ISSN(print) 1226-5012
J Korean Ophthalmic Opt Soc. 23(4):379-388, December 2018
http://dx.doi.org/10.14479/jkoos.2018.23.4.379

Changes in Axis Destabilization, Subjective Discomfort, and Visual Acuity Induced by Overuse of Daily Disposable Toric Soft Contact Lenses in Dry Eyes

Se Eun Lee, Il Young Kim, Seul Beam Han, Se Il Kim, So Ra Kim, and Mijung Park*

Dept. of Optometry, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 01811, Korea
(Received November 12, 2018: Revised November 27, 2018: Accepted November 27, 2018)

Purpose: This study investigated the changes in subjective discomfort, visual acuity, lens centration, and axis destabilization among subjects who wear daily disposable toric soft contact lenses (toric lenses), for longer than the recommended duration. **Methods:** Two daily disposable toric lenses with different axial stabilization designs and material properties (nelfilcon A=Lens A, somofilcon A=Lens B) were fitted to subjects with dry eye symptoms and less than 10 seconds of non-invasive break-up time (NIBUT). The subjective symptom score, visual acuity, lens centration, and axis rotation were measured immediately after insertion of the lenses, and when the lenses caused increased subjective discomfort. **Results:** Subjective discomfort was increased due to both disposable toric lenses because of overuse. Subjective discomfort scores were the highest for tiredness and dryness. Visual acuity was greater than 0.02±0.05 logMAR immediately after wearing both lenses. However, it decreased to 0.09 for Lens A and 0.07 for Lens B after overuse. The difference was statistically significant. For both lenses, lens centration tended to move to the center of the pupil with overuse. The axis was rotated by 5° immediately after wearing in both lenses. However, the axis was tilted by 12° and 8°, in Lens A and B, respectively, after overuse. Axis rotation larger than 10° was observed for 8 (33.3%) Lens A and 3 (13%) for Lens B. Measurement differences between immediately after insertion and after overuse were statistically significant. **Conclusions:** This study confirmed that overuse of daily disposable toric lenses not only causes subjective discomfort, but also changes the axis rotation and decreased visual acuity. Therefore, it is suggested that sufficient education is required to know the complications caused by overuse of toric lenses.

Key words: Disposable toric soft contact lenses, Dry eye, Overuse, Subjective discomfort, Lens centration, Axial rotation, Visual acuity

서 론

시력 보정을 위해 사용하는 대표적인 의료기기인 소프트콘택트렌즈(이하 소프트렌즈)는 안구에 직접 접촉하기 때문에 시야에 제한이 없고 미용상으로 장점을 가지고 있기 때문에 최근 사용량이 증가하는 추세이다.[1] 최근 소프트렌즈는 착용 기간에 따라 크게 일회용, 2주, 1개월, 6개월, 1년용으로 나눠지는데 장기간 착용이 가능한 콘택트렌즈에 비해 별도의 관리가 필요하지 않은 일회용 콘택트렌즈의 사용이 증가하고 있다.[2] 그러나 일부 콘택트렌즈 착용자들은 렌즈 비용에 대한 부담감이나 권장 사용 시간을 초과하여 착용해도 불편함이 크지 않고 일과 시간이 긴 일상을 살고 있기 때문에 렌즈 제조사 등에서 권하는 8시간의 착용시간을 준수하지 않는 경향이 있다.[3]

일회용 렌즈를 2일 이상 착용할 경우, 건조감과 뻑뻑함이 증가하여 이물감이 심해지고 순목 횟수의 증가로 렌즈 중심 안정 위치가 변화하고 시야의 흐릿함과 착용감 저하가 유발된다고 보고되었다.[4] 박 등[4]은 etafilcon A, hilafilcon B, nelfilcon A재질 렌즈의 초과 착용 기간은 렌즈 재질마다 조금씩 차이가 있었으나 렌즈 착용 후 4일이 경과한 시점에서 약 70%가 초과 착용을 중단하였지만 약 25% 정도는 3종류의 렌즈에서 모두 6~7일 동안 착용하는 것으로 나타나 개별적인 렌즈에 대한 허용 능력이 렌즈 종류별 착용패턴의 차이보다 더 큰 요인이라고 하였다. 또한 최근 미용목적으로 사용량이 증가하는 써클콘택트렌즈(이하 써클렌즈)를 초과 착용한 경우에도 피팅 상태가 변

*Corresponding author: Mijung Park, TEL: +82-2-970-6228, E-mail: mjpark@seoultech.ac.kr
본 논문의 일부 내용은 2018년도 한국안광학회 동계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

하고 착용감이 저하된다고 보고된 바 있다.[5] 초과 착용에 관한 두 선행연구를 비교하였을 때 두 연구에서 사용한 소프트렌즈는 etafilcon A, hilafilcon B, nelfilcon A로 동일하였으나, 색소가 포함된 렌즈가 색소가 포함되지 않은 렌즈에 비해 착용 시간이 짧은 것으로 나타났다.[4,5] 써클렌즈의 경우 착색염료에 의해 렌즈 표면의 거칠기 증가나 표면 습윤성의 미세한 차이 등에 의하여 동일한 재질의 투명 소프트렌즈보다 건조감 및 이물감이 더 크게 발생한 것으로 보이며, 이러한 결과를 통해 초과 착용 시 나타나는 소프트렌즈의 변화와 착용감에 여러 가지 요인들이 작용할 수 있음을 유추해 볼 수 있다.

이상에서와 같이 착용 시간을 준수하지 않은 착용 상태에서의 렌즈 자체의 변화나 자각적 증상의 변화 정도는 렌즈 재질이나 착색여부에 따라 차이가 나타나겠지만 디자인 차이에 의해서도 나타날 수 있다. 형태학적 차이에 가장 큰 영향을 받을 수 있는 소프트렌즈 중의 하나는 토릭 소프트렌즈(이하 토릭렌즈)이다. 토릭렌즈는 렌즈의 두께가 경선에 따라 다른 곡률 및 두께를 가지게 디자인 되어있으며[6] 순목으로 인한 회전에도 일정한 정도 이하의 난시 축 유지를 위해 축을 안정화하기 위한 기술적인 요인이 추가로 적용되어 있다. 토릭렌즈에서의 대표적인 축 안정화 디자인은 렌즈 하부에 프리즘을 가입시켜 중력에 의해 렌즈가 순목 후에도 항상 일정한 방향으로 안정되도록 하는 프리즘 발라스트(prism ballast) 디자인과 렌즈가 안구위에서 상안검과 하안검에 의해 일정한 방향으로 고정되도록 렌즈의 상하 부분을 얇게 하는 이중 쐐기형(double slab-off 또는 double thin zone) 디자인이다. 하지만 전형적인 이러한 디자인의 단점이 보완된 Lo-Torque™디자인 또는 페리-발라스트(peri-ballast) 디자인이나 Accelerated Stabilization Design(ASD) 디자인 등이 개발되어 현재 시판되는 렌즈에 적용되어 있다.[7-9]

본 연구에서는 일회용 렌즈로 사용되고 있는 토릭렌즈를 초과 착용하였을 때 유발될 수 있는 문제점을 알아보기 위해 콘택트렌즈 파라미터 변화에 더 취약할 수밖에 없는 건성안을 대상으로 초과 착용으로 인해 유발되는 토릭렌즈의 중심 안정 위치와 축 변화, 착용자의 시력 변화 및 자각 증상을 착용 직후와 비교해 보았다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

콘택트렌즈 착용 경험이 있고, 안질환을 가지고 있지 않

Table 1. General properties of the daily disposable toric lenses used in the study

	Lens A	Lens B
Contact lens	Focus daily (Toric)	Clariti 1 day (Toric)
Manufacturer	Alcon	Cooper Vision
USAN[+]	Nelfilcon A	Somofilcon A
Monomer	PVA[a], HEMA[b.]	Hydrophilic co-polymer of silicone containing monomers, hydrophilic monomers, tetraethylene glycol dimethacrylate[*]
FDA grouping	II	V_B
Toric design	Double thin zone	Prism ballast
Water content (%)	69	56
Dk / t[++]	26	86
Diameter (mm)	14.2	14.1
Base curve (mm)	8.6	8.6
Spherical powers (D)	+4.00 ~ −6.00 (0.25 steps) −6.00 ~ −8.00 (0.50 steps)	+0.00 ~ −6.00 (0.25 steps) −6.00 ~ −9.00 (0.50 steps)
Cylindrical powers (D)	−0.75, −1.50	−0.75, −1.25, −1.75, -2.25
Cylindrical axis (°)	20, 70, 90, 110, 160, 180	10, 20, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 160, 170, 180

[+]United States Adopted Name
[a]PVP; poly(vinylpyrrolidone)
[b]HEMA; hydroxyethyl methacrylate
[*]package insert
[++]Dk / t (cm·ml O_2 / sec·ml·mm Hg)

으며, 눈물량이 정상보다 적은 20대의 성인 19명, 38안(평균연령 23.16±3.06세)을 대상으로 하였다. 케라토미터(OM-4, TOPCON, Japan)를 사용하여 나안의 비침습성 눈물막 파괴시간(non invasive tear break-up time: NIBUT)이 10초 이하를 건성안으로 판정하여 피검자로 선정하였다.[10] 토릭렌즈는 프리즘 발라스트 또는 이중 쐐기형 디자인을 가진 2종류를 대상으로 하였다(Table 1). 착용 시에 렌즈의 피팅 상태가 문제가 있거나 불편감을 호소하거나 교정시력이 16/20 미만은 연구 대상으로 하지 않았다.

2. 착용감에 대한 자각 증상 평가

연구대상자가 자각적으로 느낀 불편감을 렌즈 착용 직후, 권장 착용 시간 착용 후, 초과 착용 후의 3가지 시점에 대해 평가하도록 하였다. 건조감, 이물감, 충혈, 피곤함, 작열감, 뻑뻑함, 따가움, 가려움, 눈시림의 9가지 항목에 대하여 1~5점의 5단계로 평가하도록 하였으며 높은 점수일수록 불편감의 정도가 심한 것을 의미한다.[11]

3. 착용 기간 및 시력 측정

착용자가 불편감으로 착용 중단 의사를 보일 때까지 토릭렌즈를 착용하도록 하였으며 8시간 이상 착용 후에도 착용 의사가 있는 경우는 연장하여 착용하도록 하였다. 8시간 이상 착용자의 렌즈는 Opti-Free Express(Alcon, USA)를 사용하여 관리하도록 하였다. 렌즈를 착용하고 있는 동안 이물감, 통증, 충혈, 건조함, 시력저하 등이 발생하면 바로 착용을 중지하도록 하여 그 시점까지를 착용시간으로 하였다. 콘택트렌즈의 착용을 중단한 시점에 3 m 전용 시시력표를 사용하여 자각적으로 시력을 측정하였다.

4. 각막에서의 중심 안정 위치 및 축 변화 측정

토릭렌즈의 각막에서의 위치 및 축 변화 평가 연구에 참여하는 것을 동의한 12명(24안)에 대하여 추가적인 측정을 실시하였다. 착용 직후 및 렌즈 착용을 중단하는 시점에서 피검자에게 2분간 자연스럽게 순목을 하도록 하여 초고속촬영기(FASTCAM ultima 1024, Photron, Japan)를 사용하여 렌즈의 위치를 촬영하였다. 중심 안정 위치는 Adobe Photoshop 7.0 프로그램을 이용하여 렌즈 중심이 동공 중심과 비교하여 어느 위치에 있는 가를 x, y 좌표계를 이용하여 나타내었고[12] 동일한 조건에서 토릭렌즈에 표시되어 있는 축 표시 마크를 기준으로 하여 렌즈의 회전량을 측정하였다.[12]

5. 통계처리

결과는 평균±표준편차로 표시하였으며 SPSS 12.0 K를 사용하여 대응표본 T 검정 및 반복측정 분산분석으로 95%의 신뢰 수준에서 유의성을 판정하였다.

결과 및 고찰

1. 토릭렌즈의 총 착용 시간

일회용 토릭렌즈를 하루 8시간 착용을 기본으로 하고 착용자의 자각적 착용감을 기준으로 하여 착용이 가능한 시간까지 착용하도록 하였다. 평균 착용 시간은 A 렌즈는 17.79±6.50 시간, B 렌즈는 19.37±7.24 시간이었으며 두 렌즈 간에는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다 (p=0.392, Fig. 1).

렌즈 착용 시간을 15시간 미만, 15시간 이상 30시간 미만, 30시간 이상의 3그룹으로 구분하여 렌즈에 따른 착용시간 차이를 비교하여 보았다. A렌즈와 B 렌즈에서 각각 연구대상자의 36.8%, 21.1%가 15시간 미만 동안 렌즈를 착용하였고, 15시간 이상 30시간 미만에 착용을 중단한 경우는 각각 52.6%, 68.4%로 A 렌즈에서의 착용 중단 시기가 더 빠른 것으로 나타났다. 30시간 미만의 렌즈 착용시간은 렌즈의 종류에 따라 차이가 있었으나, 30시간 이상 초과 착용한 연구대상자의 비율은 모두 10.5%로 두 렌즈에서 동일하게 나타났다(Fig. 2).

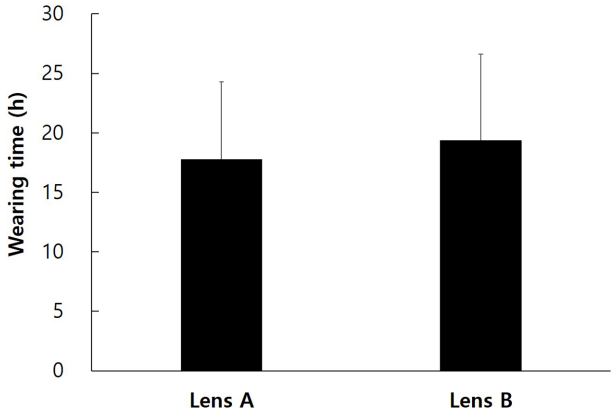

Fig. 1. Wearing time of toric lenses in subjects with dry eyes.

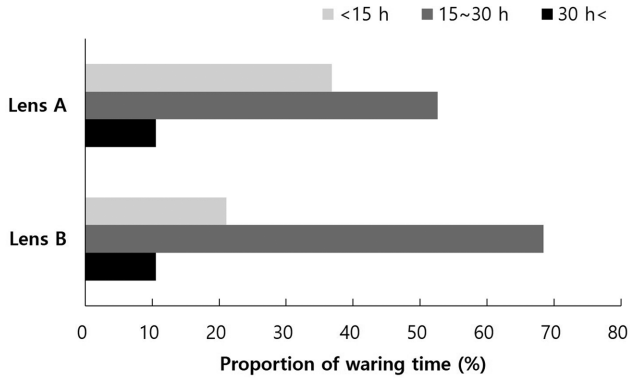

Fig. 2. Proportion of total wearing time of toric lenses in subjects with dry eyes.

소프트렌즈의 착용 중단과 관련된 1444건의 설문을 분석한 선행연구에 따르면 많은 착용자에서 착용 중단 사유가 충혈, 건조감과 관련된 불편감인 것으로 알려져 있다.[13] 하이드로겔 재질인 nelfilcon A와 실리콘하이드로겔 재질의 delefilcon A 렌즈의 착용에 대한 Michaud 등[14]의 임상연구에 따르면 총 착용시간은 nelfilcon A에서 12.2±2.22시간, delfilcon A에서 12.3±2.0 시간으로 차이가 없었으나, 착용자가 자각적으로 느낀 편안한 착용 시간은 두 렌즈에서 각각 8.5±2.6 시간, 10.7±3.0 시간으로 실리콘하이드로겔 렌즈에서 더 길었다. 즉, 착용 시간 대비 편안한 착용 시간은 하이드로겔 렌즈에서는 68.2±14.8%, 실리콘하이드로겔 렌즈에서는 86.6±17.8%로 실리콘하이드로겔 렌즈에서 비슷한 시간을 착용하더라도 착용감이 더 우수한 것으로 확인되었다. 이러한 결과가 나타난 이유 중의 하나로 실리콘하이드로겔 렌즈와 하이드로겔 렌즈 재질의 탈수 특성 차이를 들 수 있다. Jones 등[15]의 *in vitro* 실험에서 소프트렌즈의 탈수량은 초기 수분 함량과 강한 상관관계를 보였으며 함수율이 높은 렌즈일수록 더 많은 탈수가 일어났다. 본 연구에서도 두 가지 종류의 렌즈를 착용하였을 때 15시간 이상 렌즈를 착용하는 연구대상자의 비율이 실리콘하이드로겔 렌즈인 B 렌즈에서 더 많았다. 본 연구에서 사용한 2가지 종류의 렌즈 모두 비이온성이고 함수율이 50% 이상인 고함수 렌즈 재질군이지만 A 렌즈의 함수율은 69%로 B 렌즈의 56%보다 더 높았다. 이와 같은 함수율의 차이가 착용자의 자각적인 판단에 따른 렌즈 착용 중단 양상 차이를 유발하는 원인 중의 하나로 생각된다.

2. 자각적 착용감 평가

선행연구에서 사용된 자각 증상 평가를 활용하여 착용 중단하였을 때 연구대상자의 자각적인 착용감을 알아보았다.[5,11] 토릭렌즈를 착용한 후 렌즈 안정화가 되었을 때, 하루 권장 착용 시간 착용 후, 그리고 초과 착용 가능한 시간까지 렌즈를 착용하고 난 후 렌즈 착용을 중단하였을 때의 3가지 착용 시점에서 착용감 평가를 한 결과 착용 시간이 경과함에 따라 두 렌즈 모두에서 점수가 증가하여 불편감이 증가된 것으로 나타났다.

토릭렌즈를 착용한 직후 자각적 착용감에 대한 점수는 A 렌즈에서 1.30±0.61점, B 렌즈에서 1.19±0.55점이었으나 착용 권고 시간인 8시간 착용 이후에는 각각 2.02±1.23 (p=0.00), 1.72±0.96점으로(p=0.00) 통계적으로 유의하게 점수가 증가하였다. 또한 렌즈 착용을 중단한 시점에서도 A 렌즈의 착용감 점수는 2.40±1.35(p=0.01), B 렌즈도 2.60±1.17(p=0.00)으로 착용 권고 시점 및 이후와 비교해 보았을 때도 통계적으로 유의하게 증가하였다(Fig. 3).

세부적인 착용감 변화를 알아보기 위해 자각 증상 항목

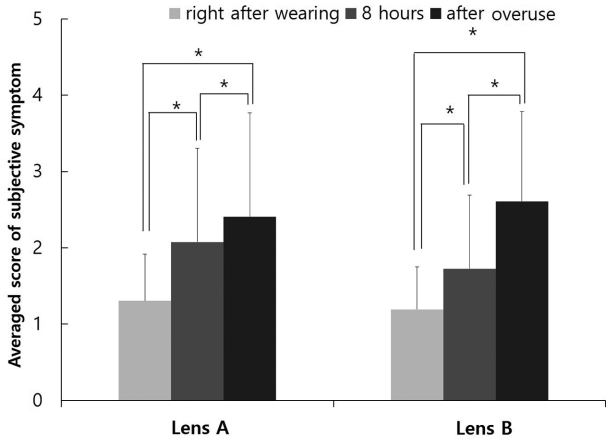

Fig. 3. Total subjective symptom scores.

별로 분석하여 보았다. 건조감(dryness), 이물감(irritation), 피곤함(tiredness), 뻑뻑함(stiffness)의 4항목이 착용 시점에 따라 가장 큰 변화를 보였다(Fig. 4). A 렌즈의 경우 렌즈 착용 직후 1~2점 정도의 건조감, 이물감, 피곤함, 뻑뻑함을 느끼는 것으로 나타났으나 착용 직후 및 초과 착용 종료 시점에는 연구대상자가 평균적으로 3~4점 정도의 착용감을 느끼는 것으로 확인되었다. A 렌즈를 착용한 경우에도 건조감, 이물감, 피곤함, 작열감, 뻑뻑함, 충혈 항목에 대한 불편감이 1점 이상 증가하였고 피곤함과 건조감의 항목에서 각각 2점 이상의 증가를 나타내어 두 재질 모두 주관적인 착용감 중 피곤함과 건조감의 변화가 가장 컸다(Fig. 4). A 렌즈에서는 건조감, 이물감, 피곤함, 뻑뻑함, 눈시림에서 B 렌즈에서는 모든 항목에서 착용 시간 경과에 따른 착용감은 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$ ANOVA).

3. 토릭렌즈 초과 착용에 따른 시력 변화

A 렌즈 및 B 렌즈의 착용 직후의 logMAR 시력은 모두 0.02±0.05였으나 초과 착용한 후에는 0.09±0.09(p=0.00) 및 0.07±0.06(p=0.00)로 두 토릭렌즈 모두에서 착용 직후에 비해 초과 착용했을 때가 통계적으로 유의하게 시력이 저하되었다(Fig. 5). 또한 착용 직후에는 렌즈 종류에 따른 차이가 없었으나 초과 착용이 중단된 시점에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이며 A 렌즈에서 더 낮았다 (p=0.04).

앞서 언급된 자각적 착용 시간을 종합하여 보면 A 렌즈는 B 렌즈에 비해 평균적인 초과 착용 시간이 더 짧았음에도 시력이 감소하는 정도는 더 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 또한 자각적 착용감의 경우 착용 직후에는 두 렌즈 간에 통계적으로 유의한 차이가 발생하였으나(p=0.00) 동일한 시점에서 시력에는 차이가 없었고, 초과 착용이 종료된 시점에서는 자각적 착용감 및 시력이 모두 렌즈 종

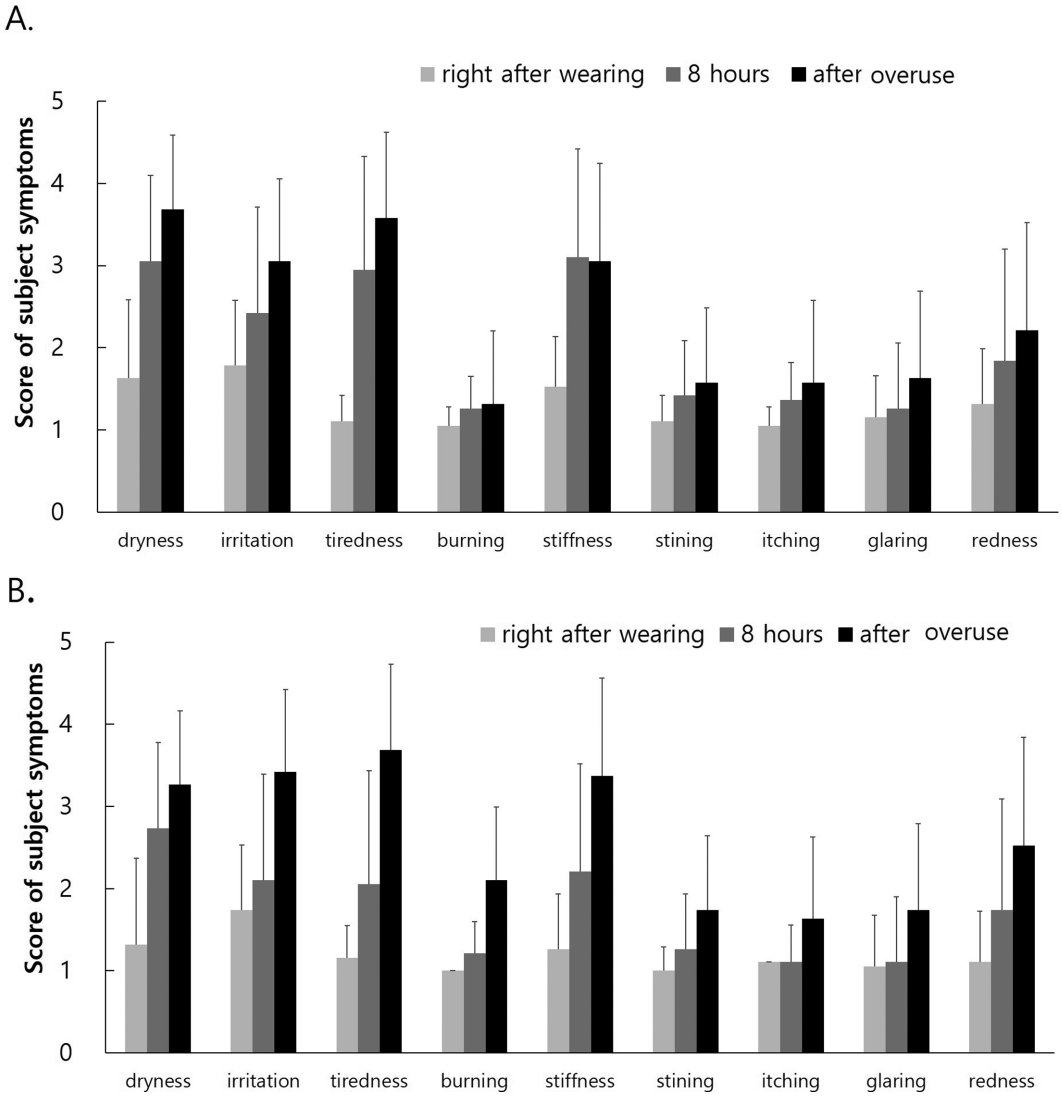

Fig. 4. Changes in subjective symptoms caused by overuse of daily disposable toric lenses in subjects with dry eyes. A. Lens A, B. Lens B.

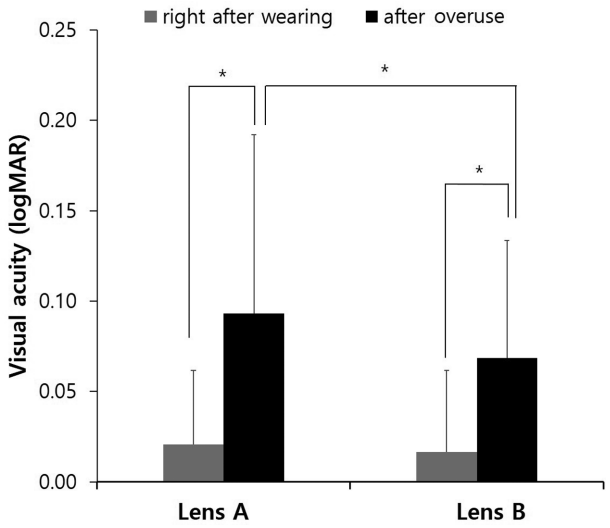

Fig. 5. Mean logMAR visual acuity immediately after insertion and after overuse of toric lenses.

류에 따라 차이를 보였다. 즉 A 렌즈와 B 렌즈를 착용할 경우 착용감과 시력 중 착용감에서 렌즈 종류에 따른 차이가 더 확연한 것을 알 수 있다.

착용 시간 경과에 따라 토릭렌즈의 피팅 상태 변화 및 눈물 단백질 침착으로 인한 눈 깜박임 시 안구위에서 마찰력 증가하여 순목 횟수가 변할 수 있으며, 이러한 비정상적인 눈 깜박임으로 인해 렌즈의 움직임이 적절하지 않으면 망막상이 변위되어 시력이 저하될 수 있다.[4,16] 선행연구에 따르면 구면 소프트렌즈를 초과 착용하였을 때 착용 직후에 비해 순목 횟수가 증가하는 경향을 보였다.[4] 본 연구에서도 초과 착용하였을 때 착용 직후의 시점에 비해 시력이 감소되었으나 동일 연구대상임에도 불구하고 렌즈 착용에 의한 시력 감소폭은 렌즈 종류에 따라 상이하였다. 본 실험에 사용한 토릭렌즈는 서로 재질 및 축 안정화 방법이 상이하므로 이러한 렌즈 파라미터가 복합적으

로 시력저하에 영향을 준 것으로 유추할 수 있다.

4. 토릭렌즈 초과 착용에 따른 건성안에서의 렌즈 중심 안정 위치 및 축 변화

토릭렌즈를 권장 착용 시간보다 초과 착용하였을 경우 시야의 흐릿함과 착용감 저하의 원인으로 예상되는 렌즈 중심 안정 위치와 축의 변화에 대해 알아보았다. 이상적인 소프트렌즈의 피팅은 홍채 주변부를 1 mm씩 균일하게 덮어야 한다.[5,11] 본 연구에 사용한 두 종류의 렌즈 모두에서 렌즈의 중심이 동공 중심부보다 귀쪽 및 아래쪽으로 치우치는 경향을 보였으나 평균 수평 및 수직 방향 모두 1 mm 이내에 위치하였다(Fig. 6).

즉, 렌즈 중심 안정 위치는 동공 중심을 기준으로 x축의 경우 코쪽을 (+), 귀쪽을 (−)라 표시하고, y축의 경우는 위쪽을 (+), 아래쪽을 (−)로 표시하여 x, y 좌표(단위, mm)로 나타내면 A 렌즈는 착용 직후 x,y=(−0.36±0.20, −0.56±0.30)에서, 초과 착용에서는 x,y=(−0.30±0.17, −0.44±0.29)로 나타났다. B 렌즈는 착용 직후 x,y=(−0.40±0.30, −0.71±0.62)에서, 초과 착용에서는 x,y=(−0.42±0.30, −0.49±0.48)로 나타났다.

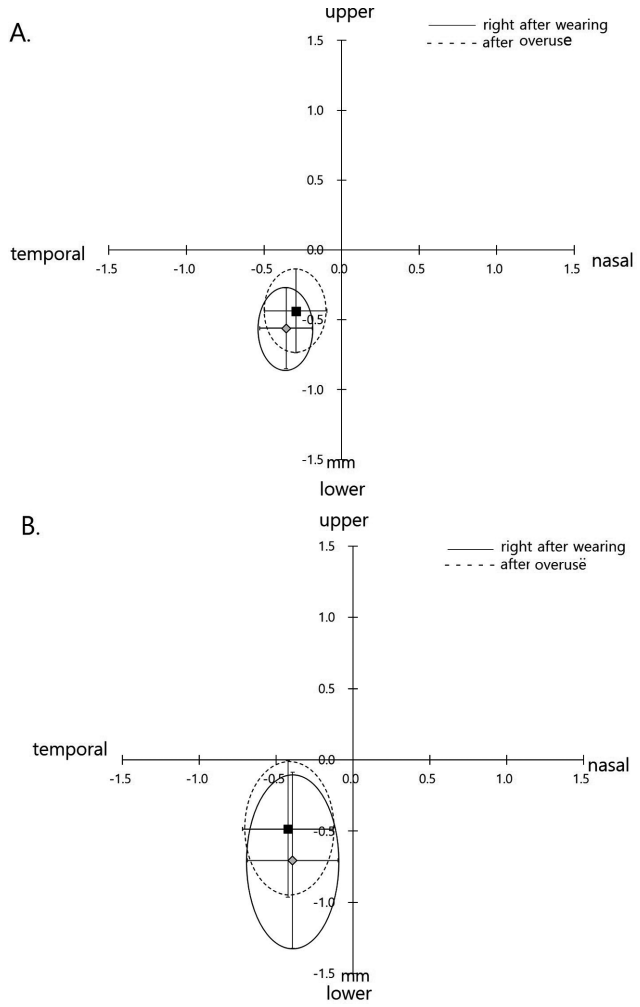

Fig. 6. Lens centration immediately after insertion and after overuse of toric lenses.
A. Lens A, B. Lens B

두 렌즈에서 모두 중심 안정 위치는 동공 중심을 향해 수직방향으로 이동한 것으로 관찰되었다(Lens A p=0.01, Lens B p=0.03). 수평방향의 중심 안정 위치는 A 렌즈에서는 수직방향과 동일하게 동공 중심 쪽으로 이동하여 렌즈가 안정화되는 경향을 보였으나 통계적인 유의성은 없었다(p=0.123). B 렌즈에서도 수평방향의 중심 안정 위치에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(p=0.057). 중심 안정 위치의 수직과 수평방향의 좌표를 기준으로 동공 중심으로부터 떨어진 직선거리를 구하여 착용 직후와 초과 착용 이후의 안정 위치를 비교해보았다. A 렌즈에서 착용 직후에 0.71±0.26 mm에서 초과 착용 후 0.57±0.25 mm로 통계적으로 유의하게 초과 착용 이후 동공 중심에 가까운 위치에 렌즈가 안정화되었고(p=0.00) B 렌즈에서는 착용 직후에 0.920±0.51 mm에서 초과 착용 후 0.77±0.34 mm로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나 동공 중심으로 이동하는 경향을 보였다(p=0.11). 즉 A 렌즈 착용 시 초과 착용 이후 렌즈의 중심 안정 위치와 동공 중심 사이의 거리가 가까워졌으나 B 렌즈에서는 초과 착용으로 인해 렌즈가 동공 중심쪽으로 가깝게 이동하는 경향이 다소 낮은 것을 확인할 수 있다. 이렇듯 A 렌즈 초과 착용의 경우 렌즈의 중심 안정 위치가 중심부로 치우친 것은 렌즈의 중심 안정화를 의미하는 것은 아니며 각막의 건조화로 인하여 렌즈의 움직임이 적어졌기 때문인 것으로 생각된다. 반면, B 렌즈의 수평방향 중심 안정 위치는 초과 작용 시 좀 더 귀쪽으로 치우친 경향을 보였으며, A 렌즈와는 달리 개인차가 커져 수평방향, 수직방향 모두 중심 안정 위치의 분포를 나타내는 원의 크기가 커졌다. 이는 눈물성분의 침착으로 이물감을 포함한 자각적 불편감과 이에 따른 축 및 시력 변화로 렌즈 중심잡기의 개인별 차이가 컸기 때문이었던 것으로 생각할 수 있다.

구면 써클렌즈와 일일착용 렌즈의 초과 착용에 관한 선행연구에 따르면[4,5] 렌즈 초과 착용시 중심 안정 위치가 중심 쪽으로 이동하는 경향을 보였다. 토릭렌즈를 대상으로 한 본 연구에서도 렌즈 착용 시점이 경과함에 따라 렌즈의 위치가 각막 중심 쪽으로 이동하는 것을 확인할 수 있었다. 즉, 초과 착용으로 인해 구면렌즈 뿐만 아니라 토릭렌즈 역시 중심 안정 위치가 각막 중심 쪽으로 이동하는 경향을 보임을 확인할 수 있으나 이는 더 좋은 렌즈 피팅의 의미가 아닌 렌즈의 건조함 유발 및 단백질 침착과 같은 조건에 의해서 렌즈가 스팁한 형태로 변형되기 때문으로 생각되어진다.

착용 직후 A와 B 렌즈의 토릭 축은 각각 5.62±3.90°와 5.45±3.99°이내에서 안정화되었으며 프리즘 발라스트와

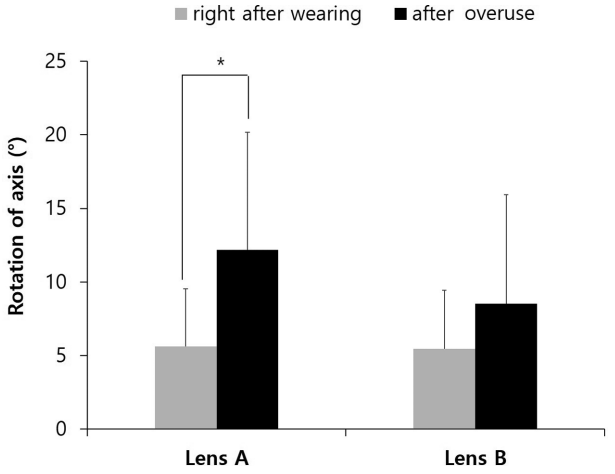

Fig. 7. Mean axis rotation immediately after insertion and after overuse of toric lenses.

이중 쐐기형 렌즈의 축 안정성을 비교한 Moghaddam 등[17]의 선행연구와 유사한 경향을 보였다(Fig. 7). 초과 착용한 시점에서의 A 렌즈의 축은 12.18±7.99°로 착용 직후와 초과 착용 후의 안정화 위치가 통계적으로 유의한 정도의 차이를 보였다(p=0.00 by paired t-test). B 렌즈는 8.53±7.39° 범위 내에서 안정화를 보여 착용 시점에 따라 렌즈의 축 안정 위치가 변한 것을 확인할 수 있었고 유의 수준 90%에서는 유의한 차이를 보였다(p=0.081 by paired t-test).

토릭렌즈를 초과 착용한 이후 안정화된 위치에서 축 변화량이 10°이상인 착용자는 A 렌즈에서 전체 착용자 중 33.3%, B 렌즈에서 8.3%이었다(Fig. 8).

A와 B 렌즈 모두에서 축 안정성은 초과 착용 이후 더 감소하는 경향을 보였으며 A 렌즈에서 그 변화량이 더 컸다. 초과 착용할 경우 소프트렌즈에 표면 단백질이 침착되고 이러한 이물질로 인해 렌즈는 보다 스팁한 경향을 띄게 된다.[18] 렌즈 재질에 따른 침착물에 관한 선행연구에 따르면 실리콘하이드로겔 렌즈에서 일반적인 하이드로겔 렌즈에 비해 현저하게 적은 양의 단백질이 침착된다.[19] 이에 따라 상대적으로 단백질의 침착이 많이 발생하는 nelfilcon A재질의 렌즈에서 렌즈 표면의 이물질로 인해 안구 표면에서 렌즈의 위치가 일정하도록 하는 안검과 렌즈의 상호적인 움직임에 방해를 받아 축 안정성이 저하되었을 가능성이 있다.

초과 착용에 대한 국내 선행연구에서는 구면콘택트렌즈를 대상으로 하였으나[4] 본 연구에서는 토릭렌즈를 사용하였고 구면렌즈와 유사하게 렌즈 착용 시 중심 안정 위치가 변하였고 렌즈 축의 변화와 함께 시력 저하가 나타남을 확인하였다. 저~중증도의 난시를 가진 경우 최적의 시력을 나타내는 구면렌즈로 처방하는 경우보다 토릭렌즈로 처방한 경우 시력이 개선된다고 알려져 있으며 토릭렌

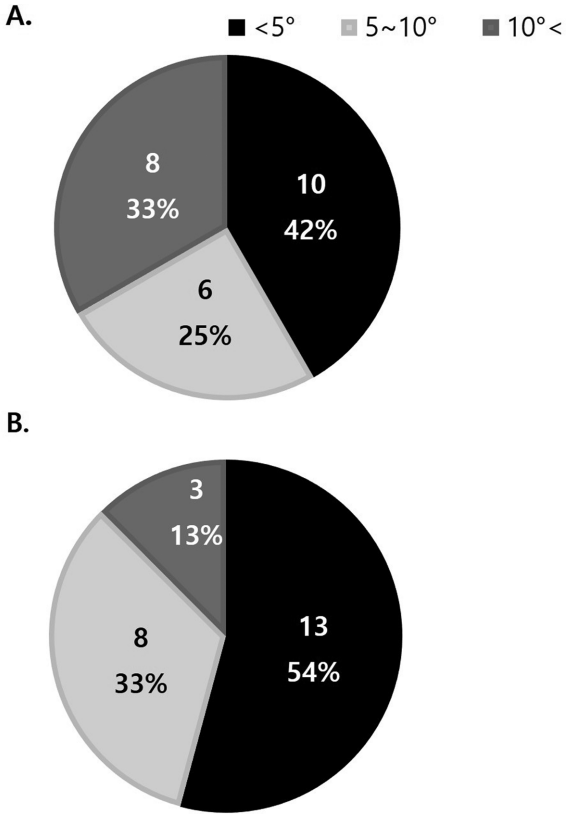

Fig. 8. Changes in the ratio of axis rotation caused by the overuse of toric lenses.
A. Lens A, B. Lens B.

즈에 대한 수요는 점차 증가하고 있다.[20,21] 토릭렌즈는 구면렌즈와 달리 순목에 의해 안구가 지속적으로 움직이는 과정에서 렌즈가 일정한 위치에서 안정화되는 축 안정화 성능이 매우 중요하다. 이에 따라 현재 시판 중인 토릭렌즈 축 안정화 디자인을 비교한 많은 선행연구들이 존재한다.

하지만 Moghaddam 등[17]의 연구에서는 토릭렌즈의 축 안정화 디자인을 착용 후 20분 이후에 평가하였고, Graeme Young[22]은 프리즘 발라스트 디자인과 ASD 디자인을 비교한 연구에서도 착용 15분 이후에 렌즈의 위치를 평가하였으며 시선의 위치에 따라 토릭렌즈의 축 안정화를 평가한 Zikos 등[1]의 연구에서도 15분의 안정화 시간 이후에 렌즈의 위치를 평가하는 등 축 안정화 디자인에 대한 비교연구는 많이 수행되었으나 대부분의 경우 평가 시간이 렌즈 착용 직후로 한정되어 있다. Richdale 등[20]의 선행연구에 따르면 이중 쐐기형이며 실리콘하이드로겔 재질의 렌즈인 ACUVUE ADVANCE for ASTIGMATISM 렌즈보다 일반적인 하이드로겔 렌즈 재질이며 프리즘 발라스트 디자인 렌즈에서 더 우수한 시력을 나타낸다고 하였는데 이는 단순히 렌즈의 축 안정화 디자인에 대한 차이에 의한 것으로 보기보다는 실리콘하이드로겔 렌즈가 가지는 고유의 모듈러스와 연관지어 생각해야한다고 하였다. 하

지만 Richdale 등[20]의 연구는 기존의 토릭렌즈 축 안정성에 관한 선행연구와 마찬가지로 렌즈 착용 20분 이후 시력을 평가하였다는 한계점이 있다. 렌즈의 건조감 및 탈수는 렌즈 착용 뒤 하루가 마감되는 시점에서 가장 높은 것으로 보고되었다.[23] 더욱이 콘택트렌즈 착용자들이 착용을 중단하는 가장 주요한 원인 중 하나는 건조로 인한 불편감으로 알려져 있고[13] 눈물막 파괴시간이 10초 이하인 건성안의 징후가 관찰되는 경우 렌즈 착용을 지양하고 있으나,[24,25] 실제 렌즈 착용 실태 조사 결과에 따르면 눈물막의 안정성에 관한 진단 없이 렌즈를 착용하는 경우가 있다.[26,27] 본 연구는 NIBUT가 10초 이하인 건성안 징후가 있는 대상자가 일회용 토릭렌즈를 사용 권장 시간보다 초과 착용했을 경우의 피팅 상태를 자각적·타각적으로 평가하여 분석하였고 이를 통해 렌즈 착용 중단의 경향이 높은 그룹에서 렌즈 착용에 대한 변화를 확인하였다.

본 연구는 실리콘하이드로겔 재질의 프리즘 발라스트 디자인 토릭렌즈와 하이드로겔 재질의 이중 쐐기형 디자인 토릭렌즈의 착용 시간 경과에 따른 시력, 주관적 착용감, 중심 안정 위치 및 축 안정 위치에 대해 비교 평가를 한 연구이다. 착용 직후 안구위에서 안정화 되었을 때와 렌즈를 10시간 이상 착용한 시점에서 비교해 보았을 때 착용 직후에는 렌즈의 디자인 및 재질의 종류에 따른 시력의 차이가 없었으나 착용이 종료되는 시점에는 두 렌즈에서 시력이 감소하는 정도에 차이가 발생하는 것을 알 수 있었다. HEMA 재질인 A 렌즈는 유연성 및 함수율이 뛰어나 착용 환경에 대한 렌즈 파라미터 변화가 더 크게 유발되고 실리콘하이드로겔 재질인 B 렌즈는 유연성 및 경도가 상대적으로 떨어지고 렌즈 자체의 변경이 HEMA 재질에 비해 적게 유발되기 때문에[28] 축 변화 역시 적게 유발되었을 가능성이 있다. 많은 선행연구에서 토릭렌즈의 축 안정화 디자인에 따른 축 안정성을 비교하였으나 서론에서 언급한 것과 같이 대부분 착용 직후(15~20분)에서 축 안정성을 평가하였기 때문에 착용 시간을 초과한 상태의 축 안정성을 평가한 점에서 본 연구의 결과가 의미가 있을 것으로 생각된다.

결 론

본 연구에서는 건성안이 축 안정화 디자인 및 재질 특성이 다른 두 종류의 일회용 토릭렌즈를 권장 착용 시간인 8시간 이상 착용하였을 때 나타나는 자각증상, 시력, 중심 안정 위치 및 축 틀어짐의 변화를 알아보았다. 토릭렌즈 초과 착용은 두 렌즈 모두에서 건조감과 뻑뻑함을 증가시켜 과도한 이물감을 유발하였고, 렌즈 중심 안정 위치의 변화를 초래하였다. 비이온성 고함수 특성을 가진 하이드로겔 렌즈인 A 렌즈가 비이온성 고함수이지만 실리콘하이드로겔 재질인 B 렌즈보다 착용을 일찍 중단하는 경우가 더 많았으며, 축 틀어짐 정도와 시력 변화가 더 컸다. A 렌즈의 경우는 평균 10° 이상의 큰 축 틀어짐이 나타났고, 이러한 결과는 시력에도 직접적인 영향을 미친 것으로 판단된다. 축 틀어짐 정도의 차이는 두 렌즈간의 재질적 특성 외에 축 안정화 디자인의 차이도 영향을 미쳤을 것으로 보인다. 이러한 변화가 눈물양이 부족해서 발생하는 문제인지 초과 착용으로 인한 문제인지를 밝히기 위해 추후 눈물양이 정상인 피검안을 대상으로 후속 연구가 필요할 것으로 보인다.

본 연구에서는 구면렌즈를 초과 착용하였을 때 나타나는 자각적 불편감이나 렌즈의 중심 안정 위치의 변화가 건성안에서 토릭렌즈를 초과 착용하였을 때에도 동일하게 발생되지만 토릭렌즈의 경우는 축 틀어짐과 시력 감소가 두드러지게 발생함을 밝혔다. 또한, 토릭렌즈의 종류에 따라서 그 변화폭이 더 심하게 나타나는 경우도 있는 것으로 나타났으므로 착용 기한 준수에 대한 철저한 교육이 필요할 것으로 보인다. 본 연구결과는 건성안의 토릭렌즈 착용으로 유발되는 문제점 및 부작용의 교육을 위한 기초자료로 제시될 수 있을 것이다.

REFERENCES

[1] Zikos GA, Kang SS, Ciuffreda KJ, Selenow A, Ali S, Spencer LW et al. Rotational stability of toric soft contact lenses during natural viewing conditions. Optom Vis Sci. 2007;84(11):1039-1045.

[2] Efron N, Morgan PB, Woods CA. An international survey of daily disposable contact lens prescribing. Clin Exp Optom. 2013;96(1):58-64.

[3] Park SH, Kim SR, Park M. The effect of circle lens and soft contact lens with identical material in clinical application on the eyes. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2011; 16(2):147-157.

[4] Park M, Yang JH, Kim SM, Park S, Park SH, Kim SR. Changes in centration of contact lenses on cornea and blink rate associated with overusage of disposable lenses. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2008;13(4):51-58.

[5] Park M, Kang SY, Chang JI, Han A, Kim SR. Changes in subjective discomfort, blinking rate, lens centration and the light transmittance of lens induced by exceeding use of daily disposable circle contact lenses in dry eyes. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2014;19(2):153-162.

[6] Sulley A, Hawke R, Lorenz KO, Toubouti Y, Olivares G. Resultant vertical prism in toric soft contact lenses. Cont Lens Anterior Eye. 2015;38(4):253-257.

[7] Bennett ES, Henry VA. Clinical manual of contact lenses, 4th Ed. Philadelphia: Lippincott Williams &Wilkins, 2013;

345-357.
[8] Goldsmith WA, Steel S. Rotational characteristics of toric contact lenses. Int Contact Lens Clin. 1991;18(11):227-230.
[9] Chamberlain P, Morgan PB, Moody KJ, Maldonado-Codina C. Fluctuation in visual acuity during soft toric contact lens wear. Optom Vis Sci. 2011;88(4):E534-E538.
[10] Abelson MB, Ousler GW, Nally LA, Welch D, Krenzer K. Alternative reference values for tear film break up time in normal and dry eye populations. Adv Exp Med Biol. 2002;506(Pt B):1121-1125.
[11] Park M, Kwon HL, Choi SA, Kim SR. Changes in subjective/objective symptoms and the light transmissibility of lens associated with overusage of daily disposable circle contact lenses in normal eyes. 2013;18(4):429-439.
[12] Park S, Lee YJ, Lee HS, Park M. The momentary movement of soft contact lens by blinking: the change of movement depending on wearing time. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2007;12(1):1-7.
[13] Pritchard N, Fonn D, Brazeau D. Discontinuation of contact lens wear: a survey. Int Contact Lens Clin. 1999;26(6):157-162.
[14] Michaud L, Forcier P. Comparing two different daily disposable lenses for improving discomfort related to contact lens wear. Cont Lens Anterior Eye. 2016;39(3):203-209.
[15] Jones L, May C, Nazar L, Simpson T. In vitro evaluation of the dehydration characteristics of silicone hydrogel and conventional hydrogel contact lens materials. Cont Lens Anterior Eye. 2002;25(3):147-156.
[16] Ridder III WH, Tomlinson A. Blink-induced, temporal variations in contrast sensitivity. Int Contact Lens Clin. 1991;18(11-12):231-237.
[17] Momeni-Moghaddam H, Naroo SA, skarizadeh F, Tahmasebi F. Comparison of fitting stability of the different soft toric contact lenses. Cont Lens Anterior Eye. 2014;37(5):346-350.
[18] Park M, Cho GT, Shin SS, 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.
[19] Luensmann D, Jones L. Protein deposition on contact lenses: the past, the present, and the future. Cont Lens Anterior Eye. 2012;35(2):53-64.
[20] Richdale K, Berntsen DA, Mack CJ, Merchea MM, Barr JT. Visual acuity with spherical and toric soft contact lenses in low-to moderate-astigmatic eyes. Optom Vis Sci. 2007;84(10):969-975.
[21] Dabkowski JA, Roach MP, Begley CG. Soft toric versus spherical contact lenses in myopes with low astigmatism. Int Contact Lens Clin. 1992;19(11):252-256.
[22] Young G, Hunt C, Covey M. Clinical evaluation of factors influencing toric soft contact lens fit. Optom Vis Sci. 2002;79(1):11-19.
[23] Nichols JJ, Ziegler C, Mitchell GL, Nichols KK. Self-reported dry eye disease across refractive modalities. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2005;46(6):1911-1914.
[24] Abelson MB, Ousler GW, Nally LA, Welch D, Krenzer K. Alternative reference values for tear film break up time in normal and dry eye populations. Adv Exp Med Biol. 2002;506(Pt B):1121-1125.
[25] Lee JH, Kee CW. The significance of tear film break-up time in the diagnosis of dry eye syndrome. Korean J Ophthalmol. 1988;2(2):69-71.
[26] Shimmura S, Shimazaki J, Tsubota K. Results of a population-based questionnaire on the symptoms and lifestyles associated with dry eye. Cornea 1999;18(4):408-411.
[27] Jung MA, Lee HJ. Survey on cosmetic color contact lens wear status of middle school, high school and college students. Korean J Vis Sci. 2013;15(4):439-446.
[28] Tranoudis I, Efron N. Tensile properties of soft contact lens materials. Cont Lens Anterior Eye. 2004;27(4):177-191.

건성안에서 일회용 토릭소프트렌즈의 초과 착용으로 유발되는 렌즈의 축 틀어짐, 자각 증상 및 시력 변화

이세은, 김일녕, 한슬범, 김세일, 김소라, 박미정*

서울과학기술대학교 안경광학과, 서울 01811

투고일(2018년 11월 12일), 수정일(2018년 11월 27일), 게재확정일(2018년 11월 27일)

목적: 본 연구에서는 권장 시간을 초과하여 일회용 토릭소프트렌즈를 착용하였을 때 나타나는 자각적 불편감, 시력, 렌즈의 중심 안정 위치 및 축 틀어짐의 변화에 대해 알아보고자 하였다. **방법:** NIBUT 결과 10초 이하인 건성안 징후가 있는 연구대상자에게 서로 다른 축 안정화 디자인 및 재질 특성(nelfilcon A=렌즈 A, somofilcon A=렌즈 B)을 가진 두 토릭렌즈를 피팅하였다. 자각 증상 점수, 시력, 중심 안정 위치, 회전축을 렌즈 착용 직후와 자각적 불편감의 증가로 렌즈 착용을 중단하는 시점에서 측정하여 비교 분석하였다. **결과:** 두 렌즈 모두 초과 착용으로 인해 자각적 불편감이 더 커졌으며, 가장 증상이 큰 항목은 피곤함과 건조감이었다. 두 렌즈의 logMAR시력은 모두 착용 직후에 0.02±0.05 이상이었으나, 초과 착용 후에는 A 렌즈에서 0.09, B 렌즈에서 0.07로 낮아졌으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 중심 안정 위치는 두 렌즈 모두 초과 착용으로 인해 동공 중심으로 조금 더 이동하는 경향을 보였다. 렌즈의 축은 착용 직후에는 두 렌즈 모두에서 5°정도 틀어졌으나 초과 착용 후에는 A 렌즈에서 12°, B 렌즈에서 8°정도 틀어졌다. 축이 10°이상 틀어진 경우는 A 렌즈에서 8안(33.3%), B 렌즈에서 3안(13%)으로 A 렌즈에서 착용 직후와 초과 착용 후의 값이 통계적으로 유의한 차이를 보였다. **결론:** 본 연구에서는 토릭렌즈의 초과 착용으로 인해 자각적 불편감 뿐만 아니라 축의 회전과 시력 저하가 유발되는 것을 확인하였다. 따라서 초과 착용이 가지는 문제점에 대해 충분한 교육이 필요함을 제안한다.

주제어: 일회용 토릭소프트렌즈, 건성안, 초과 착용, 자각적 불편감, 렌즈 중심 안정 위치, 축 틀어짐, 시력