

## 이심률 및 각막형상이 자세변화에 의한 토릭소프트렌즈의 회전에 미치는 영향

김소라, 한신웅, 송지수, 박미정\*

서울과학기술대학교 안경광학과, 139-743

투고일(2013년 11월 3일), 수정일(2013년 12월 9일), 게재확정일(2013년 12월 14일)

**목적:** 렌즈 착용자의 자세가 변했을 때 각막이심률 및 각막형상이 토릭소프트렌즈의 회전 양상에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. **방법:** 각막난시  $-1.00$  D의 직난시를 가진 20대 남녀 41인의 이심률을 측정하고 전체난시량에 따라 토릭소프트렌즈를 피팅하였다. 정자세와 누운 자세일 때의 토릭소프트렌즈의 회전을 슬릿램프에 장착된 카메라를 이용하여 촬영하고 분석하였다. **결과:** Accelerated stabilization 디자인의 토릭소프트렌즈는 이심률에 관계없이 대부분 누운 방향인 귀쪽으로 회전하였으며 이심률이 큰 경우와 비대칭나비형 각막에서는 코쪽으로 회전하는 경우도 있었다. 렌즈착용 직후 정자세와 누운 자세에서 회전양과 이심률은 상관관계가 없었으나 일정 시간동안 누운 자세로 있는 경우는 이심률이 큰 각막에서 회전양이 더 컸다. 회전속도는 누운 자세로 변화된 직후부터 속도가 감소하였으며, 이심률에 따른 큰 차이는 없었다. 누운 자세로 변화된 직후 대칭나비형과 비대칭나비형의 경우는 타원형 각막에 비해 회전양이 더 크게 증가하였으며 일정 시간이 지난 후에도 마찬가지였다. 누운 자세에서의 렌즈회전속도는 다른 각막형태에 비해 비대칭나비에서 가장 느렸다. **결론:** 본 연구를 통하여 자세변화시 토릭소프트렌즈의 회전 양상은 각막이심률 및 각막형상에 의해 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다. 따라서 토릭소프트렌즈 피팅 및 디자인 개발 시에 이에 대한 고려가 이루어져야 할 것으로 보인다.

**주제어:** 토릭소프트렌즈, 이심률, 각막형상, 회전방향, 회전양, 회전속도

### 서 론

소프트콘택트렌즈 착용자의 40% 이상이 0.75 D 이상의 교정되지 않은 난시를 가지고 있다는 사실은<sup>[1]</sup> 소프트콘택트렌즈로 난시가 교정되지 않는 사람들에게 토릭소프트렌즈 처방을 적극적으로 활용할 필요가 있다는 것을 의미한다. 그러나 토릭소프트렌즈 피팅은 피팅 과정에서 시간이 소비되고 복잡하기 때문에 권장을 망설이거나 등가구면 처방을 내리는 경우가 많다. 그러나 미교정된 난시 처방의 경우 재현성 저하, 시력의 질 저하, 안정피로 등 문제점의 원인이 된다.

이처럼 토릭소프트렌즈의 경우 근시용, 원시용 소프트렌즈와 다르게 방향성을 지니고 있기 때문에 의도치 않은 방향으로 렌즈가 돌아갈 경우 안정피로, 흐림(blur)현상 등을 보일 수 있다. 이에 본 연구는 누운 자세로 TV를 시청하거나 독서를 할 경우와 같이 자세를 변화했을 때 렌즈 축의 변화가 생길 수 있다는 가정 하에 시행되었다. 현대

인들의 각종 미디어 기기 사용이 증가하고 있고 특히 TV를 보거나 스마트 폰과 같은 기기를 사용 시에 엎드려나 누운 채 장시간을 보내는 경우가 많은 실정이다. 그러나 토릭소프트렌즈를 착용하고 장시간 엎드려 있을 때 두 눈이 수평이 아닌 상하로 놓여있어 초점을 맺는 곳이 올바른 위치에서 벗어나기 때문에 시력 저하를 유발할 가능성이 높다.

난시 교정을 위해 토릭소프트렌즈를 사용하는 경우, 시력에 가장 중요한 영향을 주는 요소는 회전 안정성이다. 렌즈의 회전을 최소화하기 위해서는 일정기간 동안 축의 정렬 상태를 추적검사 해야 한다. 난시 축의 회전정도를 확인하는 방법은 일반적으로 세극등현미경을 사용하고 축의 회전이 있을 경우에는 LARS(left add, right subtract)법에 따라 회전정도를 확인한 후 재처방값으로 교정한다.<sup>[2,3]</sup> 이렇게 토릭소프트렌즈는 축의 안정성이 중요하지만 렌즈의 축안정화 디자인, 중심두께, 직경, 축에 따른 두께 차이, 재질 등과 같이 토릭소프트렌즈 자체의 변수와 눈물양, 안

\*Corresponding author: Mijung Park, TEL: +82-2-970-6228, E-mail: mjjpark@seoultech.ac.kr

※본 논문의 일부내용은 2013년도 한국안광학회 동계학술대회에서 포스터로 발표되었음.

검장력, 안검폭, 각막의 형상, 각막 이심률, 각막난시 등과 같은 생리적인 요인들이 토릭소프트렌즈 축의 안정성에 영향을 미칠 가능성이 크다. 특히 누운 자세에서는 정자세 일 때에 비해 이러한 요인들에 대해 더 크게 영향을 받을 가능성이 있다.

이에 본 연구에서는 토릭소프트렌즈 착용 후 렌즈착용자의 자세가 변화했을 때 렌즈 축의 정렬 상태에 영향을 미칠 수 있는 여러 가지 요인 중 각막이심률 및 각막형상과 축 안정성과의 상관관계에 대해 알아보려고 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상 및 분류

신체적 이상이나 안질환 및 안과적 수술 경험이 없고 현재 복용하는 약물이 없고 직난시를 가진 20~29세(평균 23.8±1.8세) 성인을 대상으로 진행하였다. 각막난시가 -1.00 D이고 이심률이 0.33~0.81에 해당하는 성인 남녀 32명, 41안(남자 16명, 여자 16명)을 최종 선정하여 분석하였다. 각막이심률은  $e < 0.5$ ,  $0.5 \leq e < 0.6$ ,  $0.6 \leq e$  세 군으로 분류하였다(Table 1).

### 2. 토릭소프트렌즈

토릭소프트콘택트렌즈(Acuvue toric, Johnson & Johnson Visioncare)는 재질이 etafilcon A, 함유율은 58%, 전체 직경은 14.5 mm이었으며, 베이스커브(base curve)는 8.5 mm이었다. 축안정화를 위한 디자인은 ASD™(accelerated stabilized design)이었다. 렌즈의 축방향은 180°이며 굴절력은 구면도수값이 0 D이고 원주도수값은 피검자의 전체 난시 값에 맞추어 -0.75 D, -1.25 D, -1.75 D 세 종류로 처방하였다.

### 3. 각막 지형도 검사를 이용한 이심률 측정 및 각막 지형 분석

각막지형도검사기(CT-1000, Shin-Nippon, Japan)를 이용하여 각막형태를 3회씩 측정하였으며 Axial 형태의 각막 지형을 통해 지형을 분석하고 이심률을 측정하였다. 각막 지형의 분석은 Adobe Photoshop CS5 프로그램을 이용하

Table 1. Corneal eccentricity of the subjects

Corneal eccentricity	Number of eye	
	Number	Percentage (%)
$e < 0.5$	11	27
$0.5 \leq e < 0.6$	20	49
$0.6 \leq e$	10	24
Total	41	100

Table 2. Corneal types of the subjects

Corneal type	Number of eye	
	Number	Percentage (%)
Round	2	5
Oval	10	24
Symmetric bow tie	14	34
Asymmetric bow tie	15	37
Total	41	100

여 길이를 측정하고 각막의 형태를 분류하였다. 각막형태 분류는 Bogan 등의 분류법에 따라 원형, 타원형, 대칭나비형, 비대칭나비형 및 부정형으로 나누었으며<sup>[4]</sup> 시력교정술에 의해 각막형태가 변한 피검자는 실험대상에서 제외한 뒤 진행하였다(Table 2).

### 4. 자동 안굴절력 측정기를 이용한 전체난시량 및 각막난시량 측정

자동 안굴절력 측정기(Auto refractometer, REKTO ORK II, 동양광학, Korea)를 이용하여 전체난시와 난시축 및 각막난시를 측정하였다.

### 5. 토릭소프트렌즈 축의 회전량 측정

#### 1) 정자세 일 때

눈물층과 렌즈 움직임의 안정화를 위해 피검자에게 토릭소프트렌즈를 20분간 착용하게 한 후 피검자가 무한 원방의 정면을 응시한 상태에서 동공 중심을 기준으로 하여 렌즈 축의 위치 변화를 측정하였다. 세극등현미경(US/SL 7F, Topcon, Japan)에 장착되어 있는 Nikon 카메라(video camera, Sayo, VPC-S)를 이용하여 정자세 일 때 각막에서의 토릭소프트렌즈의 위치를 촬영하였다. 촬영한 이미지는 Photoshop 프로그램을 사용하여 픽셀(pixel) 단위로 각도를 재어 분석하였다.<sup>[5]</sup> 모든 실험은 3회씩 실행하여 분



Fig. 1. The evaluation of axis rotation of toric soft lens in lying posture.

석하였다.

2) 누운 자세 일 때

누운 자세에서 렌즈의 축을 측정하기 위하여, 피검자가 위치에 누웠을 때 아래쪽에 위치하는 눈의 모양과 얼굴이 지면에 닿는 부분이 수직이 되도록 설정하였으며(Fig. 1), 누운 자세에서 지면에 닿은 쪽의 눈의 회전방향만을 측정하였다. 누운 상태의 렌즈 축 변화를 확인하기 위해, 앉아 있는 상태에서 눕는 상태로 자세가 변화되는 순간부터 촬영하였다. 촬영은 Nikon 카메라로 8분간 동영상 촬영을 하였다. 촬영한 동영상의 경우 30초 간격으로 캡처하여 Photoshop 프로그램을 사용하여 픽셀 단위로 각도를 재어 분석하였다.

6. 통계처리 방법

자세에 따른 각막이심률 및 각막형상별 축이 돌아간 각도의 차이와 이심률 및 각막형상에 따른 토릭소프트렌즈 축의 회전속도에 대한 유의성을 분석하기 위해 SPSS 프로그램(Ver. 12.0K for Windows)을 이용하여 독립표본 T-검정(independent t-test)과 두 개의 변수에 대한 대응표본 T-검정(paired t-test)를 실시하였다. 독립표본 T-검정과 대응표본 T-검정에서 신뢰도 95%를 기준으로 할 때, 유의수준(p-value)이 0.05 미만이면 유의한 차이가 있는 것으로 판단하였다.

결과 및 고찰

1. 이심률에 따른 토릭소프트렌즈 축의 회전

1) 자세 변화에 따른 이심률과 회전 방향의 관계

자세에 따른 축 회전방향을 이심률에 따라서 분류해 본 결과 정자세일 때  $e < 0.5$  군에서 73%가 귀쪽으로 회전하였고,  $0.5 \leq e < 0.6$  군에서는 65%,  $0.6 \leq e$  군에서는 70%가 귀쪽으로 회전하여 이심률에 관계없이 모두 귀쪽으로 회전하는 경우가 많음을 알 수 있었다. 누운 자세일 때는 누운 방향인 귀쪽으로 회전하는 경우가 증가하여  $e < 0.5$  군,  $0.5 \leq e < 0.6$  군에서 모두 귀쪽으로 회전하였고,  $0.6 \leq e$  군에서는 90%가 귀쪽으로 회전하였다. 중력의 영향으로 거의 대부분 귀쪽으로 회전할 것으로 예측하였으나 각막이심률이 큰 경우는 코쪽으로 회전하는 경우가 10%에 달해 자세를 바꾸었을 때 유발되는 회전은 각막이심률에 따라 달라질 수 있음을 알 수 있었다(Fig. 4).

김 등<sup>[6]</sup>의 논문에서는 원주굴절력과 구면굴절력에 관계 없이 렌즈의 축이 모든 경우에서 코쪽보다 귀쪽으로 더 많이 회전하는 경향을 보였지만 원인을 분석하는 것은 추

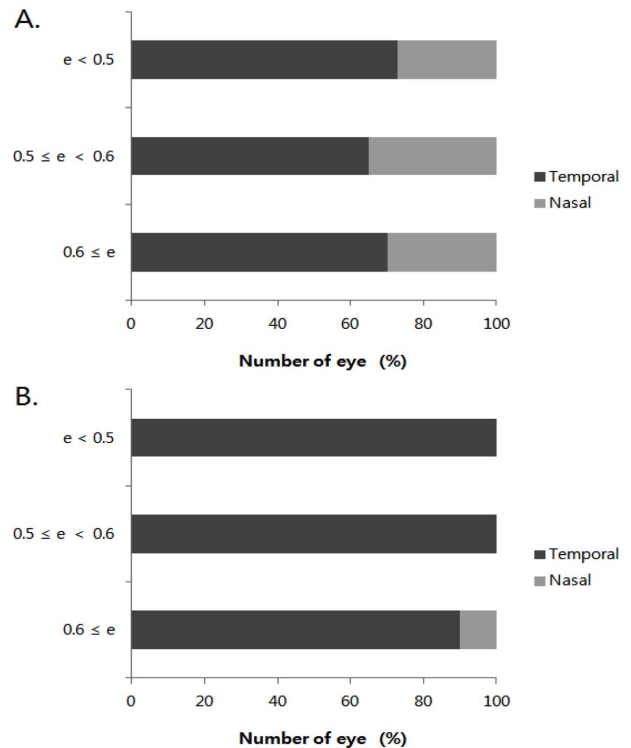


Fig. 2. The rotation direction of lens axis according to corneal eccentricity when the subject was in straight or lying posture. A. Straight posture, B. Lying posture

후 연구해야할 과제로 남아있다고 하였다. 그러나 코쪽으로 회전하는 경향이 더 많거나<sup>[7]</sup> 코, 귀 양 방향으로 회전이 일어난다는 연구결과도 있다.<sup>[8-9]</sup> 이렇게 연구마다 다른 결과들이 나타나는 것은 렌즈의 축 안정화 디자인과 같은 실험 대상 렌즈의 차이에 의하거나 소수의 대상안으로 실험하였을 때 특정 각막 형태가 집중되어 나타난 결과일 수도 있다. 본 연구에서는 다른 변수에 의한 영향을 최소화하기 위해 유 등의 연구<sup>[8]</sup>와 달리 동일한 토릭소프트렌즈를 사용하였고, 각막난시가 -1.00 D인 실험 대상안으로 국한하여 실험하여 각막이심률의 차이에 의한 회전 상태를 평가하였다.

2) 자세 변화에 따른 이심률과 회전양과의 관계

렌즈 착용 후 정자세 일 때와 누운 자세 직후의 토릭소프트렌즈 회전양을 비교해 본 결과 정자세일 때 렌즈 축이 움직인 각도가 이심률 별로 큰 차이를 보이지 않았으나 누운 자세일 경우 이심률별로 차이가 좀 더 커졌다. 그러나 모두 통계적으로 유의한 차이는 아니었다. 또한 정자세일 때와 누운 자세일 때의 토릭소프트렌즈 회전양은 모든 이심률 군에서 증가하였으나  $e < 0.5$  군과  $0.5 \leq e < 0.6$  군에서는 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p=0.033$  and  $0.001$ , respectively)(Fig. 3).

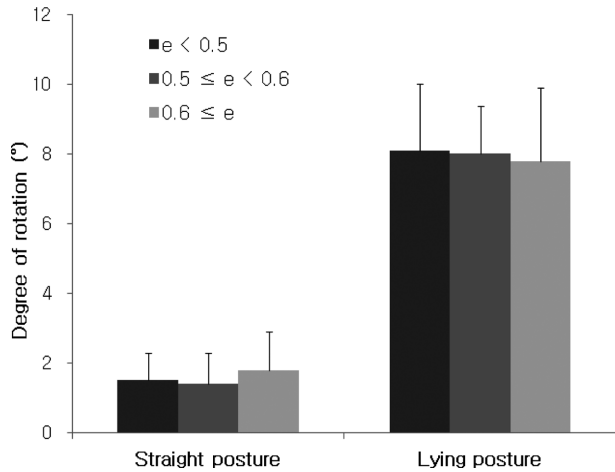


Fig. 3. The degree of lens rotation according to corneal eccentricity.

누운 자세 직후의 회전양을 이심률 별로 비교하였을 때  $e < 0.5$  군의 회전양은 평균  $8.1^\circ$ ,  $0.5 \leq e < 0.6$  군은 평균  $8.0^\circ$ ,  $0.6 \leq e$  군은 평균  $7.8^\circ$ 로 누운 직후의 회전양은 이심률에 상관없이 비슷함을 나타냈다.

실험에서 사용된 토릭소프트렌즈는 accelerated stabilization 디자인으로 두꺼운 부분이 안검열 폭 내에 위치하도록 양쪽 대각선으로 두껍게 설계되어 하안검과 상안검 모두 지속적으로 렌즈의 회전이 안정화가 되도록 고안된 렌즈이다. 중력으로 난시를 교정하는 프리즘 발라스트(prism ballast)보다 아래쪽이 덜 두꺼움에도 불구하고 피검자가 누운 자세를 취할 때 렌즈의 축이 중력에 상당한 영향을 받게 되어 정자세 일 때보다 더 많이 회전되었을 것으로 여겨진다.<sup>[10]</sup>

렌즈의 회전양과 이심률의 관계를 살펴볼 때 렌즈에 구면도수값이 들어가게 되면 그 값에 따라 렌즈의 두께가 달라진다. 따라서 본 연구에서는 실험대상 토릭소프트렌즈의 구면도수값을 0 D로 고정하고 원주도수값을 피검자의 전체난시에 맞추어서 이심률의 순수한 영향만을 알아보려고 하였다. Park 등<sup>[11]</sup> 및 Young<sup>[12]</sup>의 연구에 따르면 콘택트렌즈 피팅 시에 이심률이 작을수록 새그값이 증가하여 피팅에 도움이 된다고 하였으며, 이는 각막이심률이 렌즈의 피팅에 영향을 끼친다는 것을 의미한다. 본 연구에서는 정자세에서는 이심률이 별다른 영향을 끼치지 않은 반면 누운 자세에서는 이심률이 큰 쪽의 경우, 이심률 자체가 축이 돌아간 정도에 영향을 많이 준 것으로 추정할 수 있었다.

Tan 등<sup>[13]</sup>은 프리즘 발라스트(prism ballast) 디자인과 페리 발라스트(peri ballast) 디자인, dynamic stabilization 디자인의 렌즈를 사용한 연구에서 토릭소프트렌즈 회전범위가  $10^\circ$  이내인 경우 토릭소프트렌즈 기능을 위한 기준에

Table 3. The rotation degree of cylindrical axis for 8 minutes according to corneal eccentricity

Corneal eccentricity	Number of eye	Rotation degree(°)
$e < 0.5$	11	$14.8 \pm 10.6$
$0.5 \leq e < 0.6$	20	$16.4 \pm 12.6$
$0.6 \leq e$	10	$16.2 \pm 10.2$

\*Data are expressed by mean  $\pm$  SE

서 수용가능하다고 제시하고 있으나, 본 연구에 사용된 토릭소프트렌즈의 경우 제조사의 피팅 가이드라인은 토릭소프트렌즈는  $5^\circ$  이상 돌아갈 경우 재처방이 필요하다고 제시하고 있으며 토릭소프트렌즈시  $5^\circ$ 의 축 틀어짐이 나타날 때 56.1%에서 시력감소가 나타나며  $10^\circ$ 의 축 틀어짐이 나타날 때는 84.2%의 시력감소가 나타난다고 보고된 바 있다.<sup>[14]</sup> 따라서 본 연구 결과의 정자세에서 누운 자세로 자세를 변화했을 때 이심률에 따라  $6 \sim 8^\circ$ 의 범위내의 축 틀어짐이 유발되는 것은 토릭소프트렌즈 착용자의 시력감소를 유발할 것으로 보여진다.

### 3) 누운 자세 지속 시간에 따른 회전양과 이심률과의 관계

누운 자세로 일정 시간이 지난 동안 토릭소프트렌즈의 회전양이 이심률에 따라 차이가 있는지 알아보기 위해 누운 자세 후 8분 동안의 총 회전량을 측정하였다. 모든 이심률 군에서 거의  $15^\circ$  이상 회전하여 시력에 문제가 야기될 것으로 예상되었다.  $e < 0.5$  군의 평균 회전양은  $14.8^\circ$ ,  $0.5 \leq e < 0.6$  군은  $16.4^\circ$ ,  $0.6 \leq e$  군은  $16.2^\circ$ 로 나타났다(Table 3).  $0.5 \leq e < 0.6$  군과  $0.5 \leq e < 0.6$  군의 회전양은 큰 차이가 없었지만 두 군 모두  $e < 0.5$  군에 비해 회전양이 많은 것으로 보아 큰 이심률의 각막은 일정 시간 동안 누운 자세로 있을 때는 더 많이 회전하는 것을 알 수 있었다.

### 4) 이심률과 누운자세에서의 회전 속도와의 관계

누운 자세를 취한 직후부터 30초까지의 초기시간대와 7분30초에서 8분까지의 일정 시간대의 축 회전속도를 비교하여 보았다.  $e < 0.5$  군,  $0.5 \leq e < 0.6$  군,  $0.6 \leq e$  군 모두 시간이 지남에 따라 속도가 모두 감소되는 경향을 나타냈으나  $e < 0.5$  군,  $0.5 \leq e < 0.6$  군에서는 통계적으로 유의하지 않았고( $p=0.063$ ,  $0.053$ ),  $0.6 \leq e$  군에서는 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p=0.048$ )(Fig. 4).

본 연구의 실험 대상안과 동일한 연령대인 20대의 이심률에 대해 연구에서 이심률의 범위는  $0.28 \sim 0.78$  이며 평균 이심률은  $0.53$ 이라고 보고된 바 있다.<sup>[11]</sup> 평균 이심률 범위에 속하는  $0.5 \leq e < 0.6$  군의 속도가 7분30초~8분에서 다른 이심률군에 비해 더 빨랐다(Fig. 4). 이것은  $0.5 \leq e < 0.6$

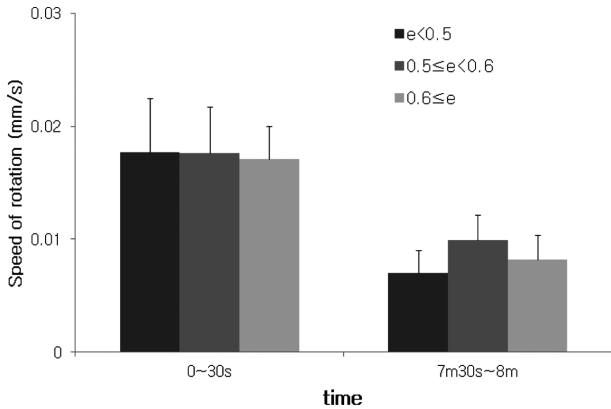


Fig. 4. The speed of rotation according to time.

군의 피검자들이 순목에 의한 렌즈의 움직임이 빠른 것을 의미하기도 하지만 그만큼 렌즈가 빨리 제자리로 회복된다는 것 또한 의미하기 때문에 좋고 나쁨의 의미라고 판단하기에는 무리가 있다. 이심률이 평균에서 크게 벗어난 각막에서의 토릭소프트렌즈 회전축의 움직임은 평균 범위에 있는 각막과 크게 다를 가능성이 있다. 그러나 이심률이 0.4 이하이거나 0.7 이상인 실험군의 숫자가 너무 작아 분석 비교하기에 어려움이 있었다. 추후 지속적인 연구를 통해 이심률과 토릭소프트렌즈 회전과의 상관관계를 더 심도있게 연구할 필요가 있다고 생각된다.

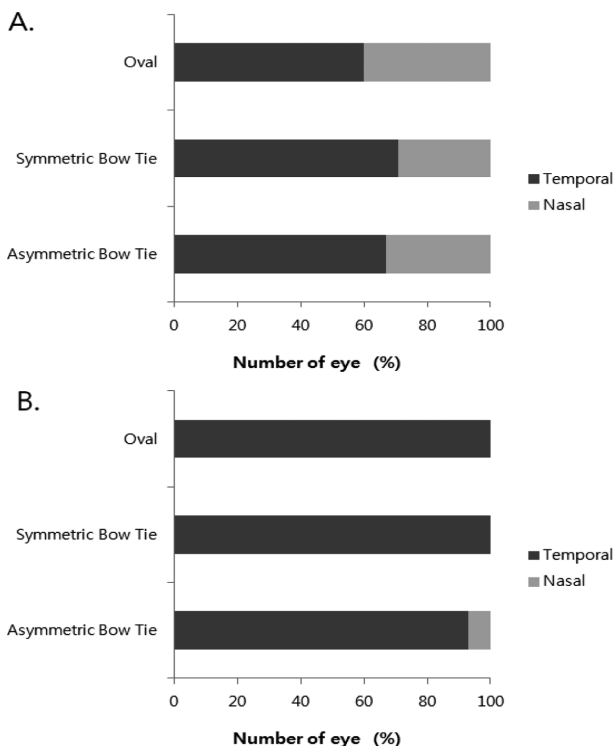


Fig. 5. The rotation direction of lens' axis according to corneal types when subject was in straight or lying posture. A. Straight posture, B. Lying posture

2. 각막형상에 따른 토릭소프트렌즈 축의 회전방향

1) 자세 변화에 따른 각막형상과 회전 방향의 관계

피검자들을 각막형상에 따라 네 군(원형, 타원형, 대칭나비형, 비대칭나비형)으로 나누어 자세에 따른 각막형상과 축이 돌아간 각도의 상관관계를 분석하여 보았다. 각막형상이 원형인 피검자는 2명으로 다른 그룹에 비해 적은 수이므로 그래프에서는 제외한 상태에서 분석하였다.

자세에 따른 축 회전방향을 각막형상에 따라서 분류해 본 결과 정자세 일 때 각막의 형태가 타원형은 60%가 귀쪽, 대칭나비형은 71%가 귀쪽, 비대칭나비형의 경우 67%가 귀쪽으로 회전하였다. 누운 자세 일 때 각막의 형태가 원형, 타원형, 대칭나비형인 경우 100%가 누운 방향인 귀쪽으로 회전하였고 비대칭나비형의 경우 93%가 귀쪽으로 회전하였다 (Fig. 5).

정자세일 때는 각막형상에 따라 회전 방향이 다소 상이한 것을 알 수 있었으며 누운 자세일 때는 중력에 의해 누운 방향인 귀쪽으로 대부분 회전하였지만 비대칭나비형의 경우는 코쪽으로 회전하는 경우도 있어 역시 각막형상에 따라 회전 방향에 차이가 있을 수 있다는 것을 알 수 있었다.

2) 자세 변화에 따른 각막형상과 회전축이 돌아간 각도와의 관계

정자세에서 누운 자세로 변화가 되었을 때 유발되는 토릭소프트렌즈의 회전양 증가가 각막형상에 따라 차이가 있는 지를 알아보았다. 누운 자세로 변화된 직후 타원형 각막의 경우 토릭소프트렌즈의 회전양이 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다( $p=0.404$ ). 그러나 대칭나비형과 비대칭나비형의 경우는 정자세일때에 비해 누운 자세일 때 통계적으로 유의하게 회전양이 증가하였으며 ( $p=0.000$  and  $0.007$ , respectively), 타원형 각막에 비해 회전양이 더 크게 증가하였다(Fig. 6).

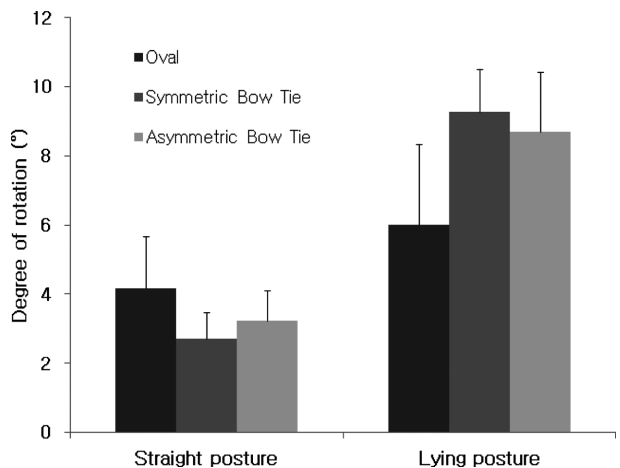


Fig. 6. The degree of rotation according to corneal type.

Table 4. The rotation degree of cylindrical axis for 8 minutes according to corneal types

Corneal type	Number of eye	Rotation degree(°)
Oval	10	12.1±8.7
Symmetric bow tie	14	16.9±12.8
Asymmetric bow tie	15	14.2±9.5

\*Data are expressed by mean±SE.

각막형상에 따라 누운 자세에서의 토릭소프트렌즈 회전 양에 차이가 있는 것은 각막형상에 따른 완곡면 분포 위치의 차이가 그 원인 중의 하나일 가능성이 있다. 즉, 타원형 각막의 경우 각막형상이 전체적으로 완만한 곡면을 가지고 있기 때문에 급격하게 변하는 부분 없이 고른 형태를 보인다. 반면 직난시이면서 대칭나비형이나 비대칭나비형 각막의 경우 타원형 각막과 달리 상하로 두 개의 각막정점을 가지고 있으며 코나 귀쪽으로의 만곡도 변화가 더 크다.<sup>[12]</sup> 이러한 나비형 각막형상의 특징 때문에 순목에 의해 지속적으로 움직이는 토릭소프트렌즈를 안정화시키지 못하여 회전의 정도가 커진 것으로 판단된다. 또한, 이러한 회전량의 차이에 의해 누운 자세에서 각막형상에 따라 시력 변화에도 차이가 있을 것으로 보인다.

3) 누운 자세로 일정 시간 경과 후의 회전양과 각막형상과의 관계

누운 자세로 일정 시간이 지난 동안 토릭소프트렌즈의 회전양이 각막형상에 따라 차이가 있는지 알아보기 위해 누운 자세 후 8분 동안의 총 회전양을 측정하였다. 모든 각막형상에서 12° 이상 회전하여 시력 교정에 영향을 미칠 것으로 보였다. 각막형상이 타원형인 경우는 평균 12.1°, 대칭나비형은 16.9°, 비대칭나비형은 14.2°로 누운 자세 직후와 마찬가지로 타원형 각막에서의 총 회전양에 비해 대칭나비형 및 비대칭나비형 각막에서의 총 회전양이 더 많았다(Table 4).

4) 각막형상과 누운자세에서의 회전 속도와의 관계

누운 자세를 취한 직후부터 30초까지의 초기시간대와 7분 30초에서 8분까지의 일정 시간대의 축 회전속도를 비교하여 보았다. 타원형, 대칭나비형, 비대칭나비형 초기에 비해 일정 시간이 지난 후의 회전 속도가 감소하였다. 그러나 타원형과 대칭나비형에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았고(p=0.209 and 0.701, respectively) 비대칭나비형에서는 통계적으로 유의한 차이를 보여(p=0.004), 비대칭나비형에서 가장 회전속도가 느림을 알 수 있었다(Fig. 7).

이렇게 비대칭나비형 각막의 회전속도가 다른 각막형상

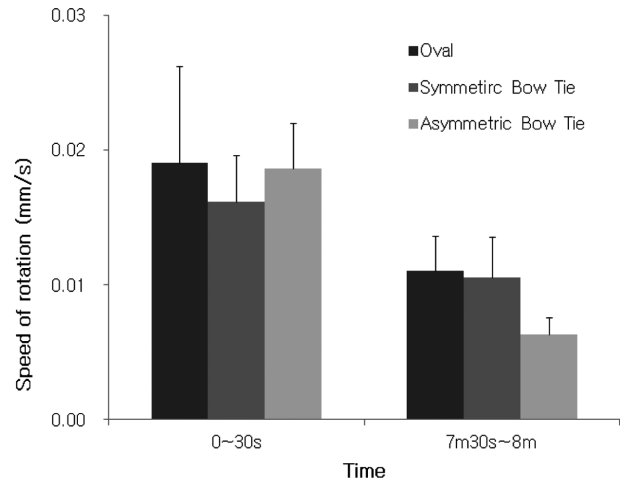


Fig. 7. The speed of rotation according to corneal type.

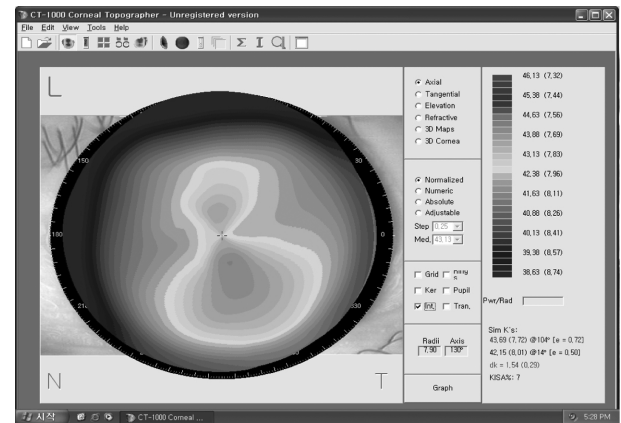


Fig. 8. The lower part of corneal apex in asymmetric bow-tie-typed cornea.

에 비해 가장 많이 감소하였다. 타원형과 대칭나비형은 중심부분의 만곡도의 차이는 있으나 상하와 좌우가 대칭적인 형태를 가지고 있다. 반면에 비대칭나비형의 경우 다른 형태에 비해 각막 양쪽이 불균형할 뿐만 아니라 완만한 정도가 대칭적이지 않게 한 쪽으로 쏠려있다.<sup>[12]</sup> 본 연구의 비대칭나비형 각막의 실험 대상안도 각막 정점이 코쪽인 경우는 46.7%, 귀쪽인 경우는 53.3%로 누운 자세일 때는 완만한 쪽으로 토릭콘택트렌즈가 고정되어 각막과 맞닿아 있는 상태로 있을 가능성이 있다(Fig. 8). 즉, 비대칭나비형 각막형태를 가진 피검자의 경우 각막형태의 비대칭성 때문에 누운 자세 직후의 회전속도는 가장 빨랐으며, 일정 시간이 지속된 후에는 가장 회전 속도가 늦었다.

이상에서 누운 자세일 때의 토릭소프트렌즈의 회전축의 변화가 각막이심률 및 각막형태와 어떠한 상관관계가 있는 지 알아보았다. 토릭렌즈는 축의 안정화가 시력 교정에 필수 요건으로 축의 회전이 유발되었을 때 시력 변화가 있다고 보고된 바 있다.<sup>[14]</sup> 따라서 본 연구 결과를 통해서

토릭소프트렌즈를 착용하고 누운 자세로 시생활을 할 때의 시력이 개인의 각막이심률 및 각막형태에 따라 크게 달라질 수 있다는 것을 알 수 있다.

토릭렌즈의 축 안정화의 중요성 때문에 각막형상과 관련된 요인들과 토릭렌즈와의 관계에 대해 연구된 결과들이 보고된 바 있다. Reddy 등은 구면도수와 각막난시의 차이가 0.50 D 이하거나 실린더 도수가 0.75 D 이하인 토릭소프트렌즈 착용시에는 시력교정이 성공적이며 쾌적한 착용감을 주었다는<sup>[15]</sup> 연구결과를 통해 각막난시가 토릭소프트렌즈의 적절한 피팅에 중요한 요인으로 작용한다는 것을 밝힌 바 있다. 또한, 각막형태가 토릭렌즈의 회전에 미치는 중요성 때문에 각막 지형도 검사를 통해 토릭렌즈를 처방하여 렌즈 착용 성공률에 대한 연구가 진행된 바 있다.<sup>[16]</sup> 이들 요인들과 더불어 토릭소프트렌즈의 축을 안정화시키는 요인에 영향을 주는 것은 렌즈의 디자인, 렌즈의 전체직경, 베이스커브, 실린더 축, 각막지형, 렌즈의 만곡도, 안검장력의 크기, 피팅상태, 난시의 종류와 크기 등이 관련 있다고 알려져 있으나,<sup>[17]</sup> 이들에 대한 학술적인 연구 결과들은 아직 충분하지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서 밝힌 각막 이심률과 각막형상이 토릭소프트렌즈의 자세변화에 따른 회전과의 상관관계는 토릭소프트렌즈의 회전을 이해하고 보다 나은 활용을 위해 바탕이 되리라 생각된다.

## 결 론

본 논문에서는 accelerated stabilization 디자인의 토릭소프트렌즈 착용 후 자세 변화에 따른 이심률 및 각막형상별 회전방향과 회전량이 어떻게 변화되는지를 밝혔다. 토릭소프트렌즈는 각막이심률과 각막형상에 따라 회전방향, 누운 자세로의 자세변화 직후 회전양, 누운 자세로 일정시간 지난 후의 회전양 및 회전속도가 달라졌다.

현대인들은 TV나 스마트 폰과 같은 기기를 사용 시 옆드러거나 누운 채 오랜 시간을 보내는 경우가 많다. 토릭소프트렌즈는 정자세일때의 회전축을 평가하여 처방한다. 따라서 이러한 자세변화에 대해서는 피팅이나 토릭렌즈 디자인 개발시 큰 고려의 대상이 되지 못했다. 그러나 토릭소프트렌즈를 착용하고 장시간 옆드려 있거나 정자세가 아닐 때 렌즈의 축정렬 상태가 틀어짐으로 인해 초점이 맺는 곳이 올바른 위치에서 벗어나기 때문에 시력 저하를 유발할 가능성이 높다. 따라서 콘택트렌즈 제조회사에서 정자세가 아닌 다양한 자세에서도 축을 안정화 시킬 수 있는 디자인들의 개발에 대해 고민을 해야할 것으로 생각되며 각막이심률과 각막형상과의 토릭소프트렌즈 회전양상과의 상관관계를 밝힌 본 연구는 이러한 개발과 보다 나은 활용을 위한 학술적인 근거가 될 수 있을 것이다.

## REFERENCES

- [1] Efron N, Morgan PB, Helland M, Itoi M, Jones D, Nichols JJ et al. Soft toric contact lens prescribing in different countries. *Cont Lens Anterior Eye*. 2011;34(1):36-38.
- [2] Chu BS, Mah KC, Hwang JH. Contact lens market trend of Korean optometric clinics in 2010. *Korean J Vis Sci*. 2011;13(3):225-234
- [3] Holden BA. The principles and practice of correcting astigmatism with soft contact lenses. *Aust J Optom* 1975;58(8): 279-299.
- [4] Bogan SJ, Waring GO, Ibrahim O, Drews C. Classification of normal corneal topography based on computer-assisted videokeratography. *Arch Ophthalmol*. 1990;109(7): 945-949.
- [5] McIlraith R, Young G, Hunt C. Toric lens orientation and visual acuity in non-standard condition. *Cont Lens Anterior Eye*. 2010;33(1):23-26.
- [6] Kim SY, Lee DY, Lee SH, Kim KK, Song S, Cho HG. Analysis of axial mis-alignment after wearing of toric soft contact lenses. *J Korean Oph Opt Soc*. 2010;15(3):213-217.
- [7] Harris MG, Decker MR, Funnell JW. Rotation of spherical nonprism and prisms hydro-gel contact lenses on toric corneas. *Am J Optom Physiol Opt*. 1977;54(3):149-152.
- [8] Yu DS, Moon BY, Son JS. Usefulness of rotation for toric soft lenses using objective refraction. *J Korean Oph Opt Soc*. 2011;16(3):265-272.
- [9] Young G, Hickson-Curran S. Toric soft lens fitting reassessed. *Optometry today*. 2006;30-36.
- [10] Young G, McIlraith R, Hunt C. Clinical evaluation of factors affecting soft toric lens orientation. *Optom Vis Sci*. 2009;86(11):1259-1266.
- [11] Park EH, Kim SR, Park MJ. A relationship between corneal eccentricity and stable centration of RGP lens on cornea. *J Korean Oph Opt Soc*. 2012;17(4):373-380.
- [12] Young, G. Ocular sagittal height and soft contact lens fitting. *Cont Lens Anterior Eye*. 1992;15(1): 45-49.
- [13] Tan J, Papas E, Carnt N, Jalbert I, Skotnitsky C, Shiobara M et al. Performance standard for toric soft contact lens. *Optom Vis. Sci*. 2007;84(5):422-428.
- [14] Kim JH, Kang SA. A study on the relationship between the off-axis cylinder and corrected vision of astigmatism. *J Korea Oph Opt Soc*. 2007;12(3):83-87.
- [15] Reddy T, Szczotka LB, Rovers C. Peripheral corneal contour measured by topography influences soft toric contact lens fitting success. *CLAO J*. 2000;26(4):180-185.
- [16] Szczotka LB, Roberts C, Herderick EE, Mahmoud A. Quantitative descriptors of corneal topography that influence soft toric contact lens fitting. *Cornea*. 2002;21(3): 249-255.
- [17] Edrington TB. A literature review: The impact of rotational stabilization methods on toric soft contact lens performance. *Cont Lens Anterior Eye*. 2011;34(3):104-110.

## The Effects of Corneal Eccentricity and Shape on Toric Soft Lens Rotation by Change of Postures

So Ra Kim, Shin Woong Hahn, Ji Soo Song, and Mijung Park\*

Dept. of Optometry, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 139-743, Korea

(Received November 3, 2013; Revised December 9, 2013; Accepted December 14, 2013)

**Purpose:** The present study aimed to investigate the effects of corneal eccentricity and shape on the rotational pattern of toric soft lens by the postural change of lens wearers. **Methods:** The corneal eccentricity of 41 eyes (aged 20s) having  $-1.0$  D with-the-rule corneal astigmatism (WRCA) was measured, and then toric soft lenses were fitted with the amount of total astigmatism. In lying and straight postures, the rotation of toric soft lenses was recorded by a camera attached to slitlamp and analyzed. **Results:** Most toric soft lens designed with accelerated stabilization rotated to the temporal direction, which was the lying position direction, regardless of corneal eccentricity, and some lenses rotated to the nasal direction for high corneal eccentricity and corneal type of asymmetric bowtie. There was no correlation between the amount of rotation and corneal eccentricity right after of contact lens wearing in straight and lying posture, however, the amount of rotation was the greater for the cornea with the higher eccentricity after the subjects laying down for some period. The speed of lens rotation started to decrease after the subjects laying down, but the speed was not different according to corneal eccentricity difference. The amount of lens rotation for symmetric and asymmetric bowtie-typed corneas increased more than it for oval-typed cornea, and it was same even with time elapsing. The speed of lens rotation in lying posture was the slowest in asymmetric bowtie-typed cornea compared with other corneal types. **Conclusions:** From the present study, it was revealed that the rotational pattern of toric soft lens was affected by corneal eccentricity and corneal shape when the wearer's posture changed. Thus, it should be considered for the development of the fitting guideline and the design of toric soft lens.

**Key words:** Toric Soft Contact Lens, Corneal Eccentricity, Corneal Type, Rotation Direction, Speed of Lens Rotation