과를 통해 검안렌즈 사용자의 대부분은 당연히 정밀하게 제조되었을 것으로 생각하고 있음을 볼 수 있다. 오차가 있는 검안렌즈의 사용이 안경처방의 오류를 유발하게 될 것임은 당연하다. 더 잘 보이고, 편안한 안경에 대한 소비자의 요구가 증대되고 있고, 또한 렌즈제조기술의 발달을 고려할 때 시력검사의 기본도구인 검안렌즈 제조의 정밀성과 철저한 제품관리는 필수적이며, 이를 관리할 수 있는 체계가 필요하다. 또한 안경사, 검안사 등 검안렌즈 사용자들의 제품에 대한 확인 및 올바른 사용이 절실히 요구되고 있다.

결 론

검안렌즈세트의 일부렌즈에서 렌즈의 장착위치 부정확으로 인해 렌즈마운트의 기하중심에서 프리즘 굴절력이 발생되었으며, 이 프리즘 굴절력이 국제규격의 허용오차를 초과하는 경우가 있었다. 또 원주렌즈와 프리즘 렌즈에서 축 및 기저 각도와 표시마크사이에 각도차이가 발생되었으며, 오차가 국제규격의 허용오차를 초과하는 경우도 있었다. 검안렌즈는 시력검사를 위해 사용되는 기본적인 도구이므로 좀 더 정밀한 제조가 요구되며, 이를 위해 철저한 품질관리가 필요할 것으로 생각된다. 또한 검안렌즈의 사용자들은 올바른 사용과 정확한 시력검사를 위해 렌즈의 상태를 확인할 필요가 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

[1] Sung PJ. Optometry, 6th Ed. Seoul: Daihak publishing company, 2008;391-394.
 [2] KS P 4402: Test lens set, Korean Industrial Standards Committee, Seoul, 2002.
 [3] ISO 9801: Ophthalmic instruments-Trial case lenses, International Organization for Standardization, Geneva, 1997.
 [4] JIS T4402: Ophthalmic instruments -Trial case lenses, Japanese Industrial Standards Committee, Tokyo, 2002.
 [5] Joung MS, Kim HS. For improvement in quality of a lens for sight revision. J Korean Oph Opt Soc. 1998;3(1):167-179.
 [6] Cho HG, Lim BK, Lee NS, Moon BY. Investigation of the distribution in refractive powers on lenses. Korean J Vis Sci. 2011;13(3):177-185.
 [7] Park SY, Mun BY. Research on the actual state of domestic trial lens. Korean J Vis Sci. 2007;9(4):401-412.
 [8] Park SY. The necessity and requirement of trial lens set standardization. J Korean Oph Opt Soc. 2006;11(3):217-223.
 [9] Moon BY. Comparative analysis of refractive power on trial case lenses. J Korean Oph Opt Soc. 2012;17(4):321-334.
 [10] Sung PJ. Optometry, 6th Ed. Seoul: Daihak publishing company, 2008;149-157.
 [11] Sung PJ. Optometric dispensing, Seoul: Daihak publishing company, 2007;332.

Study on Mounting Status of Trial Case Lenses

Hyun-Gug Cho and Byeong-Yeon Moon*

Dept. of Optometry, Kangwon National University, Samcheok 245-905, Korea

(Received November 1, 2013; Revised November 27, 2013; Accepted December 14, 2013)

Purpose: In this study, the mounting status of trial case lens was investigated. **Methods:** We measured distances between geometric center of lens mount and optical center of lens and angle deviations between axis mark on lens and real axis using arbitrary trial case lens sets distributed in Korea, and then, compared those results with international standards. **Results:** In some of lenses, the prismatic power on geometric center of lens mount and the angle deviations between axis mark and real axis of cylindrical lens were out of tolerance according international standards. **Conclusions:** The more precise control of the manufacturing process and more thorough quality control for trial case lenses will be required to offer an accurate vision test.

Key words: Trial case lens, Tolerance, KS, ISO