

## 펜타캠을 이용한 섬유주 절제술 전후의 각막 고위수차와 전방계측치의 변화 관찰

### The Changes of Corneal High-Order Aberrations and Anterior Chamber Parameters after Trabeculectomy Using Pentacam®

김병선<sup>1</sup> · 김병재<sup>1</sup> · 정인영<sup>1,2</sup> · 서성욱<sup>1,2</sup> · 유지명<sup>1,2</sup> · 김성재<sup>1,2</sup>

Byoung Seon Kim, MD<sup>1</sup>, Byung Jae Kim, MD<sup>1</sup>, In Young Chung, MD, PhD<sup>1,2</sup>, Seong Wook Seo, MD, PhD<sup>1,2</sup>,  
Ji Myong Yoo, MD, PhD<sup>1,2</sup>, Seong Jae Kim, MD, PhD<sup>1,2</sup>

경상대학교 의학전문대학원 안과학교실<sup>1</sup>, 경상대학교 건강과학연구원<sup>2</sup>

Department of Ophthalmology, Gyeongsang National University School of Medicine<sup>1</sup>, Jinju, Korea  
Gyeongsang Institute of Health Science, Gyeongsang National University<sup>2</sup>, Jinju, Korea

**Purpose:** To evaluate changes in corneal keratometry, high-order aberrations (HOAs), and anterior chamber parameters after trabeculectomy using Pentacam® (Oculus Inc., Dutenhofen, Germany).

**Methods:** Forty eyes of 40 patients who underwent limbal-based trabeculectomy or fornix-based trabeculectomy between July 2011 and May 2012 were retrospectively reviewed. Intraocular pressure (IOP), corneal keratometry, central corneal thickness, anterior chamber depth, anterior chamber volume, and HOAs were measured using Pentacam® preoperatively and at 3 months postoperatively.

**Results:** The mean age of patients who underwent trabeculectomy was  $58.26 \pm 16.28$  years. IOP showed significant decrease after surgery in both groups compared to preoperative values ( $p < 0.05$ ). There were no significant differences in corneal keratometry, anterior chamber depth, anterior chamber volume, central corneal thickness, total root mean square (RMS), trefoil, and coma after surgery ( $p > 0.05$ ).

**Conclusions:** Postoperative corneal keratometry and anterior chamber parameters did not change significantly compared to preoperative values in glaucoma patients after performing trabeculectomy. Most HOAs that affected quality of vision were not changed in the limbal-based trabeculectomy or fornix-based trabeculectomy.

J Korean Ophthalmol Soc 2014;55(5):662-668

**Key Words:** Cornea, High-order aberration, Keratometry, Trabeculectomy

최근 웨이브 프론트 측정기기들의 발달로 각막 이식, 인공수정체 삽입술, 공막 돌출술 그리고 익상편 절제술 등의

안과적 수술 전후의 고위 수차 변화를 분석하여 이들 수술이 시력의 질 변화에 어떠한 영향을 주는지에 대한 보고들이 있다.<sup>1-3</sup> 녹내장 환자들의 경우에도 최근에는 안압을 최대한 하강시켜 녹내장의 시야소실의 진행을 늦추기 위해서 중심시야가 보존된 환자에서 조기에 녹내장 수술을 실시하는 비율이 증가하고 있어 수술 후 시력의 질에 대해서도 관심이 증가하고 있다. 특히 섬유주 절제술을 시행 받은 환자들의 경우 맥락막 박리, 각막 부전, 저안압성 망막병증, 여과포 감염, 수술에 의한 각막 난시의 발생, 전방인자의 변

■ Received: 2013. 9. 13.      ■ Revised: 2013. 11. 27.

■ Accepted: 2014. 4. 18.

■ Address reprint requests to **Seong Jae Kim, MD, PhD**  
Department of Ophthalmology, Gyeongsang National  
University Hospital, #79 Gangnam-ro, Jinju 660-702, Korea  
Tel: 82-55-750-8171, Fax: 82-55-758-4158  
E-mail: maya12kim@naver.com

© 2014 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.

화 등으로 술 후 시력이 떨어질 수 있으며,<sup>4,12</sup> Dietze et al<sup>7</sup>은 섬유주 절제술 후 각막 지형의 변화로 시력의 감소가 일시적으로 나타날 수 있지만 3개월 뒤에는 다시 수술 전으로 돌아간다고 보고하였다. Fukuoka et al<sup>13</sup>은 윤부 기저 결막편을 만들어 시행한 섬유주 절제술 전과 3개월 후에 측정된 고위수차의 변화가 크게 없다는 것을 보고한 바가 있다. 하지만, 아직 국내에서는 섬유주 절제술 전후의 각막 굴절률 변화와 고위수차의 변화에 대한 보고가 없으며 특히 결막편 절개 방법에 따른 연구는 문헌상으로 보고된 바가 없다.

따라서 본 저자들은 펜타캠(Oculus Inc., Dutenhofen, Germany)을 이용하여 결막편 절개방법에 따른 섬유주절제술 전후의 각막 곡률, 각막 수차, 그리고 전방계측치의 변화를 알아보고자 하였다.

## 대상과 방법

본 연구는 본원에서 2011년 1월부터 2012년 12월까지 약물치료로 안압이 조절되지 않는 녹내장 환자들로 윤부 기저 결막편을 만들어 섬유주 절제술을 시행 받은 20명 20안, 원개 기저 결막편을 만들어 섬유주 절제술을 시행 받은 20명 20안을 대상으로 의무기록을 토대로 후향적으로 분석하였다.

모든 환자는 수술 전후에 시력, 안압, 사용 중인 안압약 개수, 굴절검사, 세극등검사, 각막난시를 측정하였고, 펜타캠을 이용하여 각막 곡률 및 전방깊이, 전방부피, 중심 각막 두께, 전방각, 고위수차를 측정하였다. 본 연구에서 각막 부종이 심하여 검사를 하지 못하는 경우와, 이전에 시력교정술, 익상편 수술, 그리고 백내장이나 녹내장 수술을 받은 병력이 있는 환자, 각결막이나 각막 외상 등으로 각막혼탁이 발생한 경우는 제외하였다.

섬유주 절제술은 두 가지의 방법으로 시행하였다. 첫 번째 군은 구후 마취하에 결막 반흔이 없는 11시 방향 혹은 1시 방향에 원개 기저 결막절개를 시행하고 결막과 테논낭을 공막으로부터 박리하였다. 이후 1/2 혹은 1/3 두께의 사다리 모양의 공막편을 각막 가장자리에 만들고 결막하와 공막편 아래에 0.02% Mitomycin C 용액을 적신 스폰지로 약 3분간 점적 후에는 평형염액으로 충분히 세척하였다. Vannas scissors (Storz, St. Louis, Mo, USA)를 이용하여서 2.5×1 mm 크기의 누공을 만들었고 이후 주변부 홍채절개술을 시행하고 양측 공막편 모서리를 10-0 나일론 봉합사로 2개의 단순봉합을 시행하였다. 끝으로 결막 및 테논낭을 10-0 나일론 봉합사로 각막 윤부에 고정 봉합을 시행하고, dexamethasone phosphate 0.2 mg과 gentamicin sulfate 20

mg을 결막하 주사하였다. 수술 후 1% atropine sulfate (Ocutropine®, Samil, Seoul, Korea) 점안약을 4일간 사용하였으며, 0.3% ofloxacin (Ocuflox®, Samil, Seoul, Korea)과 1% prednisolone acetate (Predforte®, Allergan, Westport, Co. Mayo, Ireland) 점안약을 1일 6회 점안으로 시작하여 2주 이후부터 점차 용량을 줄여 술 후 6개월까지 사용하였다.

두 번째 군은 구후 마취하에 결막 반흔이 없는 11시 방향 혹은 1시 방향에 각막 윤부로부터 8mm 떨어진 곳에 윤부 기저 결막절개를 시행하고 결막과 테논낭을 공막으로부터 박리하였다. 이후 1/2 혹은 1/3 두께의 사다리 모양의 공막편을 각막 가장자리에 만들고 결막하와 공막편 아래에 0.02% Mitomycin C 용액을 적신 스폰지로 3분간 점적 후에는 평형염액으로 충분히 세척하였다. Vannas scissors (Storz, St. Louis, Mo, USA)를 이용하여서 2.5×1 mm 크기의 누공을 만들었고 이후 주변부 홍채절개술을 시행하고 양측 공막편 모서리를 10-0 나일론봉합사로 2개의 단순봉합을 시행하였다. 끝으로 결막 및 테논낭을 10-0 나일론 봉합사로 연속 매트리스 형태로 마무리하고 dexamethasone phosphate 0.2 mg과 gentamicin sulfate 20 mg을 결막하 주사하였다. 수술 후 1% atropine sulfate (Ocutropine®, Samil, Seoul, Korea) 점안약을 4일간 사용하였으며, 0.3% ofloxacin (Ocuflox®, Samil, Seoul, Korea)과 1% prednisolone acetate (Predforte®, Allergan, Westport, Co. Mayo, Ireland) 점안약을 1일 6회 점안으로 시작하여 2주 이후부터 점차 용량을 줄여 술 후 6개월까지 사용하였다.

고위 수차는 수술 전후에 암실에서 펜타캠을 이용하여 각막 중심으로부터 4.0 mm의 안구 수차 값을 측정하여 분석하였다. 이와 같은 방법으로 측정된 고위 수차에서 임상적으로 유용한 동경차수가 3차인 코마 수차(Coma, Z31) 및 세 조각 수차(Trefoil, Z33)와 4차인 구면 수차(Spherical aberration)를 제니케 다항식(Zernike polynomials)으로 분석하였다. 고위 수차 중 4차의 구면 수차는 공기와 각막전면부의 굴절 계수차는 1.376, 각막 후면부와 방수의 굴절 계수차는 1.336을 곱하여 전면과 후면의 각막 수차를 구하였고, 이 두 수차를 합하여 전체 구면 수차로 분석하였다. 총 RMS (total root mean square)는 고위 수차인 3차부터 8차까지의 동경차수를 RMS (root mean square) 지표를 이용하여 분석하였다.

통계적 분석은 SPSS 14.0 for Windows (SPSS, Chicago, IL, USA)를 사용하였으며 수술 전후의 비교는 Mann-Whitney U-test를 사용하였으며 두 군 간의 비교는 Paired t-test를 이용하였다. *p*값이 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의하다고 판정하였다.

**Table 1.** Patient characteristics for trabeculectomy

Characteristics	Total	Trabeculectomy	
		Limbal based (n = 20)	Fornix based (n = 20)
Mean age (years)	58.26 ± 16.28	56.57 ± 15.28	59.25 ± 18.28
Sex			
Male	30	12	18
Female	10	8	2
Diagnosis			
POAG	31	15	16
CACG	5	2	3
2ndOAG	4	3	1
Lens status			
Phakic	29	15	14
Pseudophakic	11	5	6
Aphakic	0	0	0

Values are presented as mean ± SD.

POAG = primary open angle glaucoma; CACG = chronic angle closed glaucoma; 2ndOAG = secondary open angle glaucoma.

**Table 2.** Changes in intraocular pressure (IOP) in mmHg, following trabeculectomy (after 3months)

	Total			Trabeculectomy					
	Preoperative	Postoperative	p-value	Limbal based (n=20)			Fornix based (n=20)		
Mean IOP (mm Hg)	35.22 ± 12.21	13.60 ± 6.11	0.000	32.32 ± 11.81	14.60 ± 4.21	0.000	37.62 ± 9.81	12.60 ± 2.81	0.000
Mean Number of medications (n)	2.90 ± 0.82	1.08 ± 1.50	0.000	2.94 ± 0.24	1.17 ± 1.07	0.000	2.89 ± 0.38	1.02 ± 2.88	0.000

Values are presented as mean ± SD.

**Table 3.** Changes in refractive error and visual acuity, following trabeculectomy (after 3months)

	Total			Trabeculectomy					
	Preoperative	Postoperative	p-value	Limbal based (n=20)			Fornix based (n=20)		
Spherical (D)	-0.93 ± 2.05	-0.78 ± 1.10	0.552	-0.94 ± 1.95	-0.71 ± 2.10	0.357	-0.92 ± 1.26	-0.85 ± 1.10	0.652
Cylinder (D)	-0.58 ± 1.50	-0.70 ± 1.08	0.526	-0.53 ± 1.04	-0.71 ± 1.19	0.433	-0.62 ± 0.96	-0.69 ± 0.65	0.596
Visual acuity	4.86 ± 1.80	4.78 ± 0.80	0.838	4.80 ± 1.79	4.71 ± 2.04	0.799	4.90 ± 1.82	4.81 ± 1.08	0.862

Values are presented as mean ± SD; Visual acuity: 1: Light perception, 2: Hand motion, 3: <0.1, 4: 0.1-0.2, 5: 0.3-0.4, 6: 0.5-0.7, 7: 0.8-1.0.

## 결 과

대상환자는 총 40명 40안으로 윤부 기저 결막편을 만들어 섬유주 절제술을 시행 받은 20명 20안, 원개 기저 결막편을 만들어 섬유주 절제술을 시행 받은 20명 20안이었다. 전체 섬유주 절제술을 시행 받은 환자의 나이는 58.26 ± 16.28세 였으며, 윤부 기저 결막편 섬유주 절제술 시행한 군의 평균 나이는 56.57 ± 15.28세(42-70세), 원개 기저 결막편 섬유주 절제술 시행한 군의 평균나이는 59.25 ± 18.28세(44-68세)였다. 윤부 기저 결막편 섬유주 절제술 시행한 군은 남자 12명, 여자 8명, 원개 기저 결막편 섬유주 절제술 시행한 군은 남자 18명, 여자 2명이었다. 수술 전 임상진단에 따라서 원발성 개방각 녹내장과 만성 개방각 녹내장, 이

차성 개방각 녹내장으로 구분하였다. 윤부 기저 결막편 섬유주 절제술 시행한 군은 원발성 개방각 녹내장 15안, 만성 개방각 녹내장 2안, 이차성 개방각 녹내장 3안이었고, 원개 기저 결막편 섬유주 절제술 시행한 군은 원발성 개방각 녹내장 16안, 만성 개방각 녹내장 3안, 이차성개방각 녹내장 1안이었다(Table 1).

윤부 기저 결막편 섬유주 절제술 시행한 군의 수술 전과 3개월 후의 안압은 각각 32.32 ± 11.81 mmHg, 14.60 ± 4.21 mmHg였고, 원개 기저 결막편 섬유주 절제술 시행한 군의 수술 전과 3개월 후 안압은 37.62 ± 9.81 mmHg, 12.60 ± 2.81 mmHg로, 두 군 모두에서 통계적으로 유의하게 감소하였다( $p=0.00$ ). 그리고 두 군 모두에서 수술 전과 수술 후 3개 뒤 사용한 안압약의 개수 역시 의미 있게 감소하였다

**Table 4.** Changes in anterior chamber parameters, following trabeculectomy(after 3months)

	Total			Trabeculectomy					
	Preoperative	Postoperative	p-value	Limbal based (n=20)			Fornix based (n=20)		
				Preoperative	Postoperative	p-value	Preoperative	Postoperative	p-value
Vertical K (D)	42.21 ± 1.23	43.80 ± 1.28	0.280	43.22 ± 1.63	43.17 ± 1.32	0.105	41.98 ± 1.23	42.08 ± 1.08	0.317
Horizontal K (D)	43.12 ± 1.28	43.87 ± 1.64	0.294	43.98 ± 1.50	44.37 ± 1.74	0.496	42.58 ± 1.20	43.32 ± 0.74	0.596
ACD (mm)	3.08 ± 0.21	3.08 ± 0.11	0.599	3.10 ± 0.81	3.07 ± 0.81	0.610	3.08 ± 0.51	3.12 ± 0.78	0.750
ACV (mm <sup>3</sup> )	154.10 ± 45.90	142.83 ± 31.80	0.180	160.10 ± 43.87	148.83 ± 33.60	0.218	152.50 ± 25.52	139.23 ± 13.60	0.488

Values are presented as mean ± SD.

K = keratometry; ACD = anterior chamber depth; ACV = anterior chamber volume.

**Table 5.** Changes in higher order aberration, following trabeculectomy (after 3months)

	Total		Trabeculectomy	
			Limbal based (n=20)	Fornix based (n=20)
Total RMS (μm)				<sup>†</sup> p-value
Preoperative	0.91 ± 0.40		0.95 ± 0.61	0.85 ± 0.25
Postoperative	0.98 ± 0.23		1.02 ± 0.53	0.93 ± 0.23
*p-value	0.089		0.218	0.102
Coma (μm)				
Preoperative	0.14 ± 0.10		0.16 ± 0.14	0.12 ± 0.14
Postoperative	0.12 ± 0.24		0.14 ± 0.07	0.11 ± 0.85
*p-value	0.482		0.658	0.792
Trefoil (μm)				
Preoperative	0.20 ± 0.16		0.23 ± 0.26	0.18 ± 0.95
Postoperative	0.21 ± 0.40		0.23 ± 0.30	0.20 ± 0.12
*p-value	0.180		0.413	0.208
Spherical aberration (μm)				
Preoperative	0.04 ± 0.05		0.02 ± 0.05	0.08 ± 0.02
Postoperative	0.05 ± 0.20		0.04 ± 0.14	0.06 ± 0.12
*p-value	0.124		0.413	0.653

Values are presented as mean ± SD.

RMS = root mean square.

\*Mann-Whitney U-test; <sup>†</sup>Paired t-test.

( $p=0.00$ , Table 2).

윤부 기저 결막편 섬유주 절제술 시행한 군과 원개 기저 결막편 섬유주 절제술 시행한 군의 술 전과 술 후 3개월에 시행한 구형 각막곡률( $p=0.357$ ,  $p=0.652$ ), 원주 각막곡률( $p=0.433$ ,  $p=0.596$ )로 유의한 차이를 보이지 않았고, 시력 역시 유의한 차이를 보이지 않았다( $p=0.799$ ,  $p=0.862$ , Table 3).

윤부 기저 결막편 섬유주 절제술 시행한 군에서 펜타캠으로 측정한 술 전의 수직 각막곡률, 수평 각막곡률은 각각  $43.22 \pm 1.63$  diopters (D),  $43.98 \pm 1.50$  D이며 술 후 3개월에는  $43.17 \pm 1.32$  D,  $44.37 \pm 1.74$  D로 유의한 차이는 보이지 않았다( $p=0.105$ ,  $p=0.496$ ). 또한 원개 기저 결막편 섬유주 절제술 시행한 군의 술 전 수직 각막곡률, 수평각막곡률은 각각  $41.98 \pm 1.23$  D,  $42.08 \pm 1.08$  D이며 술 후 3개월에는  $42.58 \pm 1.20$  D,  $43.32 \pm 0.74$  D로 유의한 차이는 보이지 않았다( $p=0.317$ ,  $p=0.596$ ). 윤부 기저 결막편 섬유주 절제술 시행한 군의 경우 술 전에 시행한 전방 깊이와 전방 부피는 각각  $3.10 \pm 0.81$  mm,  $160.10 \pm 43.87$  mm<sup>3</sup>였으며 수

술 후 3개월에는 각각  $3.07 \pm 0.81$  mm,  $148.83 \pm 33.60$  mm<sup>3</sup>로 통계적으로 의미 있는 차이는 보이지 않았다( $p=0.610$ ,  $p=0.218$ ). 그리고 원개 기저 결막편 섬유주 절제술 시행한 군의 경우 역시 술 전에 시행한 전방 깊이와 전방 부피는 각각  $3.08 \pm 0.51$  mm,  $152.50 \pm 25.52$  mm<sup>3</sup>였으며 수술 후 3개월에는 각각  $3.12 \pm 0.78$  mm,  $139.23 \pm 13.60$  mm<sup>3</sup>로 의미 있는 차이는 보이지 않았다( $p=0.750$ ,  $p=0.488$ , Table 4).

섬유주절제술 전과 술 후에 펜타캠을 이용한 각막수차에 대한 분석 중 대부분의 수차에서는 의미 있는 차이를 보이지 않았다. 윤부 기저 결막편 섬유주 절제술을 시행한 군에서 수술 전 총 RMS는  $0.95 \pm 0.61$  μm이며 술 후  $1.02 \pm 0.53$  μm로 증가하였으나 통계적으로 의미는 없었으며( $p=0.218$ ), 원개 기저 결막편 섬유주 절제술을 시행한 군에서도 술 전  $0.85 \pm 0.25$  μm이며  $0.93 \pm 0.23$  μm로 증가하였으나 역시 통계적 의미는 없었다( $p=0.102$ ). 또한 결막편을 만드는 방법에 따른 두 군의 수술 전과 수술 후 3개월째 총 RMS의 비교에서도 의미 있는 차이는 없었다( $p=0.253$ ,

$p=0.536$ ). 코마 수차에서도 윤부 기저 결막편 섬유주 절제술을 시행한 군에는 의미 있는 감소는 없었으며( $p=0.658$ ), 원개 기저 결막편 섬유주 절제술을 시행한 군 역시 수술 전보다 수술 후에 감소하였으나 통계적 차이는 없었다( $p=0.792$ ). 그리고 결막편 방법에 따른 수술 전과 후의 코마 수차의 비교에서도 의미 있는 차이는 없었다( $p=0.123$ ,  $p=0.109$ ). 세 조각 수차의 경우 윤부 기저 결막편 섬유주 절제술을 시행한 군에는 술 후에 증가하였으나 의미는 없었으며( $p=0.413$ ), 원개 기저 결막편 섬유주 절제술을 시행한 군의 경우도 술 후에는 증가하였으나 통계적 의미는 없었다( $p=0.208$ ). 두 군의 수술 전과 수술 후 3개월의 세 조각 수차 비교에서도 의미 있는 차이는 없었다( $p=0.632$ ,  $p=0.232$ ). 구면 수차의 경우 윤부 기저 결막편 섬유주 절제술을 시행한 군에는 술 후에는 증가하였으나 의미가 있지는 않았으며( $p=0.413$ ), 원개 기저 결막편 섬유주 절제술을 시행한 군에서는 술 후 의미 있게 감소하지는 않았다( $p=0.653$ ). 또한 두 군의 비교에서도 술 전과 술 후에는 통계학적인 차이는 보이지 않았다( $p=0.095$ ,  $p=0.083$ , Table 5).

## 고 찰

본 연구는 섬유주 절제술을 시행 받은 환자들을 결막편을 만드는 방법들 즉, 윤부 기저 결막편을 시행한 군과 원개 기저 결막편을 시행한 군으로 나누어 수술 전과 수술 후 3개월 뒤에 각막 곡률과 중심각막 두께, 전방 깊이, 전방 부피, 고위 수차에 대해 분석하였다. 그 결과 두 군 모두에서 수술 전과 후에 이들 분석인자들의 의미 있는 차이는 보이지 않았다.

대개 녹내장 수술 후 생기는 일시적인 시력의 저하는 수술 후 각막 난시 등이 중요한 요인으로 생각하며 이 밖에도 저안압, 눈물층의 파괴, 홍채염, 망막 부종, 안축장의 길이 변화 등이라고 생각한다.<sup>4,12</sup> 녹내장 수술로 인한 난시에 대한 연구 중에서 Rosen et al<sup>14</sup>은 녹내장 수술 중 지혈기의 사용으로 각막 지형도 상 수직 방향으로 지형도가 변하는 것을 보고하면서 녹내장 수술이 시력에 영향을 줄 수 있다고 보고하였다. Hugkulstone<sup>15</sup>은 녹내장 수술 후 초기 직난시 변화가 생길 수 있으며 이는 봉합시 창상 틈의 위치가 뒤쪽으로 위치하면서 발생할 수 있다고 제시하였고 수술 후 10개월이 지나면 수술 전으로 돌아온다고 보고하였다. 그리고 Cunliffe et al<sup>4,5</sup>은 섬유주 절제술을 시행한 16명의 환자에서 수술 후 약 3주간 전방각의 얇아짐이 발생하면서 근시성 변화(myopic shift)가 일어나고, 3주가 지나면 전방각이 수술 전과 비슷해지면서 나안 시력 및 교정시력이 Snellen검사상 회복된다고 보고하였다. 이와 같이 녹내장

수술 후 시력의 변화 등은 술 후 난시 발생 및 각막 곡률의 변화가 중요하며 술 중 소작기의 사용으로 인한 조직수축, 봉합시의 팽팽함 혹은 느슨함, 전방각의 깊이 변화 및 안압의 급격한 변화, 안축장의 길이 및 공막 탄성의 변화 등에 따라 각막 난시가 발생하여 수술 후 환자의 시력이 떨어질 수 있다.<sup>16</sup> Francis et al<sup>17</sup>은 녹내장 수술 후 초기의 과도한 여과로 인하여 전방의 깊이가 얇아지는 것을 보고하였으며 이는 수술 후 1주째 가장 심하고 점점 회복되면서 3달째는 수술 전과 비교하여 많이 회복된다고 보고하였다. 이러한 결과들은 녹내장 수술 후 1개월에 전방의 깊이의 변화로 인하여 안구 수차가 변할 수 있음을 설명하고 수술 후 3개월에는 안압이 낮은 상태로 유지된다 하더라도 안구 수차가 수술 전의 정도로 다시 돌아올 수 있음을 설명해줄 수 있다. 본 연구에서는 결막편을 시행하는 방법에 따라 두 군으로 나누어 각막 곡률의 변화나 고위 수차의 변화 및 전방 계측치의 변화 등을 살펴보았지만, 두 군 모두에서 섬유주 절제술 후 펜타캠을 이용한 각막 곡률, 고위 수차, 그리고 전방 계측치의 변화는 관찰되지 않았으며, 이러한 결과는 이전의 연구와 비슷한 결과를 보여주는 것이었다.

Fukuoka et al<sup>13</sup>은 안구의 크기의 변화로 인하여 안구 내 변화가 일어나며 그로 인하여 안구 코마 수차 및 총 안구 수차가 변화할 수 있다고 하였으며 윤부 기저 결막편 섬유주 절제술을 시행 후 1개월 뒤에 안구 코마 수차 및 총 고위 수차는 의미 있는 증가가 있었다고 보고하였다. 안구 코마 수차 및 각막 코마 수차는 큰 상관 관계가 없으며 안구 총 고위 수차 및 각막 총 고위 수차 역시 큰 상관관계가 없다고 보고하였다. 그리고 3개월 뒤에는 안구 수차 및 각막 고위 수차를 분석한 결과 수술 전과 비교하여 의미 있는 변화가 없는 것을 보고하였다. 이 연구의 결과는 본 연구의 윤부 기저 결막편 섬유주 절제술을 시행한 군에서의 수술 전과 수술 후 3개월 뒤에 분석한 고위 수차에서 의미 있는 변화가 없었다는 결과와 유사한 결과를 보여 준다. 이와 더불어 본 연구에서는 원개 기저 결막편 섬유주 절제술에서도 각막 곡률, 고위 수차, 그리고 전방 계측치의 변화도 윤부 기저 결막편 섬유주 절제술을 시행 받은 군과 마찬가지로 변화가 없는 것을 확인하였다. 사실 원개 기저 결막편 섬유주 절제술은 상처가 각막에 가깝게 형성되게 되고 이로 인해 상처 회복 시에 각막 난시나 고위 수차의 변화에 영향을 끼칠 것으로 예상이 되었지만, 본 연구의 결과에서 보이듯이 크게 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었으며, 이러한 결과는 Fukuoka et al<sup>13</sup>이 보고한 것에 더불어 섬유주 절제술 자체가 각막 곡률의 변화나 고위 수차의 변화에 영향을 주지는 않는다는 것을 확인하였다.

또한 Egrilmez et al<sup>12</sup>은 안구 수술은 수술 후 각막 곡률과

시력에 영향을 줄 있음을 보고하며 섬유주 절제술의 경우 수술 후 1일, 수술 후 1개월에는 수술 전에 비하여 시력이 떨어지는 양상을 보이거나 3개월, 6개월에 시력이 다시 회복하는 것을 보고하였으며 각막 곡률 역시 수술 후 1일, 수술 후 1개월, 수술 후 3개월, 수술 후 6개월에 의미 없는 변화가 있음을 보고하였다. 본 연구에서는 결막편 생성에 따라 나눈 두 군에서 섬유주 절제술 시 수직 각막곡률, 수평 각막곡률에서 의미 없는 변화를 보여주었고( $p>0.05$ ) 위 연구와 비슷한 양상을 보여주었다.

본 연구에서 섬유주 절제술을 시행 전과 후에 시력의 질에 영향을 줄 수 있는 고위 수차의 분석을 하였다. 그 결과 섬유주 절제술을 통하여 모든 환자에서 의미 있는 안압 하강을 보였으나 실제로 안구의 형태에 영향을 줄 수 있는 전방의 깊이 및 전방의 부피가 감소하지 않았으며 각막 곡률 역시 수술 전후에 의미 있는 차이를 보이지 않았다. 또한 시력의 질에 영향을 줄 수 있는 고위 각막 수차 역시 의미 있는 변화가 없음을 알 수 있었다. 그리고 윤부 기저 결막편 섬유주 절제술과 원개 기저 결막편 섬유주 절제술을 나누어 수술 전후에 측정한 전방 계측치 및 고위 수차 역시 의미 있는 차이를 보이지 않는 것을 통하여 결막편의 방법이 안구의 형태 혹은 전방인자의 변화의 차이를 주지 않으며 고위 수차에도 영향을 미치지 않는다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 섬유주 절제술 후 시력의 질에 영향을 미칠 수 있는 여러 가지 인자들을 분석해 본 결과, 수술 후 3개월 뒤에는 각막 곡률, 전방 계측치, 그리고 고위 수차의 변화는 없었으며, 결막편의 방법에 따른 차이도 역시 없었음을 확인할 수 있었다.

본 연구의 제한점은 대상 환자의 수가 적으며 경과 관찰 기간이 3개월로 짧았으며, 수술 전후 각막 굴절곡률, 고위 수차와 전방의 변화에 대한 분석의 기간을 단계별로 하지 못하여 수술 후 시간에 따른 변화 양상을 알지 못하였다는 것이다.

## REFERENCES

- 1) Applegate RA, Howland HC, Sharp RP, et al. Corneal aberrations and visual performance after radial keratotomy. *J Refract Surg* 1998;14:397-407.
- 2) Oshika T, Klyce SD, Applegate RA, et al. Comparison of corneal wavefront aberrations after photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis. *Am J Ophthalmol* 1999;127:1-7.
- 3) Marcos S. Aberrations and visual performance following standard laser vision correction. *J Refract Surg* 2001;17:S596-601.
- 4) Cunliffe IA, Dapling RB, West J, Longstaff S. A prospective study examining the changes in factors that affect visual acuity following trabeculectomy. *Eye (Lond)* 1992;6:618-22.
- 5) Cunliffe IA, Dapling RB, West J, Longstaff S. The effect of trabeculectomy on corneal topography. *Ophthalmic Surg* 1993;24:135.
- 6) Claridge KG, Galbraith JK, Karmel V, Bates AK. The effect of trabeculectomy on refraction, keratometry and corneal topography. *Eye (Lond)* 1995;9:292-8.
- 7) Dietze PJ, Oram O, Kohner T, et al. Visual fuction following trabeculectomy : effect on corneal topography and contrast sensitivity. *J Glaucoma* 1997;6:99-103.
- 8) Vernon SA, Zambarakji HJ, Potgieter F, et al. Topographic and keratometric astigmatism up to 1 year following small flap trabeculectomy (microtrabeculectomy). *Br J Ophthalmol* 1999;83:779-82.
- 9) Kook MS, Kim HB, Lee SU. Short-term effect of mitomycin-C augmented trabeculectomy on axial length and corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:518-23.
- 10) Hong YJ, Choe CM, Lee YG, et al. The effect of mitomycin-C on postoperative corneal astigmatism in trabeculectomy and a triple procedure. *Ophthalmic Surg Lasers* 1998;29:484-9.
- 11) Kadowaki H, Mizoguchi T, Kuroda S, et al. Surgically-induced astigmatism following single-site phacotrabeculectomy, phacotrabeculectomy and advanced non-penetrating phacotrabeculectomy. *Semin Ophthalmol* 2001;16:158-61.
- 12) Egrilmez S, Ates H, Nalcaci S, et al. Surgically induced corneal refractive change following glaucoma surgery: nonpenetrating trabecular surgeries versus trabeculectomy. *J Cataract Refract Surg* 2004;30:1232-9.
- 13) Fukuoka S, Amano S, Honda N, et al. Effect of trabeculectomy on ocular and corneal higher order aberrations. *Jpn J Ophthalmol* 2011;55:460-66.
- 14) Rosen WJ, Mannis MJ, Brandt JD. The effect of trabeculectomy on corneal topography. *Ophthalmic Surg* 1992;23:395-8.
- 15) Hugkulstone CE. Changes in keratometry following trabeculectomy. *Br J Ophthalmol* 1991;75:217-8.
- 16) Young Ji Lee, Samin Hong, Chan Yun Kim, Gong Je Seong. Comparison of surgically induced corneal astigmatism following trabeculectomy and deep sclerectomy with collagen implant. *J Korean Ophthalmol Soc* 2012;53:94-102.
- 17) Francis BA, Wang M, Lei H, et al. Changes in axial length following trabeculectomy and glaucoma drainage device surgery. *Br J Ophthalmol* 2005;89:17-20.

= 국문초록 =

## 펜타캠을 이용한 섬유주 절제술 전후의 각막 고위수차와 전방계측치의 변화 관찰

**목적:** 섬유주 절제술에 의한 각막 수차와 전방 계측치의 변화를 Pentacam® (Oculus Inc., Dutenhofen, Germany)을 이용하여 알아보  
고자 하였다.

**대상과 방법:** 2011년 1월부터 2012년 12월까지 섬유주 절제술을 시행 받은 40명 40안을 대상으로 수술 전과 수술 후 3개월째 Pentacam®  
을 이용하여 각막 고위 수차, 각막 곡률, 그리고 전방계측치의 변화를 후향적으로 분석하였다.

**결과:** 전체 환자 군의 나이는  $58.26 \pm 16.28$ 세였고, 수술 후 안압은 유의하게 낮았다( $p < 0.05$ ). 하지만 원개 기저 결막편 섬유주 절제  
술과 윤부 기저 결막편 섬유주 절제술을 시행 받은 두 군에서 수술 전후에 Pentacam®을 이용하여 측정한 각막곡률, 전방 깊이, 그리  
고 전방 부피는 통계적으로 의미 있는 차이가 없었다( $p > 0.05$ ). 그리고 총 RMS수차, 세 조각 수차, 코마 수차, 구면 수차 역시 수술  
전후의 차이는 유의성이 없었다( $p > 0.05$ ).

**결론:** 섬유주 절제술을 시행 받은 녹내장 환자들에서 수술 전과 3개월 후 측정한 각막 고위 수차(high-order aberrations), 각막 곡률,  
그리고 전방 계측치에는 의미 있는 변화가 관찰되지 않았다. 그리고 섬유주 절제술 시행 시 결막편 절개 방법에 따른 각막 곡률의  
변화, 각막 수차 그리고 전방인자들에겐 영향을 주지 않는 것으로 관찰되었다. 결국 섬유주 절제술은 각막곡률, 각막수차 그리고 전방  
인자들에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 생각한다.

〈대한안과학회지 2014;55(5):662-668〉