

각막난시와 자세 변화에 의한 토릭소프트렌즈의 축 회전

김소라¹, 김현선¹, 정가원¹, 박형민¹, 박상희², 박미정^{1,*}

¹서울과학기술대학교 안경광학과, 139-743

²가야대학교 안경광학과, 621-748

투고일(2013년 11월 2일), 수정일(2013년 12월 9일), 게재확정일(2013년 12월 14일)

목적: 렌즈 착용자의 자세변화 시 토릭소프트렌즈의 축 회전을 알아보고 각막난시와의 상관관계에 대해 알아보았다. **방법:** 직난시를 가진 20대 42안을 대상으로 정자세와 누운 자세에서의 토릭소프트렌즈의 회전 정도와 회전 방향, 회전 속도를 측정하여 각막 난시량에 따라 차이가 있는지를 비교 분석하였다. **결과:** 정자세와 누운 자세에서 각각의 축 회전 정도는 처방도수에 따라 유의한 차이가 없었으나, 자세의 변화에 따른 회전 각도는 유의한 차이가 있었다. 정자세에서의 회전은 20안은 코쪽, 22안은 귀쪽으로 회전하였다. 누운 자세에서는 거의 모든 대상안에서 누운 방향으로 회전 되었으며 -0.75 D를 착용한 초기에는 회전 속도가 빨랐던 것에 비해 -1.25 D를 착용할 때는 상대적으로 회전속도가 일정하였다. 누운 자세에서의 회전 각도는 각막 난시량에 따라 유의한 차이를 보였고, 회전 속도 또한 시간의 흐름에 의해서는 유의한 차이를 보인 반면 각막 난시량에 따라서는 유의한 차이를 보이지 않았다. **결론:** 토릭소프트렌즈의 축 회전 정도는 자세 변화에 따라 다르게 나타나며, 각막 난시량이 큰 경우 그 정도가 더 크므로 렌즈디자인 개발 시 이에 대해 고려해야 할 것으로 보인다.

주제어: 토릭소프트렌즈, 전체난시, 각막난시, 축 회전 각도, 회전 속도

서 론

2012년 보고에 따르면 전 세계 콘택트렌즈 착용자 중 90%가 소프트렌즈를 착용하고 있으며, 전체 소프트렌즈 착용자 중 25%는 토릭소프트렌즈를 착용하고 있다.^[1] 그러나 미국과 유럽시장에서는 2010년 소프트렌즈 착용비용 중 토릭소프트렌즈의 비율이 40%를 초과하였고, 이는 이전 연구의 결과에 비해 크게 증가하였다.^[2] 우리나라의 경우 미국이나 유럽에 비해 낮은 토릭소프트렌즈의 착용률을 보이거나 2010년 전체 소프트렌즈 착용자 중 토릭소프트렌즈 착용자의 비율은 12%에서 2012년은 16%로 나타나 증가추세에 있다.^[1,2]

토릭소프트렌즈는 1975년에 개발되어 1980년대 초부터 상업적인 발전이 시작되었으나, 불안정한 시력, 착용감, 재현성의 저하로 널리 사용되지 못하였다. 실패요인으로 토릭소프트렌즈의 축의 회전과 회전 안정성의 지속의 부족이 주요한 요인이었다. 성공적인 토릭소프트렌즈 착용을 위해서는 편안함, 선명하고 안정된 시야, 각막생리와 렌즈 사이의 상호작용이 필요하다.^[3] Holden의 연구에 따르면 소프트렌즈 착용자 중 45%가 0.75 D 이상의 굴절

난시를 가지고 있고, 35%가 1.00 D 이상의 난시 굴절 이상을 가지고 있다. 그러나 실제 굴절난시 처방 비율은 전체 인구에서 필요로 하는 비율보다 낮게 나타났다.^[4]

일반적으로 난시안은 단순 근시안이나 단순 원시안과는 달리 각막이나 수정체의 곡률이 고르지 않아 안구의 양주경선 굴절력이 다르기에 두 초점사이에서 상이 형성된다.^[5,6] 양주경선에 따른 난시안의 전초선과 후초선의 중간사이에 최소착락원이 형성되는데, 이 크기에 의해 시력에 영향을 받고, 크기가 클수록 시력이 좋지 않게 된다. 따라서 난시 굴절 이상 교정에서 난시의 교정은 매우 중요하다. 난시를 저교정 하거나 미교정하는 경우 최소 착락원을 망막에 위치시키기 위해 조절이 유발되고 이에 따른 안정피로 증상이 발생한다.^[7] 따라서, 쾌적한 시생활을 위하여 정확한 난시교정이 필요하다.

토릭소프트렌즈의 안정화의 두가지 목표는 렌즈의 실린더축을 정확한 난시축에 위치시키는 것과 순목시에 렌즈의 움직임을 최소화하는 것이다. 만약 처방된 토릭소프트렌즈의 정확한 실린더 축이 지속적으로 어긋나거나 어긋난 축이 일정한 위치에서 발생한다면, 처방된 실린더 축을 조정해주어야 착용자의 시야가 최상의 상태로 안정화 될

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

※본 논문의 일부내용은 2013년도 한국안광학회 동계학술대회에서 포스터로 발표되었음.

것이다.^[3] 그러나 현재의 시생활은 다양한 매체의 이용률이 증가하면서 편한 자세에서의 미디어 기기를 사용하는 시간이 늘어나게 되었다. 따라서 토릭소프트렌즈를 착용한 사람의 경우는 피팅시 정면주시상태에서 회전축을 결정한 것과는 다른 시환경에 처하게 된다.

이에 본 연구에서는 토릭소프트렌즈를 착용하고 일상생활을 함에 있어서 자세 변화의 다양성을 고려하여, 자세에 따라 주시 시선의 변화가 일어남에 의한 토릭소프트렌즈의 실린더 축 변화를 관찰하였다. 또한 이러한 축 변화가 각막 난시량에 따라 차이가 있는지를 비교하여 실생활에서의 토릭소프트렌즈 처방 및 사용에 도움이 되고자 하였다.

대상 및 방법

1. 실험대상

본 연구의 목적을 이해하고 취지에 동의한 안질환이 없고 시력 교정 수술을 하지 않은 근시의 20대 42안을 대상으로 실험을 실시하였다. 전체 대상자의 평균 연령은 23.7±1.4세이고, 남녀비율은 1:1이었다. 대상자들은 구면도수 -0.75 D에서 -8.25 D의 근시를 가지고 있었고, -0.75 D에서 -1.50 D 사이의 직난시(전체난시)를 가지고 있다. 각막난시의 범위는 -0.75 D에서 -2.50 D 사이였으며, 평균 각막난시 도수는 -1.37±0.38 D이었다. 전체난시 -0.75 D와 -1.00 D그룹과 전체난시 -1.25 D와 -1.50 D그룹으로 분류하였다. 전체난시 -0.75 D와 -1.00 D그룹의 평균 구면도수는 -3.86±1.36 D이었고, 난시 축의 평균은 178±6.3°였으며, 평균 각막난시는 -1.20±0.34 D이었다. 전체난시 -1.25 D와 -1.50 D그룹의 평균 구면도수는 -3.75±1.79 D, 난시 축의 평균은 185±5.9°였으며, 평균 각막난시는 -1.50±0.26 D이었다(Table 1).

2. 콘택트렌즈

본 연구에 사용된 렌즈는 Johnson & Johnson Care, Inc사의 ACUVUE® 1-DAY ACUVUE MOIST® 난시용을 사용하였다. 이 렌즈는 안정화를 위해 4개의 활성존을 통해 축이 교정되는 ASD™(accelerated stabilized design) 기술로 설계, 제작되었다.^[8] 렌즈의 베이스 커브는 8.5 mm, 구

Table 2. The parameters of toric soft contact lens

Spherical Power (D)	Plano
Cylindrical power (D)	-0.75, -1.25
Axis (°)	180
Material	etafilcon A
Water content (%)	59±2
Base curve (mm)	8.5
Diameter (mm)	14.5
Center thickness (mm)	0.09 (-3.00 D)
Oxygen permeability (Dk)	28.0×10 ⁻¹¹ (cm ² /sec) (ml O ₂ /ml × mmHg)

면도수는 plano, 난시도수는 -0.75 D, -1.25 D이며, 난시축은 180°이었다(Table 2).

3. 렌즈 피팅상태 평가

대상자에게 문진을 통해 콘택트렌즈 착용에 대한 어려움이 없는지 확인하고, 조합형 굴절 각막곡률계(REKTO ORK II, 동양광학, Korea)를 이용해 대상자의 굴절력을 측정하였다. 측정된 굴절력을 바탕으로 전체난시에 따라 렌즈를 처방하였다.

대상자들 중 전체난시가 -0.75 D와 -1.00 D의 사람은 토릭소프트렌즈 제조사의 권장기준대로 난시 도수 -0.75 D 렌즈를 착용시켰고, 전체난시 -1.25 D와 -1.50 D의 사람은 난시 도수가 -1.25 D인 렌즈를 착용시켰다. 렌즈를 착용시키고 15분간의 안정화 시간을 거친 뒤 세극등으로 정 자세에서의 렌즈 축 상태를 15±1 cm 떨어진 카메라(D200, Nikon, Japan)로 3회 촬영하였다(Fig. 1A). 정 자세를 측정된 뒤 대상자를 지면과 수직방향으로 렌즈 착용한 눈 쪽이 아래를 향하도록 옆으로 눕혔다. 눕힌 순간부터 10분 동안 안구 앞 정면 15±1 cm에 위치시킨 비디오 카메라(H264, SANYO, Japan)로 기록하여 토릭소프트렌즈의 축의 변화를 측정하였다(Fig. 1B).^[9]

4. 렌즈 회전 방향 및 각도 측정

렌즈를 착용한 대상자의 순목은 자유의지로 하게 하였

Table 1. Spherical refractive error and corneal astigmatism of the subject

	Subject		-0.75 D Contact lens wearer		-1.25 D Contact lens wearer	
	Mean±SD	Range	Mean±SD	Range	Mean±SD	Range
Spherical power (D)	-3.91±1.83	-0.75 ~ -8.25	-3.86±1.36	-0.75 ~ -6.75	-3.75±1.79	-1.00 ~ -8.25
Corneal astigmatism (D)	-1.37±0.38	-0.75 ~ -2.50	-1.20±0.34	-0.75 ~ -2.50	-1.50±0.26	-1.00 ~ -2.25
Corneal axis (°)	180±8.0	167~18	178±6.3	171 ~ 18	175±5.9	167 ~ 12

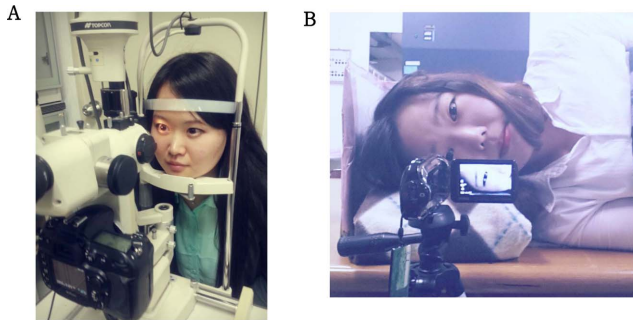


Fig. 1. The evaluation of axis rotation of toric soft lens in straight posture and lying posture. A. straight posture, B. lying posture

다. 정자세와 누운 자세 모두 촬영시에는 전방을 주시하게 하였다. 렌즈의 회전 방향 측정은 우안과 좌안에 착용한 렌즈의 축의 하단 부분이 정자세에서 수직을 기준으로 각각의 코 방향으로 회전한 것을 -값으로 측정하였고, 각각의 귀 방향으로 회전한 것을 +값으로 측정하였다. 누운 자세에서도 정자세의 기준값에서 코 방향으로 회전하면 -값으로 하였고, 귀 방향으로 회전한 것을 +값으로 하였다.

토릭소프트렌즈의 축의 이동한 각도는 포토샵의 각도 측정 도구를 이용하여 측정하였다. 3회 측정한 정자세의 사진의 각도를 측정하여 평균값을 구했고, 표준편차 값을 구하였다.

5. 통계 처리 방법

실험 결과 값은 SPSS 12.0 KO for Windows 프로그램을 이용하여 t-test와 one-way ANOVA test로 통계처리 하였으며, 모든 분석에서 신뢰도 95% 기준으로 p-value가 0.05 이하일 때 통계적으로 유의하다고 판단하였다.^[10-12]

결과 및 고찰

1. 처방 도수에 따른 비교

토릭소프트렌즈를 착용시키고 안정화시간을 거친 후 정자세에서의 렌즈의 축 위치를 측정하였다. 제조사의 피팅 가이드라인을 준수하여 토릭소프트렌즈 착용시 정자세에서 축 정렬이 ±5°이상을 벗어나는 착용자는 적절하지 못한 처방이므로 실험에서 제외하였다. 축의 위치가 기준에서 ±5°이내의 착용자만 선별하였기에 각 그룹의 정자세에서의 축의 회전정도는 t-test 분석 결과 유의한 차이가 없었다(p=0.676). -0.75 D렌즈 착용자의 정자세에서의 평균 회전 각도는 2.50±1.29°이었으며, -1.25 D 렌즈 착용자는 2.55±1.34°이었다(Fig. 2).

누운 자세에서의 회전 각도는 -0.75 D 렌즈 착용자의 평균 회전 각도는 9.30±6.32°이며, -1.25 D 렌즈 착용자는

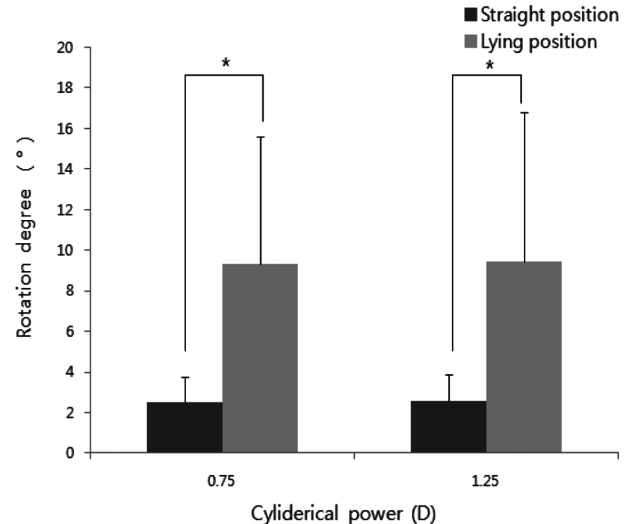


Fig. 2. The variation of rotation angle in straight posture and lying posture (*, p<0.05).

9.42±7.35°로, 두 처방 도수에서의 누운 직후 회전 각도는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다(p=0.782). 정자세에서 회전 각도와 누운 자세에서의 회전 각도는 t-test 통계처리시 유의한 차이가 있었다(-0.75 D 렌즈 착용자 p=0.000, -1.25 D 렌즈 착용자 p=0.000). 즉, 자세 변화가 일어날 때 마다 렌즈의 축 회전 각도의 차이가 발생한다는 것을 알 수 있었다. 또한, 10분 경과 후 -0.75 D 렌즈 착용자의 축 회전량의 평균은 15.26±13.06°이며, -1.25 D 렌즈 착용자의 축 회전량의 평균은 17.7±10.06°로 누워있는 시간이 증가함에 따라 회전축의 틀어짐이 더 커짐을 알 수 있었다.

본 연구에서 사용한 토릭소프트렌즈는 제조사에서 회전 각도를 5° 이내로 낮추도록 권장하고 있다. 본 연구결과에서 정자세 일 때는 이러한 5° 이내 기준을 만족하였으나, 누운 직후에는 회전각도가 9° 이상이 되었으며, 10분 경과 후에는 15° 이상의 회전이 일어나서 시력에 문제가 일어날 것으로 예상된다.

렌즈 착용시 토릭소프트렌즈의 축의 방향이 코와 귀 어느 방향으로 회전하는지 알아보았다. -0.75 D 렌즈 착용안은 정자세일 때 토릭소프트렌즈의 축 회전 방향이 귀 방향으로 45%, 코 방향으로 55%이었고(Fig. 3A), -1.25 D 렌즈 착용안은 귀 방향으로 60%, 코 방향으로 40%이었다(Fig. 3B).

Harris 등^[13]의 연구에 의하면 원주 굴절력을 네 군으로 나누어 축의 회전 방향을 관찰했을 때 네군 모두 코 방향 보다는 귀 방향으로 회전하는 경향을 보였다고 보고하였으나, 또 다른 연구에서는 토릭소프트렌즈의 축 회전은 대부분 코쪽 방향으로 회전된다고^[14] 보고된 바 있다. 또한, 코, 귀 양 방향으로 다양한 회전이 일어난다는 연구결과들

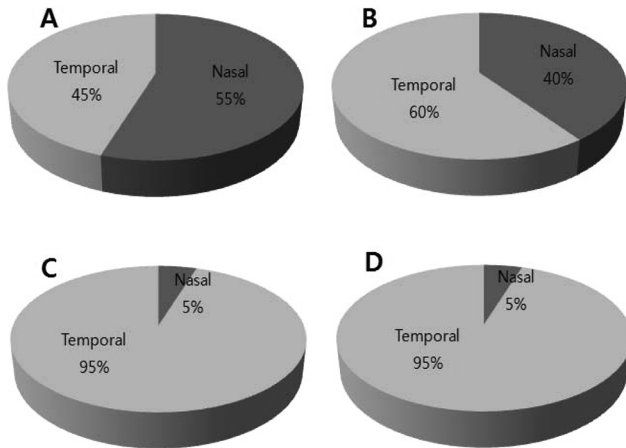


Fig. 3. The direction of lens rotation during toric soft lens wear. A. -0.75 D toric lens wearer in straight posture, B. -1.25 D toric lens wearer in straight posture, C. -0.75 D toric lens wearer in lying posture, D. -1.25 D toric lens wearer in lying posture

도 보고된 바 있다.^[15-16] 이렇게 연구에 따라 회전방향이 달리 나타나는 것은 연구에 사용한 렌즈 디자인이 각기 달라 디자인의 차이에 의해서도 유발될 수 있으며, 실험 대상안의 각막 형태와 지형도 등에 따라서도 영향을 받을 수 있어 나타난 결과로 사료된다. 본 연구에서도 -0.75 D의 렌즈를 착용한 대상안은 코 방향이, -1.25 D 렌즈를 착용한 대상안은 귀 방향으로 회전되는 경우가 다소 많았으나, 차이가 크지 않았으며 이러한 차이가 도수에 의한 차이인지, 대상안의 각막 형상과 관련된 차이인지에 대해서는 좀 더 연구가 필요하리라 생각된다.

누운 직후의 토릭렌즈의 축이 귀 방향(누운 방향)인 -0.75 D 렌즈 착용안은 95%, 코 방향으로는 5%였고(Fig. 3C), -1.25 D 렌즈 착용안 중 회전 방향이 귀 방향인 경우는 95%, 코 방향은 5% 였다(Fig. 3D). 이러한 결과는 귀방향이 지면에 닿는 부분이기 때문에 나타난 결과로 보인다. 즉, 귀 방향이 바닥에 닿아있기 때문에 중력의 영향에 의해서 귀 방향으로 회전한 것이며 5%에 해당하는 토릭소프트렌즈 착용안은 중력에 대한 영향에도 불구하고 코 방향으로 회전하는 것으로 나타났다.

-0.75 D 렌즈 착용안과 -1.25 D 렌즈 착용안의 시간에 따른 토릭소프트렌즈 회전 속도를 비교해보았다(Fig. 4). -0.75 D 렌즈 착용안은 렌즈 착용 초기 시간대에서 급격한 속도 변화를 보이는 것에 비해, -1.25 D 렌즈 착용안은 상대적으로 일정한 회전 속도를 가지는 것을 확인할 수 있었다. 또한 -0.75 D 렌즈 착용안에 비해 -1.25 D 렌즈 착용안은 낮은 회전 속도를 나타내어 자세변화에 대해 -1.25 D 렌즈착용자가 좀 더 안정적임을 알 수 있었다. 누운 자세일 때는 중력에 의해 렌즈 회전이 영향을 받게 된

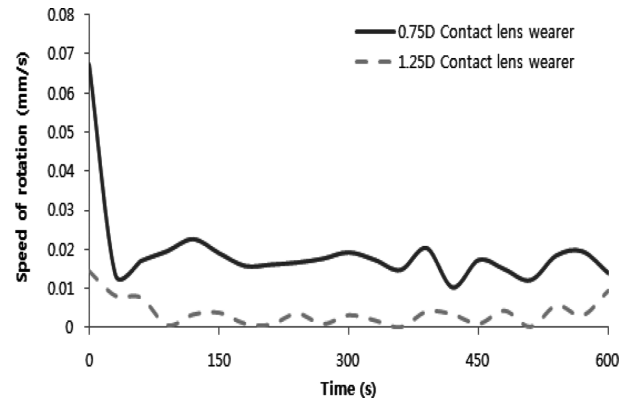


Fig. 4. The speed of lens rotation according to time.

다는 전제하에서는 렌즈 무게는 회전 속도에 영향을 주므로, 동일한 각막에 -0.75 D와 -1.25 D 렌즈를 착용하게 되면 -1.25 D 렌즈의 회전 속도 변화가 클 것으로 예측할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 -1.25 D 렌즈 착용자의 회전 속도가 좀 더 안정적으로 나타났는데 이러한 결과는 본 연구에서는 처방도수를 기준으로 회전속도를 측정하여 실제 착용 도수에서의 회전 속도를 알아보았기 때문에 생각된다. 즉, -0.75 D가 처방이 된 각막의 난시도가 -1.25 D로 처방이 된 각막의 난시도보다 더 큰 것과 같이 렌즈 무게 뿐만아니라 회전 속도에 영향을 미치는 각막 난시와 같은 다른 해부생리학적인 요인들이 관여되어 나타난 결과로 사료된다.

2. 각막 난시에 따른 비교

각막난시에 따라 토릭소프트렌즈의 회전 각도에 차이가 있는 지를 알아보았다. -0.75 D 렌즈 착용안은 각막난시 $-0.75 \sim -1.00$ D군과 -1.25 D 이상 군으로 나누었고, -1.25 D 렌즈 착용안은 각막난시 $-1.00 \sim -1.25$ D군과 -1.50 D 이상 군으로 나누어 이들을 각각 비교하여 보았다.

누운 자세에서 10분 동안의 렌즈의 회전 각도 변화를 측정한 결과, 누운자세로 있는 시간이 증가할수록 회전 각도가 증가하였으며, 각막난시량에 따라서 회전 각도의 변화에 차이가 있었다. 즉, -0.75 D 렌즈 착용안은 각막난시 $-0.75 \sim -1.00$ D군과 -1.25 D 이상 군 간에 통계적으로 유의한 회전 각도 차이가 있었다(Fig. 5A, $p=0.015$). -1.25 D 렌즈 착용안 역시 각막난시 $-1.00 \sim -1.25$ D군과 -1.50 D 이상 군에서 유의한 차이가 있었다(Fig. 5B, $p=0.000$).

각 측정시간 간의 변화 폭을 분석하여 봤을 때 각막난시가 $-0.75 \sim -1.00$ D이면서 -0.75 D 렌즈를 착용한 경우 측정 시간별 변화폭이 컸으며($r=0.417$), 각막난시가 -1.25 D 이상인 착용안의 경우보다 변화폭이 컸다($r=0.631$, Fig. 5A). -1.25 D 렌즈 착용안의 경우에는 -0.75 D 렌즈 착용안에 비해 시간 별 회전 각도가 안정적으로 증가하여 각

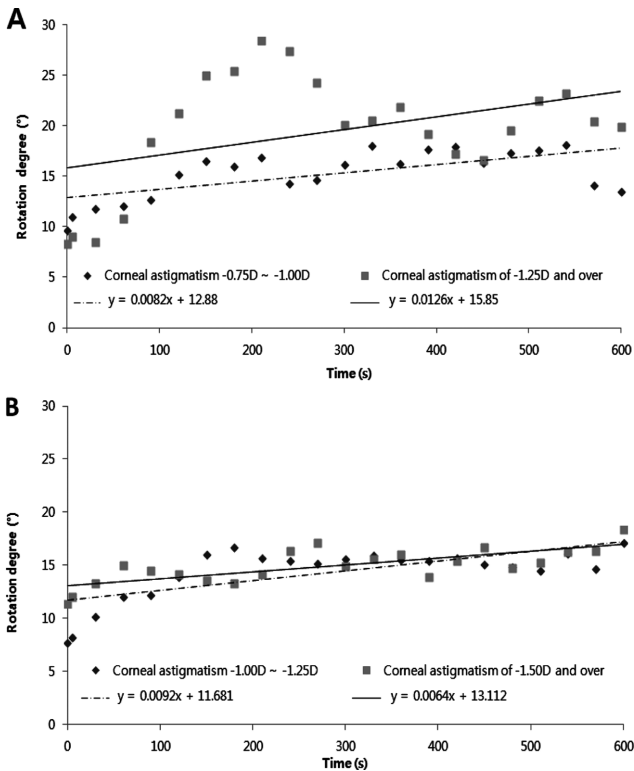


Fig. 5. The angle of lens rotation according to the amount of corneal astigmatism. A: -0.75 D toric lens wearer, B: -1.25 D toric lens wearer

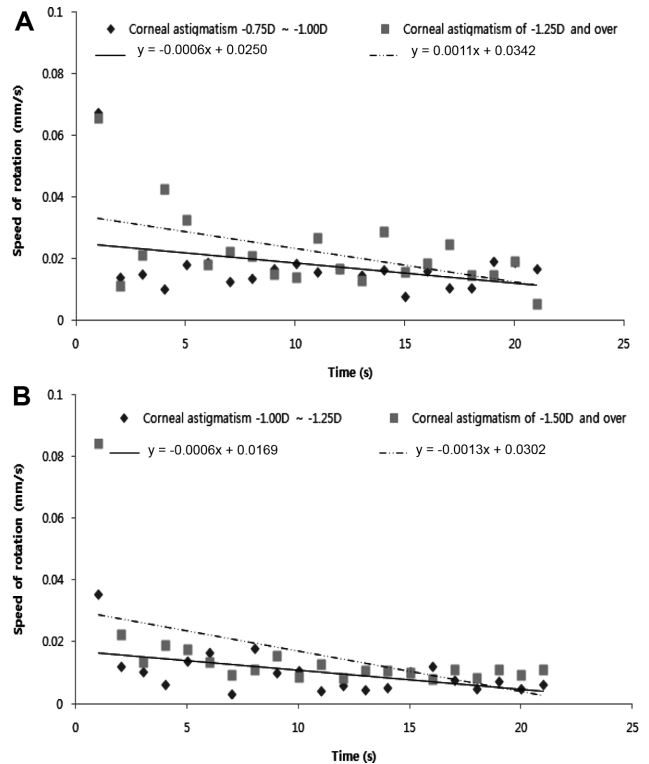


Fig. 6. The speed of lens rotation according to the amount of corneal astigmatism. A: -0.75 D toric lens wearer, B: -1.25 D toric lens wearer

막난시 -1.00 ~ -1.25 D군의 시간에 따른 회전 각도의 상관계수(r)는 0.684 였으며 각막난시 -1.50 D 이상 군은 0.739이었다(Fig. 5B).

각막난시에 따라 토릭소프트 렌즈의 회전 속도에 차이가 있는 지를 알아보았다. -0.75 D 렌즈 착용안은 각 난시군 모두 누운 자세로 있는 시간이 증가함에 따라 회전 속도가 유의하게 감소하였으나(각막난시 -0.75 ~ -1.00 D 군 $p=0.000$, -1.25 D 이상 군 $p=0.000$), 두 난시군 간에는 유의한 차이가 나타나지 않았다(Fig. 6A, $p=0.074$). -1.25 D 렌즈 착용안은 각 난시군 모두 누운 자세로 있는 시간이 증가할수록 축의 회전 속도에 유의한 차이가 있었으며(각막난시 -1.00 ~ -1.25 D군 $p=0.000$, -1.50 D 이상 군 $p=0.000$), 두 난시군 간에도 유의한 차이가 있어 각막난시가 큰 군에서 회전 속도의 변화가 더 컸다(Fig. 6B, $p=0.014$).

본 연구 결과로 자세 변화가 일어날 때 마다 렌즈의 축 회전 각도의 차이가 발생한다는 것을 알 수 있었다. 토릭소프트렌즈 안정화에 대한 연구에서 렌즈의 회전 범위가 10°이내인 경우까지는 안정화에 적합하여 수용가능하다.^[17] 고 보고된 바 있으나 본 연구에서 사용한 토릭소프트렌즈는 제조사에서 회전 각도를 5° 이내로 낮추도록 권장하고 있다. 본 연구결과에서 정자세 일 때 이러한 5° 이내 기준을 만족하도록 처방되었다 하더라도, 누운 직후에는 회전

각도가 9° 이상이 되었으며, 10분 경과 후에는 15° 이상의 회전이 일어나서 정자세가 아닌 상태로 시생활을 하였을 때 시력에 문제가 일어날 것으로 보인다. 실제로 난시안의 굴절 이상도를 토릭소프트렌즈로 완전교정한 상태에서 교정축을 5°, 10°, 15°회전하였을 때 완전교정시력과 비교하면, 시력감소가 나타나는 눈이 각각 56.1%, 84.2%, 93.8%로 보고된 바 있다. 또한, 토릭소프트렌즈 축이 이탈했을 때와 완전교정시력을 비교하면 5°에서는 0.94, 10°에서는 0.87, 15°에서는 0.79라고 보고되었다.^[18] 따라서, 본 연구 결과에서 자세 변화가 일어남에 따라 발생하는 축의 회전 각도는 안정화와 교정 시력에 대해 수용 가능한 범위를 벗어나게 되는 것을 확인할 수 있었다. -0.75 D 렌즈 착용자와 -1.25 D 렌즈 착용자 모두 수용 가능한 범위에 크게 벗어나는 회전 각도로써 난시 교정 토릭소프트렌즈 착용자들에게 있어서는 자세변화가 일어날 경우 교정시력이 수용범위를 벗어나게 됨은 불가피하다고 보여진다.

Quinn 등^[9]은 처방된 토릭렌즈의 원주 굴절력이 높을수록 렌즈의 축 회전률이 증가하므로 -1.25 D 이상의 난시안에서는 5° 이내에서 렌즈의 위치가 안정화되어야 한다고 보고하였다. 그러나 본 실험에서처럼 정자세가 아닌 누운 자세일 때 -0.75 D 렌즈 착용안은 누운 렌즈 착용 초기 시간대에서 급격한 속도 변화를 보이는 것에 비해,

원주 굴절력이 높은 -1.25 D 렌즈 착용안은 상대적으로 낮고 일정한 회전 속도를 가지는 것을 확인할 수 있었다. 누운 자세로 있는 시간이 증가됨에 따른 토릭소프트렌즈의 회전 각도를 비교하였을 때 -0.75 D 렌즈 착용자와 -1.25 D 렌즈 착용자 모두 각막 난시량과 축의 회전 각도에서 유의함을 발견할 수 있었다. -0.75 D 렌즈 착용자의 경우 자세변화 직후 축 회전량이 많아 착용자에게 불편감을 전달할 수 있을 가능성을 확인할 수 있었다.

누운 자세로 있는 시간이 증가할수록 -0.75 D 렌즈 착용안과 -1.25 D 렌즈 착용안 모두 렌즈의 움직임이 적어지며, 각막 난시량이 증가함에 따라 회전 각도의 틀어지는 정도가 큰 위치에서 고정되어감을 확인할 수 있었다. 자세변화가 지속될 경우 토릭소프트렌즈의 축 회전각도 각막 난시량이 높을수록 증가하여 착용자의 교정시력에 영향을 끼칠 것이다.

-0.75 D 렌즈 착용자가 누운 자세로 있는 시간이 증가함에 따라 축의 회전 속도는 유의하게 변하였으나, 각막 난시량과 회전 속도는 유의한 관계가 없었다. -1.25 D 렌즈 착용자는 시간이 증가함에 따라 축의 회전 속도에 유의한 차이가 있었고, 각막 난시량에 따라서도 유의한 차이가 있어 처방도수에 따라서도 토릭소프트렌즈의 회전이 달라질 수 있음을 알 수 있었다. 이는 토릭소프트렌즈 특성상 도수에 따라 부분별 두께가 달라지고 이로 인하여 렌즈의 각막에서의 움직임이 달라질 수 있기 때문으로 사료된다.

토릭소프트렌즈의 축의 회전이 발생하면 교정시력의 변화가 발생하는데,^[18] 이 때 유발된 잔여난시량이 0.5 D 이하면 수용가능한 것으로 알려져 있다.^[20] 그러나 축의 회전정도에 따라 교정시력이 변화할 때 각막 난시량이 클 경우 잔여 난시량의 값도 커지게 될 것이므로, 낮은 각막 난시량의 토릭소프트렌즈 착용자가 자세변화시보다 높은 각막 난시량을 가진 착용자의 교정시력에 큰 영향을 미치게 될 것으로 생각된다.

본 연구는 ASD 디자인의 토릭소프트렌즈를 대상으로 하여 자세와 각막난시에 의한 토릭소프트렌즈의 회전에 대해 연구를 진행하여 자세에 따라 토릭소프트렌즈의 회전각도 및 회전속력이 영향을 받게 되며 각막난시 역시 회전각도 및 회전속도에 영향을 미침을 밝혔다. 다른 디자인의 토릭소프트렌즈의 경우 다소 다른 결과가 초래될 가능성도 있으나 자세와 각막난시에 따라 유사한 결과가 초래될 수 있으므로 추후 다른 디자인을 대상으로 한 연구가 진행되어야 할 것으로 보인다.

결 론

본 논문은 자세 변화에 따른 토릭소프트 렌즈의 축 회

전 정도를 평가하고, 각막 난시량에 따른 차이를 비교하기 위해 실시하였다. 자세 변화에 따라 -0.75 D, -1.25 D 렌즈 착용자 모두 토릭소프트렌즈의 축 틀어짐이 일어났다. 자세 변화가 일어나는 즉시 축의 틀어짐이 나타났다는 본 연구 결과는 일상생활에서 항상 정자세를 유지하는 것이 아니기 때문에 렌즈 제조회사에서 토릭소프트렌즈의 제작 시 토릭렌즈의 축 안정화를 위해 이러한 점들을 고려해야 할 것으로 사료된다.

또한 본 연구를 통하여 -0.75 D 렌즈 착용자와 -1.25 D 렌즈 착용자 모두 각막 난시량이 증가할수록 축의 회전 정도가 증가하였음을 알 수 있었다. 따라서 제조사나 안경원에서 토릭소프트렌즈 디자인을 개발하거나 처방할 때 전체난시뿐만 아니라 각막난시 역시 고려하여 축의 회전이 적게 발생하는 디자인을 개발하거나 처방해야 할 것으로 보인다. 특히 안경원에서 토릭소프트렌즈를 처방할 때 각막난시량이 높은 환자에게는 토릭소프트렌즈 착용시 자세 변화에 따라 렌즈 교정축의 틀어짐과 회전이 발생하므로 시생활에 불편감을 느낄 수 있다는 충분한 지도가 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- [1] Tranoudis IG, Helland M, Efron N, Orihuela GC et al. International Contact Lens Prescribing in 2012: Our 2012 survey of more than 20,000 contact lens fits was undertaken in 36 markets. *Contact lens spectrum*. 2013;27(1): 31-38.
- [2] Morgan PB, Woods CA, Tranoudis IG, Helland M, Efron N, Grupcheva CN et al. International contact lens prescribing in 2010: We report on a prospective analysis of more than 24,000 contact lens fits from around the world during 2010. *Contact lens spectrum*. 2011;25(1):30-30.
- [3] 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.
- [4] Holden BA. The principles and practice of correcting astigmatism with soft contact lenses. *Aust J Optom*. 1975;58(8):279-299.
- [5] Tan J, Papas E, Carnt N, Jalbert I, Skotnitsky C, Shiobra M et al. Performance standards for toric soft contact lenses. *Optom Vis Sci*. 2007;84(5):422-428.
- [6] Karla Z, *The Ocular Examination: Measurements and Findings*, 1st ed. Philadelphia: WB Saunders company, 1997:52-53.
- [7] Brookman KE, Elliott DB. *Refractive Management of Ametropia*, 1st ed. Boston: Butterworth-Heinemann. 1996; 718-719.
- [8] 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):94-103.

- [9] Young G, McIlraith R, Hunt C. Clinical Evaluation of factors affecting soft toric lens orientation. *Optom Vis Sci.* 2009;86(11):1259-1266.
- [10] Hogben CA. A practical and simple equivalent for student's T test of statistical significance. *J Lab Clin Med.* 1964;64:815-819.
- [11] Huck SW, Mclean RA. Using a repeated measures ANOVA to analyze the data from a pretest-posttest design: a potentially confusing task. *Psychological Bulletin.* 1975;82(4):511-518
- [12] Driscoll WC. Robustness of the ANOVA and Tukey-kramer statistical tests. *Computer & Industrial Engineering.* 1996;31(1-2):265-268.
- [13] Harris MG, Decker MR, Funnell JW. Rotation of spherical nonprism and prismballast hydrogel contact lenses on toric corneas. *Am J Optom Physiol Opt.* 1977;54(3):149-152.
- [14] Hanks AJ, Weisbarth RE. Troubleshooting soft toric contact lenses. *Int Contact Lens Clin.* 1983;10:305-317.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] Tan J, Papas E, Carnt N, Jalbert I, Skotnitsky C, Shiobra M et al. Performance standards for toric soft contact lenses. *Optom Vis Sci.* 2007;84(5):422-428.
- [18] 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.
- [19] Quinn TG. Soft toric rotation: How much is too much? *Contact lens Spectrum.* 2009;24(3):48-49.
- [20] Szczotka L. New empirical suggestions for prescribing soft toric contact lenses. *Optom Manage.* 2002;37:99-103.

Axial Rotation of Toric Soft Lens by Corneal Astigmatism and Change of Posture

So Ra Kim¹, Hyun Sun Kim¹, Ga Won Jung¹, Hyung Min Park¹, Sang Hee Park², and Mijung Park^{1,*}

¹Dept. of Optometry, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 139-743, Korea

²Dept. of Ophthalmic Optics, Kaya University, Gyeongnam 621-748, Korea

(Received November 2, 2013; Revised December 9, 2013; Accepted December 14, 2013)

Purpose: The present study was conducted to investigate the axial rotations of toric soft lens during the change of lens wearer's posture, and the relationship between its rotation and corneal astigmatism. **Methods:** The amount, direction, and speed of toric soft contact lens rotation were measured for 42 eyes (aged 20s) with the rule astigmatism in the straight and lying postures, and it compared between their changes according to corneal astigmatism. **Results:** There was no significant difference in the axial rotation of lens for the astigmatism prescription between the straight and lying postures. However, the rotation angle was significantly different according to the posture of lens wearer. Rotating directions in straight posture were nasal direction for 20 eyes and temporal direction for 22 eyes. In lying posture, lenses of most wearers were rotated to a direction of lying posture, and the initial rotating speed was very fast in initial wearing for -0.75 D toric lenses, but consistency for -1.25 D toric lenses. The rotation angle in lying posture showed significantly different according to the amount of corneal astigmatism, the lens speed was also significantly different according to the wearing time but not the amount of corneal astigmatism. **Conclusions:** The axial rotation of toric soft lens was different by the lens wearer's posture and its amount was the greater with the higher degree of corneal astigmatism. Thus, these factors should be considered for the development of toric lens design.

Key words: Toric soft contact lens, Total astigmatism, Corneal astigmatism, Rotation angle, Rotation speed