양안 후부 원추각막에서 양안 인공수정체 도수 계산 결과의 차이

Inter-eye Difference of the Intraocular Lens Power Calculation in a Case with Bilateral Posterior Keratoconus

이원준 · 김민정 · 전연숙 · 김경우

Won Jun Lee, MD, Minjeong Kim, MD, Yeoun Sook Chun, MD, PhD, Kyoung Woo Kim, MD, PhD

중앙대학교 의과대학 중앙대학교병원 안과학교실

Department of Ophthalmology, Chung-Ang University Hospital, Chung-Ang University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To report a case with bilateral circumscribed posterior keratoconus with different results of refractive error between eyes after cataract surgery.

Case summary: A 57-year-old man was referred for decreased vision and suspected keratoconus in both eyes. The corrected visual acuity was 0.04 in the right eye and 0.2 in the left eye. On slit-lamp microscopy and anterior-segment optical coherence tomography (AS-OCT) examination, the excavation of the posterior corneal surface was observed in the central area of the right eye and in the mid-to-inferior area of the left eye. Considering the posterior corneal refractive power measured within the 8-mm zone on AS-OCT, we expected the postoperative hyperopic shift in the refractive error of 2.61 diopters (D) in the right eye and 2.17 D in the left eye. Accordingly, the adjusted predicted refractive error was determined as -0.68 D in the right eye and -1.06 D in the left eye, based on the Barrett Universal II formula. The postoperative values of the spherical equivalent by manifest refraction was -1.0 D in the right eye and -3.0 D in the left eye at 1 month, which was close to the predicted target in the right eye, but myopic by approximately 2.0 D in the left eye, compared to the predicted values.

Conclusions: In patients with bilateral circumscribed posterior keratoconus, the location, depth, and area of the excavation of the posterior corneal surface should be considered independently in both eyes to calculate the intraocular lens power more accurately.

J Korean Ophthalmol Soc 2021;62(6):855-861

Keywords: Bilateral posterior keratoconus, Hyperopic shift, Intraocular lens power

후부 원추각막(posterior keratoconus)은 각막의 발달 이상으로 발생하며 후면 각막에서의 전형적인 오목한 패임과 이를 둘러싼 각막기질의 확장이 동반되는 매우 드문 질환으로서¹ 대개는 단안성, 비염증성, 비진행성이나 드물게 양

안에서 발생함이 보고된 바 있다.^{2,3} 후부 원추각막은 후면 각막패임의 범위가 미만성일 경우 전반적(generalized) 후부 원추각막(keratoconus posticus generalis),⁴ 특정 범위로 국한된 경우 국소적(circumscribed) 후부 원추각막(keratoconus posticus circumscriptus)으로 구분된다.⁵

임상적으로 각막굴절력을 측정하기 위해서는 자동 각막 굴절계, 각막지형도 측정기 또는 파장가변 빛간섭단층촬영(swept-source optical coherence tomography, SS-OCT) 등이 주로 이용되는데, 이들은 모두 전면부 각막의 굴절력을 측정할 수 있는 장비이다. 본 장비들은 파장가변 빛간섭단층촬영기의 일종인 IOL Master 700 (Carl Zeiss Meditec,

■ Received: 2020. 10. 29. ■ Revised: 2020. 12. 19.

■ Accepted: 2021. 5. 21.

■ Address reprint requests to Kyoung Woo Kim, MD, PhD
Department of Ophthalmology, Chung-Ang University Hospital,
#102 Heukseok-ro, Dongjak-gu, Seoul 06973, Korea
Tel: 82-2-6299-1689, Fax: 82-504-178-6026
E-mail: kkanssa@cau.ac.kr

* Conflicts of Interest: The authors have no conflicts to disclose.

© 2021 The Korean Ophthalmological Society

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Jena, Germany)을 제외하고는 각막 전체의 굴절력을 직접 측정하지 않고 Gullstrand 모형안(Gullstrand's schematic eye)의 정해진 전후면 각막곡률비에 기반하여 도출된 각막굴절지수(keratometric index) 1.3375를 이용하여 추정 산출한다.⁶ 그러나, 이러한 각막 전체 굴절력의 산출 과정은 정상적인 각막에 해당하며 각막굴절수술 후 상태, 외상 후 전부 각막실질의 부정 난시, 원추각막 등 전면 각막과 후면 각막의 곡률이 상이할 경우에는 오차를 유발할 수 있다.

실제 단안 후부 원추각막 환자에서 백내장수술 시 전면 각막의 굴절력만 고려하여 인공수정체 도수를 결정하였을 때 수술 후 예상보다 원시로 이동(hyperopic shift)할 수 있다는 연구들이 보고된 바 있었다.^{7,8} 본 증례보고에서는 양안성의 국소적 후부 원추각막 환자에서 양안 백내장수술 시 후면 각막굴절력을 고려하고 수술 후 원시 이동을 예상하여 인공수정체 도수를 결정하였으나, 백내장수술 후 굴절이상 결과값이 양안에서 상이하게 나타난 경험을 보고하고자 한다.

증례보고

57세 남자가 양안 중심성 각막혼탁 및 양안 원추각막이

의심되어 본원으로 의뢰되었다. 안구 외상력은 없었고 어렸을 때부터 양안 시력이 나빴다고 하였다. 초진 당시 나안 시력은 우안 0.04, 좌안 0.2였다. 자동굴절검사상 우안 +8.0 diopters (D)의 원시와 난시축 130°의 -4.25 D 난시, 좌안 +7.25 D의 원시와 난시축 175°의 -5.75 D 난시가 존재하였으며, 양안 모두 시력교정이 되지 않았다. 세극등현미경 및 전안부 파장가변 빛간섭단층촬영(SS-OCT, DRI OCT Triton; Topcon, Tokyo, Japan)상 우안은 중심부 후면 각막의 패임과 상피하 혼탁이 관찰되었고 좌안은 수직 경선상의 하측부에 후면 각막의 패임이 관찰되었다. 양안 모두 뚜렷한 전면 각막의 튀어나옴은 관찰되지 않았다(Fig. 1). 플라시도 타입의 각막지형도 검사(Atlas 995; Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany)의 축성 지도(axial map)상, 우안 전면 각막의 simulated 굴절력(Sim K, D)은 가파른 축이 64° 경선에서 48.00 D, 편평한 축이 154° 경선에서 45.13 D이며 경도의 스큐 편위된 부정 난시를 보였으며, 좌안 전면 각막의 Sim K 값은 가파른 축이 82° 경선에서 48.75 D, 172° 경선에서 45.13 D이면서 직난시를 보였다(Fig. 2). 전안부빛간섭단층촬영계(Visante AS-OCT; Carl Zeiss Meditec, Jena, Germany) 촬영상 양안 모두 후면 융기 지도(posterior elevation map)에서만 뚜렷하게 융기된 지점이 있었으며, 해당

Figure 1. Slit-lamp photographs and images from swept-source optical coherence tomography (SS-OCT) in the right (A, B) and left (C, D) eyes. The slit-lamp photographs show the excavation at the posterior surface of the cornea (asterisks in A, C) in the central area in the right eye (A) and mid-to-inferior area in the left eye (C). In SS-OCT images (B, D), the anterior surface of the cornea did not reveal any apparent abnormalities; however, the localized excavation of the posterior surface in the cornea are clearly noted in both eyes. Bottom right images in B and D are the magnified images of the white rectangles in each eye.

Figure 2. Images of maps from Visante anterior segment optical coherence tomography in both eyes. The measured powers at the posterior corneal surface within 8 mm-zone are noted in yellow rectangles in posterior elevation maps. OD and OS mean right eye and left eye, respectively.

지점들은 우안은 중심으로부터 이측 1.13 mm, 하측 0.64 mm 지점, 좌안은 중심으로부터 비측 0.07 mm, 하측 1.93 mm 지점의 가장 얇은 각막 부위(우안 324 μm , 좌안 396 μm)의 위치와 일치하였다. 후면 용기 지도상 후면 각막패임은 양안 모두 가로 약 3.5 mm, 세로 약 3.0 mm의 타원형 모양을 보였고 후면 각막패임의 정도는 우안 106.18 μm , 좌안 66.47 μm 였다(Fig. 2). 중심각막두께는 우안 428 μm , 좌안 490 μm 였다. 파장가변 빛간섭단층촬영(SS-OCT; IOL Master 700, Carl Zeiss Meditec)상 측정된 안축장 길이는 우안 20.58 mm, 좌안 20.47 mm였다. Lens opacities classification system III 기준상, 우안 핵 경화 3단계, 좌안 피질 혼탁 2단계 및 핵 경화 4단계의 백내장 소견이 있어 양안 백내장수

술을 계획하였다. 망막 중심오목의 두께는 우안 208 μm , 좌안 215 μm 로 우안만 약간 감소해 있었으며 양안 모두 전반적인 망막과 시신경에는 이상 소견이 없었다.

후부 원추각막에서는 각막의 전후면 곡률 비율이 통상적인 각막굴절지수인 1.3375에 따르지 않을 것이므로, 측정된 후면 각막의 굴절력을 반영하여 아래의 (1)-(4)의 공식들⁹을 이용해 실제 각막 전체의 굴절력을 추정하여 인공수정체 도수 계산을 하였다(Table 1). 매질 종류에 따른 굴절률(refractive index)은 공기(n_{air}) 1.000, 각막(n_c) 1.376, 방수(n_a) 1.336 값을 이용하였다. 구체적으로는, 우선 각막지형도 내 전면 용기지도의 8 mm 범위 내 각막의 평균 굴절력(K_{ant}) (Fig. 2)을 파악하고, (1) 공식을 이용해 전면 각막곡

Table 1. Keratometric and refractive values before and after the cataract surgery in the case

Mean values measured and calculated from topography and AS-OCT (8 mm zone)				
Indices	Definition	Calculation	Right	Left
K_{ant} (D)	Measured keratometric power of the anterior corneal surface within 8 mm zone.	Measured	+47.60	+47.00
R_{ant} (mm)	Estimated radius of the anterior corneal surface.	Formula 1	7.90	8.00
$K_{\text{total}(1.3375)}$ (D)	Estimated total keratometric power using R_{ant} and corneal refractive index of 1.3375.	Formula 2	+42.72	+42.19
$R_{\text{post}(1.3375)}$ (mm)	Estimated radius of the posterior corneal surface using K_{ant} and $K_{\text{total}(1.3375)}$.	Formula 3	8.08	8.18
$K_{\text{post}(1.3375)}$ (D)	Estimated keratometric power of the posterior corneal surface using $R_{\text{post}(1.3375)}$.	Formula 4	-4.95	-4.89
$K_{\text{post(actual)}}$ (D)	Measured keratometric power of the posterior corneal surface within 8 mm zone.	Measured	-7.60	-7.10
$R_{\text{post(actual)}}$ (mm)	Estimated radius of the posterior corneal surface using $K_{\text{post(actual)}}$.	Formula 4	5.26	5.63
$K_{\text{total(actual)}}$ (D)	Estimated total keratometric power using K_{ant} and $R_{\text{post(actual)}}$.	Formula 3	+40.11	+40.02
CCT (μm)	Measured central corneal thickness.	Measured	428	490
A/P ratio	Estimated anterior to posterior corneal curvature ratio.	Formula 5	1.50	1.42
Predicted hyperopic shift (D)	Estimated predicted value of the hyperopic shift after the cataract.	Formula 6	2.61	2.17
Prediction and actual surgical outcome of refractive errors			Right	Left
Unadjusted Predicted postoperative refractive error (P_{unadj} , D)				
Barrett Universal II with topographic K			-3.29	-3.23
Barrett Universal II with SS-OCT K			-2.34	-2.98
Hoffer Q with SS-OCT K			-1.78	-2.25
Predicted hyperopic shift-adjusted predicted postoperative refractive error (P_{adj} , D)				
Barrett Universal II with topographic K			-0.68	-1.06
Barrett Universal II with SS-OCT K			+0.27	-0.81
Hoffer Q with SS-OCT K			+0.83	-0.08
Actual postoperative refractive error (SE, by MR, D)			-1.0	-3.0
Actual postoperative refractive error (SE, by AR, D)			-1.9	-3.9
Formulas and constants used for calculation				
Formula 1	$K_{\text{ant}} = [(n_c - n_{\text{air}})/R_{\text{ant}}] \times 1,000$			
Formula 2	$K_{\text{total}(1.3375)} = [(1.3375 - 1)/R_{\text{ant}}]$			
Formula 3	$K_{\text{total}} = K_{\text{ant}} + [(n_a - n_c)/R_{\text{post}}] \times 1,000 - [(d/n_c) K_{\text{ant}} (n_a - n_c)/R_{\text{post}}]$ (d: CCT, mm)			
Formula 4	$K_{\text{post}} = [(n_a - n_c)/R_{\text{post}}] \times 1,000$			
Formula 5	$R_{\text{ant}}/R_{\text{post(actual)}}$			
Formula 6	$K_{\text{total}(1.3375)} - K_{\text{total(actual)}}$			
Refractive indices	$n_{\text{air}} = 1.000$	$n_{\text{cornea}(c)} = 1.376$	$n_{\text{aqueous}(a)} = 1.336$	

AS-OCT = anterior segment optical coherence tomography; D = diopters; CCT = central corneal thickness; A/P ratio = the anterior to posterior corneal curvature ratio; SS-OCT = swept-source optical coherence tomography (IOL Master 700); SE = spherical equivalent; MR = manifest refraction; AR = automatic refraction.

를반경(R_{ant})을 산출하였다. 이후 (2) 공식을 이용해 각막 굴절지수 1.3375에 기반한 가상의 각막 전체의 굴절력($K_{total(1.3375)}$)을, (3) 공식에 중심 각막두께(D , mm)를 대입하여 가상의 후면 각막곡률반경($R_{post(1.3375)}$)을 산출하였다. 이후 (4) 공식을 이용해 각막굴절지수 1.3375에 기반한 가상의 후면 각막굴절력($K_{post(1.3375)}$)을 산출하였다. 전안부빛간섭단층촬영계의 후면 용기 지도에서 얻은 8 mm 범위 내 후면 각막굴절력($K_{post(actual)}$) (Fig. 2)을 (3)과 (4) 공식에 대입하여 실제 후면 각막곡률반경($R_{post(actual)}$)과 실제 각막 전체 굴절력($K_{total(actual)}$)을 추정 산출하였다.

$$\text{Formula (1)} \quad K_{ant} = [(n_c - n_{air}) / R_{ant}] \times 1,000$$

$$\text{Formula (2)} \quad K_{total(1.3375)} = [(1.3375 - 1) / R_{ant}] \times 1,000$$

$$\text{Formula (3)} \quad K_{total} = K_{ant} + [(n_a - n_c) / R_{post}] \times 1,000 - [(d / n_c) \times K_{ant} \times (n_a - n_c) / R_{post}]$$

$$\text{Formula (4)} \quad K_{post} = [(n_a - n_c) / R_{post}] \times 1,000$$

각막지형도상 Sim K 값 또는 파장가변 빛간섭단층촬영계에서 측정된 전면 각막굴절력을 Barrett Universal II 공식과 Hoffer-Q 공식에 적용해 각막굴절지수 1.3375에 따른 수술 후 목표 굴절이상(P_{unadj})을 결정하고 이를 기준으로 $K_{total(actual)}$ 과 $K_{total(1.3375)}$ 간 차이인 우안 2.61 D, 좌안 2.17 D 만큼 원시로 이동할 것을 예상하였다(Table 1). 이를 보정한 수술 후 목표 굴절이상(P_{adj})이 Barrett Universal II과 Hoffer-Q 공식에 따라 우안은 약 +0.83 to 0.68 D, 좌안은 약 -0.08 to -1.06 D가 되도록 우안, 좌안 모두 +33.50 D의 인공수정체 도수를 결정하였고 양안 모두 각막난시가 심했기 때문에 난시 교정용 단초점 비구면 인공수정체를 사용하였다. 파장가변 빛간섭단층촬영계와 각막지형도상 각막난시값과 난시축이 유사하였는데, 각막지형도가 IOL Master 700의 각막굴절계보다 더 넓은 영역을 측정하기 때문에 각막지형도상 Sim K 수치와 축을 기준으로 하였고 인공수정체 제조사에서 배포한 계산기를 이용하여 인공수정체 도수 및 삽입축을 결정하였다. 단, 각막지형도상 우안은 스큐 편위된 부정 난시가 있고 좌안은 규칙 난시를 보였기 때문에, 우안은 각막난시의 약 60%만 교정하고 좌안은 거의 100% 교정력을 가지도록 난시 교정량을 결정하여 우안 ZCT150 (Tecnis, Johnson & Johnson Vision, Jacksonville, FL, USA), 좌안 ZCT375 모델의 인공수정체를 각각 63° 축, 90° 축으로 삽입하도록 결정하였다. 백내장수술은 상이측부 테논낭 밑 마취하 각공막윤부에 2.75 mm 폭의 이측부 투명 각막 절개 후 수정체초음파유화술(Centurion® Vision System; Alcon Laboratories, Inc., Fort Worth, TX, USA) 및 후방인공수정체삽입술을 시행하였고 절개창은 무봉합하였다.

수술 후 1달째 시행한 자동굴절검사상 우안은 -0.75 D 근시와 난시축 125°의 -2.25 D 난시(구면대응치 -1.9 D), 좌

안은 -2.75 D 근시와 난시축 170°의 -2.25 D 난시(구면대응치 -3.9 D)가 측정되었고, 현성굴절검사상 굴절이상은 우안 -1.0 D 근시, 좌안 -3.0 D 근시였다(Table 1). 수술 후 현성 굴절검사 기준으로, 우안은 P_{unadj} 대비 0.78-2.29 D 만큼 원시로, P_{adj} 대비 0.32-1.83 D 만큼 근시로 이동하였고, 좌안은 P_{unadj} 대비 0.75 D 근시-0.23 D 원시로, P_{adj} 대비 1.94-3.08 D 만큼 근시로 이동하였다. 현성굴절검사 기준으로 교정한 최대교정시력은 우안 0.2, 좌안 0.5로 수술 전보다 호전되었으며 환자의 주관적 시력호전감 역시 매우 뚜렷하였다.

고 찰

원추각막과 달리 후부 원추각막은 비진행성이며 중등도 이상의 시력저하를 유발하지 않아 후부 원추각막 자체는 특별한 치료가 필요 없다고 알려져 있지만,¹⁰ 오히려 각막 혼탁, 동반된 안질환 및 약시 때문에 저시력이 발생하곤 한다. 비록 중년층의 나이까지 시력이 잘 보존된다 할지라도 후부 원추각막 환자가 백내장수술을 받는 상황이 온다면 기본적인 각막굴절계로는 정확한 각막 전체의 굴절력을 정확하게 도출하기 어렵기 때문에 원하는 수술 후 목표 굴절이상을 달성하기 위한 인공수정체의 도수를 결정하는 데 있어 임상적으로 난관에 봉착할 수 있다.

후부 원추각막에서 후면 각막패임은 각막 주변부가 중심 대비 더 두꺼운 각막의 특징을 극대화시켜 오목렌즈 효과를 증가시키기 때문에 원시성 굴절이상이 심해지게 되는데, 단안성 후부 원추각막 환자에서 백내장수술 후 실제 굴절이상이 목표 굴절이상 대비 원시로의 이동함이 과거 보고된 바 있었다.^{7,8} Park et al⁸이 보고한 단안 국소적 후부 원추각막 단일 증례에서는, 후부 각막패임이 시축을 완전히 침범하고 6 mm의 비교적 넓은 범위를 가지며 가장 얇은 각막두께가 343 μ m였는데 이 환자는 백내장수술 후 목표 굴절이상 대비 약 6 D 만큼 매우 심한 원시 이동을 하여 이차적 피기백 인공수정체 삽입이 추가로 필요하였다. 한편, Tamaoki et al⁷은 4명의 단안 국소적 후부 원추각막 환자를 보고하였는데, 수술 전 전후면 각막곡률비(the anterior to posterior corneal curvature ratio, A/P ratio)는 정상값인 1.176 ± 0.022^9 대비 높은 1.25-1.45였고, 가장 얇은 부위의 각막두께는 각각 397, 354, 435, 442 μ m로서 Park et al⁸의 증례와 본 증례보다는 패임 정도가 적었으며, 2명은 시축을 완전히 침범하였고 2명은 시축을 일부만 침범하였다. 이들 4명 환자들에서 수술 후 실제 굴절이상은 전면 각막굴절력 기준으로 추정된 목표 굴절이상대비 0.34-1.51 D 만큼 원시 이동하였는데, 이들 중 후부 각막패임의 깊이와 넓이 보

다는 시축을 더 많이 침범할수록 A/P ratio가 더 크게 증가했고 결과적으로 수술 후 예상보다 더 큰 원시 이동으로 이어졌다.

본 양안 후부 원추각막 증례에서의 전후면 각막곡률비는 우안 1.50, 좌안 1.42로서 기존 보고⁷⁾의 환자들처럼 정상 대비 크게 증가해 있었는데, 우안은 P_{unadj} 대비 0.78-2.29 D 만큼 원시로 이동한 반면, 좌안은 P_{adj} 대비 오히려 0.32-1.83 D 만큼 근시로 이동하였다. 술 후 굴절이상의 오차가 양안에서 크게 다르게 나타난 이유는 정확히 설명하기 힘들지만, 추정하건대 후면 각막패임의 위치와 패임 정도 차이에 기인한다고 생각된다. 우안의 후면 각막패임은 시축에 걸쳐 있으나 좌안은 각막의 가장 얇은 부위가 중심에서 1.93 mm 떨어진 하측부에 위치하였다. 본 증례에서 사용된 전안부빛간섭단층촬영계(Visante AS-OCT, Carl Zeiss Meditec) 장비 특성상 넓은 범위에서 후면 각막의 굴절력을 측정하기 때문에 좌안에서는 주로 하측 주변부 각막에 국한된 오목렌즈 효과가 전체 후면 각막굴절력에 반영되었을 것이다. 하지만, 평상 시 무산동 상태에서는 각막의 중심 3-4 mm 직경 내 전체 각막굴절력이 실제 전체 굴절이상을 잘 반영할 것이므로 본 증례처럼 8 mm 범위의 후면 각막굴절력을 이용해 전체 각막굴절력을 추정한다면 후면 각막패임이 시축에서 떨어진 좌안의 경우 우안과 달리 각막의 중심 부위에서는 실제보다 낮게 잘못 산출될 가능성이 높다. 이는 샤임플러그 전안부 사진기인 Pentacam의 true net power 지도상 중심 3-4 mm 내의 각막 전체의 굴절력 수치를 이용하는 방법으로 극복해볼 수 있겠다고 생각한다. 한편, 좌안의 후면 각막패임의 깊이가 우안 대비 더 얕았던 점 역시 수술 후 좌안에서 예상보다 원시 이동이 훨씬 적게 발생하는 데 기여했을 것이라 추정된다. 실제로 좌안의 수술 후 실제 굴절이상값은 보정 전 목표 굴절이상값보다는 오히려 보정 전 목표 굴절이상값에 더 근접하였다. 이러한 점들을 종합해보았을 때, 본 증례의 좌안처럼 후부 각막패임 정도가 66.47 μm 이고 가장 얇은 각막두께가 396 μm 정도이며 후부 각막패임의 위치가 시축을 충분히 침범하지 않았을 때에는 수술 후 실제 굴절이상이 목표 굴절이상 대비 원시로 이동하지 않을 가능성을 염두에 두어야 하겠으나, 이는 향후 여러 증례 경험들을 통한 충분한 고찰이 필요하겠다.

본 증례에서 파장가변 빛간섭단층촬영보다 각막지형도상의 각막굴절력을 이용했을 때 목표 굴절이상값이 수술 후 실제 굴절이상값에 보다 가까웠다. 추정건대, 수술 후 원시 이동 예상치를 추정하기 위해 사용한 전체 각막굴절력이 전안부빛간섭단층촬영영상 8 mm 직경의 넓은 영역을 대상으로 하였기 때문에 중심부 2.5 mm 직경에서 각막굴

절력을 측정하는 IOL Master 700¹¹⁾보다 넓은 중심부 3 mm 직경 내에서 측정하는 각막지형도상의 전면 각막굴절력을 이용하는 것이 더 높은 예측도를 가져온 것으로 생각된다.

양안 모두 난시 교정용 인공수정체를 삽입했지만 원치 않게 수술 후 많은 양의 난시가 잔존하였는데, 이는 전면 각막굴절력을 기준으로 하고 통상적인 후면 각막굴절력을 참고하는 현재의 난시 교정용 인공수정체의 도수 계산 방식이 본 증례처럼 후면 각막의 불규칙 곡률을 가진 눈에서는 부적합할 수 있다는 점을 의미하며 이는 각막 중심 3 mm 이내의 좁은 영역에서 전체 각막굴절력 및 전체 각막난시 축을 직접 측정한다면 난시 교정용 인공수정체 도수 오차 개선의 여지가 있을 것이라고 생각한다. 또한, 본 증례처럼 난시 교정용 인공수정체수술 후 예측도가 떨어질 수 있는 환자에서는 백내장수술을 시행하기 이전 하드콘택트렌즈나 미니공막렌즈를 착용하여 전면 각막의 부정 난시만이라도 먼저 교정해보거나, 난시 비교정용 단초점 구면인공수정체를 삽입한 이후 하드콘택트렌즈나 미니공막렌즈로 추가적인 시력개선을 도모해보는 것을 차선책으로 고려해볼 수도 있겠다.

파장가변 빛간섭단층촬영기인 IOL Master 700는 전체 각막의 굴절력을 측정할 수 있는 큰 장점을 가진 장비이다. 따라서 전면 각막의 부정 난시가 있거나 본 증례처럼 후면 각막의 불규칙성을 가진 환자에서 전체 각막의 굴절력을 이용한 정확한 인공수정체 도수를 결정함에 있어 매우 유용하게 활용할 수 있다. 다만, IOL Master 700 장비로 전체 각막굴절력과 후면 각막의 굴절력을 측정하기 위해서는 초기 생산분에 한해서 해당 라이선스를 추가로 구입해야 하며 본원 장비 역시 이러한 라이선스 부재 문제 때문에 안타깝게도 전체 각막굴절력을 측정할 수 없었다. 본 증례처럼 양안에 상이한 위치, 상이한 정도의 각막패임을 동반한 후부 원추각막에서 특히 IOL Master 700 장비로 중심 각막 영역에서의 전체 각막굴절력과 전체 각막난시의 축을 측정한다면 향후 백내장수술 시 인공수정체 선택의 정확도와 수술 후 굴절이상 예측도를 향상시킬 수 있지 않을까 기대된다.

양안성의 후부 원추각막 증례 자체는 매우 드물게 보고된 바 있었으나, 양안 후부 원추각막 환자의 백내장수술 시 양안의 인공수정체 도수를 계산하고 수술 후 양안에서 상이하게 굴절이상 결과가 나타난 임상 경험은 이제껏 국내외 보고된 바 없었다. 비록 본 단일 증례를 통해 일반화할 수는 없겠지만, 양안 후부 국소적 원추각막 환자에서의 인공수정체 도수 선택 시 후면 각막패임의 위치, 깊이 및 범위를 좌우안에서 독립적으로 고려하는 접근이 필요하겠다.

REFERENCES

- 1) Ganesan N, Narayana S, Kasturi N, et al. Varied presentations of posterior keratoconus: a clinical case series. *Cornea* 2020;39:1348-53.
- 2) Abdala-Figuerola A, Navas A, Ramirez-Miranda A, et al. Scheimpflug and optical coherence tomography analysis of posterior keratoconus. *Cornea* 2016;35:1368-71.
- 3) Rejdak R, Nowomiejska K, Haszcz D, Jünemann AG. Bilateral circumscribed posterior keratoconus: visualization by ultrasound biomicroscopy and slit-scanning topography analysis. *J Ophthalmol* 2012;2012:587075.
- 4) Varma DK, Brownstein S, Hodge WG, Faraji H. Generalized posterior keratoconus: clinical pathologic correlations. *Can J Ophthalmol* 2008;43:480-2.
- 5) Rao SK, Padmanabhan P. Posterior keratoconus. An expanded classification scheme based on corneal topography. *Ophthalmology* 1998;105:1206-12.
- 6) Olsen T. On the calculation of power from curvature of the cornea. *Br J Ophthalmol* 1986;70:152-4.
- 7) Tamaoki A, Kojima T, Hasegawa A, et al. Intraocular lens power calculation in cases with posterior keratoconus. *J Cataract Refract Surg* 2015;41:2190-5.
- 8) Park DY, Lim DH, Chung TY, Chung ES. Intraocular lens power calculations in a patient with posterior keratoconus. *Cornea* 2013;32:708-11.
- 9) Hua Y, Stojanovic A, Utheim TP, et al. Keratometric index obtained by Fourier-domain optical coherence tomography. *PLoS One* 2015;10:e0122441.
- 10) Karlin GN, Wise GN. Keratoconus posticus. *Am J Ophthalmol* 1961;52:119-21.
- 11) Omoto MK, Torii H, Masui S, et al. Ocular biometry and refractive outcomes using two swept-source optical coherence tomography-based biometers with segmental or equivalent refractive indices. *Sci Rep* 2019;9:6557.

= 국문초록 =

양안 후부 원추각막에서 양안 인공수정체 도수 계산 결과의 차이

목적: 양안 후부 원추각막 환자의 백내장수술 후 굴절이상 결과가 양안에서 상이하게 발생한 증례를 보고하고자 한다.

증례요약: 57세 남자가 양안 시력저하 및 원추각막 의심으로 의뢰되었다. 내원 시 교정시력 우안 0.04, 좌안 0.2였다. 세극등현미경 및 전안부빛간섭단층촬영영상 전면 각막의 이상 없이 우안은 중심부, 좌안은 수직 경선의 하측부 각막에서 후면 각막의 패임이 있는 양안 후부 원추각막 소견이 관찰되었다. 전안부빛간섭단층촬영영상 8 mm 범위 내에서 측정된 후면 각막의 굴절력을 고려하여 목표 굴절이상보다 백내장수술 후 우안은 2.61 diopters (D), 좌안은 2.17 D만큼 원시 이동할 것을 예상하였다. 이에 이를 보정한 Barrett Universal II상 목표 굴절이상을 우안 -0.68 D, 좌안 -1.06 D로 설정하였다. 술 후 1달째 현성굴절검사상 구면대응치는 우안 -1.0 D, 좌안 -3.0 D로서, 우안은 예상과 유사하게 좌안은 예상 대비 약 2 D만큼 근시로 이동하였다.

결론: 양안 후부 원추각막 환자에서의 인공수정체 도수 계산 시 후면 각막패임의 위치, 깊이 및 범위를 양안 독립적으로 고려하는 접근이 필요하겠다.

〈대한안과학회지 2021;62(6):855-861〉

이원준 / Won Jun Lee

중앙대학교 의과대학 중앙대학교병원 안과학교실
Department of Ophthalmology,
Chung-Ang University Hospital,
Chung-Ang University College of Medicine