대한안과학회지 2013년 제 54 권 제 3 호
J Korean Ophthalmol Soc 2013;54(3):502-507
pISSN: 0378-6471
eISSN: 2092-9374
http://dx.doi.org/10.3341/jkos.2013.54.3.502

= 증례보고 =

난시 각막굴절교정학 렌즈를 이용한 가장자리 각막난시 교정

박영기[1] · 이종수[2] · 이지은[2]

박영기 안과의원[1], 부산대학교 의학전문대학원 안과학교실[2]

목적: 1.5D 이내의 각막난시를 가졌지만 가장자리 각막난시로 인해 구면 각막굴절교정학 렌즈 장착이 어려웠던 환자에서 난시 각막굴절교정학 렌즈를 이용하여 성공적인 굴절 교정이 가능하였던 경우를 보고하고자 한다.

증례요약: 각막굴절교정학 렌즈 착용을 원하는 11세 남아에서 우안 −4.75D sph=−1.00D cyl 180, 좌안 −4.50D sph=−1.25D cyl 180의 굴절률을 보였고, 시술전 각막지형도 검사에서 각각 1.19D, 1.10D의 각막난시 및 가장자리 각막난시가 관찰되었다. 굴절교정을 위해 구면 각막굴절교정학 렌즈를 착용하였으나, 착용 후 단안 이중시를 호소하였고, 양안 렌즈의 코쪽편위 소견을 보였다. 렌즈 중심잡기를 위해 난시 각막굴절교정학 렌즈를 시도하였고, 12개월 경과 관찰 기간 동안 양안 시력 20/20, 우안 +0.75D sph=−0.50D cyl 170, 좌안 +0.50D sph=−0.50D cyl 160의 굴절교정효과 및 렌즈 중심잡기에서 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

결론: 각막난시가 심하지 않더라도 가장자리 각막난시가 있어 구면 각막굴절교정학 렌즈를 이용한 굴절 교정이 용이하지 않다면 난시 각막굴절교정학 렌즈의 사용을 고려해 볼 수 있다.

〈대한안과학회지 2013;54(3):502-507〉

각막굴절교정학 렌즈를 착용하는 대상은 대부분 소아로 최근 그 수가 증가하고 있는데 이는 각막굴절교정학 렌즈의 근시 및 난시 진행 억제효과 때문인 것으로 생각한다.[1,2] 그러나 렌즈를 착용할 수 있는 대상은 −6.0 디옵터(D) 이하의 근시 및 −2.0D 이하의 난시로 제한하고 있는데, 이는 기본커브를 각막보다 더 편평하게 함과 동시에 이차커브를 각막곡률반경보다 가파르게 하는 역기하 렌즈 디자인을 통해 중등도 이하의 근시는 교정하는 데에는 효과적이지만, 난시 교정에는 거의 효과가 없기 때문이다.[3,4] 즉 구면 각막굴절교정학 렌즈의 경우 1.0-1.5D의 각막난시를 50% 정도 교정할 수 있는데, 이 또한 중심부에서만 교정효과가 있어 가장자리(limbus to limbus) 보다는 중심부(central) 각막난시가 있는 경우 보다 성공적인 결과를 얻을 수 있다.[4] 그러므로 각막 난시가 1.5D 이하이어서 구면 각막굴절교정학 렌즈 처방이 가능한 경우라 하더라도, 주변부 각막난시가 동반되어 있는 환자에서는 난시 교정 효과가 떨어질 뿐 아니라, 이로 인해 렌즈 중심이탈의 문제가 발생할 수 있으며, 이러한 잘못된 렌즈 중심잡기로 인해 난시 유발, 눈부심, 시력 감소 등이 생길 수 있다.

본 증례에서는 각막난시가 1.5D 이하였지만 가장자리 각막난시로 인한 렌즈 중심잡기 실패로 구면 각막굴절교정학 렌즈 처방이 어려웠던 환자에서 난시 각막굴절교정학 렌즈를 이용하여 교정이 가능하였던 경우를 보고하고자 한다.

■ 접 수 일: 2012년 3월 2일 ■ 심사통과일: 2012년 9월 27일
■ 게재허가일: 2013년 2월 7일

■ 책 임 저 자: 이 지 은
경남 양산시 물금읍 금오로 20
양산부산대학교병원 안과
Tel: 055-360-2590, Fax: 055-360-2161
E-mail: jiel75@hanmail.net

증례보고

11세 남아가 각막굴절교정학 렌즈 처방을 위해 내원하였다. 우안 −4.25D sph=−1.00D cyl 180, 좌안 −4.00D sph=−1.00D cyl 180의 안경을 착용하고 있었으며, 안경 착용 시 시력은 양안 각각 20/20으로 측정되었다. 현성 굴절검사에서 우안 −4.75D sph=−1.00D cyl 180, 좌안 −4.50D sph=−1.25D cyl 180로 측정되었으며, 각막지형도(iTrace®, Tracey Technologies, Houston, Texas, USA) 검사에서 양안 각각 전형적인 나비넥타이 모양(bow-tie pattern)이 윤부까지 이어지는 가장자리 각막난시 형태를 보였고(Fig. 1), 각막곡률값은 우안 가파른 경사면 7.97 mm, 완만한 경사면 8.20 mm, 좌안 각각 7.88 mm 및 8.09 mm로 측정되었으며, 각막난시는 우안 1.19D, 좌안 1.10D로 측정되었다. 세극등 검사 및 안저 검사에서 특이소견은 관찰되지 않았다.

렌즈는 Ortho-K LK™ 렌즈(Lucid Korea, Seoul, Korea)를 사용하였다. 렌즈의 재질은 Hexafocon A (flourosilicone

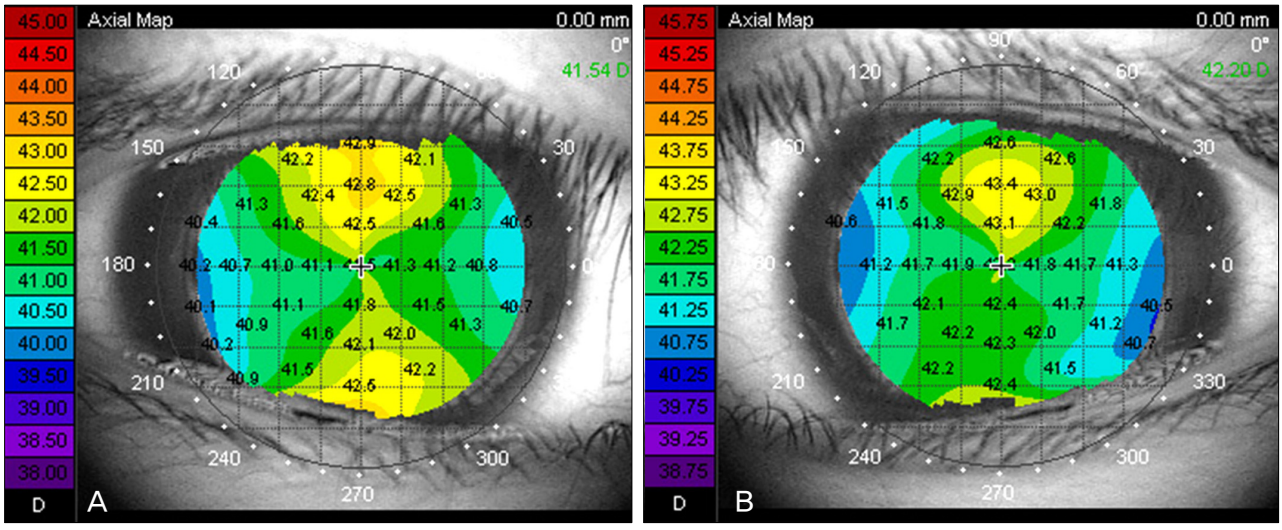

Figure 1. Prefitting topography shows limbus-to-limbus with-the-rule corneal astigmatism (A: right eye, B: left eye).

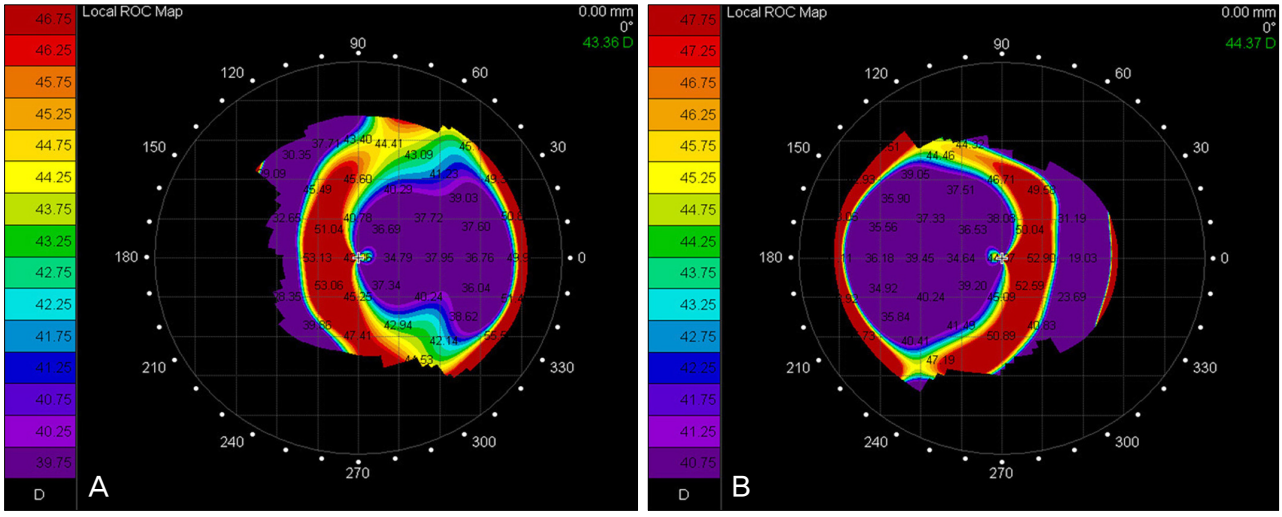

Figure 2. After 1 month of wearing spherical orthokeratology lens, both eyes (A: right eye, B: left eye) show nasally flattened cornea on topography.

Table 1. The calculation of sagittal height difference of patient's right eye by the excel sheet. If the value of keratometric reading, eccentricity, and half chord area of flat and steep meridian are inserted, the value of p, R_0, corneal sagittal height, and sagittal height difference are automatically calculated by the excel sheet

	Flat meridian	Steep meridian	Sagittal height difference
Keratometric reading (Ra) (mm)	8.20	7.97	
Eccentricity (e)	0.20	0.20	
Half chord (year) (mm)	4	4	
p	$1-e^2$ = 0.96	$1-e^2$ =0.96	
R_0	$\sqrt{R_a^2+y^2p-y^2}=8.194510358$	$\sqrt{R_a^2+y^2p-y^2}=7.964351825$	
Corneal sagittal height (mm)	$(R_0-\sqrt{R_0^2+y^2p})/p$ =1.03956606	$(R_0-\sqrt{R_0^2+y^2p})/p$ =1.073993455	(Steep – Flat) meridian corneal sagittal height =0.034427395

acrylate)이며 Dk value는 140 (cm·mlO_2)/(sec·ml·mmHg) 10^{-11}이다. 렌즈의 기본 만곡도를 우안 8.23 mm, 좌안 8.13 mm로 처방하여 시험렌즈를 착용시킨 후 플루레신 형광염색을 하여 렌즈 정렬 및 움직임을 확인한 후 덧댐굴절

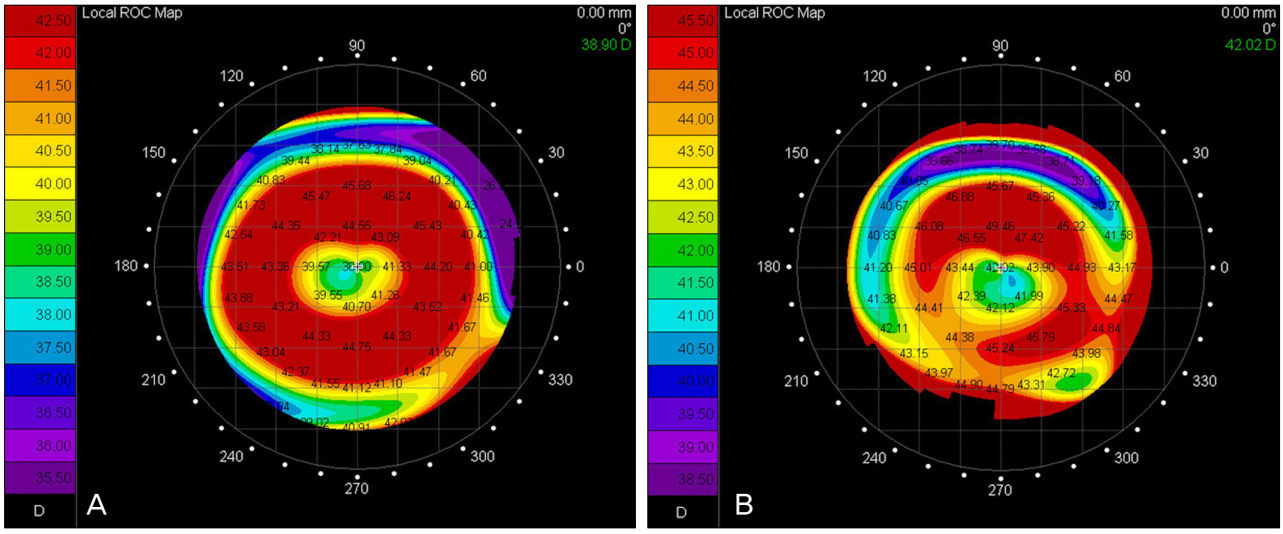

Figure 3. After 12 months of wearing toric orthokeratology lenses, both eyes (A: right eye, B: left eye) show well-centered bull's eye pattern on topography.

검사를 시행하여 렌즈 도수를 정하였다. 착용 후 1일부터 1주일, 1달째까지 간헐적 단안 이중시를 호소하였고, 각막지형도에서 렌즈의 코쪽 편위 소견이 지속적으로 관찰되었다(Fig. 2).

2주간 렌즈착용을 중단한 이후, 렌즈 중심잡기를 위해 난시 각막굴절교정학 렌즈 착용을 시도하였으며, 렌즈는 Toric ortho-K LK™ 렌즈(Lucid Korea, Seoul, Korea)를 사용하였다. 렌즈의 난시도를 구하기 위해 가파른 경사면과 완만한 경사면의 각막곡률값 및 편심률을 함몰 높이 차이(sagittal height difference)를 구하는 소프트웨어에 대입하여 우안 34u, 좌안 31u의 값을 얻었다(Table 1). 그러므로 양안 -1.0D의 난시 각막굴절교정학 렌즈를 선택하였으며 이때 렌즈의 기본만곡도를 우안 8.28 mm, 좌안 8.18 mm로 변경하여 플루레신 형광염색을 하여 렌즈 정렬 및 움직임이 양호함을 확인한 후 덧댐굴절검사를 시행하여 양안 렌즈 도수를 각각 -4.5D로 정하였다.

12개월의 경과관찰 기간 동안 난시 각막굴절교정학 렌즈 착용 직후부터 단안 이중시는 호소하지 않았으며, 착용 1주일째부터 현재까지 나안시력은 양안 각각 20/20으로 유지되었다. 현성 굴절 검사에서 우안 +0.75D sph=-0.50D cyl 170, 좌안 +0.50D sph=-0.50D cyl 160으로 측정되었고, 각막지형도 검사에서는 양안 표적 형태(bull's eye pattern)를 유지하였다(Fig. 3).

고 찰

각막지형도에서 관찰되는 규칙 난시는 가장자리 및 중심부 각막난시의 2가지 주요 형태로 나뉜다.[5] 가장자리 각막난시는 전형적인 나비넥타이(bow-tie) 형태가 윤부까지 확장되어 나타나는 형태이며, 중심부 각막난시는 나비넥타이 형태가 각막 중심부에만 국한되고 주변부 각막 만곡도는 다시 구면에 가까운 모양으로 나타나는 형태이다. 각막굴절교정학 렌즈에 의한 난시 변화를 분석한 보고에서 가장자리 각막난시 환자에서 역기하 디자인의 구면 각막굴절교정학 렌즈를 착용시켰던 경우 각막의 윗쪽 절반은 편평화시키고 아랫쪽 절반은 가파르게 변화시켜 각막 왜곡을 증가시켰던 증례들을 보고한 바 있는데,[4] 본 증례 또한 이와 마찬가지로 가장자리 각막난시가 있는 환자에서 구면 각막굴절교정학 렌즈를 착용시켜 렌즈 중심이탈로 인해 각막 왜곡을 일으켰던 경우로, 각막굴절교정학 렌즈 처방전에는 난시도가 심하지 않더라도 각막 난시의 형태를 자세히 관찰하는 것이 필요할 것으로 생각한다.

본 경우 난시 굴절값은 우안 1.0D, 좌안 1.25D로 측정되었고, 각막 난시값은 우안 1.19D, 좌안 1.10D로 측정되어, 난시는 대부분 각막난시에서 기인함을 알 수 있었고 그 값이 1.5D 이내이어서, 일차적으로는 구면 각막굴절교정학 렌즈 착용을 시도해 볼 수 있는 경우였다. 그러나 렌즈 착용 이후, 렌즈 중심잡기의 실패로 인해 각막지형도에서 양안 렌즈가 지속적으로 코쪽으로 편위되었으며, 이로 인해 단안 이중시를 초래하였다. 이는 렌즈 착용전 각막지형도에서 관찰된 가장자리 각막난시로 인해 렌즈의 중심 이탈이 발생하여 생긴 것으로 판단하였다. 또한 편위의 방향에 관해서는 렌즈가 코쪽으로 편위되는 경우는 원칙적으로 도난시가 있을 때 생기지만, 본 증례와 같이 직난시가 있는 눈에서도 발생하였는데, 이는 일부 눈꺼풀 장력이 달라 나타나는 차이이거나 각막과 렌즈와의 상호작용이 항상 일정한

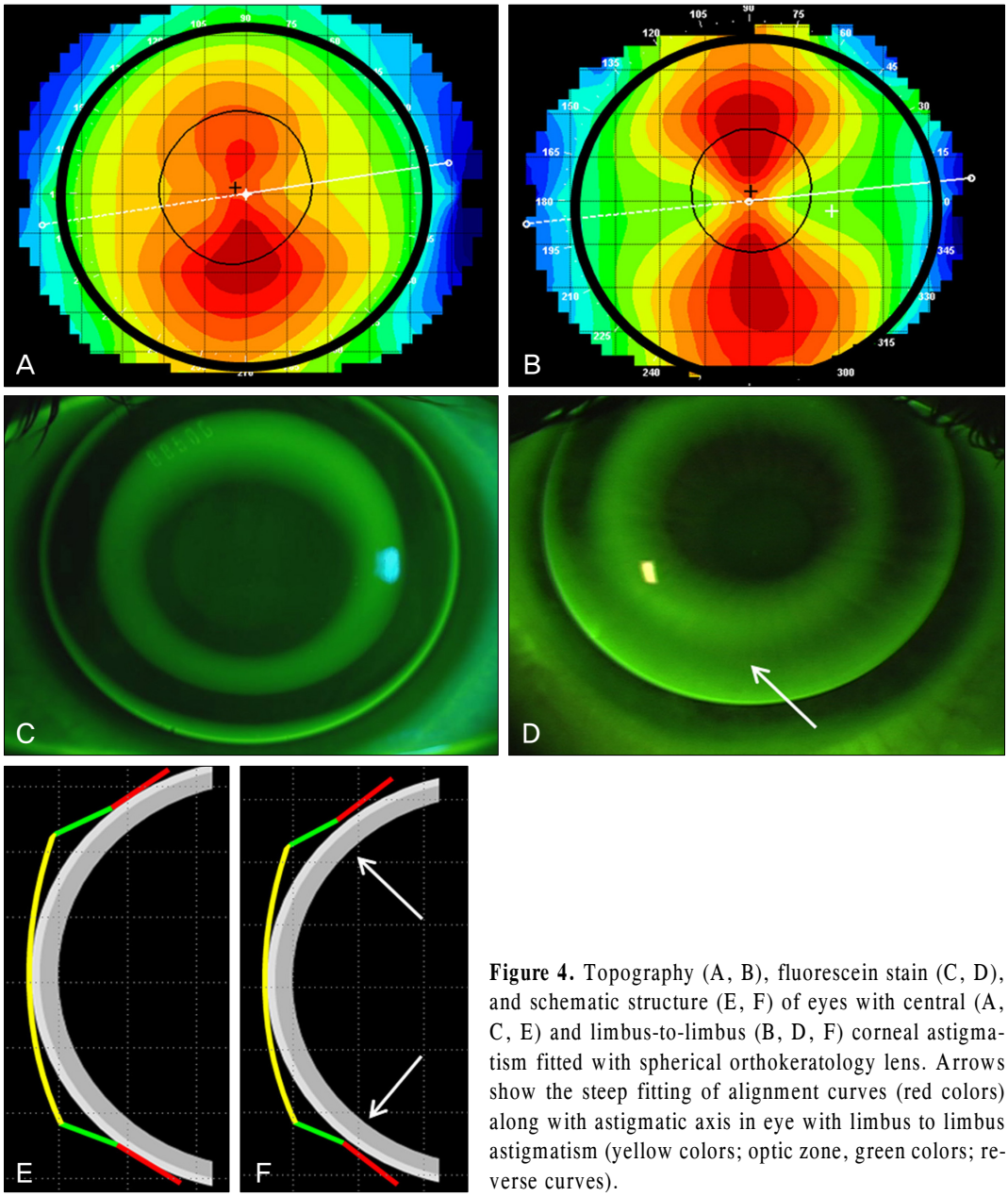

Figure 4. Topography (A, B), fluorescein stain (C, D), and schematic structure (E, F) of eyes with central (A, C, E) and limbus-to-limbus (B, D, F) corneal astigmatism fitted with spherical orthokeratology lens. Arrows show the steep fitting of alignment curves (red colors) along with astigmatic axis in eye with limbus to limbus astigmatism (yellow colors; optic zone, green colors; reverse curves).

규칙을 가지고 움직이는 것은 아니기 때문인 것으로 생각한다.

그러므로 각막난시는 심하지 않았지만 가장자리 각막난시로 인한 렌즈 중심이탈을 교정하기 위해 난시 각막굴절교정학 렌즈 착용을 시도하였다. 본 증례에서 사용한 난시 각막굴절교정학 렌즈의 기전을 살펴보면, 가장자리 각막난시가 있는 눈에서는 각막난시가 심하지 않더라도 구면 각막굴절교정학 렌즈를 착용할 경우 난시축을 따라 정렬커브가 각막과 밀착되지 않고 들려 있어 렌즈의 중심이탈이 생길 수 있다(Fig. 4B, D, F). 그러므로, 광학부는 구면 그대로 유지하면서 역기하커브 및 정렬커브의 만곡도를 달리하는 난시 각막굴절교정학 렌즈를 이용한다면, 난시축을 따라 정렬커브와 각막이 밀착되어 난시교정효과 및 렌즈 중심잡기를 얻을 수 있을 것이라는 판단으로 본 증례에서는 난시 각막굴절교정학 렌즈를 시도하였다. 또한 국외에서도 정렬커브의 만곡도만을 달리하여 난시 교정효과를 얻는 Menicon Z night toric 렌즈(NKL Contactlenzen, Netherlands) 및 광학부, 제1 역기하커브, 정렬커브, 제2 역기하커브 및 가장자리로 이루어진 5개의 서로 다른 영역에서 만곡도를 달리하여 난시교정 효과를 얻는 Full Toric Double Reservoir 렌즈(Precilens, Creteil, France) 등의 난시 각막굴절교정학 렌즈들이 소개되어지고 있다.[6-9]

난시 각막굴절교정학 렌즈의 선택은 각막곡률값과 편심률값을 소프트웨어에 대입하여 함몰 높이 차이를 구하게

되는데, 그 값에 따라 렌즈 난시도를 정하게 되고 선택한 난시도에 따라 렌즈의 기본 만곡도를 편평화시키게 된다. 함몰 높이 차이는 아래의 공식에 의해 구할 수 있는데,

$$\text{Sagittal height difference} = (R_0 - \sqrt{R_0^2 + y^2 p})/p$$

$$R_0 = \sqrt{R_a^2 + y^2 p - y^2}$$

$$p = 1 - e^2$$

R_a: keratometic reading

y: half chord

e: eccentricity

이 공식을 엑셀 프로그램에 적용시켜 수식화 시키면, 표 1과 같이 구할 수 있다. 즉 가파른 경사면 및 완만한 경사면의 각막곡률값과 편심률값을 대입하여 함몰 높이 차이를 계산할 수 있다. 루시드 코리아사에서는 함몰 높이 차이가 30u 이내의 경우는 구면 각막굴절교정학 렌즈를, 30-60u의 경우는 1.0D, 60-90u의 경우는 1.5D, 90u 이상의 경우에는 2.0D의 난시 각막굴절교정학 렌즈를 권고하고 있으며, 각각의 난시도에 대해 구면 각막굴절교정학 렌즈에서 처방될 기본만곡도보다 0.25D, 0.5D 및 0.75D 편평한 처방을 권고하고 있다. 기본 만곡도를 편평화 시키는 이유는 난시렌즈에서 가파르게 변형된 역기하커브와 정렬커브로 인해 각막과 접촉하게 되는 광학부의 접촉부위가 감소되기 때문이다.

결론적으로 각막난시가 1.5D 이내이더라도 가장자리 각막난시가 있어 구면 각막굴절교정학 렌즈로 교정이 용이하지 않은 환자에서는 난시 각막굴절교정학 렌즈의 사용을 고려해 볼 수 있으며 향후 더 많은 증례를 통한 연구가 필요할 것으로 생각한다.

참고문헌

1) Cho P, Cheung SW, Edwards M. The longitudinal orthokeratology research in children (LORIC) in Hong Kong: a pilot study on refractive changes and myopic control. Curr Eye Res 2005;30:71-80.
2) Lee WH, Park YK, Seo JM, Shin JH. The inhibitory effect of myopic and astigmatic progression by orthokeratology lens. J Korean Ophthalmol Soc 2011;52:1269-74.
3) Chan B, Cho P, Cheung SW. Orthokeratology practice in children in a university clinic in Hong Kong. Clin Exp Optom 2008;91:453-60.
4) Mountford J, Pesudovs K. An analysis of the astigmatic changes induced by accelerated orthokeratology. Clin Exp Optom 2002;85:284-93.
5) Sanders DR, Koch DD. An atlas of corneal topography, 1st ed. New Jersey: Slack Incorporated, 1993;5563.
6) Pauné J, Cardona G, Quevedo L. Toric double tear reservoir contact lens in orthokeratology for astigmatism. Eye Contact Lens 2012;38:245-51.
7) Chen CC, Cheung SW, Cho P. Toric orthokeratology for highly astigmatic children. Optom Vis Sci 2012;89:849-55.
8) Chen C, Cho P. Toric orthokeratology for high myopic and astigmatic subjects for myopic control. Clin Exp Optom 2012;95:103-8.
9) Chan B, Cho P, de Vecht A. Toric orthokeratology: a case report. Clin Exp Optom 2009;92:387-91.

=ABSTRACT=

Correction of Limbus-to-Limbus Corneal Astigmatism with Toric Orthokeratology Lenses

Young Kee Park, MD, PhD[1], Jong Soo Lee, MD, PhD[2], Ji Eun Lee, MD, PhD[2]

Park Young Kee Eye Clinic[1], Seoul, Korea
Department of Ophthalmology, Pusan National University School of Medicine[2], Busan, Korea

Purpose: To report the efficacy of toric orthokeratology lenses in a patient with corneal astigmatism within 1.5 D having difficulty wearing spherical orthokeratology lenses because of limbus-to-limbus corneal astigmatism.
Case summary: An 11-year-old boy who wanted to wear orthokeratology lenses had a refractive error of -4.75 D sph = -1.00 D cyl 180 in the right eye and -4.50 D sph = -1.25 D cyl 180 in the left eye. The corneal astigmatism was 1.19 D and 1.19 D, respectively, and limbus-to-limbus corneal astigmatism was observed in topography. After wearing spherical orthokeratology lenses, the patient complained of monocular diplopia and both lenses were found to be displaced nasally. Toric orthokeratology lenses were prescribed for centration of lenses and resulted in significant improvement of uncorrected visual acuity of 20/20, refractive error of +0.75 D sph = -0.50 D cyl 170 in the right eye and +0.50 D sph = -0.50 D cyl 160 in the left eye, and centration of lenses for the 12-month follow-up period.
Conclusions: Toric orthokeratology lenses should be considered if spherical orthokeratology lenses are not effective even in patients having less than 1.5 D of corneal astigmatism because of limbus-to-limbus corneal astigmatism.
J Korean Ophthalmol Soc 2013;54(3):502-507

Key Words: Limbus-to-limbus corneal astigmatism, Spherical orthokeratology lenses, Toric orthokeratology lenses

---

Address reprint requests to **Ji Eun Lee, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Pusan National University Yangsan Hospital
#20 Geumo-ro, Mulgeum-eup, Yangsan 626-770, Korea
Tel: 82-55-360-2590, Fax: 82-55-360-2161, E-mail: jiel75@hanmail.net