ISSN(print) 1226-5012
J Korean Ophthalmic Opt Soc. 20(2):133-140, June 2015 http://dx.doi.org/10.14479/jkoos.2015.20.2.133

축 안정화 디자인이 상이한 토릭소프트콘택트렌즈의 회전 양상 차이

박소현, 김동연, 최주희, 변현영, 김소라, 박미정*
서울과학기술대학교 안경광학과, 서울 139-743
투고일(2015년 4월 27일), 수정일(2015년 5월 22일), 게재확정일(2015년 5월 23일)

목적: 본 연구에서는 축 안정화 디자인이 상이한 두 토릭소프트콘택트렌즈의 회전축과 회전량이 자세와 응시방향에 따라 달라지는 지를 알아보았다. **방법:** 20~30대 52안을 대상으로, Lo-Torque™ 디자인 및 ASD 디자인(accelerated stabilized design) 토릭소프트콘택트렌즈를 피팅한 후 정면을 포함한 5가지 응시방향과 누운 자세에서의 회전량을 측정하였다. **결과:** 정자세에서 정면 및 수직방향 응시 시 Lo-Torque™ 디자인 렌즈는 코쪽, ASD 디자인 렌즈는 귀쪽으로 회전하는 비율이 높은 것으로 나타났다. 수평방향 응시시에는 두 렌즈 모두 응시방향과 반대로 축회전이 일어났다. 위쪽을 응시할 때의 회전량이 가장 작았으며 코쪽을 응시할 때의 회전량이 가장 많았다. 5° 이내의 회전량을 보인 경우는 정면과 수직방향을 응시할 때의 Lo-Torque™ 디자인 렌즈에서 더 많았으며, 수평방향 응시 시에는 ASD 디자인 렌즈에서 더 많았다. 또한, 누운 직후에는 Lo-Torque™ 디자인 렌즈의 회전량이 더 적었으나 1분 후에는 ASD 디자인 렌즈의 회전량이 더 적었다. **결론:** 본 연구에서는 토릭소프트콘택트렌즈 착용 후 응시방향 및 자세에 의해 유발되는 축회전이 축 안정화 디자인에 따라 달라짐을 확인하였다.

주제어: 토릭소프트콘택트렌즈, 축 안정화 디자인, 회전방향, 회전량, 응시방향, 누운자세

서 론

난시용 소프트콘택트렌즈(이하 소프트렌즈)에 대한 개발 및 연구가 지난 십 년간 큰 진전을 이루어 렌즈 축 안정화 디자인의 개선이 이루어졌으며 이를 통해 시력교정에서의 문제점을 상당히 줄일 수 있게 되었다. 그러나, 현재 세계의 많은 국가에서 토릭소프트콘택트렌즈(이하 토릭소프트렌즈)의 처방은 모든 렌즈 착용자에서 실제 난시교정이 필요한 사람에 비해 임상적으로 중요한 난시(≥0.75 D)를 충분히 해결하지 못하고 있다. 즉, 전체 소프트렌즈 중 토릭소프트렌즈의 피팅은 2000년부터 2009년까지 22%에서 28%로 증가하였으나 평균적으로 세계 인구의 34.8%가 여전히 난시 1.00 D 이상이 있는 것으로 알려져 있어, 토릭소프트렌즈 사용이 확대될 수 있는 가능성이 남아있다.

토릭소프트렌즈는 일반 소프트렌즈보다 두께는 두꺼운데도 교정시력이 잘 나오지만 난시축이 회전할 경우 시력교정이 제대로 되지 않게 된다. 따라서 축의 안정화가 적절한 토릭소프트렌즈 피팅을 위한 가장 중요한 요인 중 하나로 작용한다. 현대사회에서 사람들은 하루 평균 권장 렌즈 착용 시간인 6-8시간 보다 더 많은 시간동안 렌즈를 착용하고 일상생활을 하며 특히 스마트폰이나 컴퓨터 같은 기기 사용시에는 정자세 외에도 엎드린 자세나 누운자세를 취하는 경우도 많다. 하지만 토릭소프트렌즈를 착용한 상태에서 정자세외의 자세를 오랫동안 취하게 되면 렌즈의 회전이 일어나면서 원주렌즈 교정축이 돌아갈 수 있어 시력저하가 유발될 수 있으므로,[4] 다양한 응시방향과 자세에 따라 토릭소프트렌즈의 회전량에 영향을 주는 요인으로 작용하는 지에 대한 연구가 필요하다.

토릭소프트렌즈의 디자인으로는 가장 기본적인 프리즘 발라스트 디자인과 이를 토대로 개발된 Lo-Torque™디자인, 페리발라스트(peri-ballst) 디자인, Double thin zone 디자인, ASD(Accelerated Stabilization Design) 디자인 등이 있으며 새로이 출시될 때 마다 안정화 디자인에 대한 임상평가도 함께 진행되고 있다.[5-7] 이 중 Lo-Torque™디자인의 기본 원리인 프리즘 발라스트 디자인은 수박씨 이론을 기반으로 하며 지난 30년간 렌즈 안정화를 위해 이용되어져 왔다. 렌즈가 잘못된 방향으로 회전할 때, 수박씨 원리가 최대화 되도록 설계되어 렌즈가 올바른 방향으로 적절하게 정렬될 수 있게 한다.[8] Double thin zone 디자인이나 ASD 디자인과 같은 dynamic stabilization 디자인은 순목의 원리를 이용하였으며, 대부분 렌즈 상하가 얇게 디

*Corresponding author: Mijung Park, TEL: +82-2-970-6228, E-mail: mjpark@seoultech.ac.kr
본 논문의 일부내용은 2014년도 한국안광학회 동계학술대회에서 포스터로 발표되었음

자인되어 있으며 4개의 활성존을 통해 렌즈의 축을 교정하게 된다.

정확한 시력교정을 통한 착용자의 만족도 향상을 위해 토릭소프트렌즈 회전이 중요하기 때문에 토릭소프트렌즈 회전에 영향을 미치는 요인들에 대한 연구가 많이 진행되고 있다.[9-12] 그러나 축 안정화 디자인이 새로이 개발되고 미세한 부분에서의 차이가 이루어지게 되어 과거의 연구결과가 현재 개발되어 나온 토릭소프트렌즈의 실체를 그대로 반영한다고 하기에는 무리가 있다. 이에 최근에도 각막형상과 회전과의 상관관계에 대한 연구들이 진행되고 있으며, 응시방향에 따른 회전방향의 차이에 대한 연구 등이 진행된 바 있으나 아직 진행되어야 할 연구들이 많은 실정이다.[13-14]

본 연구에서는 현재 사용되고 있는 각각 다른 축 안정화 디자인을 지닌 두 종류의 렌즈(Lo-Torque™ 디자인 렌즈, ASD 디자인 렌즈)를 동일인에게 착용시키고 정자세에서 응시방향(정면, 위, 아래, 코, 귀방향)에 따른 축의 회전 방향과 회전량의 차이 및 누운 자세에서의 회전방향과 회전량이 디자인에 따라 어떻게 달라지는 지를 알아보아 실생활에서 토릭소프트렌즈를 착용하였을 때에 발생할 수 있는 시력변화를 예측해보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 실험 대상

본 연구의 목적을 이해하고 취지에 동의한 안질환 및 안과적 수술경험이 없는 20~30대(평균 24.75±3.58세) 52안을 대상으로 하였다. 난시 축에 따라 회전 안정성에 차이가 나기 때문에 난시도에 따른 정확한 회전 안정성을 평가하기 위해서 직난시안 만을 대상으로 하였으며 전체난시는 –0.75 D ~ –1.75 D, 각막난시는 –0.75 D ~ –1.25 D 범위였다. 본 연구에서 사용한 토릭소프트렌즈들은 단일 베이스커브가 제공되고 있어 본 연구에서는 토릭소프트렌즈 착용 시의 각막덮음 정도와 순목 시 렌즈의 움직임, 푸쉬업 테스트를 통한 렌즈의 피팅상태를 평가하여 렌즈의 움직임에 이상이 없는 경우만을 실험대상으로 하였다. 각막난시도가 –0.75 D인 군은 25안, –1.00 D인 군은 15안, –1.25 D인 군은 12안이었다.

2. 실험 렌즈

본 연구에 사용된 프리즘 발라스트 디자인을 기본으로 한 Lo-Torque™ 디자인 렌즈는 바슈롬사의 소프렌 데일리 난시용 렌즈로 hilafilcon B 재질의 후면토릭 소프트렌즈이며, ASD 디자인 렌즈는 아큐브사의 원데이 모이스트 난시용 렌즈로 ASD™기술로 렌즈의 위와 아래의 얇은 디자인과 4개의 활성존을 통해 렌즈의 축을 교정하는 디자인이며, 후면토릭소프트렌즈였다. Lo-Torque™ 디자인 렌즈의 베이스커브는 8.6 mm, 함수율 59%, 전체직경 14.2 mm이었다. ASD 디자인 렌즈의 베이스커브는 8.5 mm, 함수율 59%, 전체직경 14.5 mm으로 etafilcon A 재질이며, 원주도수값은 측정된 전체 난시값을 바탕으로 제조사에 제시한 피팅 가이드라인에 따라 –0.75 D, –1.00 D, –1.25 D로 나누어 처방하였다(Table 1).

3. 회전 움직임 측정

토릭소프트렌즈의 처방을 위한 전체난시 및 각막난시 측정은 자동굴절력계(Autorefractometer, CHAROPS MRK-2000, Huvitz Company, Korea)를 사용하여 3회 반복 측정한 후 평균값을 취하였다. 측정된 전체난시값을 바탕으로 제조사에 제시한 피팅 가이드라인에 따라 렌즈를 처방하였다. 토릭소프트렌즈 착용 후 15분간의 안정화 시간을 거친 뒤 회전움직임 측정은 비디오카메라(VPC-SH1, SANYO,

Table 1. Lens specifications provided by manufacturer

Axis stabilization design		High Definition Optics Design, Lo-Torque^{MT} Design (prism ballast design)	Accelerated Stabilized Design
USAN		hilafilcon B	etafilcon A
Water content (%)		59	59
Base curve (mm)		8.6	8.5
Diameter (mm)		14.2	14.5
Axis mark		6 o'clock	12 o'clock, 6 o'clock
Range of powers	Spherical powers (D)	0.00 ~ –9.00 (0.25 unit, but if ≥ –6.00, 0.50 unit)	0.00 ~ –9.00 (0.25 unit, but if ≥ –6.00, 0.50 unit)
	Cylindrical powers (D)	–0.75, –1.25, –1.75	–0.75, –1.25, –1.75
	Cylindrical axis (°)	180	180
Wearing cycle		Daily disposable	Daily disposable

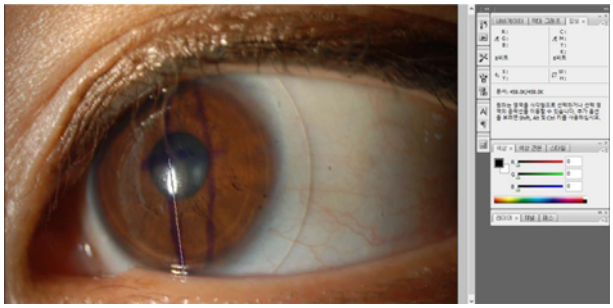

Fig. 1. Measuring angle of rotation by using Adobe photoshop.

Japan)로 기록하였다. 기록된 영상을 사진으로 추출한 후 Photoshop software(Adobe photoshop 7.0.1, Adobe Systems Incorporated, United States)을 이용하여 토릭소프트렌즈에 표식되어 있는 회전 마크를 기준으로 하여 회전 방향과 회전량을 측정하였다. 응시방향에 따른 회전량은 렌즈를 착용하고 응시방향의 변화를 주기 전에 정면 응시시 발생한 회전량을 기준으로 비교하였다. 피검자의 눈이 비디오 카메라와 수직이 되도록 옆으로 눕힌 뒤, 비디오카메라(VPC-SH1, SANYO, Japan)를 이용하여 1분간 축 회전방향과 회전량을 측정하였다(Fig. 1). 누운 직후와 1분 후에 펜 라이트를 비추어 정확한 축의 회전방향과 회전량을 비교하였다. 회전방향을 나타낼 때에는 코쪽으로 회전하였을 때에는 +부호, 귀쪽으로 회전하였을 때에는 -부호를 써서 나타내었다. 회전량을 나타낼 때에는 제조사의 기준인 5°를 기준으로 0°~5°, 5°~10°, 10°이상으로 나누어 결과값을 나타내었다.

4. 통계처리

실험한 값의 유의성을 비교하기 위해 SPSS 12.0 KO for Windows 프로그램을 이용하였다. 두 렌즈 간의 비교는 대응표본 T-검정(Paired t-test), 각막난시에 따른 비교는 One-way ANOVA test로 통계처리 하였고, 신뢰도 95%를 기준으로 $p<0.05$ 일 때 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

결과 및 고찰

1. 렌즈별 응시방향에 따른 회전량과 회전방향 비교

정면응시 상태에서 Lo-Torque™ 디자인 렌즈 착용 시에 코쪽으로 회전되는 경우는 55.8%, 귀쪽으로 회전되는 경우는 44.2%였으며, ASD 디자인 렌즈 착용 시에는 코쪽은 46.2%, 귀쪽은 51.9%, 코쪽이나 귀쪽으로 회전되지 않고 정중앙에 있는 경우는 1.9%로 축 안정화 디자인이 상이한 두 렌즈의 회전방향에 차이가 있었다.

응시방향을 다양하게 하였을 때의 회전 방향도 알아보았다. 윗방향 및 아랫방향을 응시하였을 때 Lo-Torque™ 디자인 렌즈의 경우 정면응시 상태와 마찬가지로 코쪽으로 회전하는 경향이 더 많이 보였으며, ASD 디자인 렌즈의 경우 역시 정면응시 상태와 마찬가지로 귀쪽으로 회전하는 경향이 더 많았다. 코방향과 귀방향을 응시하였을 때에는 두 렌즈 모두 응시방향과 반대방향으로의 회전비율이 더 높게 나타났다(Table 2). ASD 디자인 렌즈만을 대상으로 하여 축회전에 대해 연구한 박 등[13]의 연구결과와 비교해보았을 때 정면과 아래쪽으로 응시할 때 렌즈가 귀쪽으로 회전되는 비율이 코쪽으로 회전되는 비율보다 높다는 것과 수평방향 응시때에는 역시 응시방향과 반대방향으로의 회전방향 비율이 더 높다는 것이 일치하는 결과였다. 그러나 수직방향 중 위쪽을 응시하였을 때의 회전방향이 박 등[13]의 연구와 상이하였다. 각막난시가 축안정화에 미치는 영향을 살펴본 박 등[13]의 연구에서는 대상안의 각막난시도가 –0.75 D이상 –2.25 D 이하였으며 그 중 약 30%의 피검자만이 본 연구에서의 대상안군과 동일한 각막난시를 가지고 있었다. 본 연구의 실험대상안의 각막난시도가 –0.75 D인 군은 25안, –1.00 D인 군은 15안, –1.25 D인 군은 12안으로 비교적 각막난시가 적은 경우가 많아 이러한 결과가 초래되었을 것으로 사료된다.

Table 2. The direction of lens rotation according to direction of gaze

Direction of gaze	Contact lens design	Direction of rotation (%)		
		Nasal	Temporal	None
Front	Lo-Torque™	55.8	44.2	0.0
	Accelerated stabilized	46.2	51.9	1.9
Superior	Lo-Torque™	51.9	46.2	1.9
	Accelerated stabilized	34.6	65.4	0.0
Inferior	Lo-Torque™	50.0	48.1	1.9
	Accelerated stabilized	46.2	53.8	0.0
Nasal	Lo-Torque™	9.6	90.4	0.0
	Accelerated stabilized	15.4	84.6	0.0
Temporal	Lo-Torque™	96.2	3.8	0.0
	Accelerated stabilized	94.2	5.8	0.0

회전된 방향과 회전량은 정면응시 시 Lo-Torque™ 디자인 렌즈가 평균 0.46°(–4.8°~5.0°)이었고, ASD 디자인 렌즈는 평균 0.02°(–4.9°~6.6°)로 두 렌즈 모두 평균적으로 코쪽으로 회전하는 경향을 보였고 두 렌즈 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 응시방향을 다양하게 하였을 때의 회전량을 보게 되면 먼저 윗방향 응시 시 Lo-Torque™ 디자인 렌즈는 평균 1.25°(–21.2°~29.1°)이었고, ASD 디자인 렌즈는 평균 –1.19°(–21.3°~17.6°)로 두 렌즈의 회전경향이 달랐다. 아랫방향을 응시하였을 때 회전량은 Lo-

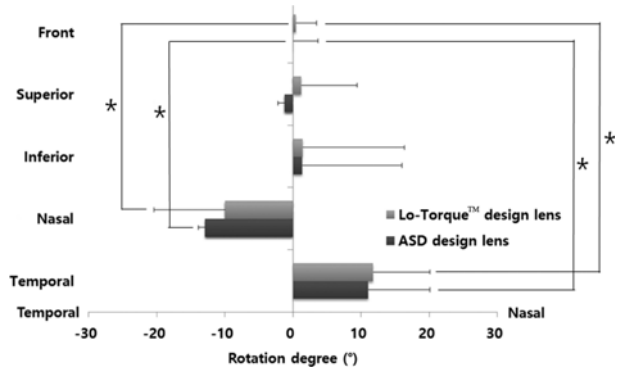

Fig. 2. Rotation degree of lens according to gaze direction.

Torque™ 디자인 렌즈는 평균 1.49°(–44.7°~36.8°) 이었고, ASD 디자인 렌즈는 평균 1.39°(–27.3°~27.8°)로 두 렌즈 모두 평균적으로 코쪽으로 회전하는 경향을 볼 수 있었다. 코방향 응시 시 Lo-Torque™ 디자인 렌즈의 회전량은 평균 –9.96°(–36.2°~26.1°)이었고, ASD 디자인 렌즈는 평균 –12.86°(–31.7°~14.7°)로 두 렌즈 모두 평균적으로 귀쪽으로 회전하는 경향을 볼 수 있었다. 귀방향을 응시하였을 때 회전량은 Lo-Torque™ 디자인 렌즈는 평균 11.81° (–10.9°~37.2°)이었고, ASD 디자인 렌즈는 평균 11.09° (–7.9°~32.0°)로 두 렌즈 모두 평균적으로 코쪽으로 회전하는 것을 볼 수 있었다(Fig. 2). 이상의 네 가지 응시방향에서 평균값만을 비교하였을 때 두 렌즈간의 통계적으로 유의한 차이는 없었으나, 두 렌즈 모두 귀쪽과 코쪽을 응시하였을 때의 회전량은 정면응시 시의 회전량과 통계적으로 유의한 차이를 보였다(모두 p=0.000).

응시 방향에 따라 코쪽 또는 귀쪽으로 회전되는 비율과 평균 회전량은 대체로 같은 경향을 보였으나 ASD 디자인 렌즈의 경우에는 정면응시 시와 아랫방향 응시 시 서로 다른 경향을 보였다. 두 가지 응시방향 모두 귀쪽으로 회전되는 비율이 더 높았으나 평균 회전량은 코쪽으로의 회전경향이 더 높은 것으로 나타났다. 이는 귀쪽으로 회전되는 비율은 높았지만 회전량은 높지 않았고, 반대로 코쪽으로 회전되는 양이 월등히 높아서 생긴 현상으로 생각된다.

정면응시 시 Lo-Torque™ 디자인 렌즈의 경우 52안 모두 제조사의 기준인 5°를 넘지 않는 범위였고, ASD 디자인 렌즈의 경우 98.1%의 경우에만 5°를 넘지 않는 범위의 회전량을 보였다. 윗방향 응시 시 5°를 넘지 않는 범위의 회전량을 보인 경우가 Lo-Torque™ 디자인 렌즈의 경우 65.4%, ASD 디자인 렌즈의 경우에는 51.9%로 Lo-Torque™ 디자인 렌즈가 더 많았다. 아랫방향 응시 시 5° 이상의 회전량을 보인 경우가 Lo-Torque™ 디자인 렌즈의 경우에는 73.1%, ASD 디자인 렌즈의 경우에는 82.7%로 ASD 디자인 렌즈의 경우가 더 많았으며 두 렌즈 모두 윗

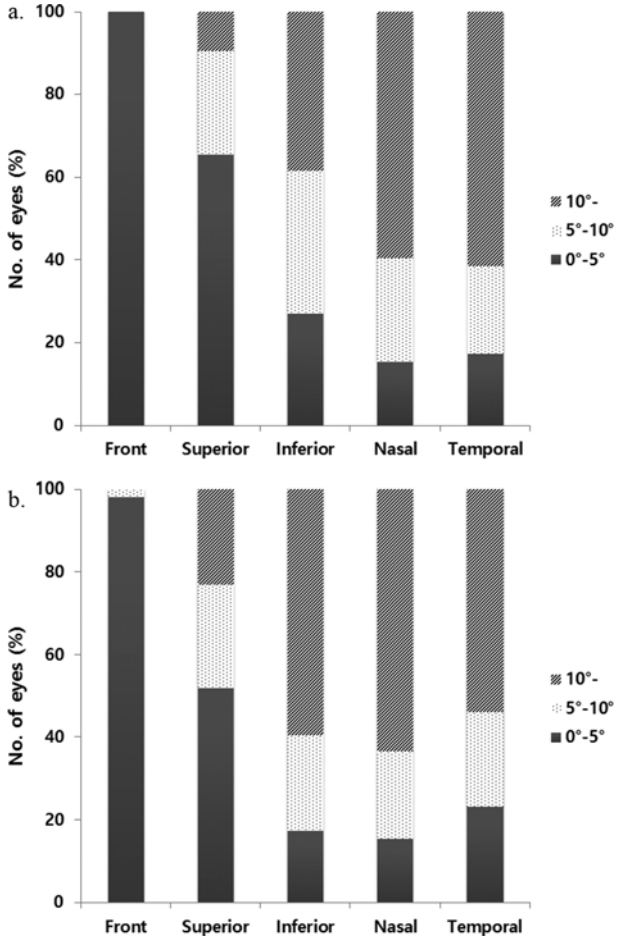

Fig. 3. Proportion of rotation degree for each eye direction. a. Lo-Torque™ design lens b. ASD design lens

방향 응시 시보다 회전량이 컸다. 코방향 응시 시 회전량이 5° 이상인 경우는 두 렌즈 모두 84.6% 였다. 귀방향 응시시 Lo-Torque™ 디자인 렌즈의 경우 82.7%, ASD 디자인 렌즈의 경우에는 76.9%로 Lo-Torque™ 디자인 렌즈가 더 많았다. 이상 5가지 응시 방향 중 코방향, 귀방향, 아랫방향에서 5° 이상의 회전량을 나타낸 비율이 50%를 넘는 것으로 나타났다(Fig. 3).

2. 누운 자세에서의 렌즈별 시간에 따른 회전량과 회전방향 비교

두 렌즈 모두 옆으로 누운 직후의 회전은 누운 방향인 귀쪽인 경우가 더 많았으며 누운 자세에서 1분 후 역시 두 렌즈 모두 귀쪽으로 회전되는 비율이 더 높아져 70% 이상에서 누운 방향인 귀쪽으로 회전되었다(Table 3).

누운 직후의 회전방향과 회전량은 Lo-Torque™ 디자인 렌즈에서 –2.49°(–45.0°~15.5°)이고, ASD 디자인 렌즈는 –4.13°(–32.9°~14.0°) 였으며, 옆으로 누운 자세에서 1분 후에는 각각 –12.50°(–32.8°~18.0°), –10.32°(–51.0°~6.8°)였

Table 3. The direction of lens rotation according to time in the lying posture

Lying time	Contact lens design	Direction of rotation (%)		
		Nasal	Temporal	None
Right after lying	Lo-Torque™	44.2	55.8	0
	Accelerated stabilized	36.5	59.6	3.8
After 1min.	Lo-Torque™	21.2	78.8	1.9
	Accelerated stabilized	19.2	73.1	7.7

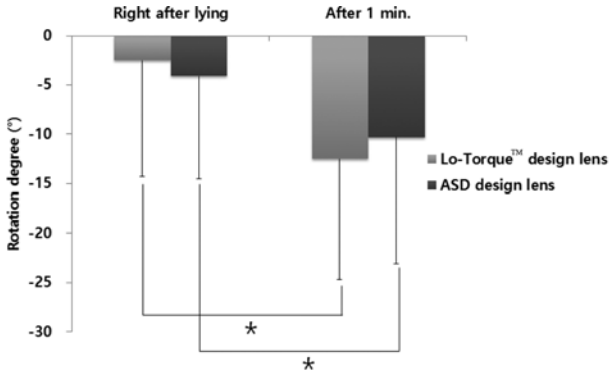

Fig. 4. Rotation degree of lens in the lying posture according to gaze direction.

다(Fig. 4). 누운 직후와 옆으로 누운 자세에서 1분 후 회전량은 두 렌즈 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다(모두 p=0.000).

회전되는 방향과 회전량을 보면 두 렌즈 모두 중력과 같은 방향인 귀쪽으로 회전을 하고 있으며, 옆으로 누운 자세에서 시간이 지날수록 두 렌즈 모두 회전량이 증가하였다. 그 중 ASD 디자인 렌즈보다 Lo-Torque™ 디자인 렌즈가 시간에 따른 회전량의 증가 폭이 더 큰데 이는 Lo-Torque™ 디자인 렌즈의 디자인이 무게가 한쪽으로 편향된 프리즘 발라스트 디자인이므로 무게가 고루 퍼져있는 ASD 디자인 렌즈보다 중력의 영향을 더 받아 나타난 현상으로 생각된다.

옆으로 누운 직후에 5º 이내의 회전량은 Lo-Torque™ 디자인 렌즈의 경우 25.0%, ASD 디자인 렌즈의 경우 42.3%로 두 렌즈 모두 50% 이하의 낮은 비율을 나타냈다. 옆으로 누운 직후에 5º 이상의 회전량이 나타난 경우는 Lo-Torque™ 디자인 렌즈는 75.0%, ASD 디자인 렌즈는 57.7%로 나타났다. 옆으로 누운 자세에서 1분 후에는 Lo-Torque™ 디자인 렌즈의 경우 5º 이상의 회전량이 71.2%로 옆으로 누운 직 후 보다 비율이 감소하였으나 오히려 10º 이상의 회전량을 보인 비율은 옆으로 누운 직 후보다 약 17% 증가하였다. ASD 디자인 렌즈의 경우 5º 이상의 회전량이 63.5%로 옆으로 누운 직후보다 약 6% 증가하였

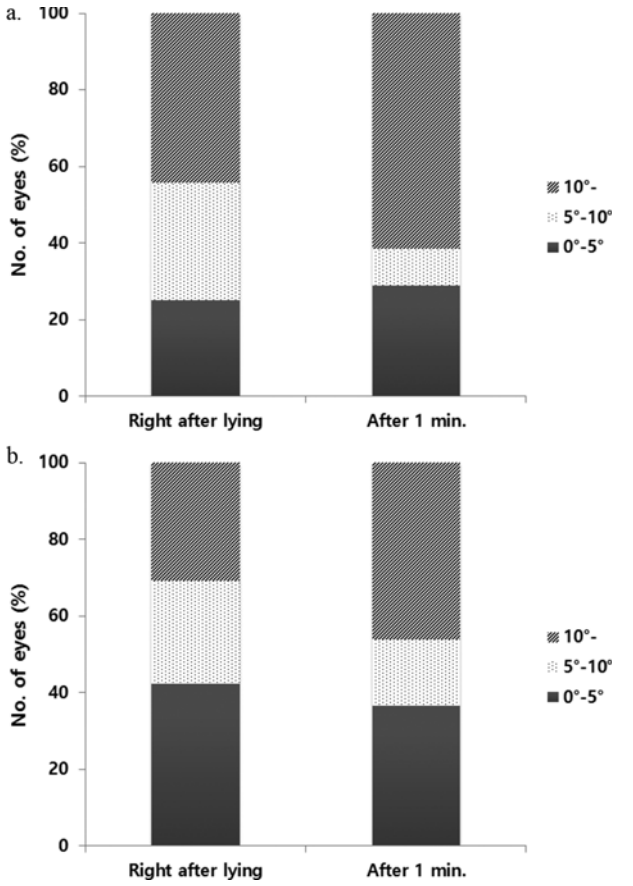

Fig. 5. Proportion of rotation degree for each eye direction with lying pose.
a. Lo-Torque™ design lens b. ASD design lens

으며 특히 10º 이상의 회전량을 보인 비율이 16% 증가하였다(Fig. 5). 옆으로 누운 직후와 옆으로 누운 자세에서 1분 후 회전량은 두 렌즈 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다(Lo-Torque™ 디자인 렌즈 p=0.002, ASD 디자인 렌즈 p=0.032).

박 등[13]은 ASD 디자인 토릭소프트렌즈를 착용하고 정면응시 시와 응시 방향을 달리하였을 때의 회전량과 귀쪽과 코쪽으로 각각 45º 회전시켰을 때의 회전복귀속도가 각막난시와 상관관계가 있다고 밝힌 바 있다. 또한, 박 등[14]은 각막이심율이 증가할수록 ASD 디자인 토릭소프트렌즈의 회전량이 증가하는 경향을 보인다고 하였다. Young 등[15]은 토릭소프트렌즈를 귀쪽으로 45º 회전시킨 후 복귀속도를 측정하였으며 회전에 영향을 미치는 요인으로 안검장력, 안검폭, 난시도, 렌즈 디자인, 피팅상태 등을 들었다. 이렇게 토릭소프트렌즈의 회전에 영향을 미치는 요인으로 각막 형상에 대한 변수들이 존재하며 각막형상 외에 축안정화에 큰 영향을 미치는 요인은 렌즈 자체의 변수를 들 수 있다.

김 등[9]은 축안정화디자인이 제시되어 있지 않은 두 가

지 종류의 토릭소프트렌즈를 무작위로 착용시켰을 때 원주굴절력이나 구면굴절력에 상관없이 귀방향으로의 회전이 더 우세하게 나타났다고 보고한 바 있으며, Tan 등[10]은 원주굴절력이 평균 –0.49±0.58 D인 대상안에 토릭소프트렌즈를 착용시켰을 때 렌즈 디자인에 따라 작게는 평균 3°에서 많게는 15°의 회전이 일어남을 밝힌바 있다. Zikos 등[5]은 ASD 디자인 렌즈와 Lo-Torque™ 디자인 렌즈를 착용하고 축안정화를 평가하여 안구의 순간적 움직임이 클 때는 ASD 디자인 렌즈의 안정성이 우수하나 독서나 visual search와 같은 작업시에는 두 디자인의 안정성이 유사하다고 하였으며 이러한 결과는 Lo-Torque™ 디자인 렌즈가 하안검에 의한 영향을 더 크게 받는 것과 관련이 있을 것으로 예측하였다.

본 연구결과에서는 ASD 디자인 렌즈와 Lo-Torque™ 디자인 렌즈를 착용시키고 응시방향을 달리하였을 때의 회전량을 비교하여 보았고 응시방향에 따라 회전안정성이 달라짐을 알 수 있었다. 즉, 정면과 수직방향응시시에는 Lo-Torque™ 디자인 렌즈의 움직임이 안정적이었으며, 수평방향응시 시에는 ASD 디자인 렌즈의 움직임이 오히려 더 안정적이었다. 또한, 누운 직후에는 Lo-Torque™ 디자인 렌즈의 움직임이 더 안정적이었으나 1분 후에는 ASD 디자인 렌즈의 회전량이 더 적었다. Zikos 등[5]의 연구에서는 하안검의 영향에 대해 언급을 하였으나 동양인의 경우 상안검의 압력이 서양인에 비해 상대적으로 더 크고 안검폭도 좁기 때문에 이러한 요인들이 렌즈의 상측 디자인의 미세한 차이에 영향을 미쳐 이러한 결과가 나타났을 것으로 사료된다. Tan 등[10]의 연구에서 정면주시 시에도 렌즈 디자인에 따라서 평균 15°의 회전이 일어나는 경우도 있었으나 본 연구에서는 두 디자인의 렌즈 모두 정면주시 시에는 대부분 5°미만의 축 안정화를 유지하였다. 이러한 결과는 작은 안검폭을 가질 경우 순목 후 렌즈의 움직임이 적게되므로 토릭렌즈의 회전에 있어서도 안정적이라는 연구 결과에서 그 이유를 찾을 수 있을 것으로 보인다.[12]

상안검과 토릭렌즈의 상호작용은 상안검과 부딪히는 토릭렌즈의 상반부 디자인뿐만 아니라 렌즈도수에 의해서도 영향을 받게 된다. Young 등[6]은 근시도수가 낮을수록 회전에 대해 더 안정적이라고 하였고 이러한 결과는 렌즈 두께가 더 얇아서 나타나는 결과라고 하였으나 Myers 등[11]은 반대되는 결과를 주장하였는 데 두 연구에서 사용된 렌즈 안정화 디자인이 달랐다. 즉, Young 등[6]은 프리즘 발라스트 디자인 렌즈를 연구대상으로 하였으며, Myers 등[5]은 double slab-off 디자인 렌즈를 대상으로 하였다는 점에서 렌즈 도수에 의한 토릭렌즈의 부분적인 두꺼워짐에 의해 축의 안정화가 달라질 수 있는 것으로 보여진다. 따라서 적절한 토릭렌즈의 선택을 위해서는 다양한 변수들을 고려한 피팅이 요구된다고 할 수 있다.

김 등[9]의 연구에서 토릭소프트렌즈에서 축 회전량이 5°, 10°, 15° 증가할 때 마다 각각 56.1%, 84.2%, 93.8%의 대상안에서 시력 감소가 나타난다고 하였으며, 완전 교정시력과 비교하여 5° 틀어졌을 때에는 0.94, 10° 틀어졌을 때에는 0.87, 15° 틀어졌을 때에는 0.79 정도의 시력을 나타냈다고 하였다. 따라서 시력의 질 유지를 위하여 토릭소프트렌즈 착용자의 각막형상 요인 및 안검요인에 적합한 디자인의 선택이 필요할 것으로 보이며 실생활에서 일어날 수 있는 응시방향 및 자세변화에 의해 생기는 토릭소프트렌즈 축 회전량을 줄여줄 수 있는 축안정화 디자인의 개발이나 피팅 가이드라인이 필요하리라고 생각된다.

결 론

본 논문에서는 축 안정화 디자인이 다른 Lo-Torque™ 디자인 및 ASD 디자인 토릭소프트렌즈 착용 시 정자세에서 응시방향을 달리하였을 때와 누운자세에서의 축 회전정도와 회전방향을 알아보았다. 정자세에서 정면 및 수직방향 응시 시 Lo-Torque™ 디자인 렌즈는 코쪽, ASD 디자인 렌즈는 귀쪽으로 회전하는 비율이 높은 것으로 나타나 두 렌즈의 회전경향이 상이한 것을 볼 수 있었다. 수평방향 응시 시에는 두 렌즈 모두 응시방향과 반대로 축회전이 일어나 동일한 양상을 보였다. 정면응시 시에 Lo-Torque™ 디자인 렌즈는 100.0%가 5° 이내의 회전량을 보였으며, ASD 디자인 렌즈는 98.1%가 5° 이내의 회전량을 보여 ASD 디자인의 경우 착용자에 따라서 회전양이 큰 경우가 발생하여 축회전에 따른 시력문제를 유발한 가능성이 있었다. 두 렌즈 모두 수직 및 수평방향 응시에서 위쪽을 응시할 때의 축 회전량이 적었으며 코쪽을 응시할 때 회전량이 가장 컸다. 정면과 수직방향응시 시에는 Lo-Torque™ 디자인 렌즈의 회전량이 적었으며, 수평방향응시 시에는 ASD 디자인 렌즈의 움직임이 오히려 더 적었다. 또한, 누운 직후에는 Lo-Torque™ 디자인 렌즈의 회전량이 더 적었으나 1분 후에는 ASD 디자인 렌즈가 더 적었다.

본 연구를 통하여 자세 및 응시방향에 따라 축안정화 디자인이 다른 두 렌즈의 회전방향 및 회전량이 다르며, 두 렌즈 모두 자세 및 응시방향에 따라서 시력에 영향을 줄 수 있는 5° 보다 높은 회전량을 보일 수 있음을 밝혔다. 토릭소프트렌즈를 통한 정확한 시력교정을 위하여 개별 안정화 디자인과 회전 안정성에 영향을 미치는 요인들에 대한 추가연구가 필요할 것으로 보이며 각막형상과 같은 해부학적인 요인 외에 렌즈 디자인과 관련된 요인들에 대한

적절한 고려를 통한 토릭소프트렌즈 처방이 필요할 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 2015년 서울과학기술대학교 교내 연구비의 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

[1] Jackson JM. Back to basics: Soft lenses for astigmatism. Contact Lens Spectrum. 2012;27:28-32.
[2] Morgan PB, Efron N, Woods CA. An international survey of toric contact lens prescribing. Eye Contact Lens. 2013;39(2):132-137.
[3] Davis RL, Eiden SB. Problem solving soft toric contact lenses. Contact Lens Spectrum. 2013;28:28-32.
[4] 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.
[5] Zikos GA, Kang SS, Ciuffreda KJ, Selenow A, Ali S, Spencer LW et al. Rotation stability of toric soft contact lenses during natural viewing conditions. Optom Vis Sci. 2007;84(11):1039-1045.
[6] Young G, McIlraith R, Hunt C. Clinical evaluation of factors affecting soft toric lens orientation. Optom Vis Sci. 2009;86(11):1259-1266.
[7] McIlraith R, Young G, Hunt C. Toric lens orientation and visual acuity in non-standard conditions. Cont Lens Anterior Eye. 2010;33:23-26.
[8] Resnick S. Toric contact lenses fitting: The changing dynamics of soft CL technology. Optometry today. 2006;46:39-40.
[9] Kim JH, Kang SA. A study on the relationship between the off-axis cylinder and corrected vision of astigmatism. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2007;12(3):83-87.
[10] Tan J, Papas E, Carnt N, Jalbert, Skotnitsky C, Shiobara M et al. Performance standards for toric soft contact lenses. Optom Vis Sci. 2007;84(5):422-428.
[11] Myers RI, Castellano C, Becherer PD, Walter DE. Lens rotation and spherocylindrical over-refraction as predictors for soft toric lens evaluation. Optom Vis Sci. 1989; 66(9):573-578.
[12] 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.
[13] 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.
[14] 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.
[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.

Difference in Rotation Pattern of Toric Soft Contact Lenses with Different Axis Stabilization Design

So Hyun Park, Dong Yeon Kim, Joo Hee Choi, Hyun Young Byun, So Ra Kim and Mijung Park*

Dept. of Optometry, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 139-743, Korea
(Received April 27, 2015: Revised May 22, 2015: Accepted May 23, 2015)

Purpose: It was investigated whether two different stabilization designs of toric contact lenses changed the rotational axis and degree of toric lenses according to body posture and gaze direction in the present study. **Methods:** Toric soft contact lenses with Lo-Torque^{TM} design and ASD design (accelerated stabilized design) were fitted on 52 eyes aged in 20s-30s. Then, rotational degree was measured at the five gaze directions including front gaze and the lying position. **Results:** When gazing the front and vertical directions in the upright posture, lens was much rotated to nasal side for the Lo-Torque^{TM} design and temporal side for the ASD design. When gazing horizontal direction, both design lenses were rotated against to the gaze direction. Rotation degree was the smallest at superior direction gaze and the largest at nasal gaze. In case of the rotation degree less than 5^{o}, Lo-Torque^{TM} design was more frequent when gazing front and vertical directions, and ASD design was more frequent when gazing horizontal direction. In addition, the lens with Lo-Torque^{TM} design was lesser rotation degree than with ASD design immediately after lying. On the other hand, the lens with ASD design was lesser rotation degree than with Lo-Torque^{TM} design 1 minute later after lying. **Conclusions:** This study confirmed that axis rotation of the lens induced by gaze direction and posture was different according to axis stabilization design during wearing toric soft contact lens.

Key words: Toric soft contact lens, Axis stabilization design, Direction of rotation, Rotation degree, Gaze direction, Lying posture