

## 라섹 수술 전과 후의 고위수차에 영향을 미치는 결정변수

김태흥<sup>1</sup>, 이현<sup>2</sup>, 이강오<sup>2</sup>, 이태용<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 보건대학원 보건학과, <sup>2</sup>대전보건대학교 안경광학과

<sup>3</sup>충남대학교 의학전문대학원 예방의학교실

### Determination Factors Affecting the High Order Aberrations in Preoperative and Postoperative LASEK

Tae-Heung Kim<sup>1</sup>, Hyun Lee<sup>2</sup>, Kang-Oh Rhee<sup>2</sup> and Tae-Yong Lee<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Public Health, Graduate School of Public Health, Chungnam National University

<sup>2</sup>Dept. of Optometry, Daejeon Health Sciences College

<sup>3</sup>Dept. of Preventive Medicine, School of Medicine, Chungnam National University

**요약** 라섹 수술 방법을 결정하기 위한 기준을 상세화하고자 고식적인 라섹 수술 전과 후의 고위수차에 영향을 미치는 결정변수들을 분석하였다. 2011년 11월부터 2012년 7월까지 고식적 라섹 수술을 한 대상자 중 수술한지 2개월 후 고위수차검사가 가능한 51명(102안)을 대상으로 하였다. 고위수차는 수술 전 0.341  $\mu\text{m}$ 에서 수술 후 0.538  $\mu\text{m}$ 로 증가하였다. 선형회귀분석에서 수술 후의 고위수차 변동에 영향을 미치는 수술 전의 굴절성분은 설명력 크기순으로 각막난시  $J_0$  성분이 0.400, 굴절성난시  $J_0$  성분이 0.389, 각막난시량이 0.282, 구면렌즈대응치가 0.239, 굴절성난시량이 0.213, 동공크기가 0.194였다. 다중회귀분석에서 수술 후의 고위수차와 통계적으로 의미가 있는 변수는 각막난시  $J_0$  성분, 동공크기, 구면렌즈대응치였다. 따라서 개인에게 적합한 수술 방법 결정을 위해서는 고위수차와 더불어 파워벡터분석에 의한 각막난시도 함께 고려하는 것이 필요하다.

**Abstract** To specify the standard of LASEK surgery, this study examined the determination factors affecting the high order aberrations (HOAs) in preoperative and postoperative LASEK. 51 adult patients (102 eyes) were evaluated at the baseline and 2 months after LASEK surgery from Nov 2011 to Jul 2012. The postoperative HOAs (0.538  $\mu\text{m}$ ) were higher than the preoperative (0.341  $\mu\text{m}$ ). In linear regression analysis, the refractive components that affected the postoperative HOAs were  $J_0$  of corneal astigmatism (CA, 0.400),  $J_0$  of refractive astigmatism (RA, 0.389), corneal astigmatism (CA, 0.282), spherical equivalent (SE, 0.239), refractive astigmatism (RA, 0.213), and pupil size (PS, 0.194) with a high  $R^2$ . In multiple regression,  $J_0$  of CA, PS and SE were significant factors with the postoperative HOAs. In conclusion, both HOAs and  $J_0$  of CA should be considered when determining the suitable factors for LASEK surgery.

**Key Words** : High order aberrations, LASEK, Power vector, Refractive components

### 1. 서론

안경 또는 콘택트렌즈를 착용하는 인구는 매년 증가 추세를 보이고 있으며 이러한 불편함 때문에 현대인들의 굴절교정수술에 대한 관심이 날이 늘어나고 있다. 현재 국내에서는 PRK(photo refractive keratectomy)보다

라식(laser in situ keratomileusis, LASIK)과 라섹(laser subepithelial keratomileusis, LASEK) 방법이 널리 사용되고 있다. 라식은 각막에서 각막상피세포와 각막실질 사이의 보우만층을 보존함으로써 기존의 PRK에 비해 수술 후 치유가 빠르고 통증이 경미하며 혼탁 및 근시퇴행과 같은 문제점이 적은 굴절교정수술방법이다[1]. 라섹은

\*Corresponding Author : Tae-Yong Lee(Chungnam National Univ.)

Tel: +82-42-580-8263 email: [tylee@cnu.ac.kr](mailto:tylee@cnu.ac.kr)

Received April 18, 2014

Revised May 13, 2014

Accepted September 11, 2014

기존의 라식과 PRK의 장점을 결합한 것으로 각막상피만을 벗겨 레이저를 조사하여 각막실질을 깎아내어 굴절교정을 시행한 후 치료용 렌즈를 각막 위에 덮어 각막상피의 회복을 돕는 굴절교정수술방법이다[2].

최근에는 환자들이 굴절교정수술 후 보다 높은 시력의 질을 요구하는 추세이기 때문에 굴절이상을 교정하는 것과 동시에 시력의 질에 영향을 주는 수차를 고려하는 것 또한 중요하게 생각되었다. 수차에는 저위수차와 고위수차가 있는데 저위수차는 안경 또는 콘택트렌즈로 교정이 가능한 반면에 고위수차는 일반적인 방법으로 교정하기 어렵다.

다양한 굴절교정수술 후에는 고위수차의 증가를 초래하여 대비감도 저하, 눈부심, 빛불 번짐, 야간시력 저하 등을 느낄 수 있다[3]. 수술 후의 고위수차 증가는 표층수술인 라식보다는 PRK나 라섹과 같은 각막표면연마술에서 상대적으로 적게 발생하고 있다[4]. 라섹은 고식적인 라섹 수술과 웨이브프론트 라섹 수술로 분류할 수 있는데 고식적인 라섹 수술은 웨이브프론트 라섹에 비해 상대적으로 각막 절삭량이 적고 동공추적에 대한 안정성이 높은 반면에 수술 후의 고위수차 증가량이 많은 단점이 있다. 웨이브프론트 라섹은 고식적인 라섹 수술에 비해 상대적으로 수술 후의 고위수차 증가량이 적은 반면에 각막 절삭량이 많고 동공추적에 대한 일부 제한점이 있다[5].

이와 같은 특징의 라섹 수술 방법을 결정할 때에는 측정된 동공크기에 따른 고위수차를 고려하여[6] 고위수차가 낮은 경우 고식적인 라섹 수술 방법을 선택하고 고위수차가 높은 경우 웨이브프론트 라섹 수술 방법을 선택한다. David 등 은 이 기준에 따른 웨이브프론트 굴절교정술을 실시하였지만 -3.00 D미만의 경도근시군보다 -3.00 D이상의 중등도 및 고도근시군의 수술 후 고위수차 증가량이 높은 것을 발견하고 웨이브프론트 수술을 선택하는 데 있어서 근시량의 고려 또한 필요하다고 제시하였다[7]. 그러나 근시량을 구면렌즈대응치로만 분석한 제한이 있어 그 결정 기준을 다시 생각할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 고식적인 라섹 수술을 시행한 환자들의 수술 전과 후의 고위수차 변화에 영향을 미치는 결정변수를 파악하여 수술방법을 결정하는 기준을 상세화하고자 하였다. 고식적인 라섹 수술 후의 고위수차 증가에 영향을 주는 굴절성분을 설명력에 따라 순차적으로 알아보고 이를 통해 라섹 수술 결정시 고려해야 할 합리

적인 결정 변수를 제시하고자 하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상

2011년 11월 1일부터 2012년 7월 20일까지 대전 H 안과에 굴절교정수술을 목적으로 방문한 대상자 중 최대교정시력이 20/20 이상이 되며 고식적 라섹수술을 시행한 지 두 달이 지난 후 추적관찰이 가능했던 58명 환자의 검사기록을 조사하였다. 이전에 각막질환, 녹내장 등 망막질환의 병력, 근시퇴행 등으로 인해 재수술을 받은 경우 또한 본 논문의 연구대상에서 제외하여 평균 연령 28.8±6.0세의 51명 성인을 최종 분석 대상으로 하였다.

### 2.2 연구방법

콘택트렌즈를 사용하던 환자 중 소프트렌즈는 최소 1주, RGP 렌즈는 최소 2주 이상 착용을 중단하도록 한 후 수술 전 필요한 검사를 시행하였다. 시력검사에서는 한식표준 3M용 시시력표를 사용하였다. 현성굴절검사시에는 자동안굴절력계(KR-8800, Topcon, Japan)를 통한 타각식굴절검사를 3회 반복 측정한 후 평균값을 구하였다. 안구수차는 WASCA aberrometer(Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany)를 이용하여 암실에서 암순응이 된 후 측정하였고 측정된 수차는 그 양을 RMS(root mean square) 값으로 나타내었다. 수술한지 두 달이 지난 후에는 수술 전과 비교하기 위해 안구수차검사를 재측정하였고 측정기기와 측정방법은 수술 전과 동일하였다. 굴절 성분 분석 방법에는 굴절력의 크기로 분석하는 산술 통계기법과 크기와 방향 두 가지를 축선의 크로스실린더(Jackson's cross-cylinder) 성분(M, J<sub>0</sub>, J<sub>45</sub>)으로 표현하는 파워벡터분석[8]의 두 가지 방법을 모두 이용하였다.

### 2.3 통계분석방법

통계 분석은 SPSS 18.0을 이용하였고 수술 전과 후의 고위수차와 관련이 있는 굴절성분들을 파악하기 위해 상관분석을 사용하였다. 수술 후의 고위수차와 상관관계가 있는 굴절성분들을 각각 선형회귀분석과 단계 선택 방법을 사용한 다중회귀분석을 통해 수술 후의 고위수차 변동의 설명력을 알아보았다. p값은 0.05미만의 경우 유의한 것으로 정의하였다.

### 3. 결과

연구대상자의 성별에 따른 분포와 수술 전과 후의 고위수차를 Table 1에 나타내었다. 연구대상자 51명(102안) 중 남자는 16명(32안, 31.4%), 여자는 35명(70안, 68.6%)이었다. 성별에 따른 수술 전과 후의 평균 고위수차는 차이가 없었지만, 남성과 여성 각각 수술 전보다 수술 후 고위수차가 증가하였다(p=0.001, p=0.024). 전체 연구대상자의 수술 전 평균 고위수차는 0.341±0.116 μm,에서 수술 후 0.538±0.179 μm로 증가하였다[p=0.000, Table 1].

연구대상자의 수술 전과 후의 굴절성분 변화를 Table 2에 나타내었다. 구면렌즈대응치는 수술 전 -4.60 D에서 -0.21 D로 교정되었고 굴절성난시량은 수술 전 -1.07 D

에서 -0.38 D로 교정되었으며 각막난시량은 수술 전 -1.26 D에서 -0.42 D로 교정되었다[Table 2].

수술 후의 고위수차와 관련이 있는 수술 전의 굴절성분은 구면렌즈대응치, 굴절성난시량, 굴절성난시 J<sub>0</sub> 성분, 각막난시량, 각막난시 J<sub>0</sub> 성분, 동공크기였다. 이와 같은 수술 전의 굴절성분들과 수술 후의 고위수차와의 연관성을 알아보기 위해 각각 선형회귀분석을 실시하여 Table 3과 Fig 1에 나타내었다. 수술 후 고위수차가 변동하는 설명력은 크기 순으로 각막난시 J<sub>0</sub> 성분(R<sup>2</sup>=0.400, p=0.000), 굴절성난시 J<sub>0</sub> 성분(R<sup>2</sup>=0.389, p=0.000), 각막난시량(R<sup>2</sup>=0.282, p=0.000), 구면렌즈대응치(R<sup>2</sup>=0.239, p=0.000), 굴절성난시량(R<sup>2</sup>=0.213, p=0.000), 동공크기(R<sup>2</sup>=0.194, p=0.000)였다[Table 3][Fig 1].

[Table 1] Distribution of high order aberrations according to sex

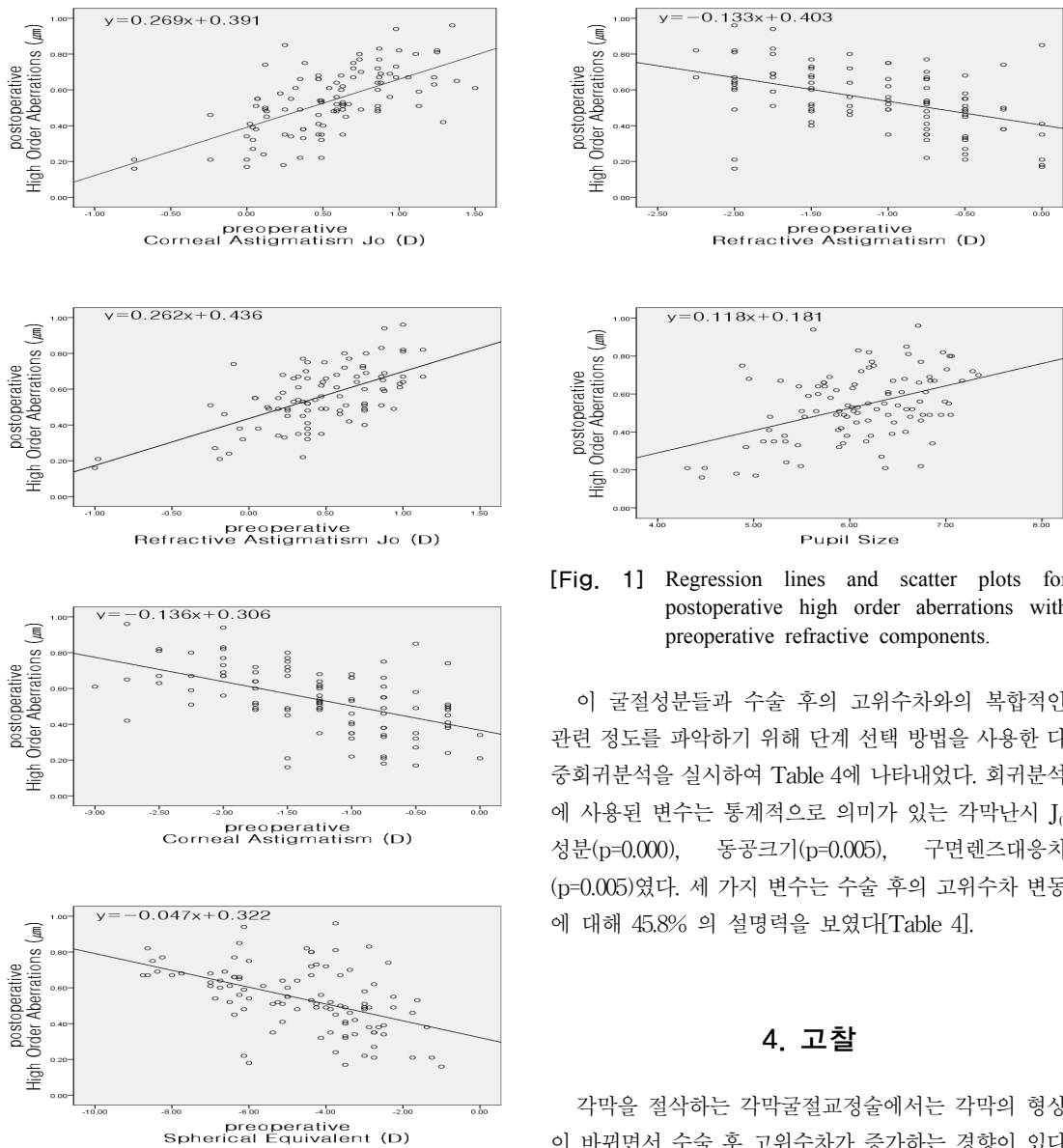
Variables	N (%)	High order aberrations (μm)		p
		Preoperative	Postoperative	
		Mean±SD	Mean±SD	
Sex				
Male	16 (31.4)	0.325±0.109	0.483±0.197	0.001
Female	35 (68.6)	0.349±0.118	0.563±0.166	0.024
p		0.756	0.472	
Total	51 (100.0)	0.341±0.116	0.538±0.179	0.000

[Table 2] Mean changes of variables in preoperative and postoperative LASEK

Variables	Preoperative	Postoperative
Spherical Equivalent (D)	-4.60±1.87	-0.21±0.54
Refractive Astigmatism (D)	-1.07±0.62	-0.38±0.35
Refractive Astigmatism J <sub>0</sub> (D)	0.45±0.39	0.04±0.21
Refractive Astigmatism J <sub>45</sub> (D)	-0.04±0.19	0.00±0.12
Corneal Astigmatism (D)	-1.26±0.70	-0.42±0.33
Corneal Astigmatism J <sub>0</sub> (D)	0.55±0.42	0.07±0.26
Corneal Astigmatism J <sub>45</sub> (D)	-0.03±0.21	0.01±0.15

[Table 3] Simple regression analysis for postoperative high order aberrations with preoperative refractive components.

Refractive components	R	R <sup>2</sup>	F	p
Corneal Astigmatism J <sub>0</sub> (D)	0.633	0.400	66.758	0.000
Refractive Astigmatism J <sub>0</sub> (D)	0.624	0.389	58.006	0.000
Corneal Astigmatism (D)	0.531	0.282	38.305	0.000
Spherical Equivalent (D)	0.489	0.239	31.428	0.000
Refractive Astigmatism (D)	0.462	0.213	26.327	0.000
Pupill Size (mm)	0.440	0.194	24.049	0.000



[Fig. 1] Regression lines and scatter plots for postoperative high order aberrations with preoperative refractive components.

이 굴절성분들과 수술 후의 고위수차와의 복합적인 관련 정도를 파악하기 위해 단계 선택 방법을 사용한 다중회귀분석을 실시하여 Table 4에 나타내었다. 회귀분석에 사용된 변수는 통계적으로 의미가 있는 각막난시 J<sub>0</sub> 성분(p=0.000), 동공크기(p=0.005), 구면렌즈대응치(p=0.005)였다. 세 가지 변수는 수술 후의 고위수차 변동에 대해 45.8%의 설명력을 보였다[Table 4].

#### 4. 고찰

각막을 절삭하는 각막굴절교정술에서는 각막의 형상이 바뀌면서 수술 후 고위수차가 증가하는 경향이 있다

[Table 4] Multiple stepwise regression analysis of refractive components affecting to the postoperative high order aberrations.

Refractive Components	B	SE	Beta	t	p	Adjusted R <sup>2</sup>
Corneal Astigmatism J <sub>0</sub> (D)	0.165	0.038	0.416	4.351	0.000	0.458
Pupil Size (mm)	0.062	0.021	0.240	2.903	0.005	
Spherical Equivalent (D)	-0.023	0.008	-0.262	-2.897	0.005	

\* Adjusted for Corneal Stigmatism J<sub>0</sub>, Refractive Stigmatism J<sub>0</sub>, Corneal Stigmatism, Spherical Equivalent, Refractive Stigmatism and Pupil Size.

[9]. 선행 연구 결과들을 보면 라섹 후에는 1.07~7.25배, PRK 후에는 1.18~5.25배, 라섹 후에는 1.00~2.44배로 증가한다고 보고되었다[10]. Lee 등 의 연구에서는 고위수차가 라섹 수술 전  $0.271 \mu\text{m}$ 에서 수술한지 두 달 후에  $0.446 \mu\text{m}$ 로 약 1.65배 증가하였고[11] 이 결과는 본 연구에서 라섹 수술 후의 고위수차가 수술 전  $0.341 \pm 0.116 \mu\text{m}$ 에서 수술한지 두 달 후  $0.538 \pm 0.179 \mu\text{m}$ 로 약 1.58배 증가한 결과와 동일한 경향성을 보였다.

라섹 수술에서는 고식적인 라섹 수술 보다 웨이브프론트를 적용한 라섹 수술이 수술 후의 고위수차 증가가 적게 발생한다고 알려져 있지만[12] 각막 절삭량이 많고 동공 추적에 대한 일부 제한점이 있기 때문에 여러 가지를 고려하여 수술 방법을 결정할 필요가 있다. 기존에는 수술 전의 측정된 동공크기에 따른 고위수차량의 정도를 고려하여 고식적인 라섹과 웨이브프론트 라섹으로 수술 방법을 결정하였다. 이 기준에 따른다면 본인에게 맞는 적합한 수술로 이루어졌어야 하지만 고식적인 라섹 수술 후에도 높은 고위수차 증가량을 초래하여 시력의 질의 저하를 호소하는 경우가 발생하고 있다. 따라서 기존에 고려했던 변수 외에도 고위수차 증가에 영향을 미치는 변수가 어떤 것이 있는지 알아보았다.

수술 전의 굴절성분과 수술 후의 고위수차와의 관련성을 연구한 결과들을 보면 Tahra 등 은 수술 전의 굴절량이 높을수록 수술 후의 고위수차 증가량이 높다고 보고하였고[13] Farid 등 은 수술 전의 굴절량 중에서 구면렌즈대응치는 구면수차와 관련이 있고 굴절성난시량은 고위수차와 관련이 있다고 보고하였다[14]. Abdolla 등 은 원시성난시에서  $-3.00 \text{ D}$  미만의 난시는 웨이브프론트 수술 시 효과적이지만 그 이상의 난시는 유의한 고위수차 증가가 있다고 보고하였다[15]. 본 연구에서도 선행 연구들과 비슷한 경향으로 수술 후의 고위수차와 관련이 있는 굴절성분은 구면렌즈대응치, 굴절성난시, 각막난시 그리고 동공크기였다. 구면렌즈대응치, 굴절성난시, 각막난시는 굴절력이 증가할수록 그리고 동공크기는 클수록 수술 후의 고위수차가 증가하는 상관관계를 보였다.

한편 Kim 등[10] 과 Abdolla 등[15] 과 같은 선행 연구들에서 대부분 굴절성분을 구면렌즈대응치와 굴절성난시로 구분하여 고위수차와의 관련성을 연구하였으나 각막난시를 추가적으로 고려하여 산술 통계방법 이외의 방법으로도 분석한 연구 결과는 미비하였다. 기존의 분석법에서는 난시의 굴절력을 크기만 고려한 산술 통계방법

을 이용하였고 본 연구에서는 산술 통계방법과 더불어 난시의 축 방향에 의한 변화를 반영하기 위해 파워벡터 분석 또한 동시에 사용하였다[16]. 난시 굴절력을 산술 통계방법과 파워벡터방법으로 분석한 결과 차이점을 나타내었다. 수술 후의 고위수차 변동에 대한 설명력은 각막난시  $J_0$  성분이 각막난시량보다 높았고 굴절성난시  $J_0$  성분이 굴절성난시량보다 높았다. 이 결과에 따르면 수술 전의 각막난시량과 굴절성난시량 모두 단순히 높은 경우보다 각각  $180^\circ$  방향으로 높을수록 수술 후의 고위수차 변동에 대한 설명력이 더 높았음을 의미한다. 이처럼 파워벡터방법이 산술 통계방법보다 더 높은 설명력을 가지기 때문에 수술 후의 고위수차 변동을 예측하는 데 있어서 난시의 분석을 파워벡터방법으로 하는 것이 더 적합하다고 할 수 있다.

수술 전의 굴절성분들과 수술 후의 고위수차와의 복합적인 관련 정도를 파악한 선행 결과를 살펴보면 Jens 등 은 웨이브프론트를 적용한 라섹 수술 후의 고위수차 중 구면수차 변동에 영향을 미치는 요인으로 구면렌즈대응치와 동공크기라고 보고하였으나[6] 난시를 굴절성난시로 한정하여 각막난시를 고려하지 않은 제한이 있었다. 본 연구의 단계 선택방법을 사용한 다중회귀분석 결과에서는 각막난시  $J_0$  성분, 동공크기, 구면렌즈대응치가 통계적으로 의미가 있는 변수로 나타났다. 동공크기와 구면렌즈대응치는 선행 연구들에서 흔히 나타난 결과인 반면에 각막난시  $J_0$  성분이 수술 후의 고위수차 변동을 가장 높게 설명할 수 있는 결과는 수술 방법의 결정에 있어서 새롭게 제시되는 결정변수가 된다.

본 연구에서는 라섹 수술 후 고위수차 변동에 영향을 미치는 결정변수를 찾아서 수술 방법을 결정하는 기준을 더욱 상세히 규명하고자 하였고 그 결과 라섹 수술 후의 고위수차와 관련이 있는 수술 전의 굴절성분들을 수술 후의 고위수차 변동에 대한 설명력의 크기 순서대로 알 수 있었다. 따라서 라섹 수술 방법 결정시에 수술 전의 고위수차를 고려하는 것도 중요하지만 수술 후의 고위수차 증가량을 줄일 수 있도록 고위수차 증가의 요인이 되는 구면렌즈대응치, 굴절성난시, 각막난시와 같은 굴절성분들까지 함께 고려하는 것이 필요하다. 또한 수술 전의 굴절성분들 중에서 각막난시  $J_0$  성분이 수술 후의 고위수차 변화에 미치는 영향이 가장 높은 것으로 보아 수술 전의 고위수차와 함께 파워벡터분석을 통한 각막난시를 결정변수로 사용하는 것이 개인에게 적합한 수술 방법을

선택하는 것에 합리적인 것이다.

본 연구에서는 고위수차가 증가하는 시점인 수술한지 두 달 후의 결과를 비교한 점에서 고위수차 증가에 영향을 미치는 결정변수를 파악할 수 있었다. 추가된 결정변수들을 고려하여 추후 고식적인 라섹과 웨이브프론트 라섹의 결과를 비교한 장기적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## References

- [1] G. P. Loannis, E. P. Maria, Z. S. Evdoxia, F. Oliver, G. Anthimos, "Laser in situ keratomileusis", *Lasers Surg Med* Vol.10, No.5, pp.463-468, 1990.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/lsm.1900100511>
- [2] T. Suphi, D. Z. James, T. A. Dimitri, "Evolution, techniques, clinical outcomes, and pathophysiology of LASEK: review of the literature", *Surv Ophthalmology* Vol.49, No.6, pp.576-602, 2004.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.survophthal.2004.08.003>
- [3] D. B. Melissa, G. L. Mitchell, K. D. Deepinder, S. B. W. Brian, Z. Karla, "Patient satisfaction and visual symptoms after laser in situ kerato- mileusis", *Ophthalmology* Vol.110, No.7, pp.1371-1378, 2003.  
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0161-6420\(03\)00455-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0161-6420(03)00455-X)
- [4] B. E. Moreno, J. M. Lloves, S. Marcos, R. Navarro, L. Llorente, S. Barbero, "Ocular aberrations before and after myopic corneal refractive surgery: LASIK-induced changes measured with laser ray tracing", *Invest Ophthalmol Vis Sci* Vol.42, No.6, pp.1396-1403, 2001.
- [5] S. Yue, M. Q. Hope, D. M. Jason, R. Ayaswarya, E. B. Harold, A. A. Raymond, "Optimizing wavefront- guided corrections for highly aberrated eyes in the presence of registration uncertainty", *J Vis* Vol.13, No.7, p.8, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1167/13.7.8>
- [6] B. Jens, K. Thomas, "Factors affecting the change in lower-order and higher-order aberrations after wavefront-guided laser in situ keratomileusis for myopia with the Zyoptix 3.1 system", *J Refract Surg* Vol.32, No.7, pp.1166-1174, 2006.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2006.01.098>
- [7] S. David, R. S. Marcony, R. M. Glauco, T. David, M. Michael, R. K. Ronald, "Corneal higher order aberrations after myopic wavefront-optimized ablation", *J Refract Surg* Vol.29, No.1, pp.42-48, 2013.  
DOI:<http://dx.doi.org/10.3928/1081597X-20121210-03>
- [8] S. Shankar, W. R. Bobier, "Corneal and lenticular components of total astigmatism in a preschool sample", *Optom Vis Sci* Vol.81, No.7, pp.536-542, 2004.
- [9] S. Marcos. "Aberrations and visual performance following standard laser vision correction", *J Refract Surg* Vol.17, No.5, pp.596-601, 2001.
- [10] J. S. Kim, S. B. Lee, "Effects of amount of myopic correction on long-term changes in higher-order wavefront aberrations ASA-PRK", *J Kor Ophthalmol* Vol.51, No.9, pp.1184-1195, 2010.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3341/jkos.2010.51.9.1184>
- [11] M. J. Lee, S. M. Lee, H. J. Lee, W. R. Wee, J. H. Lee, "The changes of posterior corneal surface and high-order aberrations after refractive surgery in moderate myopia", *J Kor Ophthalmol* Vol.21, No.3, pp.131-136, 2007.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3341/kjo.2007.21.3.131>
- [12] F. S. Roger, F. T. Nicoletta, "Relationship between preoperative aberrations and postoperative refractive error in enhancement of previous laser in situ keratomileusis with the LADARVision system", *J Refract Surg* Vol.34, No.8, pp.1267-1272, 2008.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrs.2008.04.019>
- [13] A. Tahra, M. Rejean, W. B. Jackson, "Advanced corneal surface ablation efficacy in myopia: changes in higher order aberrations", *J Can Ophthalmol* Vol.46, No.2, pp.175-181, 2011  
DOI:<http://dx.doi.org/10.3129/i10-104>
- [14] K. Farid, F. Sepehr, D. Azade, "Higher-order aberrations in myopic eyes", *J Ophthalmic Vis Res* Vol.5, No.1, pp.3-9, 2010.
- [15] F. Abdolla, K. Farid, A. A. Mohammad, T. Seyed Mehdi, M. Maryam Heydarpour, "A comparative assessment of ocular aberrations before and after LASEK surgery in hyperopic and hyperopic astigmatism patients", *J Clin Exp Ophthalmol* Vol.4, Issue 1, 2013.  
DOI:<http://dx.doi.org/10.4172/2155-9570.1000266>
- [16] H. Lee, J. H. Kim, S. B. Lee, J. H. Eom, K. O. Rhee, T. Y. Lee, "Changes in corneal and internal astigmatism with age", *J Kor Academia-industrial cooperation society* Vol.14, No.8, pp.3933-3940, 2013.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.8.3933>

김 태 흥(Tae-Heung Kim)

[정회원]



- 2013년 2월 : 충남대학교 보건대학원 (보건학석사)

<관심분야>  
굴절이상, 비정시역학

이 태 용(Tae-Yong Lee)

[정회원]



- 1981년 2월 : 충남대학교 의과대학 (의학사)
- 1984년 8월 : 연세대학교 대학원 (보건학석사)
- 1990년 8월 : 연세대학교 대학원 (보건학박사)
- 1988년 9월 ~ 현재 : 충남대학교 의학전문대학원 예방의학교실 교수

<관심분야>  
역학 (순환기질환, 암, 전염병)

이 현(Hyun Lee)

[정회원]



- 1996년 2월 : 충남대학교 자연과학대학 화학과(이학석사)
- 2011년 8월 : 충남대학교 보건대학 보건학과 (보건학박사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 대전보건대학교 안경광학과 조교수

<관심분야>  
굴절이상, 양안시

이 강 오(Kang-Oh Rhee)

[정회원]



- 1998년 8월 : 충남대학교 보건대학원 (보건학석사)
- 2003년 8월 : 충남대학교 의과대학 예방의학교실 (의학박사)
- 1994년 3월 ~ 현재 : 대전보건대학교 안경광학과 교수

<관심분야>  
비정시역학, 약시