

## 웨이브프론트 라식 수술의 결과 비교

홍정택 · 이주은 · 김재용 · 김명준 · 차홍원

울산대학교 의과대학 서울아산병원 안과학교실

**목적:** VISX S4 CustomVue<sup>®</sup>를 이용한 라식과 Zyoptix Z100<sup>®</sup>의 advanced personalized technology (APT) 방식의 라식의 임상성적을 알아보려고 하였다.

**대상과 방법:** VISX S4 CustomVue<sup>®</sup>를 이용하여 라식을 시행한 30안(CustomVue군)과, Zyoptix Z100<sup>®</sup>의 APT 방식으로 라식을 시행한 26안(APT군)에서 술 후 1주, 1달, 3달에 나안시력, 교정시력, 각막비구면도(Q-value), 대비감도, 고위수차 등을 비교분석하였다.

**결과:** 술 후 1달, 3달째 나안시력, 교정시력에 있어 두 군간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 술 후 Q-value, 대비감도에는 두 군 간에 유의한 차이가 없었다. 술 후 3달째 총 고위수차의 증가량은 두 군 간에 유의한 차이가 없었고 구면수차의 증가량은 CustomVue군에서 APT군보다 유의하게 낮게 나타났다( $p=0.02$ ).

**결론:** VISX S4 CustomVue<sup>®</sup>를 이용한 라식은 기존의 검증된 방식과 유사한 시력결과를 보였고, 구면수차의 증가는 Zyoptix Z100<sup>®</sup>의 APT 방식보다 낮았다.

〈대한안과학회지 2010;51(11):1438-1444〉

1991년 Pallikaris<sup>1</sup>에 의해 라식(Laser *in situ* kerato-mileusis, LASIK)이 처음 도입된 이후 레이저를 이용한 각막굴절교정수술은 여러 연구에 의해 그 안정성과 효용이 입증되었다. 라식은 국내에서도 빠른 속도로 보급되어 널리 시행되고 있는 실정이며, 수술 기기나 방법도 갈수록 다양해지고 있다.

최근에는 환자들의 기대감이 높아짐에 따라 환자의 삶의 질을 고려한 기능적 시력이 중요하게 되었다. 여러 연구들에서 다양한 굴절교정수술 이후 고위수차(high order aberration, HOA)가 증가하는 것이 밝혀졌으며,<sup>2-4</sup> 이러한 고위수차의 증가로 인해 대비감도(contrast sensitivity)가 저하되어 기능적 시력이 감소하는 것임이 알려졌다.<sup>5,6</sup> 이에 따라 라식 후 증가하는 고위수차를 최소화하여 대비감도나 시력의 질을 높이기 위한 목적으로 웨이브프론트를 측정하여 이를 라식 수술에 이용하는 소위 웨이브프론트 라식(Wavefront guided customized LASIK)이 도입되었다. 웨이브프론트 라식에서는 먼저 웨이브프론트 분석을 이용하여 환자의 고위수차를 파악한 후, 기존에 존재하던 수차를

제거하고 라식으로 유발되는 수차를 최소화하기 위한 레이저 절제(ablation)를 시행하게 된다. 기존의 몇 가지 연구에서 웨이브프론트 라식이 고식적 라식보다 고위수차의 증가가 적어 시력의 질의 향상이 크다는 것이 입증되었다.<sup>7-10</sup>

현재 다양한 웨이브프론트 라식 기기들이 국내에 도입되었지만 이러한 기기의 차이에 따라 수술 결과가 어떻게 다른지에 대한 연구는 국내에서 발표되지 않은 실정이다. 이에 본 연구에서는 두 가지 웨이브프론트 라식 기기를 이용한 굴절교정수술의 단기 결과와 그 차이에 대해 보고하고자 한다.

### 대상과 방법

2007년 1월부터 2009년 11월까지 서울아산병원에서 합병증이 없는 웨이브프론트 라식 수술을 시행받은 환자 중 3개월 이상 추적관찰이 가능했던 36명, 56안을 대상으로 하였다. 엑시머 레이저로 VISX사의 STAR S4 system의 CustomVue<sup>®</sup> 방식을 이용하여 라식을 시행한 환자 18명, 30안을 CustomVue군으로 분류하였고, Bausch & Lomb사의 Technolas Zyoptix Z100 system의 Advanced person-alized technologies (APT) 방식으로 라식을 시행한 18명, 26안을 APT군으로 분류하였으며, 각 군으로는 무작위로 배정하였다. 수술 전 각막질환이나 안구 내 염증, 녹내장의 병력이 없는 환자들을 대상으로 하였고 이전에 안과적 수술을 받았던 환자들은 본 연구에서 제외하였다.

■ 접 수 일: 2010년 3월 10일 ■ 심사통과일: 2010년 8월 18일

■ 책임저자: 차 홍 원

서울특별시 송파구 풍납2동 388-1  
울산대학교 서울아산병원 안과  
Tel: 02-3010-3674, Fax: 02-470-6440  
E-mail: hwthchah@amc.seoul.kr

\* 본 논문의 요지는 2009년 대한안과학회 제101회 학술대회에서 구연으로 발표되었음.

수술 전에 나안시력, 교정시력과 안압, 현성굴절검사, 세극등검사, 안저검사를 시행했고 고위수차검사를 시행하였다. 모든 환자에서 Zywave (Zywave® Aberrometer; Bausch & Lomb Inc., Rochester, NY, USA)와 Wavescan (WaveScan® Aberrometer; VISX, Santa Clara, CA, USA)을 이용하여 고위수차를 측정했으며 CustomVue군에서는 Wavescan으로 측정된 고위수차를 기반으로 수술을 진행하였고 APT군에서는 Zywave로 측정된 고위수차를 기반으로 수술을 진행하였다. 다만 두 군의 고위수차를 정확히 비교하기 위해 수술 전후 고위수차의 비교는 두 군 모두 Zywave로 측정된 값을 사용하였다. 고위수차검사는 암실에서, 동공 중심부 6 mm 영역에서 산동 후 검사하였고, 측정된 수차는 Zernike 상수로 표시하였으며, 전체고위수차, 구면수차(spherical aberration), 수직 및 수평 코마수차(vertical and horizontal coma aberration)의 RMS (root mean square of total high order aberrations)를 측정하였다. 각막비구면도(Q-value)는 각막지형도 검사계(Orbscan II® version 3.12; Bausch & Lomb Inc.)를 이용하여 측정하였다. Vision contrast test system 검사표(Vistech Consultants Inc., Dayton, OH, USA)를 사용하여 대비감도검사를 시행했는데 중등도조명시(mesopic condition)와 명소시(photopic condition)로 나누어 측정하였다.

모든 수술은 한 술자에 의해 진행되었다. Propacaine hydrochloride 0.5% (Alcaine®; Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, USA)를 사용하여 점안마취 후 개검기를 사용해 각막을 노출시킨 다음 평형생리식염수(Balanced Salt Solution, BSS®; Alcon Laboratories Inc.)로 세척 후 수술을 진행하였다. 인트라레이저(60 kHz IntraLase FS laser; Abbott Medical Optics Inc., Santa Ana, CA, USA)를 이용하여 110 µm 두께의 각막판을 만든 후 각막 기질 바탕에 대하여 엑시머레이저를 이용해 각막을 절제하였다. CustomVue군에서는 VISX사의 STAR S4 Excimer laser를 이용해 6.0 mm 광학부로 각막을 절제하였고 APT군에서는 Bausch & Lomb사의 Technolas 217 Z100 Excimer laser를 이용해 6.0-6.3 mm 광학부로 각막을 절제하였다. 간질 절제후 각막판을 원위치로 놓았으며 2분간 건조시켜 고정시켰다. 수술 후에는 0.5% Levofloxacin (Cravit®, Santen Pharmaceutical Co., Osaka, Japan)과 1% prednisolone acetate (Pred Forte®, Allergan, Irvine, CA, USA)를 환자에 따라 점안 기간과 용량을 조절하여 사용하였다.

술 후 1주, 1개월, 3개월째에 나안시력, 교정시력, 안압, 현성굴절검사, 세극등검사, 안저검사를 포함하여 고위수차검사, 각막지형도 및 대비감도검사를 시행하여 비교하였다.

두 군 간 측정치의 통계학적 비교는 비모수적인 Mann-Whitney *U*-test로 하였고, SPSS 통계 프로그램(version 15.0; SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였으며, *p* 값이 0.05 미만인 경우 의미 있는 차이로 간주하였다.

## 결 과

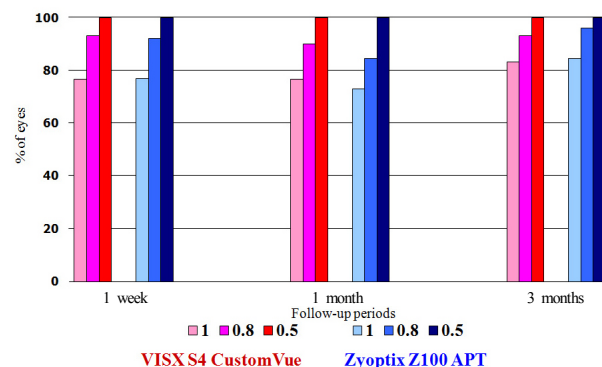
대상 환자의 평균 연령은 CustomVue군에서 26.96 ± 5.37세, APT군에서 26.80 ± 5.28세였으며 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1). 수술 과정이나 수술 후 감염 등의 합병증은 발생하지 않았다.

수술 전 모든 눈에서 교정시력은 1.0이었다. 술 후 1주, 1개월째, 3개월째 측정된 나안시력, 교정시력은 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다(*p* > 0.05, Table 2). CustomVue군에서 술 후 1주째 나안시력은 93.3%에서 0.8 이상이었고, 1.0 이상은 술 후 1주째에 76.7%, 술 후 1개월째에 76.7%, 3개월째에 83.3%였다. APT군에서 술 후 1주째 나안시력은 92.3%에서 0.8 이상이었고, 1.0 이상은 술 후 1주째에 76.9%, 술 후 1개월째에 73.1%, 3개월째에

**Table 1.** Patient demographics and characteristics

	Mean ± SD <sup>†</sup>		<i>P</i> value <sup>*</sup>
	CustomVue	APT	
Number of eyes	30	26	
Age (yrs)	26.96 ± 5.37	26.80 ± 5.28	0.917
M : F	1:5	5:13	
UCVA <sup>‡</sup>	0.11 ± 0.14	0.13 ± 0.12	0.351
BCVA <sup>§</sup>	1.00 ± 0.00	1.00 ± 0.00	

<sup>\*</sup>Mann-Whitney *U*-test; <sup>†</sup>SD: Standard deviation; <sup>‡</sup>UCVA=Uncorrected visual acuity; <sup>§</sup>BCVA=Best corrected visual acuity.



**Figure 1.** Uncorrected visual acuity (UCVA) after LASIK. In VISX S4 CustomVue group, UCVA over 20/25 was presented in 93.3% at postoperative 1 week, 90% at postoperative 1 month and 93.3% at postoperative 3 months. In Zyoptix Z100 APT group, UCVA over 20/25 was presented in 92.3% at postoperative 1 week, 84.6% at postoperative 1 month and 96.2% at postoperative 3 months.

**Table 2.** Comparison of postoperative uncorrected visual acuity (UCVA), best corrected visual acuity (BCVA) between CustomVue group and APT group

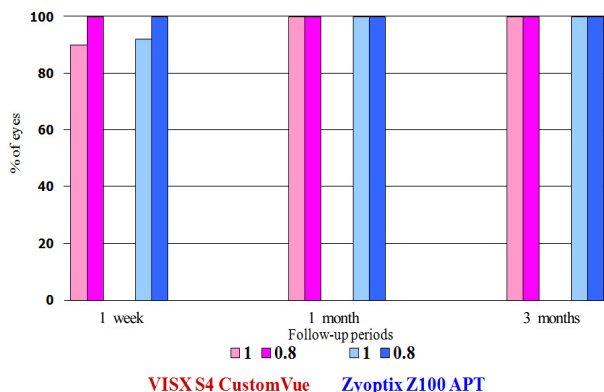
Results	Group	Mean $\pm$ SD <sup>†</sup>	
		Post OP 1 mon	Post OP 3 mon
UCVA <sup>‡</sup> (logMAR)	CustomVue	0.05 $\pm$ 0.09*	0.04 $\pm$ 0.06*
	APT	0.04 $\pm$ 0.07*	0.01 $\pm$ 0.04*
BCVA <sup>§</sup> (logMAR)	CustomVue	0.00 $\pm$ 0.00*	0.00 $\pm$ 0.00*
	APT	0.00 $\pm$ 0.00*	0.00 $\pm$ 0.00*

\*Mann-Whitney U-test (all  $P > 0.05$ ); <sup>†</sup>SD=Standard deviation; <sup>‡</sup>UCVA=Uncorrected visual acuity; <sup>§</sup>BCVA=Best corrected visual acuity.

**Table 3.** Changes in total high order aberration, spherical aberration, coma aberration in CustomVue group and APT group

Results	Group	Mean $\pm$ SD <sup>†</sup>		
		Pre OP	Post OP 1 mon	Post OP 3 mon
RMS HoA <sup>‡</sup>	CustomVue	0.49 $\pm$ 0.20	0.58 $\pm$ 0.39	0.59 $\pm$ 0.37
	APT	0.40 $\pm$ 0.13	0.55 $\pm$ 0.22	0.54 $\pm$ 0.19
Spherical aberration	CustomVue	0.17 $\pm$ 0.12	0.20 $\pm$ 0.14	0.19 $\pm$ 0.16
	APT	0.17 $\pm$ 0.19	0.35 $\pm$ 0.27*	0.37 $\pm$ 0.23*
Vertical coma aberration	CustomVue	0.19 $\pm$ 0.13	0.25 $\pm$ 0.33	0.27 $\pm$ 0.28
	APT	0.14 $\pm$ 0.11	0.17 $\pm$ 0.15	0.16 $\pm$ 0.19
Horizontal coma aberration	CustomVue	0.11 $\pm$ 0.11	0.18 $\pm$ 0.19	0.18 $\pm$ 0.21
	APT	0.12 $\pm$ 0.18	0.16 $\pm$ 0.16	0.15 $\pm$ 0.18

\*There were significant increases of spherical aberration postoperatively (Wilcoxon test,  $P < 0.05$ ); <sup>†</sup>SD=Standard deviation; <sup>‡</sup>RMS HoA=Root mean square of total high order aberration.



**Figure 2.** Best corrected visual acuity (BCVA) after LASIK.

84.6%였다(Fig. 1). 교정시력은 술 후 1주째 두 군의 모든 환자에서 0.8 이상이었고 술 후 1개월, 3개월째 모든 환자에서 1.0 이상이였다(Fig. 2). 술 전과 술 후의 교정시력을 비교해 보았을 때 술 후 교정시력이 저하된 환자는 없었다.

수술 전 굴절이상의 구면대응치는 CustomVue군에서 평균  $-5.40 \pm 2.19$ D (범위  $-1.25 \sim -9.25$ D)였고 APT군에서 평균  $-5.85 \pm 1.86$ D (범위  $-2.25 \sim -9.38$ D)로 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p=0.24$ ). 수술 후 1달째 평균 구면대응치는 CustomVue군에서  $-0.24 \pm 0.28$ D였고 APT군에서  $-0.12 \pm 0.35$ D로 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, 수술 후 3달째 각각  $-0.33 \pm 0.25$ D,  $-0.19 \pm 0.41$ D로 통계적으로 유의한 차이가 없었다(all  $p > 0.05$ ).

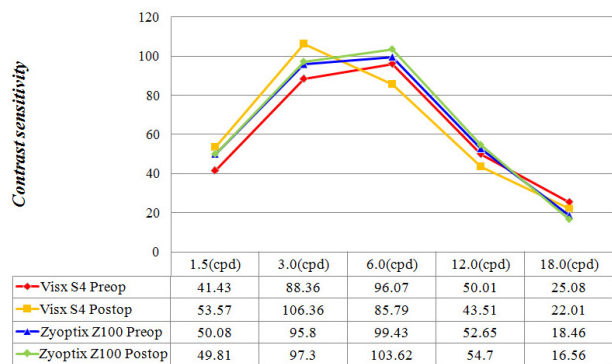
수술 전 CustomVue군과 APT군의 전체 고위수차(Total HOA, 단위: RMS)는 각각 평균  $0.49 \pm 0.20$ ,  $0.40 \pm 0.13$ 으로 두 군 사이에 유의한 차이가 없었다( $p = 0.21$ , Table 3). 수술 전 구면수차(spherical aberration)는 두 군 사이에 유의한 차이가 없었다. 술 후 3개월째 전체 고위수차는 CustomVue군과 APT군에서 각각 평균  $0.59 \pm 0.37$ ,  $0.54 \pm 0.19$ 로 역시 두 군 사이에 유의한 차이가 없었으나 구면수차는 각각 평균  $0.19 \pm 0.16$ ,  $0.37 \pm 0.23$ 으로 술 전과 비교했을 때 APT 군에서만 통계적으로 의미있게 증가했다. 술 후 3개월째 전체 고위수차의 증가량은 CustomVue군과 APT군에서 각각 평균  $0.10 \pm 0.32$ ,  $0.14 \pm 0.16$ 으로 두 군 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p=0.54$ , Table 4). 술 후 3개월째 구면수차의 증가량은 CustomVue군과 APT군에서 각각 평균  $0.02 \pm 0.15$ ,  $0.20 \pm 0.21$ 로 APT군에서의 증가량이 CustomVue군보다 통계적으로 유의하게 더 큰 것으로 나타났다( $p=0.02$ ).

수술 전 수직 코마(vertical coma)는 CustomVue군과 APT군에서 각각 평균  $0.19 \pm 0.13$ ,  $0.14 \pm 0.11$ 이었고 수평 코마(horizontal coma)는 각각 평균  $0.11 \pm 0.11$ ,  $0.12 \pm 0.18$ 로 두 군 사이에 유의한 차이가 없었다. 술 후 3개월째 수직코마는 CustomVue군과 APT군에서 각각 평균  $0.27 \pm 0.28$ ,  $0.16 \pm 0.19$ 로 두 군에서 모두 술 전보다 의미있게 증가하지 않았으며 수평코마는 각각 평균  $0.18 \pm 0.21$ ,  $0.15 \pm 0.18$ 로 역시 술 전보다 의미있게 증가한 군은

**Table 4.** Comparison of induced high order aberrations between CustomVue group and APT group

Results	Group	Mean $\pm$ SD <sup>†</sup>	P value <sup>*</sup>
Induced total high order aberration	CustomVue	0.10 $\pm$ 0.32	0.54
	APT	0.14 $\pm$ 0.16	
Induced spherical aberration	CustomVue	0.02 $\pm$ 0.15	0.02
	APT	0.20 $\pm$ 0.21	

<sup>\*</sup>Mann-Whitney U-test; <sup>†</sup>SD=Standard deviation.



Wilcoxon test (all  $p > 0.05$ )

**Figure 3.** Contrast sensitivity test result of CustomVue and APT group in photopic condition at preoperative and postoperative 3 month. In each group, there was no significant difference in preoperative and postoperative contrast sensitivity values under photopic condition (Wilcoxon test,  $P > 0.05$ ).

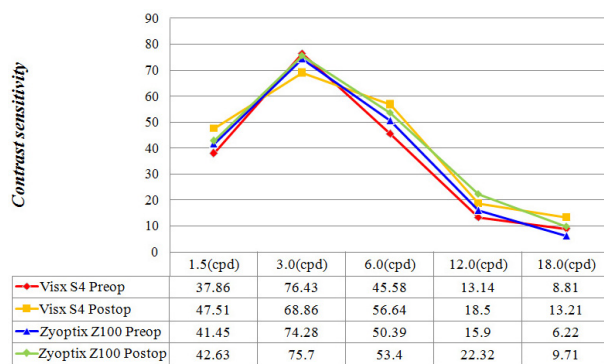
없었다.

각막비구면도(Q-value)의 경우 수술 전과 후를 비교해 봤을 때 두 군에서 모두 수술 전에는 음의 값을 보이다가 수술 후에는 양의 값을 보였다. 술 전 각막비구면도의 평균은 CustomVue군에서  $-0.11 \pm 0.09$ , APT군에서  $-0.07 \pm 0.12$ 로 유의한 차이가 없었고( $p=0.67$ ), 술 후 3개월째 각막비구면도의 평균은 CustomVue군에서  $0.48 \pm 0.35$ , APT군에서  $0.61 \pm 0.29$ 로 역시 통계적으로 유의한 차이가 없었다( $p=0.46$ ).

술 전 대비감도 검사 상 중등도조명시와 명소시의 모든 공간주파수 영역에서 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 수술 전과 후를 비교해 보았을 때 두 군에서 모두 통계적으로 유의한 대비감도의 감소는 관찰되지 않았다(Fig. 3, 4).

## 고 찰

굴절 교정 수술 후 관찰되는 고위도 수차의 증가는 시력의 질을 저하시키는 요인으로 알려져 있으며, 이를 개선하기 위해 웨이브프론트 라식의 사용이 보편화되어 가고 있는 실정이다.<sup>11,12</sup> Kim et al<sup>13</sup>은 웨이브프론트 라식을 받은 환자들에서 총 고위수차의 증가나 대비감도의 감소 없이



Wilcoxon test (all  $p > 0.05$ )

**Figure 4.** Contrast sensitivity test result of CustomVue and APT group in mesopic condition at preoperative and postoperative 3 month. In each group, there was no significant difference in preoperative and postoperative contrast sensitivity values under mesopic condition (Wilcoxon test,  $P > 0.05$ ).

안정된 시력 향상을 보고했으며 Lee et al<sup>14</sup>은 웨이브프론트 라식과 라섹을 받은 환자들에서 총 고위수차가 술전과 비교하여 통계적으로 유의하게 증가하지 않음을 보고하였다. 고식적 라식과 웨이브프론트 라식을 비교한 기존의 연구들을 보면, Panagopoulou and Pallikaris<sup>15</sup>는 웨이브프론트 라식의 경우 고식적 라식보다 수차 증가가 작아 시력의 질 개선효과가 클 수 있다고 하였으며, 다른 연구에 따르면 웨이브프론트 라식군에서 고식적 라식군보다 야간 불편감 및 대비감도의 감소가 적게 나타나 시력의 질적 향상에 도움을 준다고 하였다.<sup>16</sup> 또한 Mrochen et al<sup>17</sup>은 웨이브프론트 라식이 수차의 감소를 유발했으며 두 줄 이상의 최대 교정 시력의 상승을 가져왔다고 보고하였다. 국내에서는 Lee et al<sup>9</sup>이 웨이브프론트 라식을 받은 환자에서 고위도 수차, 광학부의 크기가 큰 경우 고위수차의 증가 및 야간 불편감, 야간대비감도의 감소가 고식적 라식보다 적게 나타남을 보고했으며 Cho et al<sup>18</sup>은 웨이브프론트 라식을 받은 환자군에서 술 후 6개월째 기존 라식군보다 유의하게 낮은 수차 값을 보였다고 보고했다.

이처럼 고식적 라식과 웨이브프론트 라식의 결과를 비교한 연구는 많이 이루어진 반면, 웨이브프론트 라식 간의 결과를 비교하는 연구는 부족한 실정이다. 국내에는 이러한 평가가 아직 없으며, Barreiro et al<sup>19</sup>은 CustomCornea와

Zyoptix system을 이용한 웨이브프론트 라식에서 Zyoptix를 이용한 군이 더 큰 구면수차를 보였다고 발표했고, Awwad et al<sup>20</sup>은 CustomCornea와 VISX system을 이용한 웨이브프론트 라식에서 Customcornea를 이용한 군이 더 나은 대비감도 검사 결과를 보였다고 발표했다.

본 연구에서는 국내에서 널리 사용되는 웨이브프론트 라식 기기인 VISX사의 STAR S4 system의 CustomVue 방식과 Zyoptix Z100 system의 APT 방식으로 시행한 라식을 비교해 보았으며, 모든 환자에서 각막의 혼탁이나 감염 등 수술과 관련된 합병증은 없었다. 수술 후 나안시력, 교정시력에 있어서 두 군 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었으며 술 후 3달째 1.0 이상의 나안시력을 보이는 비율이 VISX S4 system을 사용한 군과 Zyoptix Z100 system을 사용한 군에서 각각 83.3%, 84.6%로 기존의 연구와 비슷한 결과를 보였다.<sup>13,21</sup> 두 군에서 모두 술전과 비교하여 전체 고위도 수차의 증가가 나타났으나 통계적으로 유의하게 증가하지는 않았으며, 두 군 간에도 유의한 차이는 없었다. 구면수차의 증가량은 Zyoptix Z100 system을 사용한 군에서 통계적으로 유의하게 컸다.

각막비구면도(Q-value)는 각막의 비구면의 형태를 수치화하여 나타내는 요소로서 Q-value가 0이면 원을 의미하고, -1이면 포물선(parabola), -1보다 작은 경우 쌍곡선(hyperbola), -1에서 0 사이일 경우 편장한(prolate) 타원, 0보다 큰 경우 편원의 타원을 의미한다.<sup>22,23</sup> 본 연구에서 각막비구면도는 술 전, 술 후에서 두 군 간에 유의한 차이가 없었으며 술 전 음의 값에서 술 후 양의 값으로 변하는 양상이었다. 이는 각막의 편장한(prolate) 면이 편원의(oblake) 면으로 변화한 것을 의미하며 기존의 연구에서 밝혀진 라식 후 비구면도의 변화 양상과 같았다.<sup>23</sup>

고위수차 중에서 고식적 라식 후 가장 크게 증가하는 구면수차는 수술로 절제된 각막의 구조가 편장형에서 편원형으로 변하면서 발생한다는 보고가 있었으며, 증가하는 구면수차의 양은 절제량에 따라 같이 증가한다고 하였다.<sup>24</sup> 본 연구에서도 두 군에서 모두 구면수차가 증가했으며 이는 Q-value에서 파악할 수 있듯이 각막이 편원형으로 변화하였기 때문이다. 두 군 간의 술후 Q-value가 유의하게 다르지는 않지만 APT군에서 높은 수치를 보이며, 이는 APT군에서 술 후 각막이 더욱 편원형이어서 높은 구면수차를 보인 것이라고 추정할 수 있다. Morchen et al<sup>25</sup>은 웨이브프론트 라식을 시행한 환자에서 구면수차보다 코마수차가 더 많이 교정되었다고 보고하였으며, 본 연구에서도 두 군 모두에서 술후 코마수차는 술전에 비해 유의한 증가를 보이지 않았다.

기존의 고식적 라식 수술에서 절제부위에 의해 안구수차

가 발생하여 대비감도가 감소하며 특히 고도근시안에서는 현저한 감소를 보였다는 보고가 있다.<sup>18,26,27</sup> 웨이브프론트 라식 후의 고위수차 증가는 고식적 라식보다 적으며, 이에 따라 대비감도의 감소도 적다는 것이 많은 연구에서 밝혀졌다.<sup>9,15,16</sup> 본 연구에서도 대비감도 검사 결과상 두 군에서 모두 수술로 인한 유의한 대비감도의 감소는 관찰되지 않았다.

저자가 진행하고 있는 다른 연구에 따르면 Zyoptix Z100 system을 이용해 라식을 시행했을 때 비구면 방식(aspheric mode)을 이용한 환자군에서의 술 후 1달째 구면수차 증가량이 APT 방식을 이용한 환자군에서보다 유의하게 작았는데, 추후 비구면 방식을 이용해 라식을 시행한 환자와 VISX S4 system의 CustomVue 방식을 이용해 라식을 시행한 환자 간의 고위수차 변화를 비교해 보는 것도 의미 있으리라 생각된다.

기존의 보고와 이번 연구 결과를 참고해 볼 때 웨이브프론트 라식 후 고위수차의 증가량은 고식적 라식보다 적지만, 웨이브프론트 라식 후 대부분의 경우에서 고위수차가 감소하지는 않는다. 라식 후 고위수차의 감소를 유발하기 위해서는 라식 기기의 소프트웨어의 발전이나 수술 후 각막 상피의 재형성에 대한 추가적인 연구가 더 필요할 것이다.

결론적으로, VISX S4 system을 이용한 라식과 Zyoptix Z100 system을 이용한 라식은 둘 다 안전하고 효과적인 방법으로, VISX S4 system의 CustomVue 방식을 이용한 라식 후 구면수차의 증가가 Zyoptix Z100 system의 APT 방식을 이용한 라식보다 적은 것으로 나타났다. 다만, 보다 나은 결과를 얻기 위해서는 향후 보다 많은 환자를 대상으로 한 장기간의 전향적 임상연구가 추가적으로 필요할 것이다.

## 참고문헌

- 1) Pallikaris IG, Papatzanak ME, Stathi EZ. Laser in situ keratomileusis. *Lasers Surg Med* 1990;10:463-8.
- 2) Oliver KM, Hemenger RP, Corbett MC, et al. Corneal optical aberrations induced by photorefractive keratectomy. *J Refract Surg* 1997;13:246-54.
- 3) Applegate RA, Howland HC, Sharp RP, et al. Corneal aberrations and visual performance after radial keratotomy. *J Refract Surg* 1998;14:397-407.
- 4) Oshika T, Klyce SD, Applegate RA, et al. Comparison of corneal aberrations after photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis. *Am J Ophthalmol* 1999;127:1-7.
- 5) Ginsburg AP, Evans DW, Sekuler R, et al. Contrast sensitivity predicts pilots' performance in aircraft simulation. *Am J Optom Physiol Opt* 1982;59:105-9.

- 6) Pesudovs K, Hazel CA, Doran RML, Elliot DB. The usefulness of Vistech and FACT contrast sensitivity charts for cataract and refractive surgery outcomes research. *Br J Ophthalmol* 2004;88:11-6.
- 7) Kim TI, Yang SJ, Tchah H. Bilateral comparison of wavefront-guided versus conventional laser in situ keratomileusis with Bausch and Lomb Zyoptix. *J Refract Surg* 2004;20:432-8.
- 8) Alió JL, Montés-Mico R. Wavefront-guided versus standard LASIK enhancement for residual refractive errors. *Ophthalmology* 2006;113:191-7.
- 9) Lee YH, Kim GH, Roh GH. Comparison of conventional versus wavefront-guided LASIK. *J Korean Ophthalmol Soc* 2005;46:2050-8.
- 10) Lee SM, Lee JH, Kim MK, et al. Comparison of changes in higher-order aberrations between conventional and wavefront-guided LASEK. *J Korean Ophthalmol Soc* 2007;48:1028-35.
- 11) Seiler T, Mrochen M, Kaemmerer M. Operative correction of ocular aberrations to improve visual acuity. *J Refract Surg* 2000;16:S619-22.
- 12) Kim YT, Chung ES. Clinical result of wavefront-guided corneal ablation: LASIK vs. LASEK. *J Korean Ophthalmol Soc* 2005;46:1114-20.
- 13) Kim MJ, Kim HJ, Joo CK. Clinical outcome of wavefront guided LASIK using the Fourier algorithm: 6-month follow-up. *J Korean Ophthalmol Soc* 2006;47:806-11.
- 14) Lee SJ, Kim HJ, Joo CK. Change of high-order aberration after wavefront-guided LASIK and LASEK. *J Korean Ophthalmol Soc* 2005;46:1848-54.
- 15) Panagopoulou SI, Pallikaris IG. Wavefront customized ablations with the WASCA Asclepion workstation. *J Refract Surg* 2001;17:S608-12.
- 16) Park KS, Lee HK, Lim SM, et al. Comparison of patient satisfaction between conventional and customized LASIK. *J Korean Ophthalmol Soc* 2006;47:883-92.
- 17) Mrochen M, Kaemmerer M, Seiler T. Wavefront-guided laser in situ keratomileusis: early results in three eyes. *J Refract Surg* 2000;16:116-21.
- 18) Cho SH, Joo CK, Kim MJ, et al. Clinical outcomes of wavefront-guided LASIK: 6-months follow-up. *J Korean Ophthalmol Soc* 2005;46:610-5.
- 19) Barreiro TP, Forseto Ados S, Pinto LF, et al. Wavefront-guided LASIK for low to moderate myopia: CustomCornea versus Zyoptix. *Arq Bras Oftalmol* 2009;72:519-25.
- 20) Awwad ST, Bowman RW, Cavanagh HD, et al. Wavefront-guided LASIK for myopia using the LADAR CustomCornea and the VISX Customvue. *J Refract Surg* 2007;23:26-38.
- 21) Kim KS, Song SW, Joo CK. One year clinical result of successful LASIK using VISX star. *J Korean Ophthalmol Soc* 2000;41:1139-45.
- 22) Calossi A. Corneal asphericity and spherical aberration. *J Refract Surg* 2007;23:505-14.
- 23) Park JH, Kang JH, Jin KH. Changes in the Cornea and Anterior Chamber After LASEK: Pentacam findings. *J Korean Ophthalmol Soc* 2009;50:510-7.
- 24) Maeda N. Wavefront technology in ophthalmology. *Current Opinion in Ophthalmology* 2001;12:294-9.
- 25) Mrochen M, Kaemmerer M, Seiler T. Clinical results of wavefront-guided laser in situ keratomileusis 3 months after surgery. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:201-7.
- 26) Mutyala S, McDonald MB, Scheinblum KA, et al. Contrast sensitivity evaluation after laser in situ keratomileusis. *Ophthalmology* 2000;107:1864-7.
- 27) Pérez-Santonja JJ, Sakla HF, Alió JL, et al. Contrast sensitivity after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:183-9.

=ABSTRACT=

## Clinical Results of Wavefront-guided LASIK

Jung Taeck Hong, MD, Joeeun Lee, MD, Jae Yong Kim, MD, Myoung Joon Kim, MD, Hungwon Tchah, MD

*Department of Ophthalmology, Asan Medical Center, University of Ulsan College of Medicine, Seoul, Korea*

**Purpose:** To investigate and compare the clinical outcomes of wavefront-guided LASIK performed by 2 different laser platforms.

**Methods:** A retrospective analysis of consecutive cases of eyes that underwent wavefront-guided LASIK by using the VISX S4 CustomVue system and the Zyoptix Z100 system advanced personalized mode. All procedures were performed by one surgeon. Fifty-six eyes of 36 patients were included. Of the 56 eyes, 30 eyes underwent LASIK by using the VISX S4 CustomVue system (CustomVue group), and other 26 eyes underwent LASIK by using the Zyoptix Z100 system (APT group). Uncorrected visual acuity (UCVA), best corrected visual acuity (BCVA), manifest refraction, contrast sensitivity, total high order aberration (HOA), spherical aberration (SA) and Q-value were recorded preoperatively and at 1 week, 1 and 3 months postoperatively.

**Results:** There was no statistically significant difference between two groups in terms of preoperative UCVA, BCVA, manifest refraction, high order aberrations, Q-value and contrast sensitivity. Induced amount of SA was significantly lower in CustomVue group than in APT group ( $p = 0.02$ ).

**Conclusions:** Wavefront-guided LASIK performed by 2 different laser platforms caused clinically acceptable outcomes including good visual acuity and contrast sensitivity through 3 months. Furthermore, LASIK performed by VISX S4 CustomVue system caused less SA at three months after operation.

J Korean Ophthalmol Soc 2010;51(11):1438-1444

**Key Words:** High order aberration, Laser assisted *in situ* keratomileusis (LASIK), VISX, Wavefront, Zyoptix

---

Address reprint requests to **Hungwon Tchah, MD**

Department of Ophthalmology, Asan Medical Center

#388-1 Pungnap-2 dong, Songpa-gu, Seoul 138-736, Korea

Tel: 82-2-3010-3674, Fax: 82-2-470-6440, E-mail: hwtchah@amc.seoul.kr