

## 타각적 굴절검사를 이용한 토릭 소프트 렌즈 회전 평가의 유용성

유동식 · 문병연\* · 손정식

경운대학교 안경광학과

\*강원대학교 안경광학과

투고일(2011년 7월 29일), 수정일(2011년 9월 2일), 게재확정일(2011년 9월 17일)

**목적:** 토릭 소프트 렌즈 피팅에서 타각적 굴절검사를 이용하여 회전 평가의 임상적 유용성을 알아보려고 하였다. **방법:** 난시가 있는 32명(64안, 평균 24.69±1.65세)을 대상으로 토릭 소프트렌즈를 피팅하였다. 타각적 굴절검사와 덧댐굴절검사로부터 계산에 의해 렌즈 회전을 평가하여 세극등현미경으로 직접 측정된 값과 비교하였다. **결과:** 토릭 소프트 렌즈 회전의 방향은 0점(수직선 ±5°이내) 기준으로 계산과 측정에서 각각 코 방향으로 69.78%와 63.64%로 서로 유사하였다. 계산과 측정에 따른 렌즈 회전 크기에 대한 일치 빈도는 두 방법 간의 차이 기준이 10°이하에서 54.69%, 20°이하에서 82.82%를 보였다. 두 방법의 95% 일치도 범위는 ±10°이하에서 -10.08~12.65°(p=0.1984)이며, 평균차이가 1.29°로 두 값 사이의 일치성이 있는 것으로 평가되었고, 상관성(r=0.56, p=0.0004)이 있는 것으로 나타났다. 하지만 ±20°이하에서 두 방법 간의 일치성의 범위가 더 넓게 나타났으며 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 피팅 상태에서 두 방법 간의 렌즈 회전 크기 차이는 정상(normal) 피팅에서 9.66±6.16°, 느슨한(loose) 피팅에서 16.17±12.38° 그리고 타이트(tight) 피팅에서 10.58±12.02°로 나타났다. **결론:** 타각적 굴절검사를 기준으로 한 회전 평가와 직접 측정에 의한 회전 평가의 차이가 작을수록 타각적 덧댐굴절검사 값을 자각적 굴절검사를 위한 보조수단으로서 이용 가능성이 더 크며, 또한 정상적 피팅의 가능성이 더 높은 것으로 평가된다. 따라서 직접 측정하는 방법과 이 방법을 병행 적용함으로써 토릭 소프트렌즈의 처방 성공률을 더 높일 수 있을 것으로 본다.

**주제어:** 토릭, 소프트 렌즈, 회전, 타각적 굴절검사, 피팅

### 서 론

북아메리카, 유럽, 중동, 아시아, 아프리카 등 28개국을 대상으로 한 2009년 콘택트렌즈 처방률 조사에서 토릭 소프트 렌즈 처방률은 전체 소프트 렌즈의 22%에 달한다<sup>[1]</sup>. 최근 10년에 걸쳐 토릭 소프트 렌즈 제조공법의 진전과 더불어 미국, 영국, 네덜란드 등에서 그 처방률은 점진적으로 증가하고 있는 추세이다<sup>[2]</sup>. 이에 비해 우리나라는 전체 콘택트렌즈 처방의 5% 미만으로 낮다<sup>[3]</sup>. 하지만 반대급부로 토릭 소프트 렌즈의 성장 잠재력이 큰 만큼 임상 관련된 실무자들은 토릭 소프트 렌즈 처방에 대한 적극적인 태도와 노력이 필요할 것으로 본다.

토릭 소프트 렌즈를 처방할 경우 회전(rotation)이 일어나지 않는다는 전제하에 안경 처방을 기준으로 시험렌즈 또는 주문할 렌즈를 선택한다. 이와 같이 선택된 렌즈에 대하여 착용감, 중심안정, 순목 시 움직임, 주시 시 움직임 등과 같은 피팅의 특성과, 덧댐굴절검사(over-refraction)를

통한 시력을 평가하여 최적의 피팅 상태가 되도록 렌즈의 재질, 디자인, 직경 및 곡률반경 등을 변경하거나 렌즈 회전과 굴절력을 보정한다. 임상에서 토릭 소프트 렌즈의 교정효과를 높이기 위해 무엇보다도 렌즈 회전과 굴절력 평가는 반드시 따라야 한다. 이와 관련하여 특히 렌즈 회전에 관한 연구는 렌즈 디자인별<sup>[4,5]</sup>, 렌즈 회전의 요인별<sup>[6]</sup>로 다양하게 이루어져 왔다.

토릭 소프트 렌즈의 회전 평가는 각인된 마크(scribe marks)를 세극등현미경(slit lamp)으로 직접 측정하는 방법을 널리 채택하고 있다.<sup>[4,7]</sup> 그러나 이 방법은 세극등현미경이 없는 상태라면 쉽게 접근할 수 없는 방법이다. 또한 조명부와 관찰부의 각도나 관찰위치에 따라 시각 차이를 보이며<sup>[8]</sup>, 마크 위치가 수직인 경우 안검에 가려 마크 관찰이 용이치 않을 수 있다. 따라서 이러한 결점을 보완하거나 대체할 방법을 모색할 필요가 있는 것으로 판단된다. 토릭 소프트 렌즈 피팅에서 구면원주 덧댐굴절검사(sphero-cylindrical over-refraction, SCOR)<sup>[9]</sup>를 이용한다

면 계산에 의해 렌즈 회전을 간접적으로 평가할 수 있다. 이러한 계산은 굴절력 매트릭스를 기본으로 Excel Spreadsheet를 이용하거나<sup>10,11</sup> 보다 간편하게 프로그램화하여 사용하기도 한다<sup>12,13</sup>. 그러나 토릭 소프트 렌즈 임상처방에서 이러한 계산법에 의한 회전 평가의 유용성에 대한 언급이 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 타각적 굴절검사로부터 계산에 의해 렌즈 회전을 평가하고, 이 결과를 직접 측정 한 방법과 비교하여 그 유용성을 평가하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상

본 연구의 취지를 이해하고 구두로 참여에 동의하며, 전신질환이나 안질환이 없는 콘택트렌즈 착용이 가능한 군을 대상으로 하였으며, 이들은 토릭 소프트 렌즈로 교정할 필요가 있거나 교정가능성을 판단하는데 필요한 최소한의 전체난시나 각막난시를 갖는 대상자이다. 대상자의 성별, 연령별, 눈과 관련된 선형치수와 굴절력에 관계된 특성은 Table 1과 같다. 20대 32명(64안; 평균  $24.69 \pm 1.65$ 세; 남자 22명, 여자 10명)으로 안경 처방값을 기준하여 0.25 D ~ 3.25 D의 난시분포이며, 직난시 75.00%, 도난시 3.12%, 사난시 21.88%이다. 렌즈의 전체직경 결정과 관련된 것으로 평균 가시홍채직경은 11.34 mm, 평균 안검열의 크기는 9.67 mm 및 평균 동공 크기는 5.69 mm이다.

### 2. 렌즈 선택

타각적 굴절검사와 각막곡률은 조절마비제 없이 자동굴절력계(auto-keratorefractometer, KR-8800, Topcon, Japan)로 3회 측정하였고, 타각적 굴절검사는 수동 포롭터(phoropter, VT-SE, Topcon, Japan)로 실시하였다. 안경처방값은 등기구면 처방 없이 완전 교정을 원칙으로 하였다.

선택된 토릭 소프트 렌즈의 특성은 Table 2와 같으며, 이 렌즈 중에서 대상자의 가시홍채직경, 각막곡률, 안검열의 폭을 고려하여 렌즈의 전체직경과 베이스커브를 기준<sup>14</sup>으로 가장 근접된 렌즈를 선택하였다. 토릭 렌즈의 굴절력은 안경 처방값을 기준하여 정간거리를 고려하였고, 선택

Table 1. Demographic and biometric information for subjects

	Mean $\pm$ SD	Range
Male/Female	Male = 22	Female = 10
Age (yr)	$24.69 \pm 1.65$	22 to 29
Objective refraction, Sph (D)	$-3.87 \pm 2.69$	+0.75 to -9.25
Objective refraction, Cyl (D)	$-1.27 \pm 1.04$	-0.25 to -4.75
Subjective refraction, Sph (D)	$-3.63 \pm 2.43$	+0.75 to -8.00
Subjective refraction, Cyl (D)	$-1.08 \pm 0.76$	-0.25 to -3.25
K flat (D)	$42.20 \pm 0.97$	40.05 to 44.75
K steep (D)	$43.71 \pm 1.13$	41.00 to 46.25
K flat - K steep (D)	$-1.51 \pm 0.82$	-0.50 to -3.75
Visible iris diameter (mm)	$11.34 \pm 0.64$	10.0 to 13.0
Pupil size in dim room (mm)	$5.69 \pm 1.14$	3.0 to 8.0
Palpebral fissure size (mm)	$9.67 \pm 1.45$	6.0 to 13.0
With-the-rule/against-the-rule/oblique astigmatism (eye)	48 / 2 / 14	

된 렌즈는 시험렌즈 의미로서 완전교정보다 저교정 상태의 굴절력으로 하였다. 선택된 렌즈의 난시 굴절력은 0.75 D에서 1.75 D로 하였으며, 36안은 etafilcon A, 20안은 nelficon A, 8안은 galyfilcon A로 피팅하였다.

### 3. 회전 평가

렌즈 착용 후 렌즈와 눈의 평행상태가 유지되도록 최소한 20분 정도 경과 한 후 착용감, 중심 안정화, 렌즈 움직임, push-up방법으로 피팅 상태를 평가하였다<sup>15</sup>. 피팅 평가에서 착용감이 좋지 않거나 순목 시 렌즈의 전체직경이 각막 전체를 덮지 못할 경우 렌즈를 다시 선택하여 비정상적 피팅 상태라도 수용 가능한 정도에서 렌즈 회전을 평가하였다.

타각적 굴절검사(objective refraction, ORx)와 타각적 덧댐굴절검사(objective over-refraction, OR) 값을 이용하여 식 (1)을 매트릭스 형식<sup>10</sup>으로 굴절력을 계산하였고, 이 결과의 일치여부는 Douthwaite가 제공한 프로그램<sup>13</sup>으로 확인하였다.

Table 2. Lens specifications

Material	Toric lens types		
	Etafilcon A	Galyfilcon A	Nelfilcon A
Water content (%)	58	47	69
Base curve (mm)	8.50	8.60	8.60
Diameter (mm)	14.5	14.5	14.2
Manufacture method, Design	Soft moulded, Dynamic stabilization	Soft moulded, Accelerated stabilization design (ASD)	Cast moulded, Double thin zone design

$$\text{Calculated power} = \text{ORx} - \text{OR} \quad (1)$$

렌즈 회전의 방향(orientation)과 크기(magnitude)는 계산된 굴절력의 축과 선택된 토릭 소프트 렌즈의 축을 비교하여 결정하였다. 예를 들면 선택된 렌즈가  $-3.75 - 0.75 \times 180$ 이고, 계산된 굴절력이  $-3.37 - 1.50 \times 172$ 라면 렌즈는 시계방향으로  $8^\circ$  회전되는 것으로 평가하였다. 렌즈 회전방향은 아래쪽 방향을 기준으로 코 방향 회전(inferior-nasal rotation)은 양(+)으로 귀 방향 회전(inferior-temporal rotation)은 음(-)으로 표시하였다.

세극등현미경(slit lamp, SL-102, Shin-nippon, Japan)으로 선택된 렌즈의 회전을 직접 측정하였다. 관찰부와 조명부의 각도 차이에서 오는 시차를 최소화하기 위해 이 두 부분이 이루는 각을  $0^\circ$ 로 설정하였다. 그리고 확산조명상태에서 렌즈 마크를 확인하고, 마크의 긴 선과 슬릿이 동공 중심선에서 일치하도록 슬릿의 폭, 길이 및 회전을 조정한다. 다음, 슬릿 회전각으로 렌즈 회전을  $1^\circ$  단위로 측정하였다.

### 3. 방법

수집된 자료는 Microsoft Excel spreadsheet에 입력하고, 분석을 위해 MecCalc™(MedCalc, Belgium) 프로그램을 이용하였다. 평균(mean), 표준편차(standard deviation, SD), 범위(range), 대응비교(paired t-test), Bland-Altman 분석<sup>16)</sup>, 계산과 측정 방법 간의 상관관계(Pearson correlation coefficient, r) 등으로 분석하였으며, 모든 분석에서 95% 신뢰구간으로  $p < 0.05$ 일 때 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

## 결 과

64안을 대상으로 토릭 소프트 렌즈의 회전 방향, 회전의 크기, 상관관계 및 피팅 상태에 따른 렌즈 회전 등을 평가하였다.

### 1. 렌즈 회전의 방향

계산(calculation)과 직접 측정(measurement)한 방법에 따라 토릭 소프트 렌즈의 회전을 평가한 결과를 Fig. 1로 나타내었다. 두 방법에서 회전이 없거나 회전 방향(orientation)이 같은 경우가 37안(4개가 겹쳐짐, A와 C 영역), 회전 방향이 다른 경우가 27안(2개가 겹쳐짐, B와 D 영역)이었다. 계산에 의한 코 방향 회전 24안(A와 B영역), 귀 방향 회전 39안(C와 D영역), 회전이 없는 경우 1안이며, 측정에 의한 코 방향 회전 30안(A와 D영역), 귀 방향 회전 27안(B와 C영역), 회전이 없는 경우 7안이었다. 회전

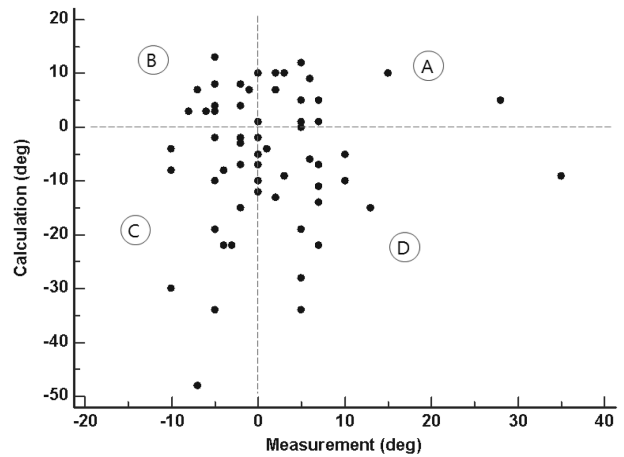


Fig. 1. Scatter diagram of lens orientation (positive and negative value indicate inferior-nasal and temporal rotation, respectively).

방향의 반대방향으로 측정하기 쉬운  $\pm 5^\circ$  범위를 제외하면 코와 귀 방향 회전이 계산에서 각각 13안과 30안, 측정에서는 14안과 8안으로 조사되었다.

### 2. 렌즈 회전의 크기

계산과 측정에 따른 렌즈 회전 크기(magnitude)의 차이 분포는 Fig. 2와 같으며, 두 방법의 대응비교(paired t-test)에서  $p = 0.0003$ 으로 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 회전 크기의 차이에서 평균  $6.95^\circ$ , 표준편차  $14.36^\circ$ , 중앙값  $5^\circ$ , 범위  $-18^\circ \sim 44^\circ$ 로 나타났으며,  $0^\circ \sim 5^\circ$  이하가 20안(31.25%),  $6^\circ \sim 10^\circ$  이하가 15안(23.44%),  $11^\circ \sim 15^\circ$  이하 12안(18.75%),  $21^\circ$  이상이 11안(17.18%)이었다.

### 3. 일치도와 상관관계

계산에 적용되는 타각적으로 결정된 난시축의 신뢰성을

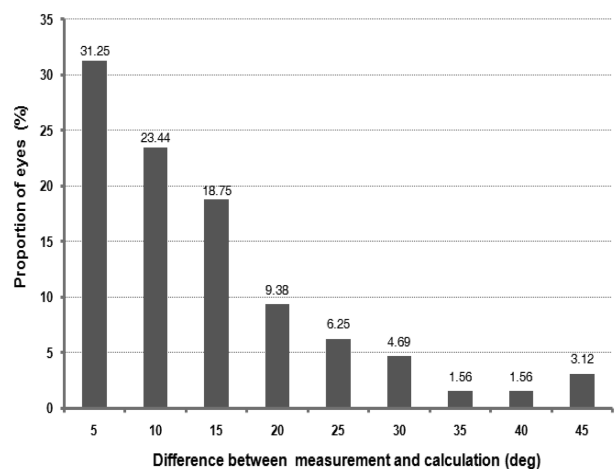


Fig. 2. Frequency distribution for difference between calculation and measurement.

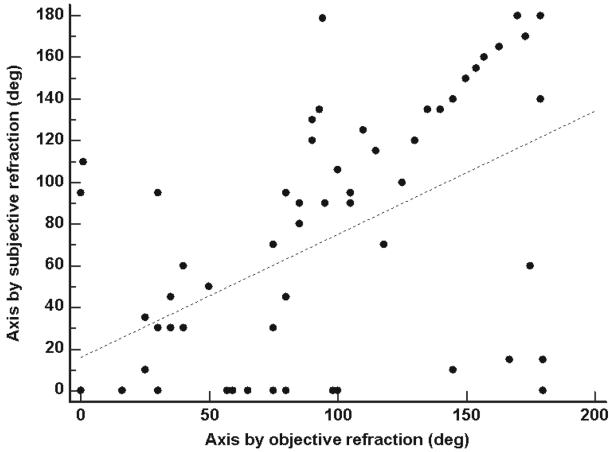


Fig. 3. Scatter diagram and correlation between two axes by objective and subjective refraction.

확인하고자 자각적으로 결정된 축과 타각적으로 결정된 축의 상관관계를 평가하였고 그 결과는 Fig. 3으로 나타내었다. 이들 간의 상관관계( $r$ )는 0.54로 통계적으로 유의하였다( $p < 0.0001$ ).

계산과 측정값 간의 회전 크기별로 평균차이(mean difference)와 두 방법의 차이의 변동성과 오차와 관련된 95% 일치도 범위(95% limits of agreement)를 Bland-Altman plot로 분석한 결과는 Table 3과 Fig. 4와 같다. 차이구간 전체에서 두 방법의 95% 일치도 범위는  $-35.10^{\circ} \sim 21.19^{\circ}$  ( $p = 0.0003$ )로 유의한 차이를 보였으며, 계산과 측정값의 상관관계( $r = 0.09$ ,  $p = 0.4615$ )는 유의하지 않았다. 차이구간별 분석에서  $\pm 10^{\circ}$  이하와  $\pm 20^{\circ}$  이하의 구간은 각각  $-10.08^{\circ} \sim 12.65^{\circ}$  ( $p=0.1984$ ),  $-21.67^{\circ} \sim 17.40^{\circ}$  ( $p=0.1255$ )의 일치도 범위, 평균차이가 각각 1.29와  $-2.13$ 로 두 값 사이의 일치성이 있는 것으로 평가였으며,  $\pm 10^{\circ}$  이하에서 상관성( $r = 0.56$ ,  $p = 0.0004$ )이 있는 것으로 나타났다.  $\pm 30^{\circ}$  이하에서 두 방법 간의 일치성이 낮았고 또한 두 값 사이의 상관성( $r = 0.13$ ,  $p = 0.4615$ )은 없는 것으로 나타났다.

#### 4. 피팅 상태에 따른 렌즈 회전 비교

피팅 상태 평가에서 정상적, 느슨한, 타이트한 경우가 각각 29안, 23안, 12안으로 조사되었다. 이와 같은 피팅 상태에서 계산과 측정값의 회전 크기 차이를 비교한 결과

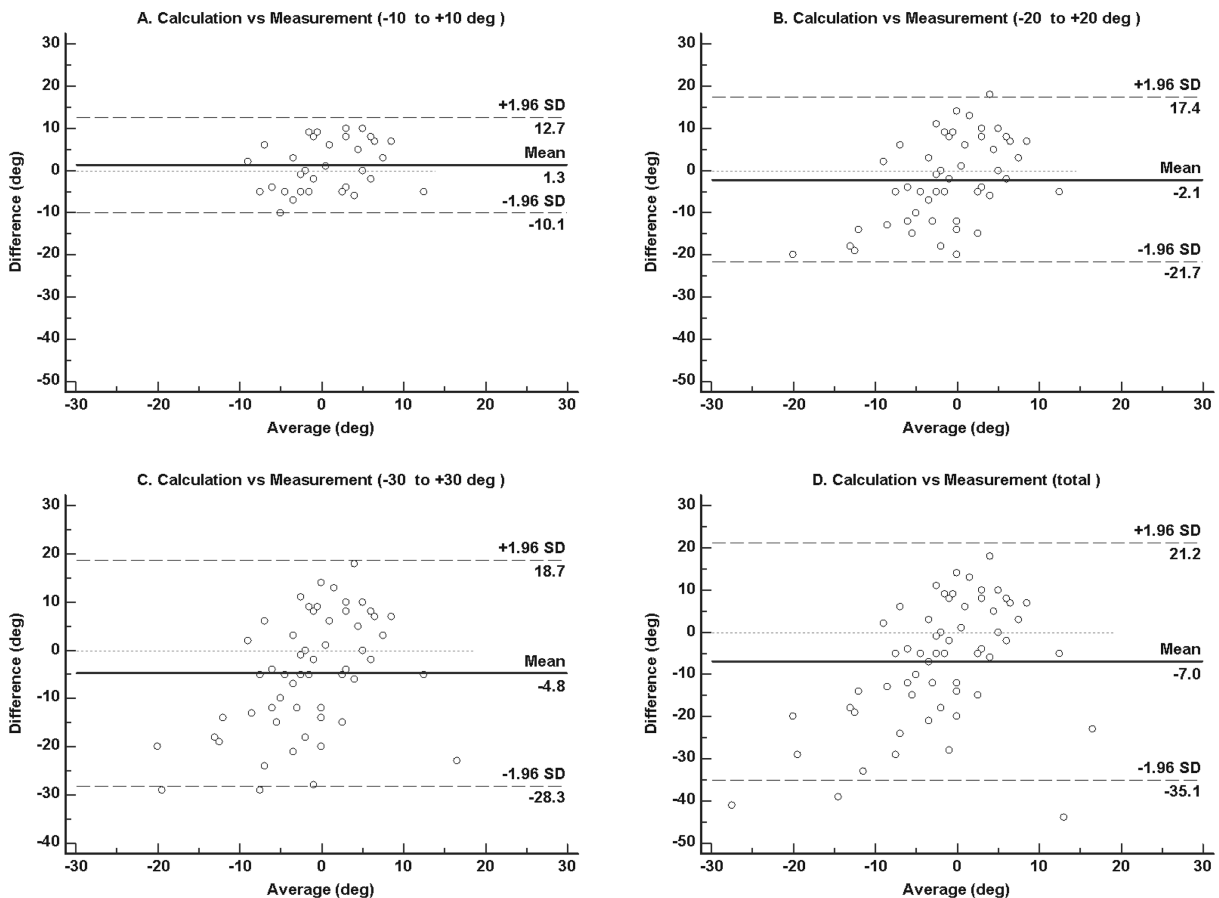


Fig. 4. Plot of the mean difference between calculation and measurement against the mean of both. The dash lines represent the upper and lower 95% limits of agreement (mean difference  $\pm 1.96 \times SD$ ). Each solid line represents the mean of the differences.

Table 3. Comparison between calculation and measurement

Difference interval	MD±SD (°)	p	LOA (°)	r
All (N = 64)	-7.00±14.26	0.0003	±28.15	0.09
-10° to +10° (N = 35)	1.29±5.80	0.1984	±11.36	0.56*
-20° to +20° (N = 53)	-2.13±9.97	0.1255	±19.54	0.24
-30° to +30° (N = 60)	-4.80±11.99	0.0029	±23.49	0.13

MD, mean difference; p, p-value of paired t-test; LOA, 95% limits of agreement; r, pearson correlation coefficient; \*, p<0.05.

Table 4. Difference in orientation between calculation and measurement for lens fitting

	Mean±SD (°)	Range (°)
Normal (N=29)	9.66±6.16	0 to 23
Loose (N=23)	16.17±12.38	0 to 44
Tight (N=12)	10.58±12.02	1 to 41

Table 5. Summary statistics for difference between calculation and measurement for material

	Mean±SD (°)	Median (°)	Range (°)
Etafilcon A (N=36)	11.17±9.44	8	0 to 39
Nelfilcon A (N=20)	12.40±12.08	8.5	0 to 44
Galyfilcon A (N=8)	16.13±8.84	16.0	2 to 29

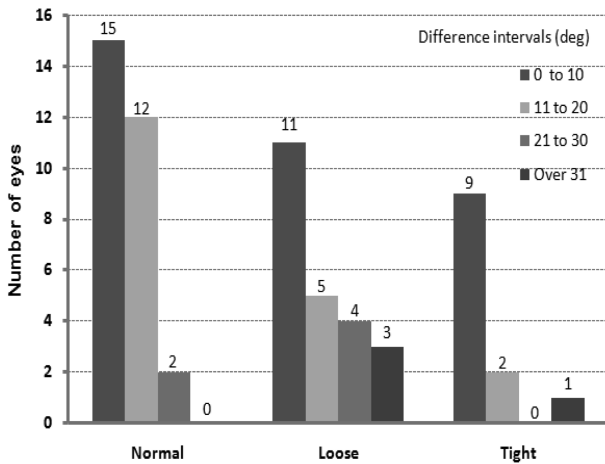


Fig. 5. Distribution of difference intervals for lens fitting.

는 Table 4와 같다. 정상적 피팅에서 그 차이가 9.66°, 타이트한 피팅에서 10.58°, 느슨한 피팅에서 16.17° 순으로 적었고, 정상 피팅 상태에서 표준편차와 차이의 범위 측면에서 작은 것으로 평가 된다. 피팅에 따른 계산과 측정값의 회전축의 차이분포는 Fig. 5와 같다. 비율로 본 측정값의 회전축의 차이 분포가 느슨한 피팅에서 다양하게 나타났고, 타이트한 피팅에서 두 축의 차이가 작은 10° 쪽에 편중되었으며, 정상적 피팅에서 대부분 그 차이가 10°와 20° 이내인 것으로 나타났다.

5. 렌즈 재질에 따른 두 방법 간의 차이 비교

계산과 측정에 의한 두 방법 간의 차이를 재질에 따라 평가한 결과 Table 5와 같다. 단순 평균 비교에서 etafilcon A과 nelfilcon A의 경우 각각 11.17°와 12.40°이며 재질 종류에 따른 두 방법 간의 차이 비교에서 유의한 차이를 보

이지 않았다(독립표본 t-test, p = 0.6738). Galyfilcon A에서 평균 16.13°로 다소 크게 나타났다.

고 찰

대부분 토릭 소프트 콘택트렌즈는 대체적으로 코 방향으로 회전이 되는 것으로 알려져 왔다<sup>17</sup>. 그러나 최근의 연구에 따르면 코 또는 귀 방향으로 회전이 다양하게 일어난다고 하였다<sup>18,19</sup>. 이러한 렌즈 회전 방향의 다양성은 렌즈의 디자인, 안검장력과 안검열의 크기, 피팅 상태, 난시의 종류와 크기에 기인하는 것으로 본다<sup>6</sup>. 디자인에 따른 회전은 프리즘 안정형(prism ballasting design)보다 ACD(accelerated stabilization design)형태가 안정적인 것으로 평가하였다<sup>7</sup>. 본 연구는 디자인에 따른 평가보다 렌즈회전 평가 방법에 중점을 두었다. 64안에 대한 렌즈 회전 방향을 평가한 결과, 직접 측정에서 코 방향과 귀 방향의 회전이 각각 46.87%와 42.19%이고, 계산에서는 각각 37.50%와 60.94%로 두 방법에서 차이가 있다. 그러나 토릭 소프트 콘택트렌즈 제조에서 축의 허용오차 ±5°<sup>20,21</sup>를 적용하여 평가하면, 즉 축의 회전 방향에 따라 반대방향으로 결정되기 쉬운 -5°~+5° 범위를 제외하고 판단하면 측정과 계산에 의한 회전 방향은 각각 63.64%와 69.78%로서 유사하게 코 방향이 많은 것으로 평가 된다.

계산과 측정에 따른 렌즈 회전 크기에 대한 대응비교에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p = 0.0003). 그러나 Tan 등<sup>22</sup>이 제시한 토릭 소프트 렌즈 성능 기준에서 렌즈 회전의 범위가 10° 이하까지는 수용가능하다는 연구결과를 적용하면 두 방법에서 회전 크기의 차이가 10° 이하는 임상적으로 유용한 것으로 일치 빈도는 54.69%로 평가

된다. 또한 콘택트렌즈 처방에서 난시의 축과 각막의 주경선 차이가  $20^\circ$  이내에서 두 축이 서로 일치하는 것으로 가정하는 기준<sup>[23,24]</sup>까지 확대하여 평가하면 82.82%가 유용할 것으로 판단된다.

계산에 의한 토릭 소프트 렌즈의 회전 평가는 타각적 덧댐굴절검사를 이용하여 평가하였다. 계산에 적용되는 타각적으로 결정된 난시축의 신뢰성은 자각적으로 결정된 축과 타각적으로 결정된 축의 상관성으로 평가할 수 있었다. 이 평가에서 두 축 사이에 양적 상관관계를 보임으로써 타각적 굴절검사의 데이터를 자각적 굴절검사의 참고 자료로 활용 가능한 것으로 본다. 그리하여 계산에 의한 것과 직접 측정에 의한 회전평가의 95%일치도 범위 비교에서 전 범위 걸쳐 모두 일치하지는 않았다. 그러나 회전 크기에 따른 분석에서 두 값의 차이가  $10^\circ$  이내의 경우 두 방법 사이에 뚜렷한 양적 상관성을 보였으며 또한 95%일치도 범위에서 일치성이 있는 것으로 평가되었다. 한편, 회전 크기 차이의 범위를 더 넓은  $20^\circ$  이내에서 평가는 두 값 간의 일치성은 있는 것으로 평가되나 계산과 측정값의 상관성은 없는 것으로 평가되어 서로 상반된 특성을 보였다.  $20^\circ$  이상의 범위에서 평가<sup>[25]</sup>는 일치성과 상관성 모두 없는 것으로 평가된다. 이 결과를 토릭 소프트 렌즈의 성능 기준<sup>[22]</sup>에 적용하여 해석하면, 수용 가능한 회전 크기인  $10^\circ$  이내 차이에서 약 55%(N=35) 정도로 계산과 측정값이 서로 일치하는 것으로 판단할 수 있었다. 그러나 수용할 수 없는  $10^\circ$ 를 초과하는 범위까지 확대할 경우 즉  $-20^\circ$ 에서  $20^\circ$  이내의 차이(N=53)는 계산과 측정값에서 상관성이 없는 것으로 평가되나, 두 방법의 일치성을 평가하는 Bland-Altman plot<sup>[16]</sup>로 분석한 결과에서 서로 일치하는 것으로 보임으로써 서로 상충되는 결과이다. 이 영역에서  $10^\circ$  이내 차이를 보인 개체(N=35)와 상반결과를 보인 개체(N=18, 53-35=18)의 반이 일치하는 것으로 가정해 보면, 토릭 소프트 렌즈의 회전 평가에서 계산에 의한 평가의 68.75%(N=44)정도가 측정값과 서로 일치하는 것으로 판단된다.

피팅에 따른 회전 평가는 안검열 크기, 안검 장력, 굴절 이상 상태, 난시의 종류와 크기 등의 대상자의 눈의 구조와 순목에 따른 렌즈 움직임, 중심 안정 등의 렌즈에 관련된 요인까지 고려하여 판단하는 것이 바람직하나 이런 요인까지 모두 고려하지 못하였다. 그러나 본 연구와 같이 단순히 피팅상태에 따른 평가에서 정상적 피팅의 경우 렌즈 회전 크기의 차이가 작았고, 느슨한 피팅에서 회전의 크기가 커서 회전의 변동성이 큰 것으로 판단된다. 타이트한 피팅의 경우 정상과 느슨한 피팅의 중간 정도의 빈도를 보였으나 비율로 보면 정상적 피팅보다 축의 회전이 덜 일어나는 것으로 평가된다. 이러한 결과는 타이트한 피

팅은 렌즈의 움직임이 작아서 더 큰 안정성을 보이고, 느슨한 피팅은 움직임이 커서 더 큰 변동성을 보인다는 Young 등<sup>[6]</sup>의 결과와 일치되는 경향성을 보였다. 이러한 결과로 토릭 소프트 렌즈의 회전은 피팅 상태에 따라 영향을 받을 수 있다는 사실을 재차 확인할 수 있었다.

렌즈 재질에 따른 두 방법 간의 차이의 평균(mean for difference between two methods)을 단순 비교하여 보면, 재질 간의 차이에서 작게는  $1.23^\circ$ , 크게는  $4.96^\circ$ 로  $5^\circ$  미만으로 두 방법 간에 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 재질별 개체수가 달라 동일 조건에서 정확한 비교를 할 수 없는 상태이다. 따라서 보다 더 많은 토릭 소프트 렌즈에 대해 추가적인 연구가 필요하다.

토릭 소프트 렌즈의 회전 방향과 크기를 계산으로 얻은 값과 직접 측정한 값과의 비교 평가에서 두 방법의 유사성(일치성)은 비교 기준에 따라 다소 차이가 있었다. 토릭 소프트 렌즈 성능 허용기준<sup>[22]</sup>인  $10^\circ$ 을 적용할 경우 55%에서 70%정도, 토릭 렌즈 처방에서 산술적으로 난시량을 결정하는 기준<sup>[23,24]</sup>인  $20^\circ$ 를 적용하면 약 64%에서 83%정도 일치하는 것으로 판단된다. 타각적 굴절력 값을 기준으로 결정되는 계산법에서 주로 렌즈의 굴곡, 누액렌즈의 효과, 렌즈의 중심 이탈이 렌즈의 회전 방향과 크기에 영향을 주는 주요 원인이 될 수 있으며, 측정값에서 안검장력, 피팅 상태, 렌즈두께 등이 그 원인이 될 수 있으므로 각 방법에 따른 렌즈 회전에 미치는 요인들을 고려한다면 두 방법 간에 일치성은 더욱 높을 것으로 생각된다. 난시렌즈 처방의 판단 기준은 굴절력, 난시 종류, 이전의 교정상태, 용도 등에 따라 어느 정도 규칙이 정해져 있으며, 또한 만족한 시력을 보이지 않을 경우 이를 해결하기 위한 렌즈 회전 방향, 렌즈의 회전 안정성, 덧댐굴절검사에서 구면과 난시굴절력 평가와 그 결과에 따른 굴절력과 회전 보정, 렌즈 재주분, 렌즈 교체 및 다른 디자인의 선택 등에 관한 점검표나 지침이 제시되어 있다<sup>[18]</sup>. 본 연구결과를 토릭 소프트 렌즈 처방에 적용한다면, 덧댐굴절검사에서부터 계산된 회전과 직접 측정으로부터 얻은 회전의 일치도가 높을수록 피팅의 성공률이 더 높을 것으로 생각된다.

## 결 론

토릭 소프트 렌즈의 회전 평가에서 타각적 굴절검사를 근거로 결정되는 계산법의 유용성을 평가하였다. 타각적으로 결정된 난시축과 자각적으로 결정된 난시축의 상관관계 분석을 통해 계산법에서 기본 데이터로 활용하는 타각적 굴절검사의 유용성이 있는 것으로 확인되었다. 계산과 측정법의 일치 정도는 두 방법의 회전 차이 기준에 따라 55%에서 83%로 평가되었다. 두 방법 간의 회전 차이

가 작은 경우, 타각적 덧댐굴절검사 값은 렌즈 회전을 잘 반영한 것으로 이 값을 자각적 굴절검사를 위한 보조수단으로 이용 가능한 것으로 판단되며 이런 경우는 정상적 피팅에서 더 많았다. 따라서 이 경우라면 단순히 렌즈의 회전 문제를 중심으로 처방의 변화를 주는 것이 바람직할 것이다. 회전의 차이가 큰 경우, 덧댐굴절검사의 타각적 굴절검사 값은 렌즈의 회전을 잘 반영해 주지 않는 것으로 이 값을 자각적 굴절검사를 위한 보조수단으로 이용하는 것은 부적당한 것으로 판단되며 이런 경우는 느슨한 피팅에서 더 많았다. 따라서 이 경우라면 렌즈의 회전 외에 렌즈의 굴곡, 렌즈의 이탈 및 누액렌즈의 효과를 배제할 수 없을 것으로 판단된다. 결론적으로 계산과 측정법에서 얻은 회전의 차이가 작을수록 피팅의 성공률이 더 높을 것으로 생각된다.

### 참고문헌

- [1] Morgan P. B., Woods C. A., Tranoudis I. G., Helland M., Efron N., Knajian R., et al., "International contact lens prescribing in 2009", *Contact Lens Spectrum*, February (2010).
- [2] Efron N., Morgan P. B., Helland M., Itoi M., Jones D., Nichols J. J., et al., "Soft toric contact lens prescribing in different countries", *Contact Lens and Anterior Eye*, 34(1):36-38(2011).
- [3] 이인우, "낮은 토릭처방률 틈새 노려 렌즈삽입술 성행", *한국안경신문*, 제 381호, 7면(2011. 04. 11).
- [4] Young G., McIlraith R., and Hunt C., "Clinical evaluation of factors affecting soft toric lens orientation", *Optom. Vis. Sci.*, 86(11):E1259-E1266(2009).
- [5] Cairns G., "Rotational stability of silicone hydrogel toric contact lenses", *Optician*, pp.26-28(2010).
- [6] Young G., Hunt C., and Covey M., "Clinical evaluation of factors influencing toric soft contact lens fit", *Optom. Vis. Sci.*, 79(1):11-19(2002).
- [7] McIlraith R., Young G., and Hunt C., "Toric lens orientation and visual acuity in non-standard conditions", *Contact Lens and Anterior Eye*, 33(1):23-26(2010).
- [8] Young G. and McIlraith R., "Misleading orientation marks on soft toric contact lenses", *Contact Lens Spectrum*, June (2008).
- [9] Myers R. I., Castellano C., Becherer P. D., and Walter D. E., "Lens rotation and spherocylindrical over-refraction as predictors for soft toric lens evaluation", *Optom. Vis. Sci.*, 66(9):573-578(1989).
- [10] Lindsay R. G., Bruce A. S., Brennan N. A., and Pianta M. J., "Determining axis misalignment and power errors of toric soft lenses", *Int. Contact Lens Clin.*, 24(3):101-107(1997).
- [11] 유동식, 유종숙, "구면 RGP 렌즈의 처방 굴절력 예측", *한국안광학회지*, 15(3):219-225(2010).
- [12] 이동희, 김정희, 차정원, "콘택트렌즈 회전량 검출에 대한 연구", *한국안광학회지*, 10(4):255-259(2005).
- [13] Douthwaite W. A., "Contact lens optics and lens design", 3rd Ed., Butterworth-Heinemann Medical, pp. 402-409(2006).
- [14] Stein H. A., Slatt B. J., Stein R. M., and Freeman M. I., "Fitting guide for rigid and soft contact lenses: A Practical Approach", 4th Ed., Mosby, St. Louis, USA, pp. 93-103(2002).
- [15] Gasson A. and Morris J., "The contact lens manual: a practical fitting guide", 2nd Ed., Butterworth-Heinemann, Oxford and Boston, UK, pp. 205-208(1998).
- [16] Bland J. M. and Altman D. G., "Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement", *The Lancet*, 327(8476):307-310(1986).
- [17] Hanks A. J. and Weisbarth R. E., "Troubleshooting soft toric contact lenses", *Int. Contact Lens Clin.*, 10:305-317(1983).
- [18] Young G. and Hickson-Curran S., "Toric soft lens fitting reassessed", *Optometry Today*, pp.30-32(2006).
- [19] 김상엽, 이동열, 이선행, 김건규, 송섭, 조현국, "토릭소프트콘택트렌즈의 착용 후 축 정렬 상태의 변화 분석", *한국안광학회지*, 15(3):213-217(2010).
- [20] ISO 8321-2:2000 : Ophthalmic optics - Specifications for material, optical and dimensional properties of contact lenses - Part 2: Single-vision hydrogel contact lenses.
- [21] De Brabander J., Brinkman C. J., Nuyts R. M., van Mil C., Sax T., and Brookman E., "Clinical evaluation of a custom-made toric soft lens", *Contact Lens Anterior Eye*, 23(1):22-28(2000).
- [22] Tan J., Papas E., Carnt N., Jalbert I., Skotnitsky C., Shiobara M., et al., "Performance standards for toric soft contact lenses", *Optom. Vis. Sci.*, 84(5):422-428(2007).
- [23] Bennett E. S. and Weissman B. A., "Clinical contact lens practice", 2nd Ed, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, USA, pp.131-142(2005).
- [24] Efron N., "Contact lens practice", 1st Ed, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, pp. 207-211(2002).
- [25] Snyder C., "A review and discussion of crossed cylinder effects and over refractions with toric soft contact lenses", *Int. Contact Lens Clin.*, 16(4):113-118(1989).

## Usefulness of Rotation for Toric Soft Lenses Using Objective Refraction

Dong-Sik Yu, Byeong-Yeon Moon\* and Jeong-Sik Son

Department of Optometry and Vision Science, Kyungwoon University

\*Department of Optometry, Kangwon National University

(Received July 29, 2011; Revised September 2, 2011; Accepted September 17, 2011)

**Purpose:** The clinical usefulness of rotation evaluation using objective refraction in toric soft lenses fitting was investigated. **Methods:** Toric soft lenses were fitted for 32 subjects (64 eyes; mean age of  $24.69 \pm 1.65$  years) with astigmatism and both eyes of each subject were fitted with toric soft lenses. Objective refraction-based lenses rotation was evaluated from refraction and over-refraction data by indirect calculating technique. These calculated data were compared with the measured data from slit lamp with direct measuring technique. **Results:** Orientation of toric soft lenses around zero position (within  $\pm 5^\circ$  vertical line) was investigated. The orientations to the direction of nose of measured and calculated values were 69.78% and 63.64%, respectively, which showed similar values between two techniques. Agreement frequency between measured and calculated values in the magnitude of lenses rotation 54.69% and 82.82% for  $10^\circ$  and  $20^\circ$  of vertical line, respectively. The 95% limits of agreement between calculation and measurement were from  $-10.08^\circ$  to  $12.65^\circ$ , and mean difference was  $1.29^\circ$  within  $\pm 10^\circ$ . The result showed there was no significant difference ( $p = 0.1984$ ) and high correlation ( $r = 0.56$ ,  $p = 0.0004$ ) between two techniques. But the 95% limits of agreement was widen in  $\pm 20^\circ$  of vertical line. The magnitude of lens rotation between two methods was  $9.66 \pm 6.16^\circ$ ,  $16.17 \pm 12.38^\circ$  and  $10.58 \pm 12.02^\circ$  for normal, loose and tight fitted conditions. **Conclusions:** From the results with smaller difference between two techniques, it was found that higher availability of subjective over-refraction data can be used as a supplementary tool for subjective refraction. An application using objective refraction with direct measuring could be provide high success in prescription on toric soft lenses.

**Key words:** Toric, Soft lens, Rotation, Objective refraction, Fitting