

## 백내장수술 시 절개방향과 각막후면 난시 변화의 연관성

### Evaluation of the Relationship between Incision Location and Change of Posterior Corneal Astigmatism

이상언 · 신용운 · 성민철 · 조희윤 · 강민호

Sang Eon Lee, MD, Yong Un Shin, MD, Min Chul Seong, MD, Hee Yoon Cho, MD, Min Ho Kang, MD

한양대학교 의과대학 한양대학교구리병원 안과학교실

*Department of Ophthalmology, Hanyang University Guri Hospital, Hanyang University College of Medicine, Guri, Korea*

**Purpose:** To determine if there is a difference in surgically induced astigmatism (SIA) of the posterior corneal surface between superior and temporal incision and its effect on total corneal power in patients who underwent clear corneal incision cataract surgery.

**Methods:** A retrospective study of 81 patients (84 eyes) who underwent clear corneal incision phacoemulsification by one surgeon. Patients were divided into two groups according to the steep axis: the temporal and superior groups. Anterior, posterior and total corneal SIA (simulated keratometry [Sm K], posterior keratometry [PK] and total corneal power [TCP] respectively) were measured using autorefractive keratometry (ARK) and dual Scheimpflug imaging before and after surgery.

**Results:** There were 61 eyes with temporal incision and 23 eyes with superior incision. The mean SIA was larger in the superior incision group than in the temporal incision group according to ARK, Sm K, PK and TCP ( $p < 0.05$ ). There were no significant cylindrical changes in ARK in the temporal incision group, however, there was a significant decrease in the superior incision group before and after the operation ( $p < 0.05$ ). Change in the amount and axis of PK before and after operation were not significantly different, for both incision groups. There was a significant correlation between post-operative TCP and both pre-operative ARK and Sm K for both groups. However, there was no correlation between post-operative TCP and pre-operative PK. In all patients, when pre-operative PK was more than 0.5 D, SIA-ARK, SIA-Sm K and SIA-TCP were all significantly larger than when pre-operative PK was less than 0.5 D, whereas SIA-PK was not. When pre-operative PK was more than 0.5 D, there were no significant differences in SIA-ARK, SIA-Sm K, SIA-PK or SIA-TCP in the temporal incision group. However, SIA-ARK was significantly larger in the superior incision group.

**Conclusions:** There was no significant cylindrical change in PK before and after operation in both the temporal and superior incision groups. Therefore, when predicting post-operative TCP, it might be meaningful to consider SIA-ARK and SIA-Sm K.

J Korean Ophthalmol Soc 2017;58(3):283-288

**Keywords:** Incision location, Posterior corneal astigmatism, Surgically-induced astigmatism

■ Received: 2016. 10. 6.      ■ Revised: 2016. 12. 2.

■ Accepted: 2017. 2. 1.

■ Address reprint requests to **Min Ho Kang, MD**  
Department of Ophthalmology, Hanyang University Guri  
Hospital, #153 Gyeongchun-ro, Guri 11923, Korea  
Tel: 82-31-560-2350, Fax: 82-31-564-9479  
E-mail: ocularimmunity@gmail.com

\* This study was presented as a narration at the 114th Annual Meeting of the Korean Ophthalmological Society 2015

현대 백내장수술은 수요가 점차 증가하고 수술 기술의 발달로 인해 그 예후가 향상되었으며, 이에 따라 시력에 대한 기대치가 높아지면서 점차 굴절수술의 성격을 띠고 있으며, 수술 중 각막난시를 조절하는 것이 중요하게 여겨지고 있다. 백내장수술에서 난시 교정을 위한 방법으로는 가파른 쪽의 난시축으로의 투명각막절개술, 난시각막교정술(astigmatic keratotomy), 난시 교정 인공수정체(toric IOL)

© 2017 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.

를 삽입하는 등 여러 가지 방법이 있다. 이 중 백내장수술 전 환자에게 난시가 있는 경우 술 전 난시를 교정하거나 백내장수술 후 유발될 수 있는 난시(surgically induced astigmatism, SIA)를 최소화시키기 위해 절개 크기, 위치, 수, 형태 등에 변화를 주거나 절개창의 봉합 기술 및 종류나 장력을 다르게 하는 등 절개창과 관련된 여러 방법들이 연구되고 있다.<sup>1-6</sup> 일반적으로 백내장수술에 있어서, 이측 투명각막절개창이 선호되고 있다. 이 방법은 넓은 수술 시야를 확보할 수 있을 뿐만 아니라 SIA가 작은 장점이 있다.<sup>7</sup>

백내장수술 후의 각막난시의 변화 및 SIA에 대해 많은 연구들이 있었지만, 대부분이 각막전면에 관련하여 측정된 것들이었다.<sup>8-11</sup> 비록, 각막의 전면과 후면 모두 전체 각막의 SIA에 기여하지만, 이전까지는 각막 후면에 대해 측정하는 기술이 부족하여 전체 각막 SIA는 오직 각막전면의 직경으로 측정된 굴절값을 통해 측정되었다. 이전 Park et al<sup>12</sup>의 연구에서 위수정체안에서 이중샤임플러그카메라로 측정된 수치 중 ray tracing법으로 측정된 total corneal power가 자동각막굴절값보다 굴절난시와 일치함을 보고한 바가 있다. 또한, Koch et al<sup>13</sup>에서는 각막후면의 난시를 고려하지 않으면 전체 각막 난시의 예측이 부정확해지는 것을 보고하였다. 각막 전면난시만을 고려하여 백내장수술을 하였을 때, 수술 전 예측했던 것과 다른 결과가 초래되는 경우가 있는데, 각막 후면난시를 측정할 수 있는 기기들이 개발되면서 각막 전면난시를 예측하였을 경우의 예측오차에 대한 연구들이 발표되었고,<sup>14-16</sup> 또한 각막 후면난시의 정도와 술 후 각막 후면난시에서의 수술 후 유발 난시량의 관련성에 대한 연구들이 발표되고 있다.<sup>17</sup>

현재까지는 수술 시 절개방향에 따른 수술에 의해 유발된 전면난시의 변화에 대해서는 보고된 바가 많지만 후면난시의 변화에 대해서는 보고된 바가 많지 않다. 따라서 이번 연구에서는 투명각막절개를 통한 백내장 초음파수정체유화술에서 각막절개방향에 따른 각막후면난시의 변화, 특히 각막후면의 SIA에 대해 알아보고자 하였으며, 전체난시에 미치는 영향을 확인하고자 하였다.

## 대상과 방법

본 연구는 2013년 7월부터 2015년 11월 사이에 한양대학교구리병원 안과에서 백내장수술을 시행한 81명(84안)을 대상으로 의무기록을 후향적으로 조사하였다. 본 연구는 한양대학교구리병원의 임상연구윤리위원회(institutional review board, IRB)의 승인을 얻었다. 수술 전 부정난시를 유발할 수 있는 각막질환이나 이전 백내장 이외의 녹내장, 안구 내 염증, 망막질환 등의 안과적 질환의 기왕력을 가졌거

나 외상의 과거력이 있거나 과거에 각막관련수술을 받은 환자들은 제외하였다. 투명각막절개는 상측 혹은 이측에서 시행하였으며 자동각막굴절계 상에서 전면각막곡률이 60-120°의 경우 상측절개를 시행하였으며, 전면각막곡률이 0-30°, 150-180°의 경우 이측절개를 시행하였다. 30-60°, 120-150°의 경우는 대상에서 제외하였다. 모든 백내장수술은 국소 점안 마취 또는 구후부마취 후 시행하였다. 한 명의 술자에 의해 실시되었으며(Kang MH), 2.8 mm 절개 후 Infiniti Vision System (Infiniti Vision System<sup>®</sup>, Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, USA)을 이용하였다. 관류액(Balanced salt solution, BSS<sup>®</sup>, Alcon, Fort Worth, TX, USA)을 사용하여 수력분리술과 수력분층술을 시행한 뒤 초음파 유화기로 핵의 초음파유화술을 시행하였다. 이후 관류흡입기(irrigation/aspiration device)로 남아있는 수정체 피질을 제거하였으며 점탄물질을 전방에 주입한 후 피질흡입을 시행하였다. 삽입장치를 이용하여 인공수정체를 낭 내에 삽입하였으며, 인공수정체 삽입 전후에 추가적인 절개창의 폭은 확대되지 않았다. 이후 낭 내에 남아있는 점탄물질을 관류 및 흡입장치로 제거하였다. 술 후 각막봉합으로 인한 난시의 영향을 줄이기 위하여 각막봉합은 시행하지 않았다. 술 후 난시변화의 확인은 그 변화 양상이 안정되는 1개월 후에 시행하였다.

수술 전 및 수술 후의 자동각막굴절계(ARK-530A<sup>®</sup>, NIDEK, Gamagori, Japan)와 이중샤임플러그 전안부촬영기(Galilei, Zeimer, Port, Switzerland)를 이용하여 각막전면 및 후면의 수술에 의해 유발된 각막난시의 변화(SIA)를 측정하였다. 이중샤임플러그 전안부촬영기에서는 simulated keratometry (Sm K), posterior corneal power (PK)와 total corneal power (TCP), 세 개의 지표를 이용하였다. Sm K는 각막 중심 1.0 mm에서 4.0 mm 영역의 각막전면 곡률(curvature)과 각막굴절상수(1.3375)를 이용하여 구현하였다. TCP는 스넬의 법칙을 기반으로, 각막 중심 1.0 mm에서 4.0 mm 영역을 각막전면과 각막후면을 통하여 ray tracing 기법으로 측정하였다. 수술에 의해 유발된 각막난시의 계산은 온라인 SIA계산기([http://www.doctor-hill.com/iol-main/toric\\_sia\\_calculator.htm](http://www.doctor-hill.com/iol-main/toric_sia_calculator.htm), East Valley Ophthalmology, Arizona, USA)를 이용하여 계산하였다. 이를 통해 자동각막굴절값과 이중샤임플러그의 각 항목에 대한 SIA 변화 및 술 전 후면난시와 술 후 전체난시와의 연관성에 대해 알아보았다. 본 논문에서는 각 지표에 대한 SIA는 SIA-ARK, SIA-Sm K, SIA-PK 그리고 SIA-TCP로 기술하였다. 통계는 SPSS version 19 (IBM SPSS statistics Inc., Armonk, NY, USA)를 이용하였고 *p*값이 0.05 미만인 경우 통계학적인 의미가 있는 것으로 판단하였으며 그룹 간의 비교는 Mann-Whitney *U*-test를 통해 검정하였고

술 후 전체각막난시에 미치는 인자들에 대한 분석은 Univariate regression analysis로 분석하였다.

## 결 과

전체 81명(84안) 중 이측절개를 시행한 경우는 61안, 상측절개를 시행한 경우는 23안이었으며 평균연령은 이측절개군은  $67.20 \pm 12.53$ 세였으며 상측절개군은  $61.83 \pm 11.71$ 세로 이측절개군의 평균 연령이 유의하게 많았다( $p=0.036$ ). 절개방향에 따른 SIA에 대해 자동각막굴절값과 이중샤임플러그의 각 항목에 대해 비교한 결과, 이측절개군의 SIA-ARK는  $0.38 \pm 0.25D$ 였으며, SIA-Sm K, SIA-PK, SIA-TCP는 각각  $0.50 \pm 0.39D$ ,  $0.12 \pm 0.11D$ ,  $0.57 \pm 0.42D$ 였다. 상측절개군의 SIA-ARK는  $0.80 \pm 0.39D$ 였으며, SIA-Sm K, SIA-PK, SIA-TCP는 각각  $0.93 \pm 0.57D$ ,  $0.19 \pm 0.13D$ ,  $0.98 \pm 0.63D$ 였다. 자동각막굴절값과 이중샤임플러그 전안부촬영기의 측정된 SIA는 각막 전면 및 후면 각각의 모든 항목에서 이측절개보다 상측절개에서 더 큰 값을 나타냈다( $p<0.05$ ). 술 전과 술 후의 난시정도(cylinder)는 술 후 TCP를 제외( $p=0.194$ )하고 모든 항목에서 상측절개가 난시정도가 유의하게 컸다( $p<0.05$ ). SIA는 PK를 제외( $p=0.144$ )하고 ARK, Sm K, TCP 모든 항목에서 두 절개방향에서 유의한

차이를 보였다( $p<0.05$ ). 이측절개에서는 술 후 난시가 술 전 난시보다 증가한 양상을 보였으나 모든 항목에서 통계적으로 의미있지 않았으나( $p>0.05$ ) 상측절개에서는 술 후 난시가 술 전 난시보다 PK를 제외( $p=0.242$ )하고 모든 항목에서 의미있는 감소를 보였다( $p<0.05$ ). 술 전과 술 후의 가파른 축의 경사(steep meridian)는 술 전 PK를 제외( $p=0.013$ )하고 상측절개와 이측절개 사이의 유의한 차이는 없었으며( $p<0.05$ ) 모두 수직경선을 보였다. 술 전과 술 후의 가파른 축의 경사변화는 상측절개와 이측절개 모두 모든 항목에서 유의한 변화는 없었다( $p>0.05$ ). 즉, 각막후면난시는 상측절개와 이측절개 모두에서 술 전과 술 후의 난시의 변화량 및 방향에서 유의한 차이를 보이지 않았다. 절개방향에 따른 ARK, Sm K, PK와 TCP에 대한 술 전후의 난시 양과 축, 그리고 SIA에 대해 Table 1, 2, 3 및 4에서 제시하였다.

수술 후 TCP와 수술 전 ARK, Sm K 및 PK의 연관성을 비교해보면, 이측절개 시에는 술 전 ARK, Sm K는 모두 술 후 TCP에 영향을 미치지만(ARK:  $p=0.002$ , Sm K:  $p<0.001$ ) 술 전 PK는 술 후 TCP에 영향을 미치지 않았다( $p=0.230$ ). 상측절개 시에도 술 전 ARK, Sm K는 모두 술 후 TCP에 영향을 미치지만(ARK, Sm K 모두  $p<0.001$ ) 술 전 PK는 술 후 TCP에 영향을 미치지 않았다( $p=0.324$ ). 술 전 PK가 0.5D 이상일 경우, 전체 환자에서는 SIA-PK를 제

**Table 1.** Pre- and post-operative astigmatism, and axis and surgically induced astigmatism (SIA) of autorefractive keratometry (ARK) according to the incision locations

Incision location	Temporal (N = 61)	Superior (N = 23)	p-value
Pre-Op ARK (cylinder) (diopter)	$0.38 \pm 0.40$	$1.40 \pm 0.76$	0.000*
Post-Op ARK (cylinder) (diopter)	$0.45 \pm 0.35$	$1.04 \pm 0.70$	0.000*
p-value	0.090	0.001*	
Pre-Op ARK (meridian) (degree)	$95.23 \pm 52.72$	$93.13 \pm 11.74$	0.968
Post-Op ARK (meridian) (degree)	$96.10 \pm 46.86$	$97.78 \pm 30.22$	0.960
p-value	0.645	0.605	
SIA-ARK (diopter)	$0.38 \pm 0.25$	$0.80 \pm 0.39$	0.000*

Values are presented as mean  $\pm$  SD unless otherwise indicated.

Pre-Op = pre-operative; Post-Op = post-operative.

\*Mann-Whitney U-test, statistically significant between temporal and superior incision  $p < 0.05$ .

**Table 2.** Pre- and post-operative astigmatism, axis and surgically induced astigmatism (SIA) of simulated keratometry (Sm K) according to the incision locations

Incision location	Temporal (N = 61)	Superior (N = 23)	p-value
Pre-Op Sm K (cylinder) (diopter)	$0.55 \pm 0.37$	$1.55 \pm 0.84$	0.000*
Post-Op Sm K (cylinder) (diopter)	$0.67 \pm 0.42$	$1.11 \pm 0.74$	0.005*
p-value	0.066	0.000*	
Pre-Op Sm K (meridian) (degree)	$82.41 \pm 62.47$	$96.35 \pm 21.36$	0.122
Post-Op Sm K (meridian) (degree)	$84.43 \pm 51.01$	$97.65 \pm 34.38$	0.292
p-value	0.294	0.948	
SIA-Sm K (diopter)	$0.50 \pm 0.39$	$0.93 \pm 0.57$	0.000*

Values are presented as mean  $\pm$  SD unless otherwise indicated.

Pre-Op = pre-operative; Post-Op = post-operative.

\*Mann-Whitney U-test, statistically significant  $p < 0.05$ .

**Table 3.** Pre- and post-operative astigmatism, axis and surgically induced astigmatism (SIA) of posterior keratometry (PK) according to the incision locations

Incision location	Temporal (N = 61)	Superior (N = 23)	p-value
Pre-Op PK (cylinder) (diopter)	0.27 ± 0.11	0.43 ± 0.16	0.000*
Post-Op PK (cylinder) (diopter)	0.28 ± 0.12	0.38 ± 0.21	0.025*
p-value	0.366	0.242	
Pre-Op PK (meridian) (degree)	83.93 ± 17.95	96.83 ± 17.70	0.013*
Post-Op PK (meridian) (degree)	84.49 ± 21.94	87.39 ± 16.74	0.290
p-value	0.346	0.123	
SIA-PK (diopter)	0.12 ± 0.11	0.19 ± 0.13	0.008*

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

Pre-Op = pre-operative; Post-Op = post-operative.

\*Mann-Whitney U-test, statistically significant  $p < 0.05$ .

**Table 4.** Pre- and post-operative astigmatism, axis and surgically induced astigmatism (SIA) of total corneal power (TCP) according to the incision locations

Incision location	Temporal (N = 61)	Superior (N = 23)	p-value
Pre-Op TCP (cylinder) (diopter)	0.74 ± 0.47	1.37 ± 0.86	0.000*
Post-Op TCP (cylinder) (diopter)	0.76 ± 0.45	1.04 ± 0.77	0.194
p-value	0.782	0.007*	
Pre-Op TCP (meridian) (degree)	81.80 ± 72.50	99.35 ± 26.56	0.177
Post-Op TCP (meridian) (degree)	98.02 ± 60.45	85.70 ± 41.41	0.328
p-value	0.068	0.128	
SIA-TCP (diopter)	0.57 ± 0.42	0.98 ± 0.63	0.002*

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

Pre-Op = pre-operative; Post-Op = post-operative.

\*Mann-Whitney U-test, statistically significant  $p < 0.05$ .

외하고 모든 항목에서 술 전 PK가 0.5D 미만일 경우보다 SIA가 유의하게 더 큰 값을 보였다( $p < 0.05$ ). 하지만 이측절개 시에는 술 전 PK가 0.5D 이상일 경우 모든 항목에서 SIA는 술 전 PK가 0.5D 미만일 경우와 유의한 차이는 보이지 않았다(SIA-ARK:  $p = 0.334$ , SIA-Sm K:  $p = 0.109$ , SIA-PK:  $p = 0.797$ , SIA-TCP:  $p = 0.185$ ). 상측절개 시에는 술 전 PK가 0.5D 이상일 경우 ARK에서만 술 전 PK가 0.5D 미만일 경우보다 SIA가 유의하게 더 큰 값을 보였으며( $p < 0.05$ ), 그 외 Sm K, PK, TCP에서는 유의한 차이는 없었다(SIA-Sm K:  $p = 0.190$ , SIA-Post. K:  $p = 0.695$ , SIA-Total. K:  $p = 0.059$ ).

## 고 찰

최근에는 백내장수술을 시행할 때 각막난시를 최소화하는 다양한 방법들이 소개되고 있으며 이에 따라 술 전 각막난시의 양을 측정하는 것이 중요시되고 있다. 각막 후면난시를 측정할 수 있는 기법들이 발전하며 Orbiscan® (Bausch and Lomb, Rochester, NY, USA), Pentacam® (Oculus, Wetzlar, Germany), Sirius® (Costruzione Strumenti Oftalmici, Florence, Italy), Galilei® dual Scheimpflug analyzer (Ziemer Group, Port, Switzerland)와 같은 다양한 기기들이 개발되고 있다.<sup>14-16</sup> 이 중 본 연구에서 사용된 이중샤임플러그 전안

부촬영기에서 측정한 전체 각막난시는 각막 후면에서의 난시와 각막 전면난시에 의해 유발되는 난시의 벡터의 합을 이용하여 얻어진다. 각막 후면난시를 배제하게 되면 전체 각막난시의 축과 크기가 부정확하게 측정되며 수술 후 유발 난시량 역시 예측도가 떨어진다는 연구들이 있다. 그리고 수술 전 각막 후면난시의 크기가 커질수록 후면에 좀 더 많은 수술 유발 난시량이 유도되며 이로 인하여 각막 후면난시와 각막 후면의 SIA가 백내장수술 후 잔여 각막난시를 예측하고 줄이는 계획을 세우는 데에 중요한 요소가 될 수 있음이 강조되고 있다.<sup>17</sup> Koch et al<sup>16</sup>은 각막전면난시만을 고려하였을 때 전체각막난시가 평균 0.22D 과소측정되었고, 5%의 환자에서는 0.5D 이상 과소측정되었다고 보고하였다. Ho et al<sup>15</sup>도 각막의 전면난시만을 측정하였을 때 28.8%의 환자에서 전체각막난시와 비교하여 0.5D 이상 차이가 있었으며, 난시 축은 10° 이상의 차이를 보였다고 보고하였다. 또한 Ho et al<sup>15</sup>은 50명의 백내장수술 환자 중 24%에서 전면난시만을 고려하여 측정한 SIA값과 후면난시를 포함한 전체난시를 이용해 측정한 SIA값 사이에 0.5D 이상의 차이가 있다는 것을 보고하였다.

각막전면의 SIA는 절개방법이나 절개방향에 따라 다양한 값을 나타내며 여러 연구에서 0.09D부터 1.92D까지 보고되고 있다.<sup>18</sup> 현재까지는 수술 시 절개방향에 따른 수술

에 의해 유발된 전면난시의 변화에 대해서는 보고된 바가 많지만 후면난시의 변화에 대해서는 보고된 바가 많지 않다. 다양한 기기를 이용한 각막 후면 난시의 평균 값은 0.26-0.78D로 보고되고 있다.<sup>19-21</sup> 본 연구에서는 수술 전 이중샤임플러그촬영기를 이용해 측정한 후면난시의 평균값은 이측절개 시  $0.3 \pm 0.1D$ , 상측절개 시는  $0.4 \pm 0.2D$ 였으며 수술 전 각막후면의 경축의 평균은 모두 수직으로 존재하였으며 이는 이전의 연구들과 일치하는 결과를 보였다. 절개방향에 따라 비교한 결과는 자동각막굴절계와 이중샤임플러그상에서 측정한 모든 항목에서 이측절개 시보다 상측절개 시 SIA가 유의미하게 더 큰 값을 보였다. 이전 Whang et al<sup>7</sup>의 연구에서 수술 전 각막 곡률이 가파른 축에 투명각막절개창을 형성한 군과 이측 투명각막절개창을 형성한 군에서의 난시변화를 분석하였으며 각막지형도의 sm K를 통해 분석한 SIA는 각막곡률이 가파른 축에 절개를 형성한 군에서는  $0.45 \pm 0.27D$ , 이측에 절개창을 형성한 군에서는  $0.30 \pm 0.17D$ 로 이측절개에서 더 작은 SIA값을 보였다는 점에서 본 연구와 일치하는 점을 보였다. 하지만 본 연구에서는 자동각막굴절계 및 이중샤임플러그촬영기를 통해 각막 전면뿐만 아니라 각막 후면의 수술에 의해 유발된 난시변화량을 비교했다는 점에서 의의가 있다. 일반적으로 상측절개가 이측절개보다 절개창이 각막중심에 더 가까워 SIA가 큰 것으로 알려져 있다. 본 연구에서 SIA-PK는 상측절개가 더 클 것으로 예상하였으나 백내장 절개창의 방향에 관계없이 수술 전후의 양 및 방향의 변화가 거의 없었으며, 술 전 PK가 0.5D 이상일 경우에도 SIA-PK는 유의한 변화는 없었다.

결론적으로 절개방향에 관계없이 각막후면의 SIA는 유의미한 변화가 없으므로 수술 후 각막전체의 난시를 예측할 때 각막전면의 SIA를 고려해서 수술 후 각막전면의 난시값을 예측하고 수술 전 각막후면의 난시값을 합산하는 것으로 수술 후 전체난시를 예측하는 것이 의미있을 것으로 생각된다.

## REFERENCES

- 1) Tejedor J, Murube J. Choosing the location of corneal incision based on preexisting astigmatism in phacoemulsification. *Am J Ophthalmol* 2005;139:767-76.
- 2) Khokhar S, Lohiya P, Murugiesan V, Panda A. Corneal astigmatism correction with opposite clear corneal incisions or single clear corneal incision: comparative analysis. *J Cataract Refract Surg* 2006;32:1432-7.
- 3) Bayramlar H, Dağlıoğlu MC, Borazan M. Limbal relaxing incisions for primary mixed astigmatism and mixed astigmatism after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:723-8.
- 4) Barequet IS, Yu E, Vitale S, et al. Astigmatism outcomes of horizontal temporal versus nasal clear corneal incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:418-23.
- 5) Kaufmann C, Peter J, Ooi K, et al. Limbal relaxing incisions versus on-axis incisions to reduce corneal astigmatism at the time of cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:2261-5.
- 6) Wang Li, Misra M, Koch DD. Peripheral corneal relaxing incisions combined with cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:712-22.
- 7) Whang WJ, Byun YS, Joo CK. Steep axis incision versus temporal incision in microcoaxial cataract surgery. *J Korean Ophthalmol Soc* 2011;52:29-33.
- 8) Altan-Yaycioglu R, Akova YA, Akca S, et al. Effect on astigmatism of the location of clear corneal incision in phacoemulsification of cataract. *J Refract Surg* 2007;23:515-8.
- 9) Hill W. Expected effects of surgically induced astigmatism on AcrySof toric intraocular lens results. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:364-7.
- 10) Morlet N, Minassian D, Dart J. Astigmatism and the analysis of its surgical correction. *Br J Ophthalmol* 2001;85:1127-38.
- 11) Pflieger T, Skorpik C, Menapace R, et al. Long-term course of induced astigmatism after clear corneal incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 1996;22:72-7.
- 12) Park SH, Song IS, Seong MC, et al. Astigmatic correlation between the automated refractometry and dual scheimpflug analyzer in pseudophakic eyes. *J Korean Ophthalmol Soc* 2016;57:361-8.
- 13) Koch DD, Jenkins RB, Weikert MP, et al. Correcting astigmatism with toric intraocular lenses: effect of posterior corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2013;39:1803-9.
- 14) Cheng LS, Tsai CY, Tsai RJ, et al. Estimation accuracy of surgically induced astigmatism on the cornea when neglecting the posterior corneal surface measurement. *Acta Ophthalmol* 2011;89:417-22.
- 15) Ho JD, Tsai CY, Liou SW. Accuracy of corneal astigmatism estimation by neglecting the posterior corneal surface measurement. *Am J Ophthalmol* 2009;147:788-95, 795.e1-2.
- 16) Koch DD, Ali SF, Weikert MP, et al. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2012;38:2080-7.
- 17) Nemeth G, Berta A, Smalai E, et al. Analysis of surgically induced astigmatism on the posterior surface of the cornea. *J Refract Surg* 2014;30:604-8.
- 18) Hachemi H, Khabazkhoob M, Soroush S, et al. The location of incision in cataract surgery and its impact on induced astigmatism. *Curr Opin Ophthalmol* 2016;27:58-64.
- 19) Royston JM, Dunne MC, Barnes DA. Measurement of posterior corneal surface toricity. *Optom Vis Sci* 1990;67:757-63.
- 20) Royston JM, Dunne MC, Barnes DA. Measurement of the posterior corneal radius using slit lamp and Purkinje image techniques. *Ophthalmic Physiol Opt* 1990;10:385-8.
- 21) Dunne MC, Royston JM, Barnes DA. Posterior corneal surface toricity and total corneal astigmatism. *Optom Vis Sci* 1991;68:708-10.

= 국문초록 =

## 백내장수술 시 절개방향과 각막후면 난시 변화의 연관성

**목적:** 투명각막절개를 통한 백내장 초음파수정체유화술에서 절개위치에 따른 수술에 의해 유발된 후면각막난시의 변화와 전체각막난시에 미치는 영향에 대해 알아보았다.

**대상과 방법:** 단일 술자에 의해 투명각막절개를 통해 시행된 초음파수정체유화술을 받은 환자 81명(84안)을 대상으로 연구하였다. 절개방향은 상측 혹은 이측에서 시행하였으며 자동각막굴절계 상에서 전면각막곡률이 60-120°의 경우, 상측절개를 시행하였으며, 전면각막곡률이 0-30°, 150-180°의 경우, 이측절개를 시행하였다. 30-60°, 120-150°의 경우는 대상에서 제외하였다. 수술 전후의 자동각막굴절계와 이중샤임플러그 전안부촬영기를 이용한 각막전면, 후면 및 각막전체의 수술에 의해 유발된 난시변화(surgically induced astigmatism, SIA)를 측정하였다.

**결과:** 총 81명(84안) 중 이측은 61안, 상측은 23안이며 자동각막굴절값(autorefractive keratometry, ARK)과 이중샤임플러그 전안부촬영기의 각막전면(simulated keratometry, Sm K), 후면(posterior keratometry, PK) 및 각막전체(total corneal power, TCP)의 모든 항목에서 이측보다 상측절개에서 SIA가 더 큰 값을 나타냈다( $p < 0.05$ ). ARK의 수술 전후 난시변화는 이측절개에서는 유의한 차이는 없었으나 상측절개 시 유의하게 감소하였다( $p < 0.05$ ). PK는 절개방향과 관계없이 수술 전후의 양 및 축 방향에서는 유의한 차이가 없었다. 이측절개와 상측절개 시 모두 수술 후 TCP는 수술 전 ARK, Sm K와 유의한 상관관계가 있었지만, 수술 전 PK는 수술 후 TCP에 영향을 미치지 않았다. 전체군에서는 수술 전 PK가 0.5D 이상일 경우, 후면각막의 SIA를 제외하고 모든 항목에서 SIA가 수술 전 PK가 0.5D 미만일 경우보다 유의하게 큰 값을 보였다. 이측절개 시에는 수술 전 PK가 0.5D 이상일 경우, 수술 후 SIA는 모든 항목에서 유의한 차이는 보이지 않았지만, 상측절개의 경우, 수술 전 PK가 0.5D 이상일 경우, ARK의 SIA는 유의하게 큰 값을 보였다.

**결론:** 절개방향에 관계없이 각막후면의 SIA는 유의미한 변화가 없으므로 수술 후 각막전체의 난시를 예측할 때 각막전면의 SIA를 고려해서 수술 후 각막전면의 난시값을 예측하고 수술 전 각막후면의 난시값을 합산하는 것으로 수술 후 전체난시를 예측하는 것이 의미있을 것으로 생각된다.

〈대한안과학회지 2017;58(3):283-288〉