

다초점인공수정체삽입 후의 굴절력에 대한 수술 전 각막 비구면성의 영향

The Effect of Preoperative Corneal Asphericity on the Refractive Outcomes of Multifocal Intraocular Lens Implantation

백진욱 · 신희종 · 박창현 · 황웅주 · 나경선 · 김현승

Jin Uk Beak, MD, Hee Jong Shin, MD, Chang Hyun Park, MD, Woong Joo Whang, MD,
Kyung Sun Na, MD, PhD, Hyun Seung Kim, MD, PhD

가톨릭대학교 의과대학 여의도성모병원 안과 및 시과학교실

Department of Ophthalmology and Visual Science, Yeouido St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

Purpose: To analyze the effects of preoperative corneal asphericity on the refractive outcomes of multifocal intraocular lens implantation by correlating Q-values on anterior corneal surfaces and the prediction errors after surgery.

Methods: Fifty-six eyes of 39 patients who underwent phacoemulsification, and multifocal intraocular lens implantation were included in this retrospective study. Intraocular lens power was calculated using the SRK/T, Hoffer Q, and Haigis formulas. The Q-values were measured at 6 mm, 7 mm, 8 mm, 9 mm, and 10 mm with a rotating Scheimpflug camera (Pentacam[®], Oculus, Wetzlar, Germany). The relationship between the prediction errors and the Q-values at 6 mm, 7 mm, 8 mm, 9 mm, and 10 mm were assessed by linear regression.

Results: Two different multifocal intraocular lens models (Acrysof IQ RESTOR +2.5D SV25T0 [Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, USA] and ZEISS AT LISA tri 839MP [Carl Zeiss Meditec AG, Inc., Jena, Germany]) were implanted in 56 eyes. In both groups, regression analyses showed statistically significant relationships between the prediction errors and the Q-values at 6 mm, 7 mm, and 8 mm using the SRK/T formula. The correlation coefficient between the Q-values and the prediction errors were higher using the SRK/T formula than using the Hoffer-Q and Haigis formulas.

Conclusions: Corneal asphericity affected refractive power during implantation of a multifocal intraocular lens and, as the preoperative Q-value increased, it resulted in a hyperopic refractive outcome for oblate corneas. These results were especially prominent when the SRK/T formula was used.

J Korean Ophthalmol Soc 2019;60(1):9-15

Keywords: Cataract, Cornea, Intraocular lenses, Refractive errors

■ Received: 2018. 9. 13. ■ Revised: 2018. 10. 18.

■ Accepted: 2018. 12. 28.

■ Address reprint requests to **Hyun Seung Kim, MD, PhD**
Department of Ophthalmology and Visual Science, Yeouido St.
Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University
of Korea, #10 63-ro, Yeongdeungpo-gu, Seoul 07345, Korea
Tel: 82-2-3779-1240, Fax: 82-2-761-6869
E-mail: sara514@catholic.ac.kr

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

백내장수술은 단순 백내장의 제거를 위한 수술이 아닌 굴절 이상을 교정하여 환자의 시력의 질까지 개선하는 수술이 되었다. 그렇기 때문에 술 후 굴절 예측을 정확하게 하기 위해 술 전 여러 가지 인공수정체 도수 계산법들이 사용되고 있다. 특히 3세대 인공수정체 도수 산출 방법(Haigis,¹ Hoffer Q,² Holladay 1,³ SRK/T⁴)을 사용하게 되면 눈이 너무 길거나 혹은 너무 짧은 경우를 제외하고 70%의 눈에서 수술 전 목표의 0.5 디옵터(D) 내에서 술 후 굴절을 달성할

수 있다.⁵ 다만 3세대 인공수정체 도수 산출 방법 중 Hoffer Q, SRK/T는 전방 깊이를 제외한 각막곡률값과 안축장길이를 이용하여 추정하는 방식을 사용하고 있으나 아직까지 정확한 도수 측정에는 한계가 있다.⁶ 이에 따라 굴절예측오차를 줄이기 위해서 동공의 크기, 인공수정체의 디자인과 같은 요소가 고려되며 특히 각막의 비구면계수(Q-value)도 중요한 요인으로 고려되고 있다.^{5,7}

각막의 비구면성 정도를 나타내는 척도인 비구면계수는 이차 곡면(quadric surface)에서 각막 전면의 중심에서부터 주변부로 반경 변화로 정의된다. 이에 따라 비구면계수는 각막 모양을 반영하면서 굴절력, 구면 수차, 수차 분포 등의 광학 특성을 표현할 수 있는 주요 매개 변수이다.⁸ 최근에는 각막의 비구면계수의 분포뿐만 아니라 눈의 광학 특성에 미치는 영향에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다.^{8,9} 특히 Savini et al.^{5,10}에 따르면 백내장수술 시 각막의 비구면성이 수술 후 굴절예측오차에 영향이 있음을 보여주었는데, 구면성 단초점인공수정체, 비구면성 단초점인공수정체 모두에서 **뾰족(prolate)**한 각막에서는 예측했던 굴절값보다 더 근시로 측정이 되었고, **편평(oblake)**한 각막에서는 예측했던 굴절값보다 더 원시로 측정이 되었다.

이번 연구에서는 수술 전 각막의 비구면성이 단초점인공수정체뿐만 아니라 다초점인공수정체의 경우에도 비슷한 연관성을 나타내는지 살펴보고자 하였다. 이에 따라 수술 전 각막의 비구면계수와 다초점인공수정체삽입 후 굴절예측오차의 상관성을 선형회귀분석을 통해 비교해보고자 하였다. SRK/T, Hoffer Q, Haigis 세 가지 공식으로 각각 굴절예측오차를 계산하였다.

대상과 방법

2015년 3월부터 2018년 5월까지 가톨릭대학교 여의도성모병원 안과에 내원한 백내장 환자 중 다초점인공수정체 삽입술을 시행 받은 환자 39명의 의무기록을 후향적으로 분석하였다. 이 중 56안 중 16안은 Acrysof IQ RESTOR +2.5D SV25T0 (Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, USA), 40안은 ZEISS AT LISA tri 839MP (Carl Zeiss Meditec AG, Inc., Jena, Germany)를 사용하였다. 본 연구는 헬싱키 선언에 입각한 가톨릭대학교 여의도성모병원 의학연구윤리심의위원회의 승인 아래 진행되었다. 각막 질환, 눈꺼풀 질환, 굴절교정수술, 녹내장수술 등을 받은 환자는 연구 대상에서 제외하였다. 모든 수술은 동일한 술자에 의해서 진행되었고, 모든 환자들을 대상으로 이측 방향에 2.2 mm 크기의 각막 절개를 시행 후 초음파유화술 및 다초점인공수정체삽입술을 시행하였다.

수술 전 모든 환자는 시력검사, 비접촉성 안압계를 이용한 안압검사, 세극등현미경검사, 현성굴절력검사, 안저검사를 시행하였다. 다초점인공수정체 도수는 SRK/T, Hoffer Q, Haigis로 총 세 가지 공식을 이용하여 계산하였다. 각막 곡률, 안축장의 길이, 전방의 깊이는 IOLMaster[®] (Carl Zeiss, Jena, Germany)를 이용하여 측정하였고, 현성굴절력은 자동각막굴절력계 RK-F1[®] (Canon, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 모든 환자는 수술 후 1일, 1주일, 1개월, 2개월째 경과 관찰하였으며, 시력검사, 비접촉성 안압계를 이용한 안압검사, 세극등현미경검사, 현성굴절력을 검사하였다. 굴절예측오차는 수술 후 2개월째 구면렌즈대응치(spherical equivalent)에서 SRK/T, Hoffer Q, Haigis 각각의 공식의 목표 굴절치를 빼 것으로 계산하였다.

수술 전 각막의 비구면성을 나타내는 비구면계수(Q-value)를 얻기 위해 rotating Scheimpflug camera (Pentacam[®], Oculus, Wetzlar, Germany)를 사용하였다. 모든 비구면계수의 값은 각각 지름이 6.0 mm, 7.0 mm, 8.0 mm, 9.0 mm, 10.0 mm일 때 계산하여 얻었다. 비구면계수가 음수일 경우 (-1<Q<0) **뾰족**한 각막의 형태로 중심부 각막곡률이 주변부 각막곡률에 비해 가파를 때에 해당하며, 양수일 경우(Q>0) **편평**한 각막의 형태로 주변부 각막곡률이 중심부 각막곡률에 비해 가파를 때를 일컫는다.

통계적인 분석은 IBM SPSS version 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였으며, 수술 전 각막의 비구면계수와 수술 후 시간에 따른 세 가지 공식에 따른 굴절예측오차의 각각의 상관성을 선형회귀분석을 이용하여 분석하였다. *p*값이 0.05 미만일 때 통계학적인 의미가 있다고 판단하였다. 표본의 정규성 검증은 Kolmogorov-Smirnov test를 사용하였다.

결 과

총 39명 중 56안을 대상으로 연구가 진행되었다. 백내장 수술과 함께 다초점인공수정체 삽입 수술을 시행한 군의 평균 나이는 59.72 ± 10.04세였으며, 여성의 비율은 39명 중 24명으로 61.54%에 해당하였다. 56안의 평균 안축장의 길이는 24.11 ± 1.25 mm, 평균 전방의 깊이는 3.36 ± 0.43 mm, 평균 각막곡률값은 43.86 ± 1.81로 측정되었다. 술 전 나안시력(logMAR)은 0.49 ± 0.37로 측정되었고, 술 전 최대교정시력(logMAR)은 0.24 ± 0.24로 측정되었다. 사용된 인공수정체 도수의 평균은 19.04 ± 3.62D이다(Table 1). Acrysof IQ RESTOR +2.5D SV25T0 (Alcon Laboratories, Inc.)과 ZEISS AT LISA tri 839MP (Carl Zeiss Meditec AG, Inc.) 각각의 렌즈를 사용한 환자군의 특성은 대부분 비슷하였으

며 다음과 같다(Table 2).

Acrysof IQ RESTOR +2.5D SV25T0 (Alcon Laboratories Inc.)와 ZEISS AT LISA tri 839MP (Carl Zeiss Meditec AG, Inc.) 각각의 렌즈에 대하여 굴절예측오차(prediction error), 예측오차의 절대값의 평균(mean absolute error), 예측오차의 절대값의 중앙값(median absolute error), 각 공식의 굴절예측오차에서 $\pm 0.50D$ 혹은 $\pm 1.00D$ 보다 작은 비율을 다음과 같이 나타내었다. 두 가지 인공수정체 모두 각각의 공식에서 $\pm 1.00D$ 를 크게 벗어나지 않는 것으로 나왔다(Table 3). SRK/T 공식을 사용하였을 때 약 75%에서 굴절예측오차가 0.5D 이내였으며 약 95%에서 1.0D 이내로 파악되어 어떤 눈들이 예측오차 범위를 벗어나는지 안축장 길이에 따른

분포를 살펴보았으나 특별한 경향성은 파악되지 않았다(Fig. 1).

두 가지 인공수정체에 대해서 굴절예측오차와 각각의 비구면계수 6 mm, 7 mm, 8 mm, 9 mm, 10 mm에 대해서 상관관계를 분석하였다. 두 가지 인공수정체 모두 비구면계수가 6 mm, 7 mm, 8 mm일 때 SRK/T 공식에서 통계학적으로 유의하다는 결과가 나왔다(Acrysof: 0.024 [6 mm], 0.007 [7 mm], 0.008 [8 mm]; ZEISS: 0.039 [6 mm], 0.027 [7 mm], 0.033 [8 mm]). 두 가지 인공수정체 모두 Hoffer Q, Haigis 공식에 대해서는 굴절예측오차와 비구면계수 간의 통계적으로 유의한 결과는 보이지 않았다. 모든 수술에 대해서 선형회귀분석에 따라 분석한 결과 비구면계수가 음

Table 1. Demographic data and ocular characteristics of the total patients

Parameter	Value	Maximum	Minimum
Patients:eyes	39:56		
Male:female (ratio)	15:24		
Mean age (years)	59.72 \pm 10.04	83	34
Mean UCVA (logMAR)	0.49 \pm 0.37	1.7	0
Mean BCVA (logMAR)	0.24 \pm 0.24	1.1	0
Mean axial length (mm)	24.11 \pm 1.25	28.47	22.75
Mean anterior chamber depth (mm)	3.36 \pm 0.43	2.19	4.09
Mean keratometry (D)	43.86 \pm 1.81	47.39	38.97
Mean IOL power (D)	19.04 \pm 3.62	26.00	7.50

Values are presented as mean \pm standard deviation or number unless otherwise indicated.

UCVA = uncorrected visual acuity; logMAR = the logarithm of the minimum angle of resolution; BCVA = best corrected visual acuity; D = diopter; IOL = intraocular lens.

Table 2. Demographic data and ocular characteristics of Acrysof IQ Restor (Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, USA) group and Zeiss AT LISA (Carl Zeiss Meditec AG, Inc., Jena, Germany) tri group

Parameter	Acrysof IQ RESTOR (n = 16)	ZEISS AT LISA tri (n = 40)
Patients:eyes	11:16	28:40
Mean age (years)	60.55 \pm 12.55	59.39 \pm 9.13
Mean UCVA (logMAR)	0.67 \pm 0.42	0.41 \pm 0.32
Mean BCVA (logMAR)	0.38 \pm 0.36	0.19 \pm 0.15
Mean axial length (mm)	24.33 \pm 1.09	24.04 \pm 1.37
Mean anterior chamber depth (mm)	3.33 \pm 0.60	3.37 \pm 0.35
Mean keratometry (D)	43.24 \pm 2.37	44.11 \pm 1.50
Mean IOL power (D)	19.63 \pm 3.73	18.81 \pm 3.59

Values are presented as mean \pm standard deviation unless or number otherwise indicated.

UCVA = uncorrected visual acuity; logMAR = the logarithm of the minimum angle of resolution; BCVA = best corrected visual acuity; D = diopter; IOL = intraocular lens.

Table 3. Refractive outcomes of IOL power calculation with the formulas evaluated after multifocal IOL implantation

Formula	Acrysof IQ RESTOR (n = 16)				ZEISS AT LISA tri (n = 40)			
	PE (D)	MAE (D)	MedAE (D)	PE (%) \leq ± 0.50 (\leq ± 1.00) D	PE (D)	MAE (D)	MedAE (D)	PE (%) \leq ± 0.50 (\leq ± 1.00) D
SRK/T	-0.22 \pm 0.43	0.34	0.22	75.0 (93.8)	-0.24 \pm 0.38	0.36	0.31	77.5 (97.5)
Hoffer Q	-0.13 \pm 0.32	0.28	0.24	87.5 (100)	0.00 \pm 0.42	0.31	0.27	77.5 (97.5)
Haigis	-0.14 \pm 0.32	0.28	0.23	81.3 (100)	-0.06 \pm 0.42	0.34	0.29	80.0 (100)

Values are presented as mean \pm standard deviation unless otherwise indicated.

IOL = intraocular lens; PE = prediction error; D = diopter; MAE = mean absolute error; MedAE = median absolute error.

의 방향으로 갈수록 굴절예측오차가 음수로 측정되어 근시화를 보였고, 비구면계수가 양의 방향으로 갈수록 굴절예측오차가 양수로 측정되어 더 원시화가 되었다(Table 4). 각각의 렌즈에 대해서 비구면계수가 6 mm, 7 mm, 8 mm 일 때 SRK/T 공식으로 계산한 굴절예측오차에 대해서 회귀선 및 95% 예측 간격선을 나타내었다(Fig. 2).

고 찰

기존 연구에서 백내장수술 시 단초점인공수정체를 삽입하였을 때, 각막의 비구면성이 수술 후 굴절예측오차에 영향을 미친다는 것을 보여주었다.^{5,10,11} 각막의 만곡도를 측정 시 수동 혹은 자동 각막곡률 측정법을 많이 사용하게 되는데 이 경우 대략 지름 3 mm 정도의 원을 따라서 곡률을 이용하여 측정하고, 부분 결합 간섭법(partial coherence interferometry)을 이용하여 측정할 경우 대략 2.3 mm의 광학 영역의 6개의 기준점을 기준으로 측정하기 때문에¹² 대부분

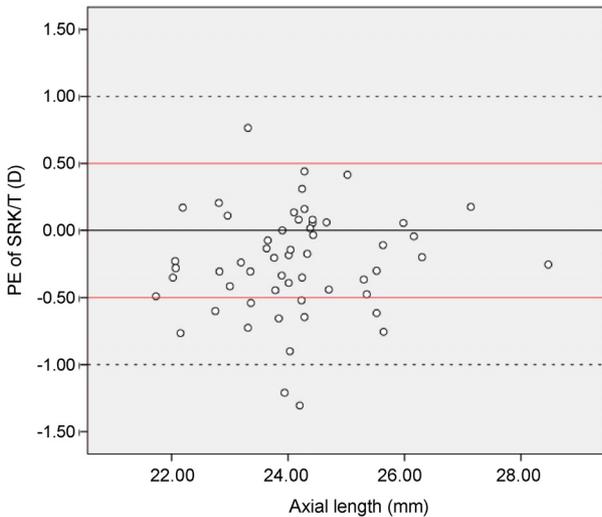


Figure 1. Scatter spot of axial length and the PE of the SRK/T formula. PE = prediction error; D = diopter.

의 눈에서 각막곡률값은 중심부와 중심 주변부의 값이 크게 다르지 않을 수 있다. 다만 각막이 너무 뾰족한(prolate) 각막이거나 편평한(oblake)한 각막에서는 분명히 영향을 줄 수 있기 때문에 각막의 비구면성과 굴절예측오차의 연관성에 대해서 Savini et al⁵에서 충분히 보여주고 있다. 이전 연구를 통해서 SRK/T 공식은 각막이 가파를수록 수술 후 굴절예측오차가 근시화되고, 각막이 편평할수록 원시화된다고 알려져 있어¹³ 이번 연구에 사용된 비구면성이 평균 각막곡률값과 관련이 있는지를 알아보는 것도 필요하다고 생각되어 분석해보았으나 모든 경우에서 유의한 결과를 보이지 않았다(Table 5). 이에 본 연구 대상자에 대해서는 각막의 비구면성과 각막굴절력은 어느 정도 독립적으로 작용한다고 생각된다.

이에 따라 이번 연구에서 다초점인공수정체를 삽입하였을 경우 각막의 비구면성이 수술 후 굴절예측오차에 유의하게 영향을 미치는지 살펴보고자 각각 두 가지 다초점인공수정체를 삽입했을 경우에 대해 분석하였다. 더 정밀한 검사를 위해서 각막의 비구면성을 비구면계수가 6 mm, 7 mm, 8 mm, 9 mm, 10 mm에 대해서 비교하였다. Table 3에서 보여주듯이 Acrysof IQ RESTOR (Alcon Laboratories Inc.)와 ZEISS AT LISA tri (Carl Zeiss Meditec AG, Inc.) 두 가지 인공수정체에서 SRK/T 공식에서 비구면계수가 6 mm, 7 mm, 8 mm일 때 통계학적으로 유의하다는 결과가 나왔다. 또한 두 가지 인공수정체 모두의 경우에서 SRK/T 공식이 다른 두 가지 공식에 비해서 상관계수(r)의 값이 모든 비구면계수에서 높게 측정되었다. 이는 각막의 비구면성을 고려해보았을 때, 비구면계수가 6 mm, 7 mm, 8 mm일 때가 9 mm, 10 mm의 경우보다 SRK/T 공식의 굴절예측오차에 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있으며 다초점인공수정체 삽입 시 비구면계수를 고려하여 인공수정체 도수를 조정하는 것이 도움이 될 수 있다.

인공수정체 도수 계산 과정에 있어서 중요한 과정 중 한 가지는 백내장수술 후에 수술 후 유효인공수정체 위치의

Table 4. Correlation coefficients of 3 IOL formulas showing the relationship between the prediction error and corneal asphericity (Q-value)

		Acrysof IQ RESTOR (n = 16)					ZEISS AT LISA tri (n = 40)				
		Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
SRK/T	r	0.561	0.643	0.636	0.456	0.246	0.327	0.351	0.338	0.274	0.145
	p -value	0.024*	0.007*	0.008*	0.076	0.359	0.039*	0.027*	0.033*	0.087	0.371
Hoffer Q	r	0.278	0.261	0.170	0.061	-0.078	0.160	0.188	0.213	0.182	0.115
	p -value	0.297	0.330	0.530	0.823	0.775	0.323	0.245	0.188	0.260	0.479
Haigis	r	-0.042	-0.150	-0.284	-0.331	-0.265	0.064	0.029	0.002	-0.041	-0.106
	p -value	0.877	0.580	0.287	0.211	0.322	0.694	0.858	0.990	0.800	0.514

IOL = intraocular lens; r = Pearson correlation coefficient.

*Statistically significant.

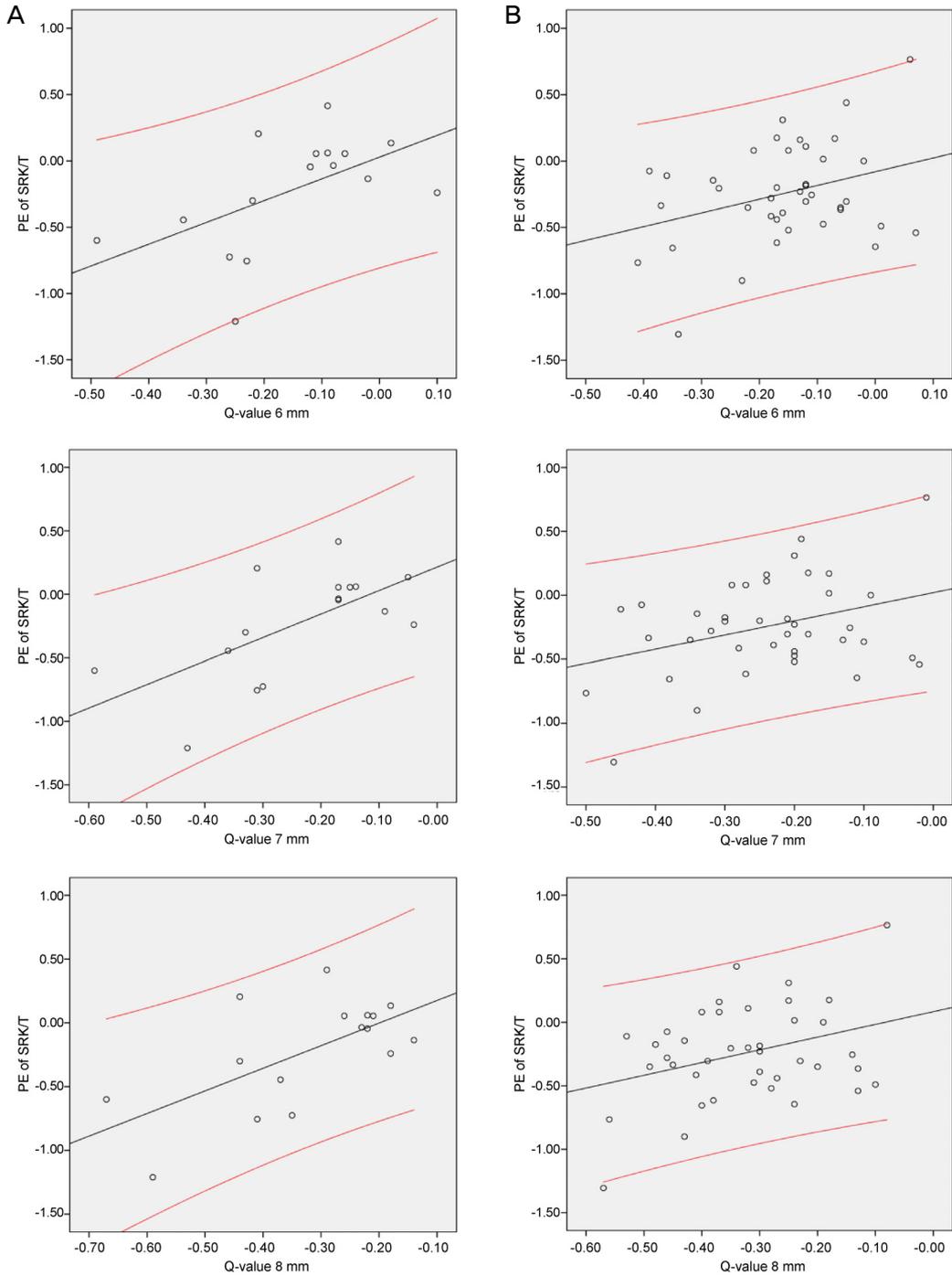


Figure 2. Regression line showing the relationship between the PE of the SRK/T formula and corneal asphericity (Q-value 6 mm, 7 mm, 8 mm) in the (A) Acrysof group (left) and (B) ZEISS group (right). Straight line represent regression line, and two curved lines represent the 95% prediction interval. Scatter spot means patient distribution. PE = prediction error.

Table 5. Correlation coefficients of the relationship between the mean keratometry and the corneal asphericity (Q-value)

		Acrysof IQ RESTOR (n = 16)					ZEISS AT LISA tri (n = 40)				
		Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Mean keratometry	<i>r</i>	-0.237	-0.254	-0.256	-0.236	-0.173	-0.154	-0.205	-0.217	-0.248	-0.120
(D)	<i>p</i> -value*	0.068	0.051	0.063	0.065	0.136	0.343	0.204	0.178	0.123	0.460

D = diopter; *r* = correlation coefficient.

**p*-values were calculated by Pearson correlation test.

예측이다.^{14,15} 유효인공수정체 위치 예측 과정에서 SRK/T 공식과 Hoffer-Q 공식은 각막곡률값을 고려하는 반면 Haigis 공식에서는 각막곡률값 대신 전방의 깊이를 대입한다. 이번 연구에서는 각막의 비구면계수가 굴절예측오차에 미치는 영향을 본 것으로 Haigis 공식보다 SRK/T 공식과 Hoffer-Q 공식에서 연관성이 다소 높게 결과가 나온 것은 두 가지 공식의 특성과 연관되어 있는 것으로 보인다. 그중에서도 SRK/T 공식이 Hoffer-Q 공식보다 각막곡률값의 기여도가 크기 때문에 통계학적으로 유의한 값을 얻은 것으로 보인다.¹⁶ Melles et al¹⁶에 따르면 각막곡률이 가파르거나 편평할수록 굴절예측오차에 영향을 많이 받는 것은 SRK/T 공식으로 이번 연구 결과에도 이 같은 영향을 끼친 것으로 보인다.

본 연구의 제한점은 연구 대상자 수가 적고, 두 가지 다른 다초점인공수정체 환자 수의 차이가 있었다. 추후 더 많은 환자와 다른 다초점인공수정체를 대상으로 하는 연구도 필요할 것이다. 또한 수술 전후로 측정된 현성굴절력은 기계에 의존하였고 표준 방법인 산동 후 검영검사를 시행하지 않아 정확한 굴절예측오차를 계산하는 것에 영향이 있었을 것으로 생각된다. 유효인공수정체의 위치 예측이 중요해짐에 따라 추후 4세대 인공수정체 계산 공식을 이용한 굴절예측오차와 각막의 비구면계수의 연관성을 보는 것도 도움이 될 것으로 생각된다. 또한 수술 후 실제 인공수정체 위치와 각막 비구면계수의 상관성을 분석함으로써 각막 비구면계수가 유효인공수정체 위치에 영향을 미치는지에 대한 검증에 도움이 될 것으로 생각된다.

결론적으로 백내장수술 시 다초점인공수정체삽입할 경우에 수술 전 각막의 비구면성은 인공수정체 도수를 계산할 때 다른 두 가지 공식에 비해 SRK/T 공식에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 이를 바탕으로 백내장수술 시 빠른 각막에서는 기존 굴절예측값보다 더 양수의 굴절예측값을 가지는 인공수정체를 편평한 각막에서는 기존 굴절예측값보다 음수의 굴절예측값을 가지는 인공수정체를 선택하는 것이 수술 후 굴절예측오차의 값을 줄일 수 있을 것이다. 추후 더 많은 연구를 통해 굴절예측오차를 줄이기 위한 정확한 보정량에 대한 노모그램을 제시할 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Haigis W, Lege B, Miller N, Schneider B. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2000;238:765-73.
- 2) Hoffer KJ. The Hoffer Q formula: a comparison of theoretic and regression formulas. *J Cataract Refract Surg* 1993;19:700-12.
- 3) Holladay JT, Prager TC, Chandler TY, et al. A three-part system for refining intraocular lens power calculations. *J Cataract Refract Surg* 1988;14:17-24.
- 4) Retzlaff JA, Sanders DR, Kraff MC. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. *J Cataract Refract Surg* 1990;16:333-40.
- 5) Savini G, Hoffer KJ, Barboni P. Influence of corneal asphericity on the refractive outcome of intraocular lens implantation in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 2015;41:785-9.
- 6) Kang SI, Moon K, Jun JH. Accuracy of three intraocular lens-power formulas in predicting refractive outcomes in different intraocular lenses. *J Korean Ophthalmol Soc* 2016;57:1891-6.
- 7) Norrby S. Sources of error in intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg* 2008;34:368-76.
- 8) Xiong Y, Li J, Wang N, et al. The analysis of corneal asphericity (Q value) and its related factors of 1,683 Chinese eyes older than 30 years. *PLoS One* 2017;12:e0176913.
- 9) Fuller DG, Alperin D. Variations in corneal asphericity (Q value) between African-Americans and whites. *Optom Vis Sci* 2013;90:667-73.
- 10) Savini G, Hoffer KJ, Barboni P, et al. Corneal asphericity and IOL power calculation in eyes with aspherical IOLs. *J Refract Surg* 2017;33:476-81.
- 11) Holladay JT. Effect of corneal asphericity and spherical aberration on intraocular lens power calculations. *J Cataract Refract Surg* 2015;41:1553-4.
- 12) Shammas HJ, Chan S. Precision of biometry, keratometry, and refractive measurements with a partial coherence interferometry-keratometry device. *J Cataract Refract Surg* 2010;36:1474-8.
- 13) Eom Y, Kang SY, Song JS, Kim HM. Use of corneal power-specific constants to improve the accuracy of the SRK/T formula. *Ophthalmology* 2013;120:477-81.
- 14) Olsen T, Corydon L, Gimbel H. Intraocular lens power calculation with an improved anterior chamber depth prediction algorithm. *J Cataract Refract Surg* 1995;21:313-9.
- 15) Olsen T, Hoffmann P. C constant: new concept for ray tracing-assisted intraocular lens power calculation. *J Cataract Refract Surg* 2014;40:764-73.
- 16) Melles RB, Holladay JT, Chang WJ. Accuracy of intraocular lens calculation formulas. *Ophthalmology* 2018;125:169-78.

= 국문초록 =

다초점인공수정체삽입 후의 굴절력에 대한 수술 전 각막 비구면성의 영향

목적: 이번 연구에서는 각막의 비구면계수와 다초점인공수정체삽입 후의 굴절예측오차의 상관관계를 통해 술 전 각막 비구면성이 술 후 굴절력에 미치는 영향을 분석해보고자 한다.

대상과 방법: 2015년 3월부터 2018년 5월까지 본원에 내원하여 백내장 진단받고 다초점인공수정체삽입술을 시행한 환자 39명(56안)을 대상으로 후향적으로 분석하였다. 다초점인공수정체는 Acrysof IQ RESTOR +2.5D SV25T0 (Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, USA), ZEISS AT LISA tri 839MP (Carl Zeiss Meditec AG, Inc., Jena, Germany) 두 가지를 각각 삽입한 환자로 선정하였다. 수술 전 각막의 비구면계수(Q-value)는 rotating Scheimflug camera (Pentacam®, Oculus, Wetzlar, Germany)를 이용하여 6 mm, 7 mm, 8 mm, 9 mm, 10 mm에서 측정하였다. 굴절예측오차(2달 지난 후의 굴절값과 기대굴절값의 차이)와 각막의 6 mm, 7 mm, 8 mm, 9 mm, 10 mm에서 비구면계수 사이의 상관성을 선형회귀분석을 통해 평가하였다.

결과: 두 가지 다초점인공수정체 모두 SRK/T 공식의 굴절예측오차가 수술 전 비구면계수가 6 mm, 7 mm, 8 mm일 때 통계학적으로 유의한 관계를 나타내었다. 비구면계수가 음의 방향으로 갈수록 음의 굴절예측오차가 측정되었으며, 비구면계수가 양의 방향으로 갈수록 양의 굴절예측오차가 측정되었다. 비구면계수와 굴절예측오차의 상관계수는 Hoffer-Q, Haigis 공식보다 SRK/T 공식에서 높게 측정되었다.

결론: 각막의 비구면성은 다초점인공수정체 삽입 시 수술 후 굴절력에 영향을 미치며, 수술 전 비구면계수가 증가할수록 수술 후 원시화된 결과를 유발한다. 특히 SRK/T 공식을 사용했을 경우 이러한 결과를 얻을 수 있었다.

〈대한안과학회지 2019;60(1):9-15〉

백진욱 / Jin Uk Beak

가톨릭대학교 의과대학
여의도성모병원 안과 및 시과학교실
Department of Ophthalmology and Visual
Science, Yeouido St. Mary's Hospital, College
of Medicine, The Catholic University of Korea

