



# The Effect of Corneal Astigmatism on the Change of Axial Rotation while Wearing Toric Soft Contact Lenses

Chang Kwon Cho<sup>1</sup>, Woo Hyun Seo<sup>1</sup>, So Ra Kim<sup>2</sup>, and Mijung Park<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Optometry, Seoul National University of Science and Technology, Student, Seoul 01811, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Optometry, Seoul National University of Science and Technology, Professor, Seoul 01811, Korea

(Received May 17, 2019; Revised June 5, 2019; Accepted June 10, 2019)

**Purpose:** In this study, the changing pattern of axial rotation was investigated when the gaze direction and wearing time changed after wearing toric soft contact lenses according to the wearers' corneal astigmatism. **Methods:** Toric soft contact lenses with double thin zone design were placed on 85 eyes having with-the-rule astigmatism. The changes in the axial direction and degree of rotation according to the gaze direction were respectively measured after 15 min and 6 h of wearing the lens. We further analyzed the difference of the axial rotation according to corneal astigmatism. **Results:** On fixing the eyes on 9 gaze directions while wearing the toric soft lenses, the lenses were mostly rotated to the temporal direction, and the rotation to the temporal direction was greater with the wearing time. A higher change in the degree of rotation was observed in the low corneal astigmatism group when analyzing the rotational change based on 5° rotation according to the wearers' corneal astigmatism in the primary gaze direction. However, the change in the degree of rotation in the middle and high astigmatism group was rarely observed. **Conclusions:** From these results, it was found that the rotational pattern of the toric soft lenses varied by the lens wearers' corneal astigmatism. Furthermore, the degree and direction of rotation were different according to the wearing time in each gaze direction. Therefore, it is suggested that the precise fitting guideline for toric soft lenses should be applied for the low astigmatism group having a large degree of lens rotation.

**Key words:** Toric soft contact lens, Corneal astigmatism, Double thin zone design, Rotational direction, Degree of rotation

## 서 론

다양한 기능 및 재질을 가진 소프트콘택트렌즈(이하 소프트렌즈)가 개발됨에 따라 소프트렌즈의 활용이 확장되어 난시나 노안 교정을 위해 콘택트렌즈를 사용하는 비율이 증가하고 있다. 난시 교정용 토릭 소프트콘택트렌즈(이하 토릭 소프트렌즈)의 경우는 콘택트렌즈를 처방받는 3명 중에서 1명이 적어도 한 쌍의 렌즈 중 한쪽은 토릭 소프트렌즈를 처방받는 것으로 나타나 토릭 소프트렌즈의 사용이 점점 보편화되어 가고 있음을 알 수 있다.<sup>[1]</sup>

토릭 소프트렌즈는 착용자의 난시를 교정하기 위해 두 주경선의 굴절력이 다르게 설계되어 있으며 착용 시에 렌즈의 움직임이 유발되는 순목이나 주시 방향의 변화에 의해서도 두 주경선의 축 방향이 그대로 유지될 수 있어야 한다. 토릭 소프트렌즈가 만족스럽게 안정화되지 않고 의도한 방향에서 멀어질 때 상당한 정도의 원주 오차가 유

발될 수 있으므로<sup>[2]</sup> 토릭 소프트렌즈의 축 안정성은 선명하고 안정적인 시력의 제공을 위해서 필수적이게 된다.<sup>[3]</sup> 따라서 토릭 소프트렌즈를 처방할 때 난시도, 난시축, 우세안, 착용자의 시각적 필요성 등과 같은 여러 요인들을 고려하여 각 환자들을 개별적으로 평가해야 한다.<sup>[4]</sup>

하지만 소프트렌즈는 착용 직후와 일정 시간 착용 후에 파라미터의 변화가 나타나게 된다. 박 등<sup>[5]</sup>의 연구에서는 침착된 단백질량이 증가할수록 소프트렌즈의 전체직경 및 곡률반경이 감소하였다고 밝혀 콘택트렌즈 착용으로 인해 발생하는 단백질 부착이 콘택트렌즈 자체의 파라미터에 영향을 미쳤음을 알 수 있다. 또한, 한국소비자원에서 발표한 보고서에 따르면 매일착용 소프트렌즈의 한 종류인 컬러 소프트렌즈를 6시간 이상 장시간 착용하는 경우 안구 건조증, 각막염 등 렌즈 부작용의 발생 빈도가 상대적으로 높다고 언급한 바 있다.<sup>[6]</sup> 이 등<sup>[7]</sup>은 토릭 소프트렌즈를 착용기간보다 더 긴 시간 동안 초과 착용하였을 때

\*Corresponding author: Mijung Park, TEL: +82-2-970-6228, E-mail: [mjpark@seoultech.ac.kr](mailto:mjpark@seoultech.ac.kr)

본 논문의 일부내용은 2015년도 한국안광학회 하계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

축 회전량과 시력 변화가 나타났다고 보고한 바 있어 착용으로 인해 구면 소프트렌즈뿐만 아니라 토릭 소프트렌즈의 물성 변화가 나타나며 그로 인하여 콘택트렌즈 착용으로 인해 착용자의 생리적인 요소나 자-타각적인 변화가 나타날 수 있음을 알 수 있다.

토릭 소프트렌즈를 착용한 직후의 축 회전 양상이 축 안정화 디자인에 따라서 차이가 있으며 각막 난시나 각막 이심률과 같은 요인에 의해서 달라짐이 보고된 바 있다.<sup>[8,9]</sup> 그러나 토릭 소프트렌즈를 착용한 시간이 경과됨에 따라 유발되는 축 회전의 변화에 영향을 미치는 각막형상 요인에 대한 연구는 충분하지 않다. 따라서 본 연구에서는 각막 난시에 따라 대상안을 나누고 토릭 소프트렌즈를 6시간 동안 착용하게 한 후에 정면 주시 시 혹은 주시 방향을 달리하였을 때 토릭 소프트렌즈의 축 회전 양상의 변화를 확인하여 토릭 소프트렌즈의 축 안정화에 영향을 미치는 요인들에 대해 알아보하고자 하였다.

**대상 및 방법**

**1. 대상**

본 연구에 동의하며 안질환 및 안과적 수술경험이 없고 소프트렌즈 착용경험이 있는 각막 난시도  $-0.75$  D 이상의 근시성 직난시안 20대(평균  $23.5 \pm 2.5$ 세) 성인 총 45명(남자 23명, 여자 22명)의 단안 혹은 양안 85안을 연구 대상으로 하였다. 각막 난시도에 따라  $-0.75 \leq D < -1.50$ ,  $D \geq -1.50$  두 개의 군으로 분류하였다.  $-0.75 \leq D < -1.50$  군은 45안(53%)으로 각막 난시도 평균값은  $-0.97 \pm 0.33$  D이었으며  $D \geq -1.50$  군은 40안(47%)으로 각막 난시도 평균값은  $-2.21 \pm 0.52$  D이었다(Table 1).

**2. 사용렌즈**

본 연구에서는 함유율 69%인 nelfilcon A 재질의 후면 토릭 소프트렌즈(Alcon사)를 사용하였다. 연구 대상 렌즈

Table 1. Classification of the participating subjects

Subjects (n=85)		
Age (years)	23.5±2.5	
Gender (male:female)	43:42	
Refractive Error (D)	Sph, $-3.75 \pm 1.84$ ; Cyl, $-1.61 \pm 0.82$	
Corneal Astigmatism (D)	$-1.53 \pm 0.77$	
Astigmatism Group (D)	$-0.75 \leq D < -1.50$	$D \geq -1.50$
Corneal Astigmatism Average (D)	$-0.97 \pm 0.33$	$-2.21 \pm 0.52$
No. of eyes	45	40

Table 2. The specifications of the toric soft contact lens used in the study

Manufacturer	CIVA Vision
Material	Nelfilcon A
Oxygen transmissibility (DK/t)	26
Water content (%)	69
Base curve (mm)	8.6
Diameter (mm)	14.2
Lens axis marking (s)	At 3 and 9 O'clock
Sphere powers (D)	0.00 to $-8.00$
Cylinder powers (D)	$-0.75$ , $-1.50$
Cylinder axis (°)	180
Center thickness at $-3.00$ D (mm)	0.10
Design	Back surface toric, double thin zone
Wearing cycle	Daily disposable

의 축 안정화 디자인은 상하부의 두께가 얇고 중심부의 두께가 두꺼운 이중췌기형 디자인이었다(Table 2).

**3. 굴절이상 및 각막 난시도 측정**

굴절이상도 및 각막 난시도 측정은 자동안굴절력계 (Autorefractor keratometer, REKTO ORK II, Dongyang optics, Korea)를 사용하여 3회 반복 측정 후 평균값을 각각 취하였고, 측정된 굴절이상 값으로 제조사에서 제시하는 도수 환산표에 따라 처방하였다. 각막 전면의 정확한 곡률반경을 구하기 위해 각막지형도 검사기(Corneal Topographer CT-1000, Shin-nippon, Japan)를 사용하였다.

**4. 회전량 및 회전방향 측정**

실험대상자들에게 토릭 소프트렌즈를 6시간동안 착용하게 하였으며, 렌즈의 움직임이 충분히 안정화된 착용 15분 후와 6시간 후의 토릭 소프트렌즈의 회전방향 및 회전량을 세극등 현미경(Slit lamp US/SL 7F, Topcon, Japan)으로 측정하였다.<sup>[8]</sup> 주시 시간은 위쪽(12시)에서부터 시계 방향으로  $45^\circ$  간격으로 8가지로 변화를 주었으며 정면주시를 포함하여 총 9개 주시 방향에서의 토릭 소프트렌즈의 회전방향과 회전량을 측정하였다. 각각의 주시 방향 변화 시 정면을 주시하게 하여 5번의 순목 후에 회전량과 회전방향을 측정하였다. 각 주시 방향 별 주시점은 정면 중심점으로부터 6 mm 떨어진 거리에 위치하였다. 회전량과 회전방향 측정은 렌즈자체에 표기된 축 마킹(3-9시)을 사용하였다. 기록된 사진과 영상은 Photoshop Software (Adobe photoshop 7.01, Adobe Systems Incorporated, United States)

을 이용하여 회전양과 회전방향을 분석하였다.

5. 통계처리

SPSS 23을 이용하여 상관관계를 분석하였고 유의확률은 p값이 0.05이하일 경우를 유의한 상관관계가 있는 것으로 판단하였다. 대응표본 t-test를 통해 렌즈 착용 15분 후와 6시간 후의 2개의 각막 난시도 그룹 내에서 주시 시간에 따른 토릭 소프트렌즈 회전량의 유의성을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 정면주시에서의 회전방향 및 회전량

정면주시 상태에서 착용 직후 회전량이 5° 미만인 경우

와 5° 이상인 경우로 나누어 착용 시간 경과에 따른 토릭 소프트렌즈 회전방향 및 회전량 변화를 알아보았다.

회전량이 5° 미만인 저난시군(-0.75 ≤ D < -1.50)의 회전양상을 평가하였을 때 착용 직후에는 귀 쪽으로 회전이 8안(44%), 코 쪽으로 회전은 10안(56%)이었고, 착용 6시간 후에는 각각 11안(61%), 7안(39%)이었다. 중·고난시군(D ≥ -1.50)에서는 착용 직후 평가에서는 각각 12안(52%), 11안(48%)이었고, 착용 6시간 후에는 각각 18안(78%), 5안(22%)이었다(Fig. 1a). 저난시군에서의 평균 축 회전량은 착용 직후 평가에서 0.2° 귀 쪽, 착용 6시간 후에는 2.4° 귀 쪽이었으며, 중·고난시군에서는 각각 0.3° 귀 쪽, 3.2° 귀 쪽이었다. 착용 직후와 착용 6시간 후 모두 저난시군과 중·고난시군에서 귀 쪽으로 회전하는 경우가 더 많

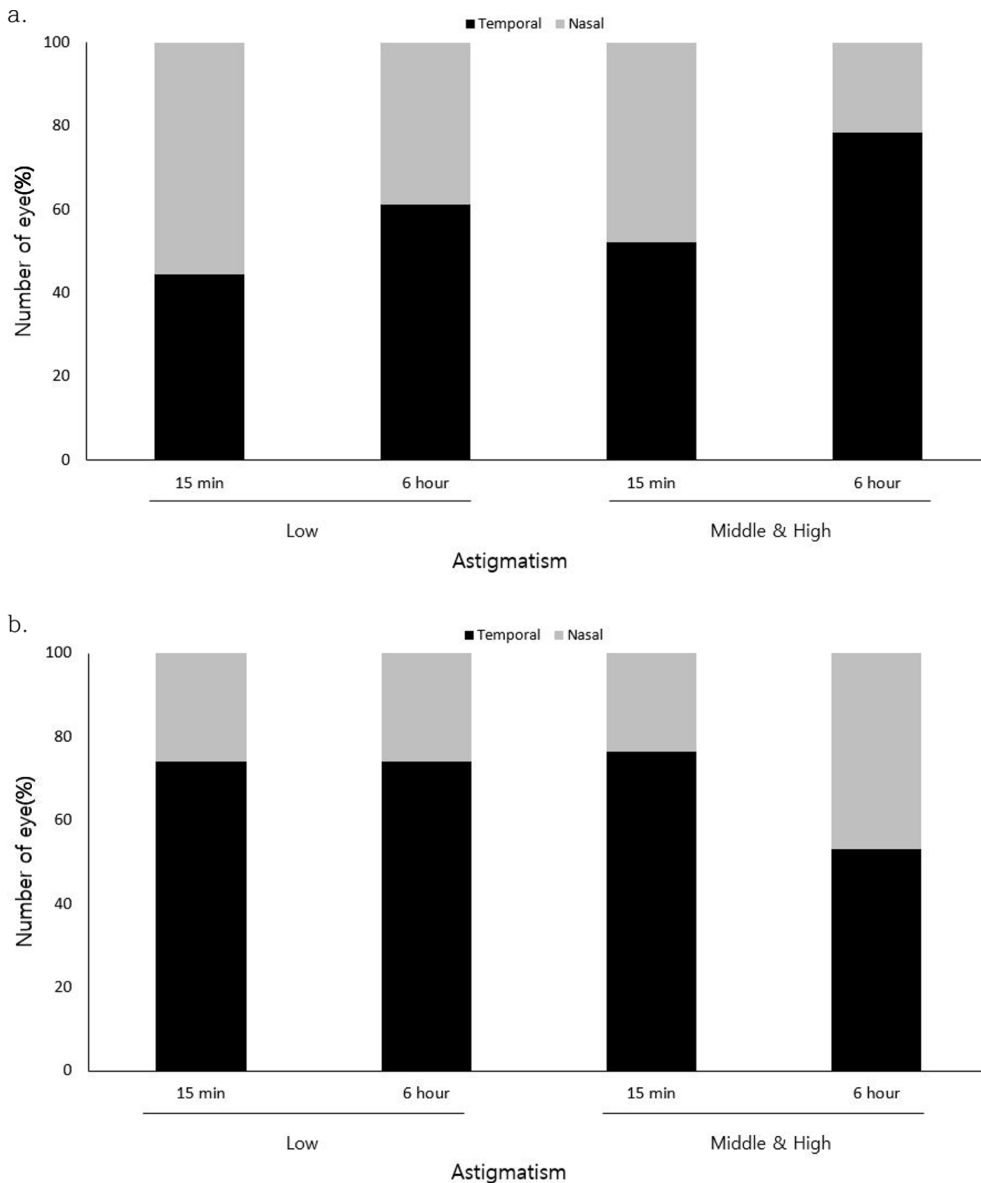


Fig. 1. Number of eyes according to the toric lens wearing time in the different corneal astigmatism group. a. Rotation < 5° in the frontal gaze. b. Rotation ≥ 5° in the frontal gaze.

았으며, 중·고난시군에서 회전량이 착용 직후에 비해 통계적으로 유의하게 증가하였다(Fig. 2a).

회전량이 5° 이상인 저난시군에서는 착용 직후에 귀 쪽으로의 회전이 20안(74%), 코 쪽으로 회전은 7안(26%)이었고, 착용 6시간 후에는 각각 20안(74%), 7안(26%)이었다. 중·고난시군에서는 착용 직후 평가에서 각각 13안(76%), 4안(24%)이었고, 착용 6시간 후에서 각각 9안(53%), 8안(47%)이었다(Fig. 1b). 저난시군의 평균 회전량은 착용 직후에 5.4° 귀 쪽, 착용 6시간 후에 5.5° 귀 쪽으

로 회전하였고, 중·고난시군은 각각 8.3° 귀 쪽, 3.1° 귀 쪽으로 회전하여 저난시군에서는 회전량의 차이가 나타나지 않은 반면, 중·고난시군에서는 회전량이 감소하였다(Fig. 2b). 착용 시점간의 회전량 변화는 두 난시군에서 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 회전량이 5° 미만인 군에서는 착용 직후와 착용 6시간 후의 회전량이 개인에 따라서 최소 0.2°에서 최대 19.2°까지 차이가 있었지만, 5° 이상인 군에서는 최소 0.5°에서 최대 103.4°까지 차이가 나타나 착용 직후 5° 이상의 회전량을 보이는 경우

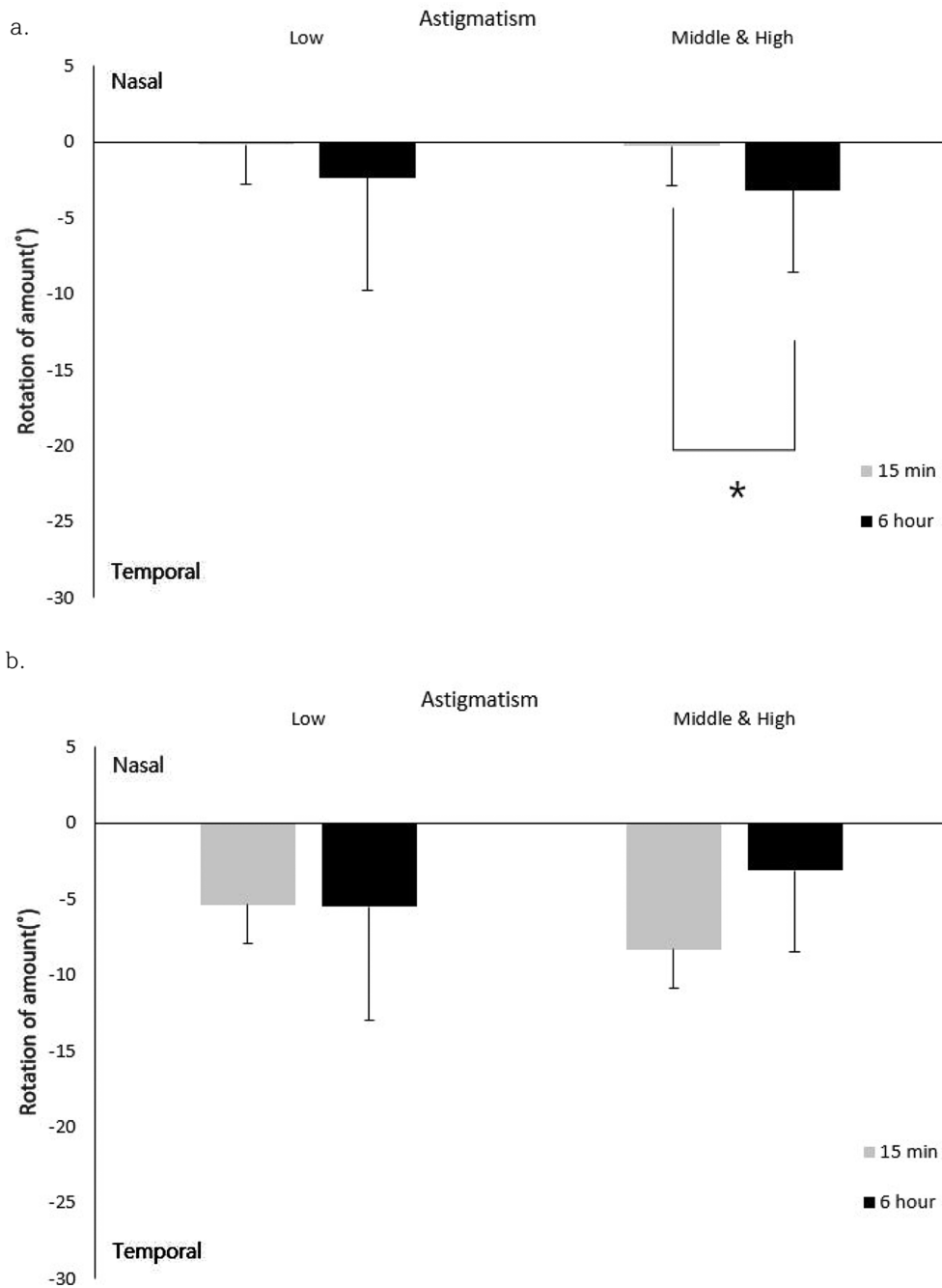


Fig. 2. Changes in the degree and direction of rotation according to the toric lens wearing time in the different corneal astigmatism group. a. Rotation < 5° in the frontal gaze. b. Rotation ≥ 5° in the frontal gaze.

는 개인에 따라서 착용 시간이 경과됨에 따라 100° 이상의 차이를 보이는 경우가 발생하는 것으로 나타났다.

**2. 정면주시 시 회전량에 따른 주시 시간별 회전방향 및 회전량**

토릭 소프트렌즈를 처방할 때의 축 회전량 평가 시점인 착용 직후를 기준으로 축 회전이 5° 미만인 경우와 이상인 경우로 나누어 착용 시간 경과에 따른 토릭 소프트렌즈의 회전 양상 변화를 비교하여 보았다.

정면주시 시 5° 미만으로 회전하는 저난시군의 경우에는 토릭 소프트렌즈를 착용한 직후에는 모든 주시 방향에서 귀 쪽으로 회전되었으며 주시 방향에 따라 회전되는

정도의 차이가 있었지만 어느 방향을 주시하든지 5° 미만이었다. 정면주시 시 5° 미만으로 회전하는 저난시군이 토릭 소프트렌즈를 6시간 동안 착용한 후에는 많은 경우에 귀 쪽으로 회전이 되었으나 위, 위-귀, 귀 방향 주시 시에는 귀 쪽으로 회전하여 착용 직후와 회전방향에서 차이가 있었으며, 회전량도 귀, 아래-귀, 코, 위-코 방향 주시 시에 5° 이상으로 회전되어 착용 직후와 차이가 있었다. 착용 직후와 착용 6시간 후의 회전량 차이가 가장 큰 방향은 귀 방향으로 6.6° 변화였으며 통계적으로 유의한 차이였다 (Fig. 3a).

정면주시 시 5° 미만으로 회전하는 중·고난시군에서는 착용 직후와 착용 6시간 후 모두 많은 주시 방향에서 귀 쪽으로 회전이 되었으나 위, 귀-귀, 귀 방향 주시 시에는 귀 쪽으로 회전되어 저난시군과 차이가 있었다. 또한, 착용 직후에도 4개의 주시 방향에서 5° 이상 회전하여 저난시군에 비해 회전량이 많음을 알 수 있었으며, 착용 6시간 후에는 코-위 방향 주시 시에만 5° 이상의 축 회전이 나타났다. 중·고난시군에서는 착용 직후와 착용 6시간 후의 회전량 차이가 모든 주시 방향에서 통계적으로 유의하지 않았다(Fig. 3b).

정면주시 시 5° 이상으로 회전하는 저난시군의 경우에는 토릭 소프트렌즈를 착용한 직후에는 어느 방향으로 주시하든지 귀 쪽으로 회전되어 정면주시 시 5° 미만 군과 차이가 없었으며 6시간 착용 후에는 귀-위 방향으로 주시할 때에만 귀 쪽으로 회전하여 5° 미만 군과 차이가 있었다. 착용 직후의 회전량은 귀-아래, 코, 코-위, 귀-위 방향을 주시하였을 때 5° 이상 회전하여 정면주시 시 5° 미만 군에 비해서 회전량이 커졌으며, 착용 6시간 후에는 위 방향을 주시할 때를 제외하고는 모든 방향에서 5° 이상 회전하였고 귀, 귀-아래, 아래, 코-아래, 코, 코-위 방향 주시 시에는 10° 이상으로 축이 회전되어 대부분의 주시 방향에서 큰 축 회전이 나타났다. 착용 직후와 착용 6시간 후의 회전량 차이가 가장 큰 주시 방향은 귀-위 방향으로 13.7°의 변화가 나타났으며, 코-위, 코, 귀-아래 및 귀 방향에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다(Fig. 4a).

정면주시 시 5° 이상으로 회전하는 중·고난시군의 경우에는 토릭 소프트렌즈를 착용한 직후에 많은 주시 방향에서 귀 쪽으로 회전이 되었으나 위, 귀-위, 귀 방향 주시 시에는 귀 쪽으로 회전되었다는 점에서 저난시군과 차이가 있었으며, 6시간 착용 후에는 저난시군과 동일하게 위-귀 방향 주시 시에만 귀 쪽으로 회전하였다. 착용 직후의 회전량은 귀-아래, 아래, 코-아래, 코, 코-위 방향 주시 시에 5° 이상 회전되었으며, 특히 코 및 코-위 방향 주시 시에는 10° 이상 회전하였다. 착용 6시간 후에는 귀-아래, 아래, 코, 코-위 방향 주시 시에 5.0° 이상 회전하였으나 10°

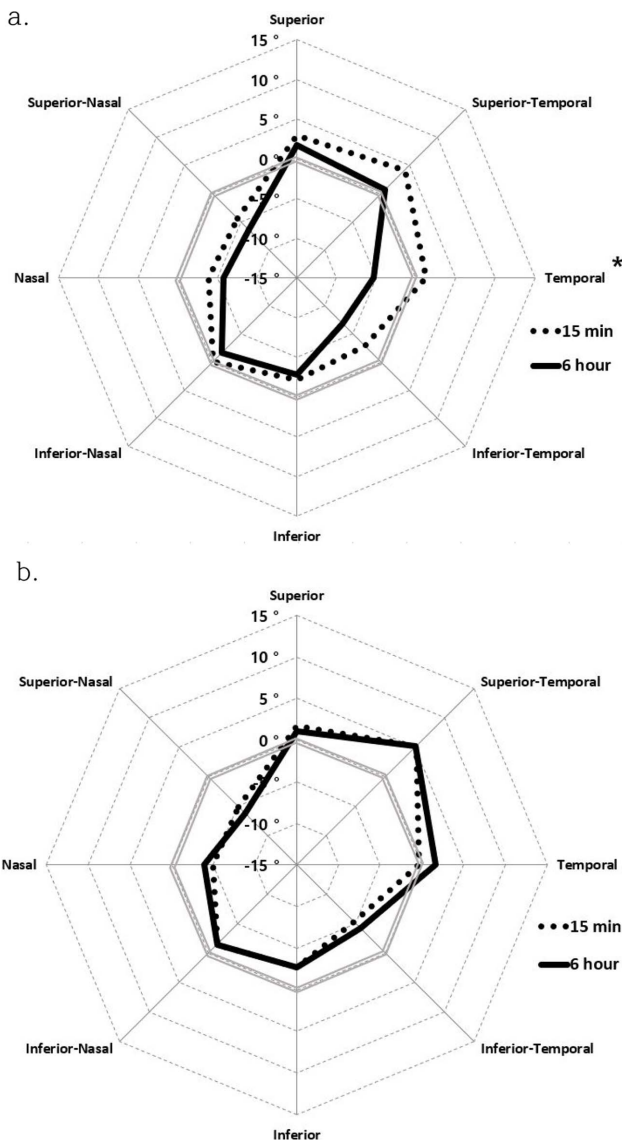


Fig. 3. Changes in the degree of rotation according to the wearing time by gaze direction in the corneal astigmatism group with rotation < 5° in the frontal gaze. a. Low astigmatism group (-0.75 ≤ D < -1.50). b. Middle and high astigmatism group (D ≥ -1.50).

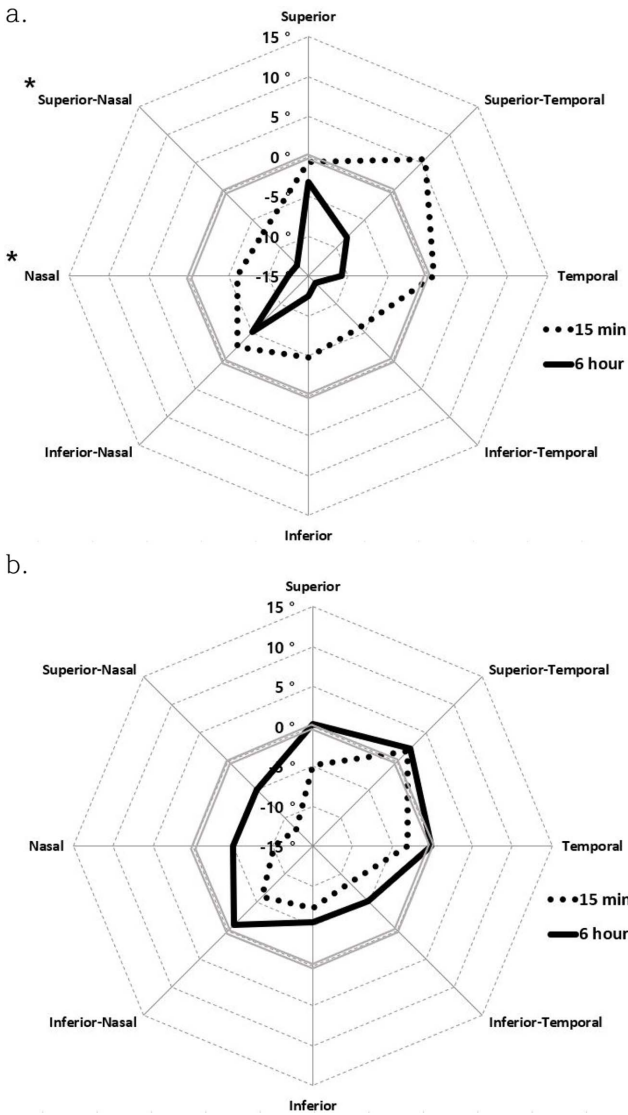


Fig. 4. Changes in the degree of rotation according to the wearing time by gaze direction in the corneal astigmatism group with rotation  $\geq 5^\circ$  in the frontal gaze. a. Low astigmatism group ( $-0.75 \leq D < -1.50$ ). b. Middle and high astigmatism group ( $D \geq -1.50$ ).

미만의 회전량을 보여 저난시군과 달리 착용 직후의 회전량이 더 컸다. 착용 직후와 착용 6시간 후의 회전량 차이는 위-코 방향에서  $7.0^\circ$ 로 가장 큰 회전량 변화를 보였으나 통계적으로는 차이가 없었다(Fig. 4b).

ASD(Accelerated Stabilized Design) 디자인과 프리즘 밸러스트(Prism ballast) 디자인의 토릭 소프트렌즈로 연구를 수행한 한 박 등<sup>[8]</sup>과 Ames 등<sup>[10]</sup>의 선행연구에서 정면주시 시 회전방향이 코 쪽보다 귀 쪽이 더 많은 것으로 나타났다. 하지만 본 연구에서는 이들 선행연구에서 수행되지 않았던 실험대상인들의 착용 시간과 각막 난시에 따른 변화 양상을 평가하였으며 그 결과 난시도 및 착용 시간에 따라서 축 회전방향이 달라짐을 밝혔다. 즉, 토릭 소프트렌

즈의 축 틀어짐을 평가할 때 일반적으로 허용 가능한 축 회전량이  $5^\circ$  미만인 경우를 분석하였을 때 착용 직후에는 토릭 소프트렌즈의 축이 코 쪽으로 회전하는 대상안과 귀 쪽으로 회전하는 대상안 숫자의 차이가 크지 않았으며, 착용 시간이 경과한 후에는 귀 쪽으로 회전하는 비율이 훨씬 높았고, 귀 쪽으로 회전하는 비율은 중·고난시군에서 더 높아서 축 회전방향이 난시도 및 착용 시간에 따라 달라질 수 있음을 알 수 있었다. 반면에 정면 주시에서  $5^\circ$  이상의 축 틀어짐이 나타난 경우에는 저난시군과 중·고난시군에서 모두 귀 쪽으로 회전하는 비율이 월등하게 높았다.

또한, 본 연구에서 사용한 토릭 소프트렌즈의 축 안정화 디자인은 이중췌기형으로 선행연구의 대상이었던 토릭 소프트렌즈와 축 안정화 디자인의 차이에 의해서도 축 회전 방향의 차이가 나타났을 가능성도 있다. Edrington<sup>[11]</sup>의 연구에 따르면 이중췌기형 디자인을 착용하였을 때 낮은 굴절력의 근시와 난시일 경우에는 중심부가 얇게 제작되어 축 안정화가 불안정한 경향이 있다고 보고하였고, Gundel<sup>[12]</sup>은 이중췌기형 디자인의 도난시 렌즈일수록 두꺼운 경선이 상안검과 평행을 이루면서 회전을 줄일 수 있다고 하였다. 이렇게 토릭 소프트렌즈 자체의 두께의 차이에 의해서도 축 안정성이 영향을 받을 뿐만 아니라 각막의 형태와 관련하여 토릭 소프트렌즈의 안정성에 대한 영향이 달라졌을 가능성도 크다. 각막의 형태는 각막 지형도로 분류된 원형, 타원형, 나비형과 같은 몇 가지 각막 형상으로 분류할 수 있을 뿐만 아니라 각막 이심율로도 분류될 수 있으며, 이러한 각막 형상 및 각막 이심율의 차이에 의해 토릭 소프트렌즈의 축 회전이 달라질 수 있음이 보고된 바 있다.<sup>[9,13]</sup> 본 연구로부터 각막 난시의 정도 역시 토릭 소프트렌즈의 축 안정화를 달라질 수 있게 하는 요인으로 작용할 수 있음을 알 수 있었다.

본 연구에서 주시 시간에 따른 토릭 소프트렌즈의 축 회전량을 측정된 결과, 정면주시 시  $5^\circ$  미만으로 회전이 된 정상 피팅군이 토릭 소프트렌즈를 착용한 직후에는 저난시군의 경우 어느 방향을 주시하든  $5^\circ$  미만의 회전량을 보여 주시 시간에 따른 시력 변화가 크지 않을 것으로 예상하나 중·고난시군은 정면주시 시  $5^\circ$  미만의 회전량을 보인 착용 직후에도 주시 방향에 따라서  $5^\circ$  이상 차이나는 경우가 발생하는 것으로 나타나 주시 방향에 따라 시력 변화가 크게 나타날 수 있음을 알 수 있었다. 하지만 착용 6시간 후에는 저난시군의 회전량이 착용 직후보다 증가하여 착용 시간 경과에 따라서  $5^\circ$  이상 차이나는 경우가 발생하는 것으로 나타나 착용 초기에는 시력 이상을 느끼지 못하더라도 착용 시간이 경과됨에 따라 시력 변화를 느끼게 될 것으로 보인다. 중·고난시군에서는 착용 직후와 비교하여 회전량의 변화가 크지 않아 비록 착용 6시간이 경



과된 후에도 시력의 변화가 크지 않을 것으로 보인다.

토릭 소프트렌즈를 처방하기 위한 축 회전 평가 시에 5° 이상의 회전량을 보인 경우에도 그 렌즈의 착용을 지속하였을 때 나타날 수 있는 시력의 변화 정도가 저난시군과 중·고난시군 모두 착용 직후와 착용 6시간 후에 주시 방향에 따라서 10° 이상까지 났다. 특히 저난시군은 착용 직후 5.4°로 정면주시 시의 축 회전이 5°를 크게 벗어나는 범위가 아니었음에도 주시 방향에 따라서 크게 차이가 났으며 중·고난시군은 착용 직후 8.3°로 정면주시 시의 축 회전이 상대적으로 많았으나 착용 시간이 경과되었을 때 축 회전이 10°를 벗어나는 경우가 저난시군보다 작아서 시력적인 면에서는 저난시군보다 중·고난시군이 문제가 더 적은 것으로 나타났다. 위와 아래의 얇은 디자인과 4개의 활성존을 통해 렌즈의 축을 교정하는 디자인의 토릭 소프트렌즈를 귀 쪽과 코 쪽으로 각각 45°씩 회전시켰을 때 각막 난시도가 높은 군에서 렌즈의 회전복귀속도가 가장 빨랐다는 박 등<sup>[8]</sup>의 연구에서와 마찬가지로 난시도가 높은 군에서의 축 회전이 안정적인임을 알 수 있는 결과라 볼 수 있다.

McIlraith 등<sup>[14]</sup>은 프리즘 벨러스트 오토얼라인(Auto align) 디자인의 토릭 소프트렌즈를 대상으로 한 연구에서 귀-위 방향을 주시하였을 때 회전이 가장 컸으며 10° 가량 되었다. 본 연구에서는 난시도와 착용 시간에 따라서 주시 방향에 차이가 있었으며 대체적으로 코 방향보다는 귀 방향을 주시하였을 때와 위아래 수직 방향보다는 사선 방향으로 주시하였을 때 회전량이 더 크게 나타났다. 이러한 결과가 나타난 이유는 내회선 혹은 외회선 시 큰 안구 회전량이나 상안검의 마찰이 관여했을 가능성이 있다고 보인다. 덧붙여 안검의 각도 및 크기 혹은 안검장력이 축 회전에 영향을 미칠 수 있는 변수가 될 수 있다고 보고한 Young 등<sup>[15]</sup>의 연구와 같이 외회선 운동이 큰 사선 방향을 주시함으로써 안검의 각도 및 장력이 달라져 렌즈의 회전량이 변하는 것이라 생각된다.

ASD 방식의 안정화 디자인 렌즈의 피팅 가이드라인에 따르면 정면주시 시 축 회전량의 수용 범위가 5°라고 언급되어 있다.<sup>[16]</sup> 반면 본 연구에 사용된 이중췌기형 디자인의 토릭 소프트렌즈는 축 회전량의 수용 범위가 제시되어 있지 않았으나, 회전량이 적으면 적을수록 시력에 유리한 것은 사실이다. 본 연구에서는 각막 난시, 착용 시간 및 주시 방향에 따라서 축의 틀어짐에 따라 시력의 변화가 초래할 수 있음을 밝혔다. 그러나 토릭 소프트렌즈의 회전에 두께 또한 영향을 미치므로 착용자의 근시도와 난시도가 회전에 영향을 미쳤을 것으로 보인다. 따라서 추후 근시도 및 난시도에 따른 토릭 소프트렌즈의 회전 변화 및 각막난시도와 상관계수에 대해 충분한 수의 피검자를 대상으로 연구할 필요가 있다. 보다 안정적인 토릭 소프트

렌즈 처방을 위해서 다양한 축 안정화 디자인 기술이 개발되고 있으며, 처방에 대한 전문성도 개선되어 토릭 소프트렌즈가 난시 교정을 위해 효과적으로 사용되고 있지만 보다 나은 시력 보정을 위해서 각막 난시와 같이 축 회전에 영향을 미칠 수 있는 요인들에 대해 지속적인 연구가 필요하리라 생각된다.

## 결 론

본 연구에서는 이중췌기형 축 안정화 디자인을 가진 토릭 소프트렌즈를 대상으로 하여 착용 시간 경과와 주시하는 방향에 따라 발생할 수 있는 축 회전방향 및 회전량의 변화에 대해 알아보고 각막 난시도가 토릭 소프트렌즈의 축 회전에 어떠한 영향을 미치는지 분석하여 안정적인 토릭 소프트렌즈 처방 및 피팅에 영향을 주는 요인들에 대해 알아보았다.

본 연구를 통해 난시도 및 착용 시간에 따라서 축 회전방향과 회전량이 달라짐을 확인하였다. 착용 시간이 경과될 경우에 귀 쪽으로 축 회전이 이루어지는 경우가 많아졌다. 회전량 역시 난시도와 착용 시간에 따라서 차이가 있었으며 착용 직후 정면주시 시 축 회전이 5° 미만인지 이상인지에 따라서도 차이가 있었다. 즉, 토릭 소프트렌즈를 처방하기 위한 축 회전 평가 시에 5° 미만으로 회전이 된 정상 피팅군에서는 토릭 소프트렌즈 착용 직후에는 중·고난시군에서만, 착용 6시간 후에는 저난시군 및 중·고난시군 모두에서 주시 방향에 따른 시력 변화가 나타났다. 토릭 소프트렌즈를 처방하기 위한 축 회전 평가 시에 5° 이상의 회전량을 보인 경우에도 저난시군과 중·고난시군 모두 착용 직후와 착용 6시간 후에 주시 방향에 따라서 축 회전량이 10° 이상까지 차이가 났으며, 시력적인 면에서는 저난시군보다 중·고난시군이 문제가 더 적은 것으로 나타났다.

이상에서 토릭 소프트렌즈를 피팅 평가할 때의 축 회전방향 및 회전량이 일정 시간동안 착용한 후에 달라지며 주시 방향에 따라서 시력에 문제를 유발시킬 수 있을 정도의 축 회전이 유발되므로 이러한 영향에 각막 난시도가 중요한 역할을 함을 밝혔다. 따라서 각막 난시에 따라서 적절한 피팅 상태의 유지 및 초기 피팅 시의 정확한 축 평가 및 적절한 렌즈의 선택이 필요하다고 보인다.

## REFERENCES

- [1] Contact Lens Spectrum. International contact lens prescribing in 2018, 2019. <https://www.clspectrum.com/issues/2019/january-2019/international-contact-lens-prescribing-in-2018> (1 January 2019).
- [2] Lindsay RG, Bruce AS, Brennan NA, Pianta MJ. Deter-

- mining axis misalignment and power errors of toric soft lenses. *Int Contact Lens Clin.* 1997;24(3):101-107.
- [3] Young G, McIlraith R, Hunt C. Clinical evaluation of factors affecting soft toric lens orientation. *Optom Vis Sci.* 2009;86(11):E1259-E1266.
- [4] Efron N. *Contact lens practice*, 3rd Ed. Edinburgh: Elsevier, 2018;95-102.
- [5] Park M, Cho GT, Shin SH, Lee HS, Kim DS. The diameter and base curve changes of soft contact lens by protein deposition. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2005;10(3):165-171.
- [6] Lee DH. Color contact lens safety survey report, 2016. [http://www.kca.go.kr/brd/m\\_46/view.do?seq=2029&itm\\_seq\\_1=3](http://www.kca.go.kr/brd/m_46/view.do?seq=2029&itm_seq_1=3)(3 November 2016).
- [7] Lee SE, Kim IY, Han SB, Kim SI, Kim SR, Park M. Changes in axis destabilization, subjective discomfort, and visual acuity induced by overuse of daily disposable toric soft contact lenses in dry eyes. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2018;23(4):379-388.
- [8] Park HM, Kim SR, Park M. A correlation between axis-rotation and corneal astigmatism in toric soft contact lens fitting. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2014;19(2):189-198.
- [9] Park HM, Park KH, Kim SR, Park M. A correlation between axis-rotation and corneal eccentricity in toric soft contact lens fitting in with-the-rule astigmatism. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2014;19(3):305-313.
- [10] Ames KS, Erickson P, Medici L. Factors influencing hydrogel toric lens rotation. *Int Contact Lens Clin.* 1989;16(7-8):221-225.
- [11] Edrington TB. A literature review: The impact of rotational stabilization methods on toric soft contact lens performance. *Contact Lens Anterior Eye.* 2011;34(3):104-110.
- [12] Gundel R. Effect of cylinder axis on rotation for a double thin zone design toric hydrogel. *Int Contact Lens Clin.* 1989;16(5):141-145.
- [13] Kim SR, Hahn SW, Song JS, Park M. The effects of corneal eccentricity and shape on toric soft lens rotation by change of postures. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2013;18(4):449-456.
- [14] McIlraith R, Young G, Hunt C. Toric lens orientation and visual acuity in non-standard conditions. *Cont Lens Anterior Eye.* 2010;33(1):23-26.
- [15] Young G, Hunt C, Covey M. Clinical evaluation of factors influencing toric soft contact lens fit. *Optom Vis Sci.* 2002;79(1):11-19.
- [16] Sulley A, Young G, Lorenz KO, Hunt C. Clinical evaluation of fitting toric soft contact lenses to current non-users. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2013;33(2):94-103.

## 각막 난시가 토릭소프트콘택트렌즈 착용으로 인한 축 회전 변화에 미치는 영향

조창권<sup>1</sup>, 서우현<sup>1</sup>, 김소라<sup>2</sup>, 박미정<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>서울과학기술대학교 안경광학과, 학생, 서울 01811

<sup>2</sup>서울과학기술대학교 안경광학과, 교수, 서울 01811

투고일(2019년 5월 17일), 수정일(2019년 6월 5일), 게재확정일(2019년 6월 10일)

**목적:** 본 연구에서는 착용자의 각막 난시도에 따라 토릭 소프트콘택트렌즈 (이하 토릭 소프트렌즈) 착용 중에 주시 방향이나 착용 시간이 변하였을 때 축 회전의 변화 양상을 알아보고자 하였다. **방법:** 이중췌기형 축안정화 디자인을 가진 토릭 소프트렌즈를 85안의 직난시안에 착용시키고 착용 15분과 6시간 후의 주시 방향에 따른 축 회전 방향과 회전량 변화를 측정하고 각막 난시도에 따라 차이가 있는지 관찰하였다. **결과:** 토릭 소프트렌즈를 착용하고 9가지 방향을 주시하였을 때 대부분 귀 쪽으로 회전하였으며, 착용 시간이 경과할수록 귀 쪽으로의 회전량이 증가하였다. 정면주시 시 렌즈 회전량을 5° 기준으로 하여 각막 난시도에 따라 분석한 결과 저난시군에서는 큰 변화가 나타났으나, 중·고난시군에서의 변화량이 작았다. **결론:** 본 연구 결과 렌즈 착용자의 각막 난시도에 따라 토릭 소프트렌즈의 축 회전 양상이 달라질 뿐만 아니라 착용 시간에 따라 주시 방향 별로 상이한 회전량과 회전방향을 보임을 알 수 있었다. 이에 렌즈 회전량이 크게 나타났던 저난시도 군을 위하여 토릭 소프트렌즈의 명확한 피팅 가이드라인이 제시되어야 한다고 제안한다.

**주제어:** 토릭 소프트콘택트렌즈, 각막 난시도, 이중췌기형 디자인, 회전방향, 회전량