

= 증례보고 =

백내장수술 후 단안 삼중복시가 소실된 환자의 웨이브프론트 분석 2예

박세훈 · 서해원 · 최석규 · 김진형 · 이도형

인제대학교 의과대학 일산백병원 안과학교실

목적: 단안 삼중복시를 호소하는 환자에서 백내장수술 후 증상이 호전된 2예를 웨이브프론트 분석하여 보고한다.

증례요약: (증례 1) 59세 남자가 5년 전부터 발생한 좌안 삼중복시를 주소로 내원하였다. 좌안의 최대교정시력은 1.0이었고, 세극등현미경검사에서 경도의 피질백내장 소견을 보였다. 술 전 Hartmann-Shack 방식 수차계의 측정값은 각막구면수차는 정상임에도 불구하고 눈 전체 구면수차($0.126 \mu\text{m}$ for 4-mm, $0.351 \mu\text{m}$ for 6-mm pupil)의 증가를 보였고, 백내장수술 후 환자의 주관적인 삼중복시는 소실되었고, 눈 전체 구면수차의 감소를 확인할 수 있었다. (증례 2) 38세 남자가 2년 전부터 발생한 좌안 삼중복시를 주소로 내원하였다. 좌안의 최대교정시력은 0.3이었고, 세극등현미경검사에서 경도의 핵백내장 소견을 보였다. 술 전 눈 전체 구면수차($-0.356 \mu\text{m}$, $-1.343 \mu\text{m}$)와 트레포일수차($0.199 \mu\text{m}$, $0.252 \mu\text{m}$)의 증가를 보였으나 각막 구면수차와 트레포일 수차는 정상이었다. 백내장수술 후 환자의 주관적인 삼중복시는 소실되었고, 눈 전체 구면수차와 트레포일수차의 감소를 확인할 수 있었다.

(대한안과학회지 2010;51(7):1003-1009)

단안 다중시는 매우 다양한 형태의 안구 상태나 질환에서 나타난다. 굴절이상, 근거리작업 및 수정체 부분이탈이나 백내장과 같은 수정체 이상뿐 아니라 굴절교정수술 후 또는 망막전막과 같은 망막이상, 뇌병변에 의해서도 나타날 수 있다.¹⁻³ 특히 눈에서 굴절면의 불규칙성은 다중시를 일으키는 주요한 원인 중 하나로 생각되고 있으며, 국외에서는 굴절면의 불규칙성에 기인한 다중시에 대해 수차계를 이용한 측정으로 객관적인 원인을 밝힌 보고들이 있으나⁴⁻⁸ 국내에서는 아직 보고된 바가 없다. 단안 삼중복시를 호소하는 환자가 백내장수술 후에 증상이 소실된 2예를 웨이브프론트 분석하여 이를 보고하고자 한다.

증례보고

증례 1

59세 남자가 5년 전부터 발생한 단안 삼중복시를 주소로 내원하였다. 증상은 안경 착용이나 경성 콘택트렌즈착용으

로 호전되지 않았으나 바늘구멍(pinhole) 검사에서 증상이 호전되었다. 환자는 안과적 수술력이나 외상력 및 가족력상 특이사항이 없었으며, 당뇨병과 고혈압을 포함한 전신적 질환은 없었다. 안과검사에서 좌안의 나안시력은 0.6이었으며, 최대교정시력은 $1.0 \times +1.75\text{D sph} = -0.50\text{D cyl } 135^\circ$ 였다. 좌안의 세극등현미경검사에서 수정체 중심부에 수개의 낭포성 변화를 동반한 혼탁과 경도의 피질백내장을 보였다(Fig. 1A). 좌안의 황반부 빛간섭단층촬영영역(OCT)에서 정상소견을 보였고, 시야검사, 안저검사 및 각막지형도 검사에서도 특이소견은 없었다. Hartmann-Shack 방식 수차계(KR9000-PW, Topcon Co., Tokyo, Japan)를 이용해서 눈 전체 및 각막의 고위수차를 측정하였다. 동공 중심부 4 mm 영역에서 눈 전체 및 각막의 총 고위수차의 RMS(Root mean square)는 $0.179, 0.089 \mu\text{m}$, 그리고 구면수차는 $0.126, 0.049 \mu\text{m}$ 였으며, 동공 중심부 6 mm 영역에서는 눈 전체 및 각막의 총 고위수차의 RMS는 $0.507, 0.381 \mu\text{m}$, 그리고 구면수차는 $0.351, 0.284 \mu\text{m}$ 로 각각 측정되었다(Table 1). 점퍼집함수(point spread function, PSF)의 simulation image인 란돌트 고리(Landolt C)는 환자의 주관적인 삼중복시와 유사한 3중 배열을 보였다(Fig. 2A). KR9000-PW의 color-coded map에서 각막의 고위수차는 정상소견을 보였지만(Fig. 3A), 눈 전체의 고위수차는 중심부에서 웨이브프론트의 증강 및 주변부에서 웨이브프론트의 지연을 보였다(Fig. 3B).

■ 접수 일: 2010년 2월 25일 ■ 심사통과일: 2010년 5월 14일

■ 책임저자: 이도형

경기도 고양시 일산서구 대화동 2240
인제대학교 일산백병원 안과
Tel: 031-910-7240, Fax: 031-911-7241
E-mail: eyedr0823@hotmail.com

* 본 논문은 인제대학교 학술연구조성비 보조에 의한 것임.

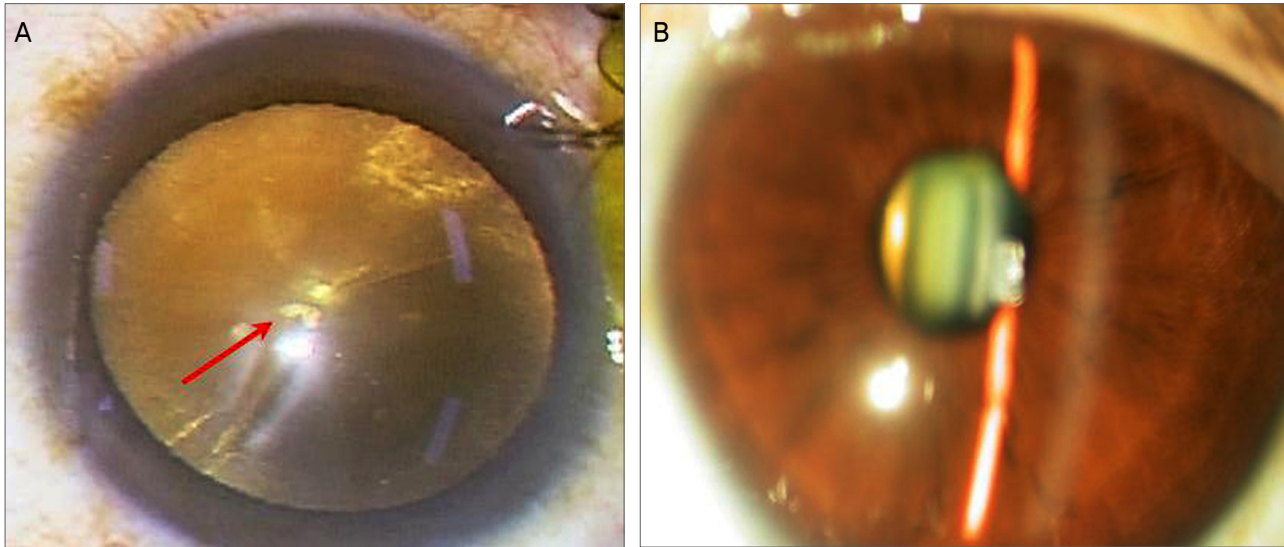


Figure 1. Preoperative photograph. (Case 1) Intraoperative photograph reveals some cystic vacuoles involving the center of the pupil (red arrow) and mild cortical cataract (A). (Case 2) Slit lamp photograph shows mild nuclear cataract (B).

Table 1. Comparison of ocular and corneal higher-order aberrations in (Case 1) before and after cataract surgery (Vector Zernike analysis up to 4th order for 4 mm pupil diameter and 6th order for 6 mm pupils)

			Pupil diameter (mm)	Mean HOA* (μm)	
				Pre-op.	Post-op.
Ocular aberration	Total HOA		4.0	0.179	0.124
	Coma		4.0	0.094	0.055
	Trefoil		4.0	0.053	0.029
	SA		4.0	0.126	-0.024
Corneal aberration	Total HOA		4.0	0.089	0.103
	Coma		4.0	0.068	0.077
	Trefoil		4.0	0.028	0.048
	SA†		4.0	0.049	0.041
Ocular aberration	Total HOA		6.0	0.507	0.355
	Coma		6.0	0.229	0.177
	Trefoil		6.0	0.200	0.194
	SA		6.0	0.351	0.083
Corneal aberration	Total HOA		6.0	0.381	0.414
	Coma		6.0	0.195	0.204
	Trefoil		6.0	0.120	0.129
	SA		6.0	0.284	0.263

*HOA=higher-order aberration; †SA=spherical aberration.

환자의 단안 삼중복시의 원인이 백내장으로 인한 것으로 판단되어 백내장수술 및 인공수정체 삽입술을 계획하였다. 환자는 이측 각막투명절개술과 원형전낭절개를 이용한 초음파유화술을 시행한 후 비구면 후방 인공수정체 AcrySof IQ SN60WF (Alcon, Inc., Forth Worth, TX) 삽입술을 시행하였다. 술 후 환자의 최대교정시력은 좌안 1.0이었으며, 환자의 주관적인 단안 삼중복시 증상은 소실되었다. 술 후 측정된 웨이브프론트 분석에서 동공 중심부 4 mm 영역에서 눈 전체 및 각막의 총 고위수차의 RMS

(Root mean square)는 0.124, 0.103 μm, 그리고 구면 수차는 -0.024, 0.041 μm였으며, 동공 중심부 6 mm 영역에서는 눈 전체 및 각막의 총 고위수차의 RMS는 0.355, 0.414 μm, 그리고 구면수차는 0.083, 0.263 μm로 각각 측정되었다(Table 1). 술 후 란돌트 고리의 3중 배열 역시 소실되었다(Fig. 2B). 술 후 KR9000-PW의 color-coded map에서 눈 전체 및 각막의 고위수차는 정상소견을 보였다(Fig. 3C, D).

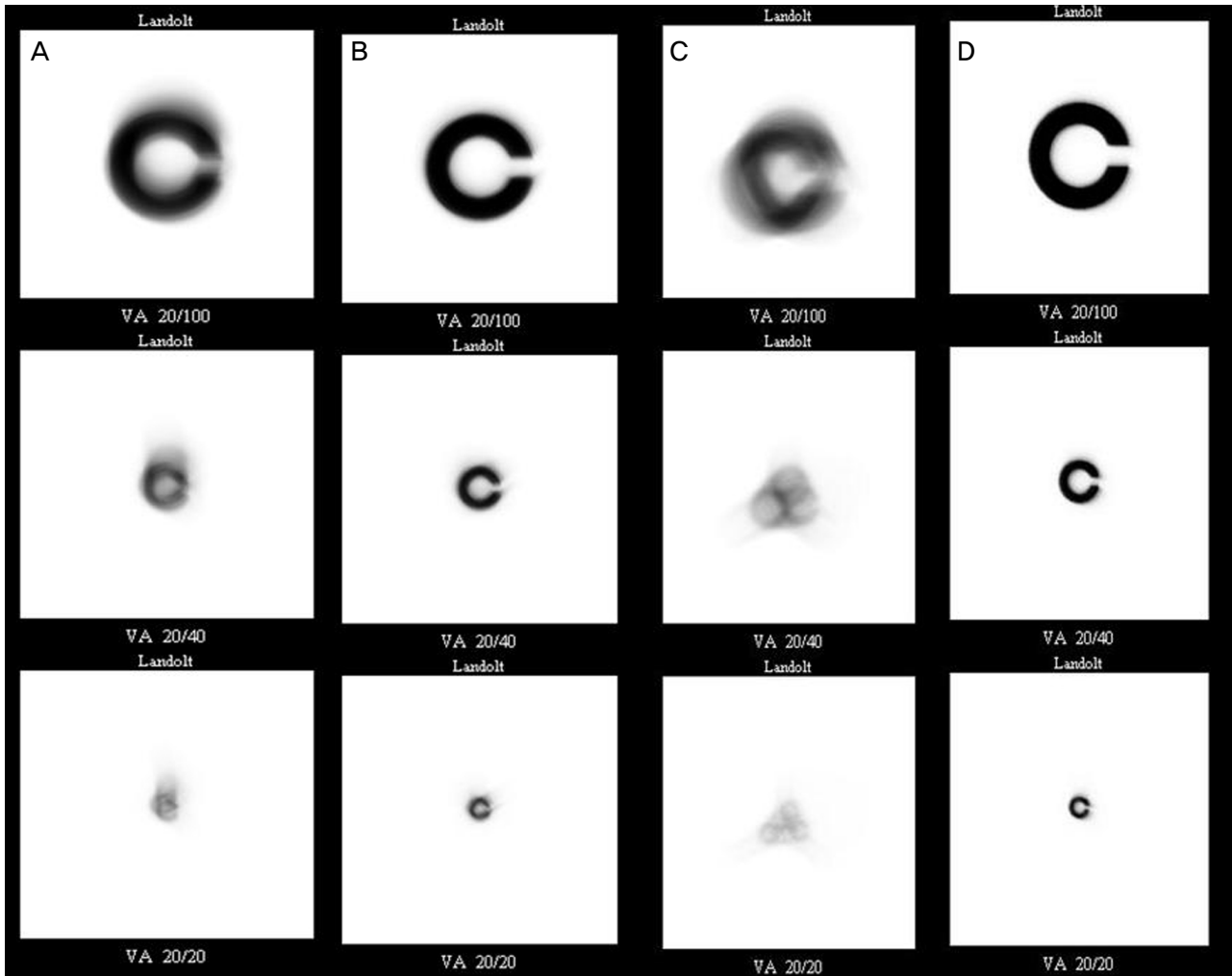


Figure 2. Simulated image for Landolt C before and after surgery. (Case1) Simulated image for Landolt C shows triple configuration before surgery (A). However, simulated image for Landolt C shows normal pattern after surgery (B). (Case2) Simulated image for Landolt C shows triple configuration before surgery (C). However, simulated image for Landolt C shows normal pattern after surgery (D).

증례 2

38세 남자가 2년 전부터 발생한 단안 삼중복시를 주소로 내원하였다. 증상은 안경 착용이나 경성 콘택트렌즈착용으로 호전되지 않았으나 바늘구멍(pinhole) 검사에서 증상이 호전되었다. 환자는 안과적 수술력이나 외상력 및 가족력상 특이사항이 없었으며, 당뇨병과 고혈압을 포함한 전신적 질환은 없었다. 안과검사에서 좌안의 나안시력은 0.08이었으며, 최대교정시력은 $0.3 \times -7.00D$ sph이었다. 좌안의 세극 등현미경검사에서 경도의 핵백내장을 보였다(Fig. 1B). 좌안의 황반부 빛간섭단층촬영(OCT)에서 정상소견을 보였고, 시야검사, 안저검사 및 각막지형도 검사에서도 특이소견은 없었다. KR9000-PW를 이용해 눈 전체 및 각막의 고위수차를 측정하였다. 동공 중심부 4 mm 영역에서 눈 전

체 및 각막의 총 고위수차의 RMS (Root mean square)는 0.425, 0.081 μm , 트레포일수차는 0.199, 0.012 μm 그리고 구면수차는 -0.356 , 0.020 μm 였으며, 동공 중심부 6 mm 영역에서는 눈 전체 및 각막의 총 고위수차의 RMS는 1.407, 0.263 μm , 트레포일수차는 0.252, 0.066 μm 그리고 구면수차는 -1.343 , 0.123 μm 로 각각 측정되었다 (Table 2). 점퍼집함수(point spread fuction, PSF)의 simulation image인 란돌트 고리(Landolt C)는 환자의 주관적인 삼중복시와 유사한 3중 배열을 보였다(Fig. 2C). KR9000-PW의 color-coded map에서 각막의 고위수차는 정상소견을 보였지만(Fig. 4A), 눈 전체의 고위수차는 중심부에서 웨이브프론트의 지연 및 주변부에서 트레포일 형태를 보였다(Fig. 4B).

환자의 단안 삼중복시의 원인이 백내장으로 인한 것으로

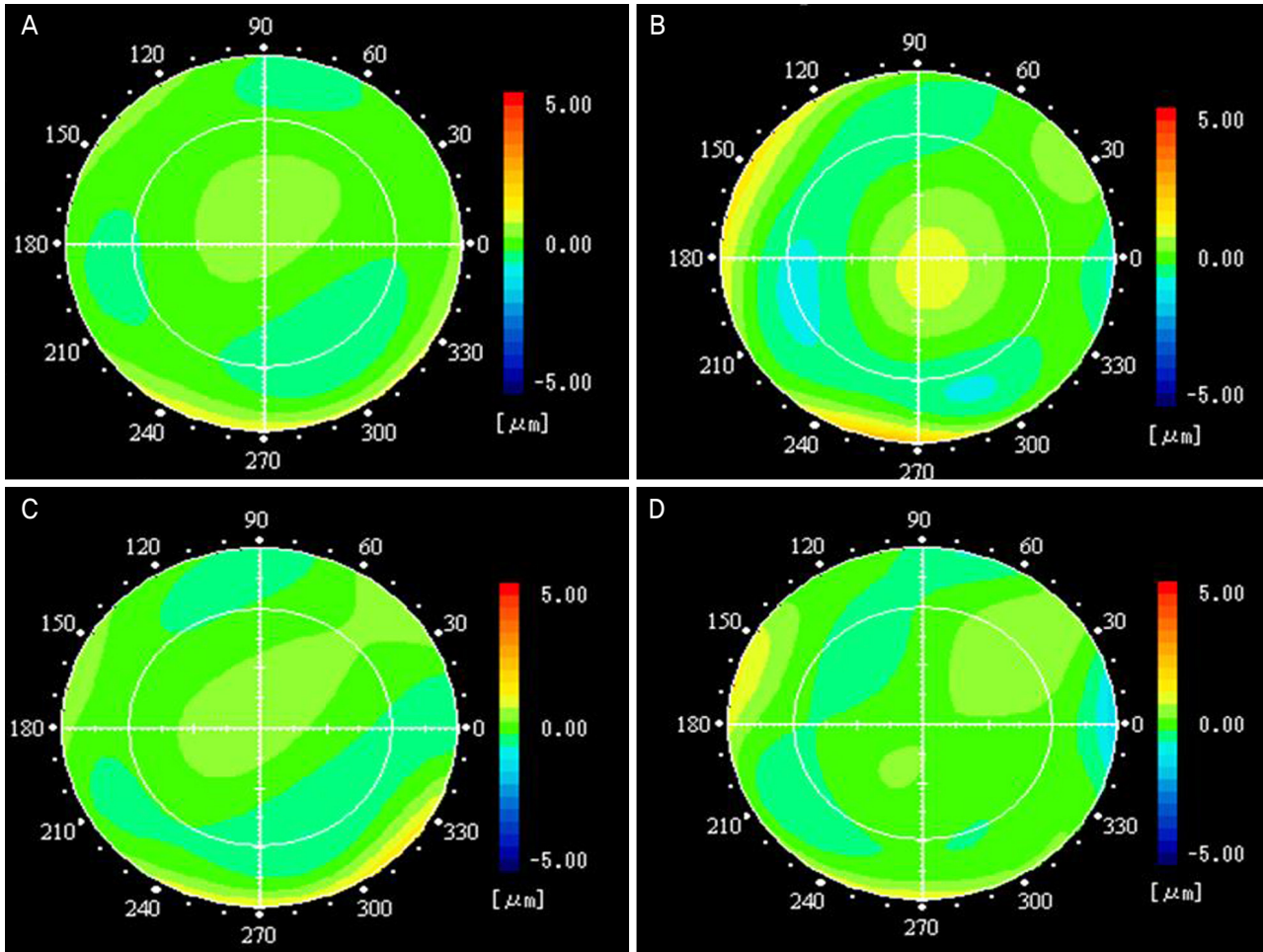


Figure 3. (Case1) Wavefront analysis of higher-order aberration in the cornea and in oculus before and after surgery. Corneal higher-order aberrations had almost normal pattern before and after surgery (A, C), but ocular higher-order aberrations showed advancement of wavefront (warm color) in the central pupillary area and delay of wavefront (cool color) in peripheral pupillary area before surgery (B) and a normal pattern after surgery (D).

판단되어 백내장수술 및 비구면 인공수정체 Tecnis Acrylic IOL ZA9003 (AMO, Inc., Santa Ana, CA) 삽입술을 시행하였다. 술 후 환자의 최대교정시력은 좌안 1.0이었으며, 환자의 주관적인 단안 삼중복시 증상은 소실되었다. 술 후 측정된 웨이브프론트 분석에서 동공 중심부 4 mm 영역에서 눈 전체 및 각막의 총 고위수차의 RMS (Root mean square)는 0.076, 0.058 μm , 트레포일수차는 0.048, 0.027 μm 그리고 구면수차는 0.019, 0.041 μm 였으며, 동공 중심부 6 mm 영역에서는 눈 전체 및 각막의 총 고위수차의 RMS는 0.318, 0.285 μm , 그리고 트레포일수차는 0.153, 0.106 μm 그리고 구면수차는 -0.068, 0.239 μm 로 각각 측정되었다(Table 2). 술 후 란돌트 고리의 3중 배열 역시 소실되었다(Fig. 2D). 술 후 KR9000-PW의 color-coded map에서 눈 전체 및 각막의 고위수차는 정상소견을 보였다(Fig. 4C, D).

고 찰

수차란 원거리의 한 점에서 나온 빛이 광학계에 의하여 상을 맺을 때, 광학계를 지난 다음 한 점에 맺히지 않고 흐려지거나 일그러져 보이는 현상을 말한다. 이러한 안구의 수차는 극성과 함께 백내장을 가진 환자에서 각 측정값들을 기준으로 하여 안구의 상태를 객관적으로 나타내는 데 유용하다고 알려져 있다. 일반적으로 구면 수차가 증가한 경우 달무리(halo)나 빛 번짐(glare) 등의 증상이 나타날 수 있다고 알려져 있으며,⁹ 단안 삼중복시를 야기하는 하나의 인자로도 작용하여, 심한 시력저하가 없으면서도 주관적 삼중복시를 호소할 수 있다. 이는 본 증례와 같이 수차계의 점퍼짐함수(point spread fuction, PSF)의 simulation image인 란돌트 고리(Landolt C)를 통해 환자의 주관적인 삼중복시와 유사한 3중 배열을 확인함으로써 알 수 있다.

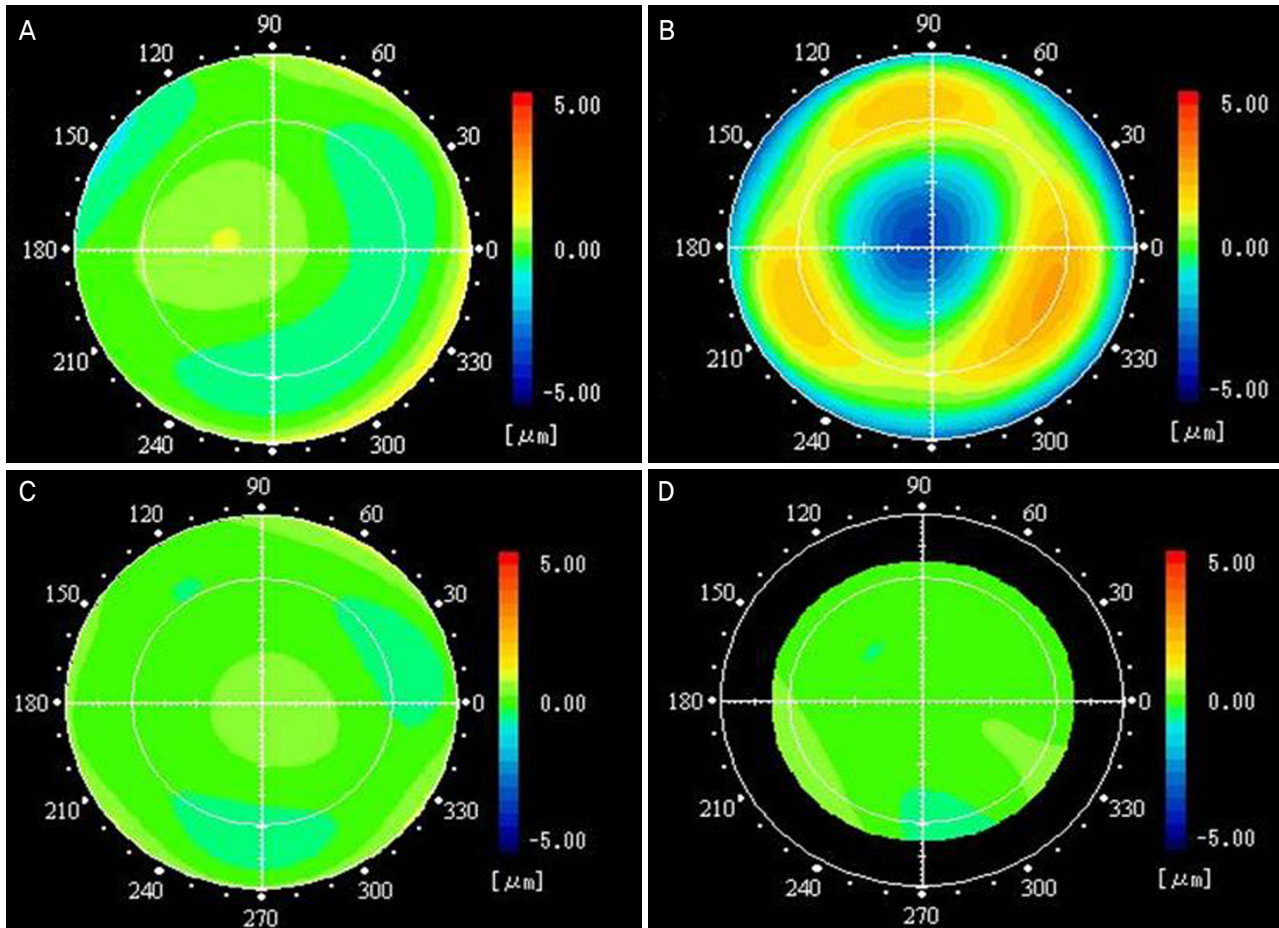


Figure 4. (Case 2) Wavefront analysis of higher-order aberration in the cornea and in oculus before and after surgery. Corneal higher-order aberrations had almost normal pattern before and after surgery (A, C), but ocular higher-order aberrations showed a delay of wavefront (cool color) in the central pupillary area and trefoil pattern in the peripheral area before surgery (B) and a normal pattern after surgery (D).

Table 2. Comparison of ocular and corneal higher-order aberrations in Case 2 before and after cataract surgery (Vector Zernike analysis up to 4th order for 4-mm pupil diameter and 6th order for 6-mm pupils)

			Pupil diameter (mm)	Mean HOA* (μm)	
				Pre-op.	Post-op.
Ocular aberration	Total HOA	4.0	0.425	0.076	
	Coma	4.0	0.012	0.053	
	Trefoil	4.0	0.199	0.048	
	SA	4.0	−0.356	0.019	
Corneal aberration	Total HOA	4.0	0.081	0.058	
	Coma	4.0	0.076	0.027	
	Trefoil	4.0	0.012	0.027	
	SA [†]	4.0	0.02	0.041	
Ocular aberration	Total HOA	6.0	1.407	0.318	
	Coma	6.0	0.097	0.045	
	Trefoil	6.0	0.252	0.153	
	SA	6.0	−1.343	−0.068	
Corneal aberration	Total HOA	6.0	0.263	0.285	
	Coma	6.0	0.204	0.018	
	Trefoil	6.0	0.066	0.106	
	SA	6.0	0.123	0.239	

*HOA=higher-order aberration; [†]SA=spherical aberration.

본 증례의 경우 단안 다중시를 일으키는 여러 가지 원인 중 안저검사 및 황반부 빛간섭단층촬영에서 정상 소견을 보여 망막이상이 아님을 알 수 있었고, 시야검사에서 정상 소견을 보여 뇌병변이 아님을 유추할 수 있었다. 다른 원인으로서는 각막 및 안구내 수차의 이상으로 인해 상의 왜곡이 발생할 수 있는데 구면대응치와 난시가 심하게 높지 않고 안경이나 콘택트렌즈를 통해서 시력은 교정이 되나 증상이 소실되지 않은 점으로 볼 때, defocus나 astigmatism의 저위수차에 의한 증상이라기보다는 고위수차에 의해 나타난 결과로 생각해 볼 수 있었다. 또한 각막지형도 검사에서 정상소견을 보이고 각막고위수차의 측정에서도 특이소견이 없어 각막 전면의 이상보다는 안구내 수차에 의해 다중시가 발생했음을 유추할 수 있었다.

이런 안구내 수차의 원인으로는 각막후면의 이상으로 인한 수차의 이상과 백내장으로 인한 수차의 이상으로 생각해 볼 수 있는데, 각막후면의 수차는 원추각막과 같은 각막 확장증의 경우 외에는 각막전면의 수차에 비해 그 양이 적고 시력에 영향을 주는 경우가 드물다.¹⁰ 반면 백내장에 의한 안구내 수차의 이상으로 인한 다중시는 보고된 바가 있는데 Kuroda et al⁴은 핵백내장에서는 구면수차가 음성으로 나타나고 피질백내장에서는 양성으로 나타나며, 경도의 백내장이 있는 환자에서 이미지의 일그러짐은 Hartmann-Shack 방식 수차계로 유용하게 측정할 수 있으며, 구면수차의 극성이 이를 보여준다고 보고하였다. 또 Kim et al⁶은 삼중복시를 호소하는 경도의 핵백내장 환자에서 백내장수술 후에 술 전의 높은 구면수차와 트레포일이 감소하였으며, 환자들의 주관적인 삼중복시 증상이 소실되었음을 보고하였다. 또한 Fujikado et al⁸은 단안 복시를 호소하는 경도의 피질백내장을 지닌 환자에서는 구면수차와 secondary astigmatism이 높게 측정됨을 확인하였다.

본 증례에서는 각막전면부에 해당하는 각막의 수차를 나타내는 각막의 고위수차의 측정치는 정상안에 대한 기존의 보고와 상이한 점은 없었다.⁶ 또한 각막지형도 검사에서 특이소견이 없었고, 눈전체 수차의 측정치와 color-code map에서도 원추각막과 같은 각막후면에 이상을 의심할 수 있는 눈 전체 수차의 변화가 관찰되지 않아 각막후면의 이상보다는 경도의 백내장이 증상을 일으킨 것으로 판단된다.¹⁰

증례 1에서 웨이브프론트의 고위수차 분석에서 술 전 KR9000-PW의 color-coded map에서 양의 구면수차는 주로 수정체 즉, 안구내 수차로 인해 증가된 소견을 보여주었다. 백내장제거술을 시행한 이후의 눈 전체의 구면수차는 술 전에 비해 확연히 감소하였으며 환자의 주관적인 증상인 단안 삼중복시 또한 소실되었고, 술 전에 삼중 배열을 보이던 란돌트 고리는 정상소견을 보였다. 이는 양의 구면

수차가 빛의 산란이나 대비감도를 감소시키는 요인이 될 수 있음을 의미하며, 술 후 감소한 구면수차로 인해 환자의 단안 삼중복시가 소실되었다고 추측할 수 있다. 또 증례 2에서는 웨이브프론트의 고위수차 분석에서 구면수차와 트레포일수차가 증가된 소견을 보여주었다. 백내장제거술을 시행한 이후의 눈 전체의 구면수차 및 트레포일수차는 술 전에 비해 확연히 감소하였으며 환자의 증상은 소실되었고, 란돌트 고리는 정상소견을 보였다. 이는 술 후 감소한 구면수차 및 트레포일수차로 인해 환자의 단안 삼중복시가 소실되었다고 생각해 볼 수 있다.

따라서 임상적으로 최대 교정시력의 큰 감소 없이 삼중복시를 호소하는 환자가 있는 경우 경도의 백내장이 삼중복시를 일으킬 수 있는 원인이 될 수 있음을 인지하고 있는 것이 중요할 것으로 사료된다. 이러한 환자의 주관적인 삼중복시를 Hartmann-Shack 방식의 수차계를 이용하여 눈 전체의 고위수차 및 PSF를 측정함으로써 삼중복시의 원인을 객관적으로 밝혀낼 수 있었으며, 다중시에 대해 수차계를 이용한 측정으로 객관적인 원인을 밝힌 보고가 저자들이 아는 한 국내에는 없어 이를 보고하는 바이다. 또한 Hartmann-Shack 방식의 수차계를 이용한 웨이브프론트 분석이 삼중복시가 있는 눈에서 객관적인 평가 및 근거중심 안과(evidence-based ophthalmology) 영역에서 유용하게 쓰일 것으로 사료된다.

참고문헌

- 1) Coffeen P, Guyton DL. Monocular diplopia accompanying ordinary refractive errors. *Am J Ophthalmol* 1998;105:451-9.
- 2) Bowman KJ, Smith G, Carney LG. Corneal topography and monocular diplopia following near work. *Am J Optom Physiol Opt* 1978;55:818-23.
- 3) Fincham EF. Monocular diplopia. *Br J Ophthalmol* 1963;47:705-12.
- 4) Kuroda T, Fujikado T, Maeda N, et al. Wavefront analysis in eyes with nuclear or cortical cataract. *Am J Ophthalmol* 2002;134:1-9.
- 5) Fujikado T, Shimojyo H, Hosohata J, et al. Wavefront analysis of eye with monocular diplopia and cortical cataract. *Am J Ophthalmol* 2006;141:1138-40.
- 6) Kim A, Bessho K, Okawa Y, et al. Wavefront analysis of eyes with cataracts in patients with monocular triplopia. *Ophthalmic Physiol Opt* 2006;26:65-70.
- 7) Kuroda T, Fujikado T, Maeda N, et al. Wavefront analysis of higher-order aberrations in patients with cataract. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:438-44.
- 8) Fujikado T, Kuroda T, Maeda N, et al. Wavefront analysis of an eye with monocular triplopia and nuclear cataract. *Am J Ophthalmol* 2004;137:361-3.
- 9) Yoon G, Jeong TM, Cox IG, Williams DR. Vision improvement by correcting higher-order aberrations with phase plates in normal eyes. *J Refract Surg* 2004;20:523-7.

- 10) Oie Y, Maeda N, Kosaki R, et al. Characteristics of ocular higher-order aberrations in patients with pellucid marginal corneal

degeneration. J Cataract Refract Surg 2008;34:1928-34.

=ABSTRACT=

Wavefront Analysis of Successful Treatment of Monocular Triptopia After Cataract Extraction: Report of 2 Cases

Se Hoon Park, MD, Hae Won Seo, MD, Suk Kyue Choi, MD, Jin Hyoung Kim, MD, Do Hyung Lee, MD, PhD

Department of Ophthalmology, Ilsan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Goyang, Korea

Purpose: To report wavefront analysis of successful treatment of monocular triptopia after cataract extraction.

Case summary: (Case 1) A 59-year-old man visited our clinic for a monocular triptopia in his left eye of five years in duration. The best spectacle-corrected visual acuity (BSCVA) was 1.0 in the left eye, and the patient had a mild cortical cataract. The ocular spherical aberration (0.126 μm for the 4-mm pupil, 0.351 μm for the 6-mm pupil) measured by a Hartmann-Shack aberrometer increased preoperatively, while the corneal spherical aberration was normal. After cataract surgery, the monocular triptopia disappeared, and the ocular spherical aberration decreased. (Case 2) A 38-year-old man visited our clinic for a monocular triptopia in his left eye of a two-year duration. The best spectacle-corrected visual acuity (BSCVA) was 0.3 in the left eye, and the patient had a mild nuclear cataract. The ocular spherical aberration ($-0.356 \mu\text{m}$, $-1.343 \mu\text{m}$) and trefoil aberration (0.199 μm , 0.252 μm) increased preoperatively, while the corneal spherical and trefoil aberrations were normal. After cataract surgery, the monocular triptopia disappeared and the ocular spherical and trefoil aberrations decreased.

J Korean Ophthalmol Soc 2010;51(7):1003-1009

Key Words: Cataract, Monocular triptopia, Ocular aberration

Address reprint requests to **Do Hyung Lee, MD, PhD**

Department of Ophthalmology, Ilsan Paik Hospital, Inje University College of Medicine

#2240 Daehwa-dong, Ilsanseo-gu, Goyang 411-760, Korea

Tel: 82-31-910-7240, Fax: 82-31-911-7241, E-mail: eyedr0823@hotmail.com