대한안과학회지 2008년 제 49 권 제 11 호
J Korean Ophthalmol Soc 2008;49(11):1737-1745
DOI : 10.3341/jkos.2008.49.11.1737

군날개 수술 전후의 각막형태검사기와 파면수차계를 이용한 난시벡터분석 및 고위수차의 변화

권상민 · 이동준 · 정우진 · 박우찬

동아대학교 의과대학 안과학교실

목적: 군날개 환자에서 각막형태검사기와 파면수차계를 이용하여 군날개 크기에 따른 수술 전후의 난시벡터분석 및 고위수차의 변화를 알아 보고자 하였다.

대상과 방법: 환자 31명(34안)을 대상으로 군날개 크기 3 mm 이상 군과 3 mm 미만 군으로 나누어 술 전과 술 후 1주, 1개월, 3개월에 각막형태검사기와 파면수차계를 시행하여 난시벡터분석, 고위수차의 변화를 알아보았다.

결과: 술 전 B (blurring strength)값과 고위수차 값(RMS)은 두군 모두에서 술 후 3개월째 의미 있는 감소를 보였으며(P<0.05), 난시벡터의 산포도에서는 술 후 3개월째 3 mm 미만 군은 술 후(0,0)점을 향해 모이지만, 3 mm 이상 군은 산발적으로 분포하였다. 술 전에 대한 술 후 1주째 고위수차 값의 변화율을 비교하면 군날개 크기 3 mm 미만 군에서 3 mm 이상 군에 비하여 의미 있게 변화율이 컸다(p<0.05).

결론: 군날개 환자에서 군날개 크기 3 mm 이상에 비하여 3 mm 미만에서 술 후 난시벡터의 유의한 개선 및 고위수차 변화율이 더 크게 나타났기 때문에 보다 효과적인 난시와 고위수차의 개선을 위해선 3 mm 미만에서 수술을 고려하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

〈대한안과학회지 2008;49(11):1737-1745〉

군날개란 섬유혈관조직이 각막윤부를 넘어 각막으로 침범하는 질환을 가리키며 원인과 기전은 명확히 알려져 있지 않지만 각막윤부 각결막상피장벽의 진행성 파괴로 인한 만성염증, 세포증식, 혈관형성등으로 특징지어질 수 있다.[1] 군날개를 가진 환자는 난시의 변화가 오게 되며 군날개에 의해 비대칭적인 직난시(with-the-rule astigmatism)가 발생할 수 있음이 보고되고 있다.[2-4] 군날개가 난시를 유발시키는 정확한 원인은 잘 알려져 있지 않지만 군날개에 의해 각막이 눌려지거나 변형이 생겨 난시가 유발될 수 있으며,[5-7] 군날개 가장자리의 눈물막이 각막난시를 유발한다는 가설도 있다.[8] 그러나 기존의 많은 논문에서 군날개 수술 후 이러한 난시의 변화를 해결할 수 있음을 보고하였다.[9-12]

〈접수일 : 2008년 2월 13일, 심사통과일 : 2008년 7월 8일〉

통신저자 : 박 우 찬
부산시 서구 동대신동 3가 1
동아대학교병원 안과
Tel: 051-240-5227, Fax: 051-254-1987
E-mail: wcpark@dau.ac.kr

* 본 논문의 요지는 2007년 대한안과학회 제98회 추계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

최근 수술 후 시력의 질을 평가하는 하나의 수단으로 안구 수차(ocular aberration)의 개념이 도입되었는데 안구 수차는 평면파(plane wavefront)가 Snell's law에 따라 굴절될 때 기대되는 상과 실제로 존재하는 상과의 차이를 나타내는 것으로 안구의 형태가 변하게 되면 수차 또한 변화하는 것으로 알려져 있으며,[13,14] 군날개 또한 각막전면의 굴곡을 변화시키기 때문에 불규칙적인 난시의 변화 뿐 아니라 수술 전 후에 안구수차(ocular aberration)가 변할 것으로 예상되며 군날개 수술 전 후 이러한 안구수차를 연구한 논문을 보면 Pesudovs and Figueiredo[15]가 67안의 군날개 수술 전후의 고위수차의 변화를 관찰하였으며 술 전 총 고위수차 값(RMS) 0.94±0.83 micron에서 술 후 0.45±0.35 micron으로 의미 있게 감소함을 보고 하였다(P<0.01). 그러나 연구에서 군날개 수술 전 후 고위수차의 변화를 알아보기 위해 각막형태검사기(corneal topographer)를 사용하였으며 파면 수차계(wavefront aberrometer)를 이용하여 분석한 연구는 없었다. 그래서 본 저자들은 이러한 안구수차의 변화를 알아내기 위해서는 보다 정확한 고위수차 분석의 필요성을 인식하여, 군날개 환자에서 파면 수차계를 이용하여 군날개 크기에 따른 수술 전후의 고위수차의 변화를 알아보았으며, 또한

각막형태검사기를 이용하여 난시와 난시축의 변화를 알아보기 위해 난시벡터분석(power vector analysis)을 시행하였다.

대상과 방법

2006년 2월부터 2007년 6월까지 3개월 이상 경과관찰이 가능했던 군날개 환자 31명 34안을 대상으로 하였으며, 원추각막이나 각막궤양 또는 각막혼탁등의 전안부 질환을 가지고 있거나 과거 안구외상이나 안과적 수술을 받았던 환자는 대상에서 제외하였다. 군날개의 크기는 세극등으로 검사하여 각막 윤부에서 군날개 두부의 정점까지 길이로 정하며 3 mm 미만 18안과 3 mm 이상 16안으로 나누었으며(Fig. 1), 군날개 크기를 3 mm로 나눈 것은 Oner et al[16]이 군날개 환자 148안(108명)의 연구에서 군날개의 크기(maximal length) 3 mm 이상(mean 2.22±1.14D)에서 3 mm 미만(mean 1.10±0.53D)보다 의미 있게 난시가 증가되므로(P<0.05) 이전에 수술을 고려 해야 함을 보고하였으며 저자들도 군날개의 크기가 난시 및 난시축에 미치는 영향을 알아보고자 군날개 크기 3 mm 기준으로 경도(<3 mm)와 중등도(≥3 mm)인 두 군으로 나누어 각 각의 술 후 난시벡터변화 및 고위수차 값을 비교 분석하였다. 평균연령은 46.5세였으며, 남녀 비는 4:6 이었다.

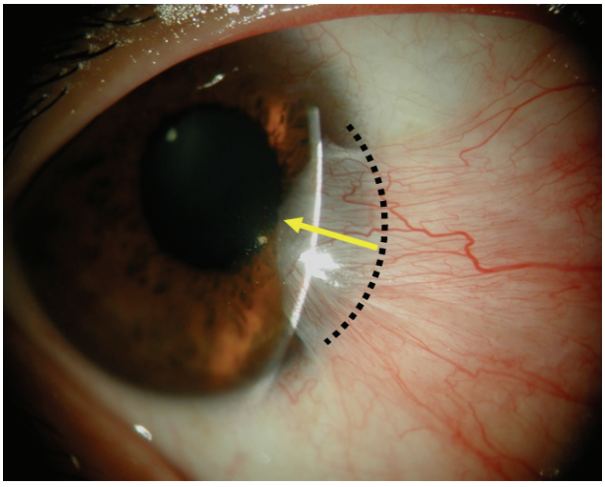
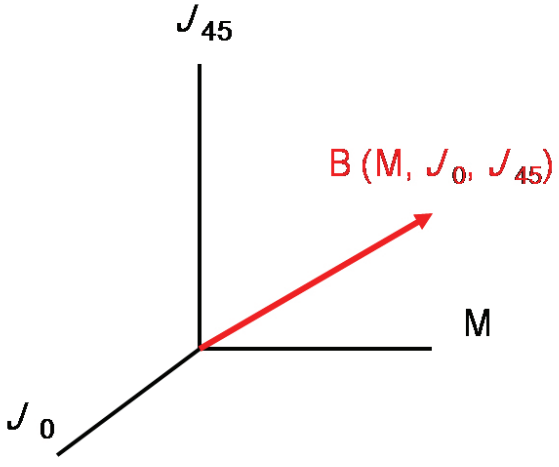


Figure 1. Pterygium was measured at the slit lamp with the eye in the primary position. The measurements were taken from the limbus to the leading edge of pterygium and recorded in millimeter.

수술방법은 Alcaine® (Alcon inc., US)으로 점안마취 후, 2% lidocaine을 군날개 주위의 테논낭 하에 주입하고 군날개 조직과 결막하 섬유혈관조직을 절제하며 공막의 출혈부위는 전기소작하였다. -70℃에서 냉동 보관 된 양막을 BSS (balanced salt solution)와 항생제로 충분히 세척하고 양막을 노출된 공막의 크기보다 크게 디자인하여 상피가 위로 향하도록 덮어준 후 주변부 양막을 결막 밑에 위치시키고, 10-0 nylon을 이용하여 공막과 단속봉합하며, 내직근 위에서는 양막과 결막만을 연속 봉합하였다.



(A)

$$M = S + C/2$$
$$J_0 = (-C/2)\cos(2\alpha)$$
$$J_{45} = (-C/2)\sin(2\alpha)$$
$$B = \sqrt{M^2 + J^2{}_0 + J^2{}_{45}}$$

(B)

Figure 2. (A) The 3 Cartesian coordinates (x, y, z) of each power vector correspond to the powers of 3 lenses that, in combination, fulfill a refractive prescription: a spherical lens of power M, a Jackson crossed cylinder of power J_0 with axes at 90 degrees and 180 degrees, and a Jackson crossed cylinder of power J_{45} with axes at 45 degrees and 135 degrees. The Pythagorean length of the power vector, B, is a measure of overall blurring strength of a spherocylindrical lens or refractive error. (B) Power vector analysis (S=spherical diopters, C=cylindrical diopters, α=axis (degree), Power vector=(M, J_0, J_{45})).

치료용 렌즈를 올리고 압박붕대를 시행하여 수술을 마무리 하였고 수술은 모두 같은 술자에 의해 시행 되었다. 수술 후, 각막 및 양막의 상피가 재생될 때까지 압박붕대를 시행하였으며 상피가 재생된 후에는 Tarivid® (Santen, Japan) 항생제와 1% Methyl-prednisolone 점안액을 하루 네번 2주간 사용 후 tapering하였으며, Mitomycin C는 사용하지 않았다. 환자는 수술 후 1, 3, 7, 14일째, 그 이후는 1개월 간격으로 6개월간 재발과 기타 술 후 합병증에 대하여 경과 관찰 하였다.

술 전과 술 후 1주, 1개월, 3개월에 현성굴절검사 및 각막형태검사기(Corneal topograper, Oculus inc., Germany)와 파면수차계(LADARWAVE®, Hartmann shack aberrometer, Alcon inc., US)를 시행하여 난시벡터분석, 코마수차, 구면수차, 전체수차의 변화를 알아 보았으며, 각막형태검사기 측정시 optical zone의 크기를 3 mm로 하여 산동없이 1회 시행하였으며, 파면수차계의 측정은 Mydrine®-P (Santen, Japan)를 5분 간격으로 3회 점안하여 환자를 충분히 산동시킨 후 암실에서 총 5회 실시하여 의미있는 3회 값을 이용하였고, optical zone의 크기는 6.5 mm와 4.0 mm 둘다 측정 하였다.

Figure 2와 같은 수식으로 난시벡터분석을 시행하여 M과 B값을 구하였으며, 여기서 M은 sperical equivalent이며, B값은 구면원주렌즈 또는 굴절오차값의 blurring strength로 그 의미는 굴절오차에 대한 벡터크기를 말한다.[17] 통계적인 분석은 SPSS 15.0 for Window를 이용하여 wilcoxon signed rank test 및 analysis of variance (ANOVA)를 통해 각 군의 측정값을 비교하였으며, $P<0.05$를 유의한 차이가 있다고 보았다.

결 과

각막형태검사기를 이용한 난시벡터분석과 현성굴절검사 결과 군날개 크기 3 mm 미만 군에서 술 전 평균 B (blurring strength)값과 M (spherical equivalent)값은 0.93±0.45, 0.331±0.638이였던 것이 술 후 3개월째엔 0.59±0.43 (B)와 0.024±0.515 (M)로 의미 있게 감소 되었으며($P<0.05$), 3 mm이상 군에서도 술 전 평균값이 1.97±0.64 (B)와 1.094±1.494 (M)에서 술 후 3개월째 1.23±0.52 (B)와 0.526±1.029 (M)로 의미 있게 감소되었다($P<0.05$).

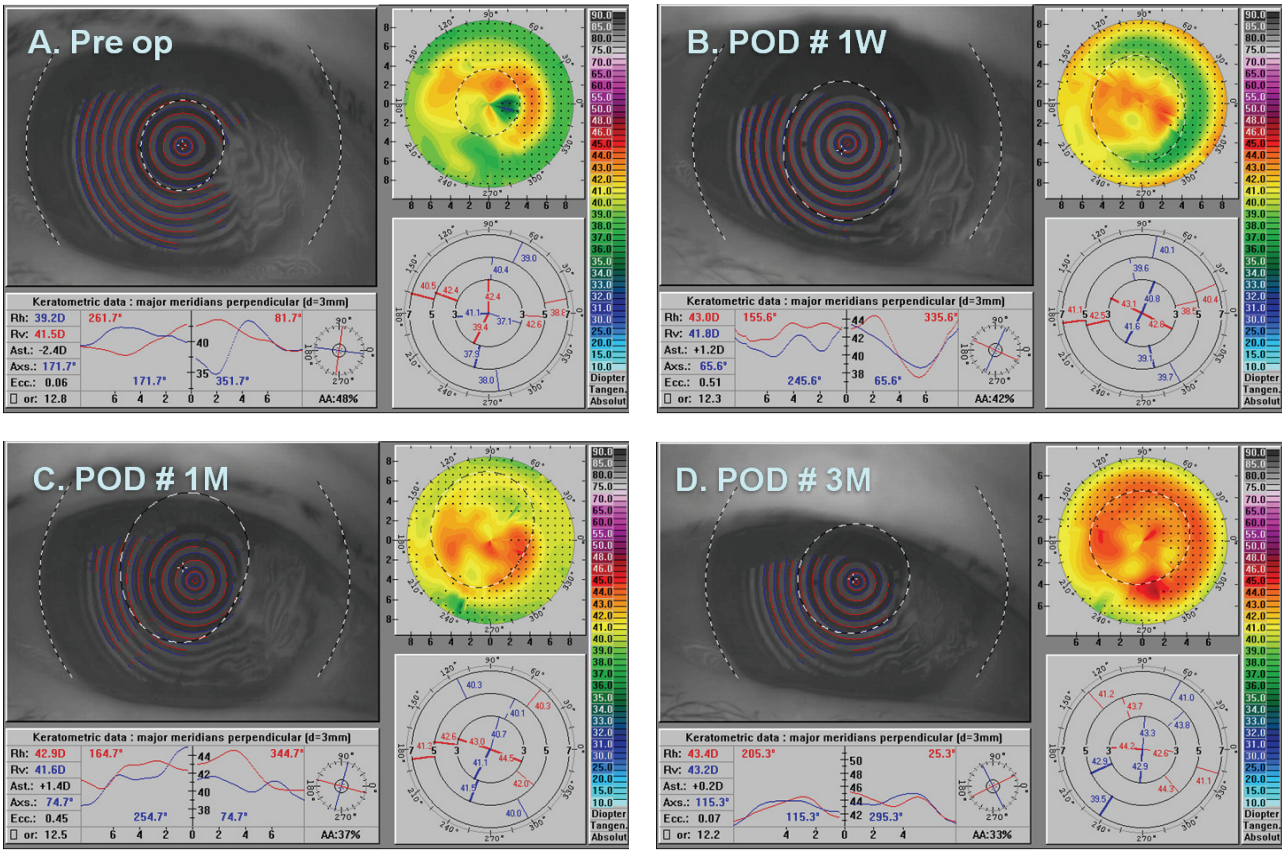


Figure 3. Pre- and post-operative topography pictures in a patient with pterygium. Astigmatism was with-the-rule preoperatively (A) but against-the-rule at the postoperative first week and postoperative third month (B)(C)(D).

Table 1. Summary of the mean value and standard deviation of power vector analysis before and after pterygium surgery. M (spherical diopter + cylindrical diopter/2) and B (blurring strength) significantly decreased in <3 mm and ≥3 mm

Mean±SD	M	J_0	J_{45}	B	*p*-value for M and B*
Pterygium size < 3 mm					
Pre op	0.331±0.638	0.228±0.691	-0.045±0.436	0.931±0.446	-
1 Week later	0.282±0.449	0.225±0.646	-0.035±0.393	0.811±0.432	0.00 and 0.01 (Pre op vs 1 Wk)
1 Month later	0.107±0.623	0.159±0.566	-0.031±0.266	0.733±0.476	0.01 and 0.01 (Pre op vs 1 Mo)
3 Months later	0.024±0.515	0.091±0.512	-0.023±0.191	0.594±0.428	0.00 and 0.00 (Pre op vs 3 Mo)
Pterygium size ≥ 3 mm					
Pre op	1.094±1.494	0.109±0.740	-0.020±0.780	1.971±0.642	-
1 Week later	0.712±1.174	-0.274±0.546	0.295±0.554	1.497±0.486	0.01 and 0.02 (Pre op vs 1 Wk)
1 Month later	0.553±1.494	-0.178±0.740	0.247±0.780	1.411±0.612	0.00 and 0.01 (Pre op vs 1 Mo)
3 Months later	0.526±1.029	-0.144±0.401	0.210±0.440	1.230±0.523	0.01 and 0.00 (Pre op vs 3 Mo)

* Wilcoxon signed rank test for M and B; SD=standard deviation.

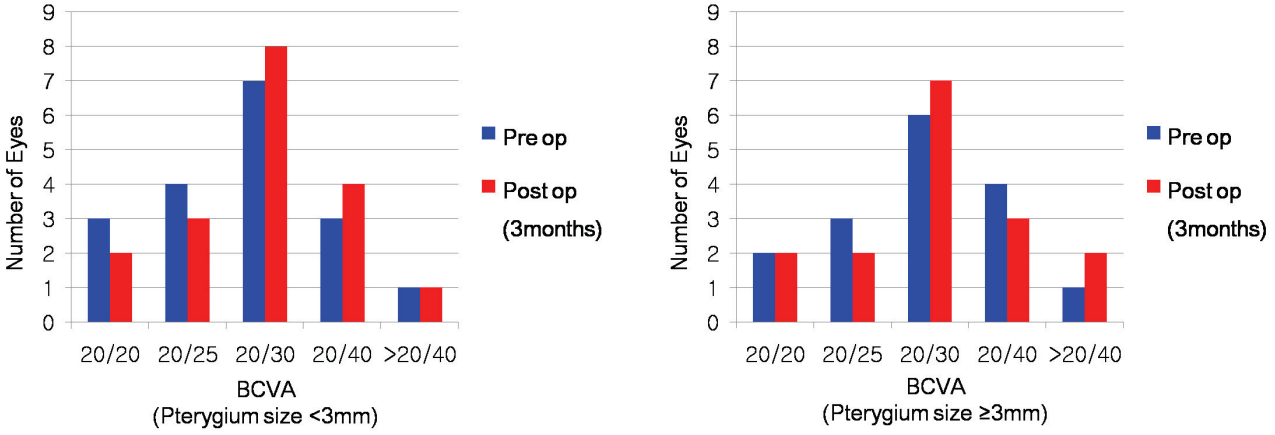


Figure 4. Pre- and post-operative best corrected visual acuity (BCVA) profile in patients. There was no significant change between pre- and postoperative BCVA in both <3 mm and ≥3 mm.

그러나 3 mm 이상 군에서는 술 전에 있었던 직난시가 술 후 도난시로 역전되는 양상을 볼 수 있었으며(Fig. 3)(Table 1), 현성굴절검사결과 술 전에 비해 술 후 3개월째 두 군 모두에서 의미있는 시력의 변화는 없었다(Fig. 4).

난시벡터(J_0, J_{45})의 산포도에서 군날개 크기 3 mm 미만 군은 술 전 산발적으로 분포되어 있던 양상이 술 후(0,0)점을 향해 모이고 있는 반면, 군날개 크기 3 mm 이상 군에서는 술 후에도 산발적으로 분포하게 되며(Fig. 5), 난시축의 변화를 살펴보면 3 mm 이상에서 술 전 직난시가 술 후 도난시로 변화되며 넓게 분포하는 반면, 3 mm 미만 군에서는 직난시가 술 후 점차 줄어들어(0,0)점을 향함을 알 수 있었다(Fig. 6).

파면수차계 시행(pupil size=6.5 mm) 후 고위수차 값(RMS)의 변화는 군날개 크기 3 mm미만 군에서 코마수차는 술 전 0.81±0.48 micron, 술 후 3달째 0.32±0.17 micron이며, 구면수차는 술 전 0.36±0.12 micron, 술 후 3달째 0.16±0.15 micron, 그리고 전체수차에서 술 전 2.21±1.05 micron, 술 후 3달째 1.18±0.54 micron으로 술 전과 비교하여 모두 술 후 의미 있는 값의 감소를 보였으며(p<0.05), 군날개 크기 3 mm 이상 군에서는 코마수차에서 술 전 1.24±0.61 micron, 술 후 3달째 0.53±0.26 micron, 구면수차에서 술 전 0.49±0.44 micron, 술 후 3달째 0.23±0.19 micron이며, 전체수차에서 술 전 3.53±1.54 micron, 술 후 3달째 1.81±0.74 micron으로 3 mm 미만 군과 마찬가지로 모두 의미 있는 감소를 보였다(P<0.05)(Table 2).

고위수차 값의 변화율을 그래프로 나타내어 두 군을

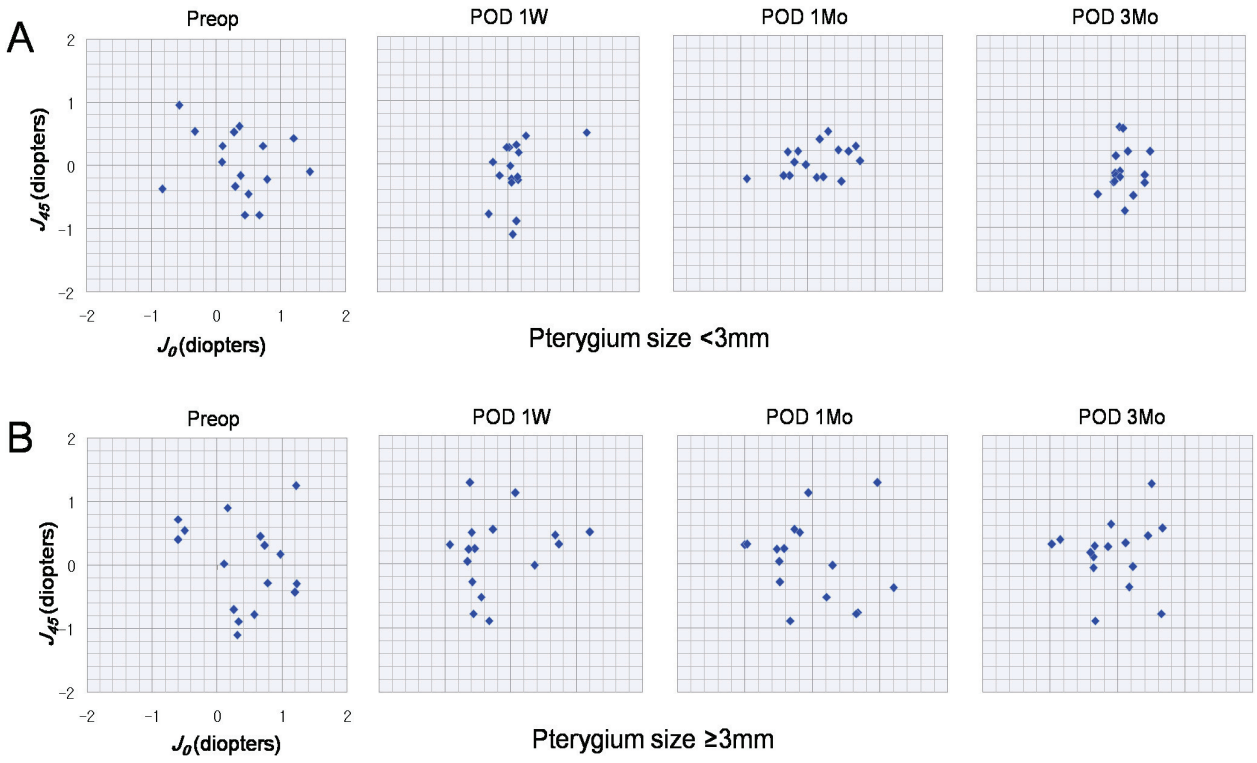


Figure 5. Scattergraph shows the astigmatic component of the power vector as represented by the 2-dimensional vector (J_0, J_{45}), which is the projection of the power vector into the astigmatism plane formed by the coordinate axes (J_0, J_{45}). Preoperative manifest astigmatism is reduced, and the cluster of points gathered around the zero point at postoperative third month for pterygium size <3 mm (A) but, the cluster of points did not gather for pterygium size ≥3 mm at postoperative third month (B).

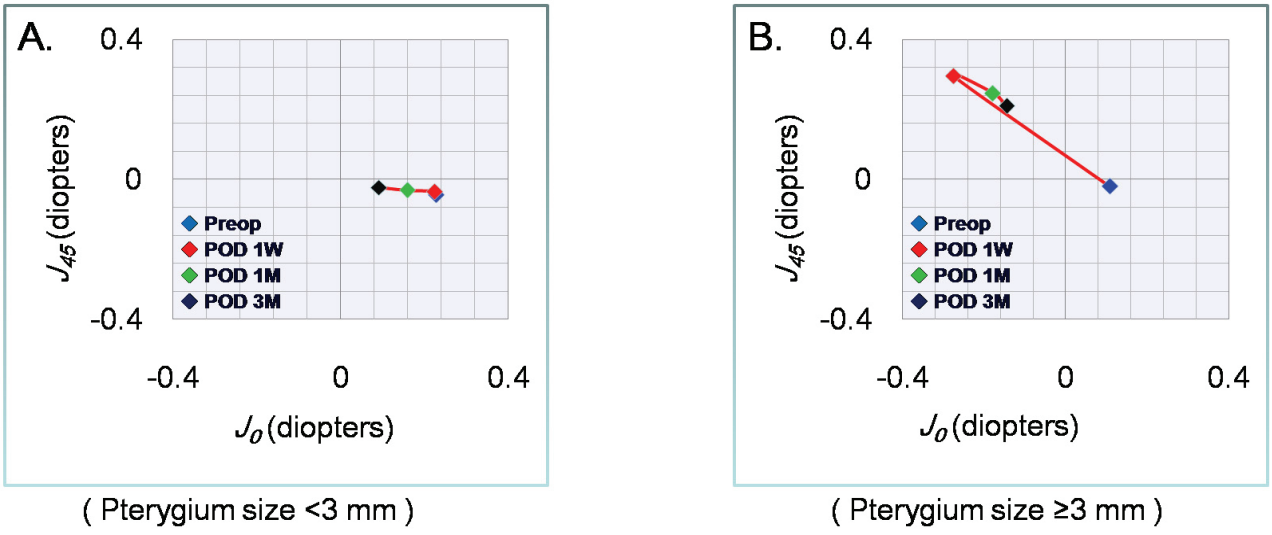


Figure 6. Scattergraph of power vector (J_0, J_{45}) on average shows that astigmatic axes did not change for pterygium size < 3 mm at the postoperative 3 months (A). But preoperative astigmatic axes changed from with-the-rule to against-the-rule at the postoperative first week for pterygium size ≥3 mm (B).

비교하면 코마수차와 구면수차 및 전체수차 모두에서 술 전에 대한 술 후 1주째 변화율이 군날개 크기 3 mm 미만 군에서 3 mm 이상 군에 비하여 의미 있게 변화율이 컸다(Fig. 7).

Table 2. Summary of mean value and standard deviation of high order aberrations with wavefront aberrometer before and after pterygium surgery (wavefront aberrometer pupil size=6.5 mm)

Mean±SD (RMS, μm)	Pre op	1 Wk	1 Mo	3 Mo	*p*-value†		
					Preop vs 1 Wk	Preop vs 1 Mo	Preop vs 3 Mo
Pterygium size < 3 mm (6.5 mm*)							
Coma aberration	0.81 ±0.57	0.47 ±0.44	0.36 ±0.28	0.32 ±0.29	0.01	0.02	0.01
Spherical aberration	0.56 ±0.27	0.41 ±0.18	0.34 ±0.12	0.25 ±0.13	0.00	0.01	0.00
Total aberration‡	2.21 ±1.72	1.84 ±1.17	1.51 ±1.39	1.18 ±1.21	0.01	0.01	0.00
Pterygium size ≥ 3 mm (6.5 mm*)							
Coma aberration	1.30±1.44	0.87±0.74	0.70±0.78	0.56±0.41	0.02	0.03	0.01
Spherical aberration	0.79±0.51	0.58±0.43	0.40±0.23	0.34±0.34	0.02	0.01	0.00
Total aberration‡	3.73±1.88	2.62±2.01	2.27±1.92	1.92±1.73	0.01	0.00	0.00

* Pupil size in wavefront aberrometer; † Wilcoxon signed rank test for each aberration; ‡ Zernike total high order aberration; SD=standard deviation.

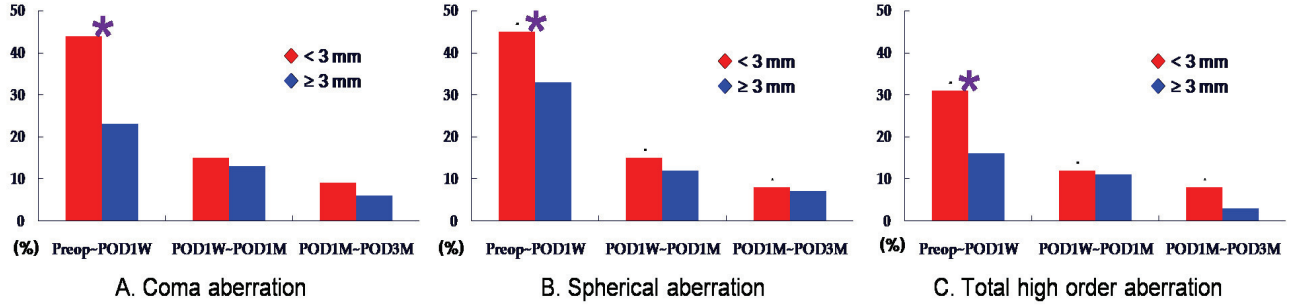


Figure 7. Change rates of high order aberrations (coma A, spherical B, total C) were significantly greater in group I than in group II at the preoperative period vs postoperative first week period (pterygium size <3 mm= group I, pterygium size ≥3 mm= group II), (* p<0.05, Wilcoxon signed rank test).

고 찰

많은 연구에서 군날개는 불규칙적인 난시를 유발하며 군날개 절제 후 이러한 난시가 감소됨을 보고하였으나 대부분이 각막형태검사기 분석이나 surface regularity index 및 surface asymmetry index를 이용하였으며,[18-20] 파면수차계를 이용하여 고위수차를 분석한 경우는 없었다. Pesudovs and Figueiredo[15]가 각막형태검사기를 이용하여 군날개 수술 전 후의 고위수차 값을 분석하였는데 군날개 크기가 클수록 절제 후 남게 되는 수차 또한 커짐을 상대적 위험도를 이용하여 나타내었고, 상대적 위험도가 군날개 크기 4 mm~5 mm에서 가장 크게 나타나 군날개 크기 4 mm 이하일 때 수술하는 것이 바람직하다고 보고 하였다. Lin and Stern [21]도 군날개 환자에서 각막형태검사기를 이용하여 난시의 변화를 관찰하였으며 군날개가 각막반경의 45%를 넘어서 침범했거나 시축으로부터 3.2 mm 이내에 병변이 있을 경우 군날개 크기에 비례하여 난시가 증가한다는 사실을 보고 하였다.

군날개의 발생은 각막의 비대칭적인 직난시를 유발할 수 있으며 Ozdemir and Cinal[22]은 군날개 수술 후 술 전과 벡터분석을 통하여 수술 전 81%의 직난시를 보이던 것이 수술 후에는 44%에서 oblique와 38%에서 도난시로 나타남을 보고하였고, 술 후 초기에는 3.23D (diopter)의 벡터변화가 생겼으나 술 후 후기에는 2.70D (diopter)로 벡터변화가 줄어들어 술 후에도 난시 축이 변화되기 때문이라고 하였다. 수술 후 난시축의 변화는 군날개 절제술 후 각막만곡도의 복원에 있어 수평만곡도의 증가가 수직만곡도의 증가보다 커지기 때문이며, 이런한 난시축의 변화는 군날개 크기 3 mm 이상 군에서 두드러지게 나타났으며 시간이 지날수록 각막조직의 재생과정 및 조직학적 재형성으로

Table 3. Summary of mean value and standard deviation of high order aberrations with wavefront aberrometer before and after pterygium surgery (wave front aberrometer pupil size=4.0 mm)

Mean±SD (RMS, μm)	Pre op	1 Wk	1 Mo	3 Mo	*p*-value†		
					Preop vs 1 Wk	Preop vs 1 Mo	Preop vs 3 Mo
Pterygium size < 3 mm (4.0 mm*)							
Coma aberration	0.74 ±0.54	0.42 ±0.41	0.31 ±0.32	0.28 ±0.24	0.01	0.01	0.01
Spherical aberration	0.52 ±0.35	0.34 ±0.24	0.31 ±0.15	0.23 ±0.16	0.00	0.02	0.00
Total aberration‡	2.13 ±1.56	1.47 ±1.31	1.38 ±1.45	1.12 ±1.18	0.02	0.01	0.00
Pterygium size ≥ 3 mm (4.0 mm*)							
Coma aberration	1.17±1.57	0.82±1.23	0.64±0.62	0.47±0.40	0.01	0.02	0.01
Spherical aberration	0.64±0.51	0.52±0.52	0.38±0.37	0.32±0.31	0.02	0.03	0.00
Total aberration‡	3.16±1.69	2.47±1.83	1.95±1.86	1.86±1.54	0.01	0.01	0.00

* Pupil size in wavefront aberrometer; † Wilcoxon signed rank test for each aberration; ‡ Zernike total high order aberration; SD=standard deviation.

난시축이 다시 변화하는 것으로 알려져 있다.[9,23]

저자들도 마찬가지로 군날개 크기 3 mm 이상 군에서 술 전 직난시가 군날개 절제 후 초기에 도난시나 oblique로 난시축이 변화됨을 알 수 있었으며 군날개에 의해 유발된 난시는 군날개 절제 후 감소하게 되며 변화되는 양상을 난시벡터분석을 통하여 B (length of vector) 값과 난시벡터의 산포도로 나타내었다. 저자들은 연구 결과 B값은 군날개 크기에 상관없이 술 후 모두 의미 있게 감소함을 보고 했으나 난시벡터(J_0, J_{45})의 분석에서 군날개 크기에 따라 차이를 보인 것은 군날개에 의해 발생한 비측의 편평한 각막만곡도는 군날개 절제술 직 후 변하게 되며 군날개 크기 3 mm 미만 군에선 수술 후에도 남아있던 편평한 각막만곡도가 점차 회복되어 이로 인해 난시벡터의 산포도에서 술 전 산발적으로 분포되어 있던 양상이 술 후 점차(0,0)점을 향해 모이게 되며, 군날개 크기가 큰 3 mm 이상 군에선 군날개 절제 후 남아있던 편평한 각막만곡 정도가 변하지 않고 남게 될 가능성이 커 난시벡터의 산포도에서 시간이 지나도 산발적으로 분포하는 원인으로 생각되어 진다.

저자들은 각막형태검사기를 이용한 난시벡터분석 뿐 아니라 다른 연구에서 시도되지 않았던 파면수차계를 이용하여 안구전체에 대한 군날개 수술 전 후의 고위수차 변화를 알아 보았으며, 군날개 수술 후 코마수차, 구면수차, 전체수차에서 술 전과 비교하여 고위수차 값이 의미 있게 감소함을 알 수 있었다. 군날개 크기 3 mm 미만과 이상 모두 술 전과 비교하여 술 후 의미 있는 고위수차 값의 감소를 보였지만 두 군의 변화율을 비교해 보면 코마수차와 구면수차 및 전체수차 모두에서 술 전에 대한 술 후 1주째 변화율이 군날개 크기 3 mm 미만 군에서 3 mm 이상 군에 비하여 의미 있게 변화율이 커짐을 알 수 있었다.

저자들은 파면수차계 측정시 Pupil size 6.5 mm zone의 고위수차를 비교해 보았으며 3 mm 이상의 군날개의 경우 측정범위(pupil size=6.5 mm)를 고려할 때 군날개 자체로 인해 생기는 측정시 오차가 더욱 반영되었을 가능성이 있어 Pupil size 4.0 mm zone으로 측정하여 고위수차를 알아보았으며 전체적으로 6.5 mm zone으로 측정시 보다 고위수차 값이 적어짐을 알 수 있었다(Table 3). 이것은 6.5 mm zone으로 측정시 군날개가 가리고 있는 면적에 의해 수술 전 후 측정시 반영된 결과일 가능성이 있다. 하지만 4.0 mm zone의 측정시에도 고위수차 모두에서 술 전에 대한 술 후 1주째 변화율이 군날개 크기 3 mm 미만 군에서 3 mm 이상 군에 비하여 의미 있게 변화율이 커짐을 알 수 있었다.

군날개 크기에 따른 수술의 시기는 저자들마다 다양하게 보고되고 있지만, 대부분에서 적절한 시기에 해야만 난시의 변화를 줄일 수 있으며 시력 또한 향상될 수 있다고 보고하고 있으며,[24,25]

본 연구에서도 군날개 크기 3 mm 이상에 비하여 3 mm 미만에서 술 후 난시벡터의 유의한 개선 및 고위수차 변화율이 더 크게 나타났기 때문에 보다 효과적인 난시와 고위수차의 개선을 위해선 3 mm 미만에서 수술을 고려하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 군날개 수술 전 후의 파면수차계의 측정은 저자들에 의해 처음

으로 시도 되었으며 고위수차 분석에 있어 저니케 다항식(Zernike polynomial expansion)을 이용하였다. 아직까지 본 연구와 비교대상이 부족하여 본 연구 결과에 대한 논의와 군날개등 안질환에 있어 저니케 다항식의 적용이[26,27] 적합한지 좀더 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1) Reinstrow SD. The conjunctiva. In : Podos SM, Yanoff M, eds. Textbook of Ophthalmology, first ed. London: Mosby-Wolfe, 1995: v. 1. chap. 2.
2) Lindsay RG, Sullivan L. Pterygium-induced corneal astigma tism. Clin Exp Optom 2001;84:200-3.
3) Avisar R, Loya N, Yassur Y, Weinberger D. Pterygium-induced corneal astigmatism. Isr Med Assoc J 2000;2:14-5.
4) Kampitak K. The effect of pterygium on corneal astigmatism. J Med Assoc Thai 2003;86:16-23.
5) Walland MJ, Stevens JD, Steele AD. The effect of recurrent pterygium on corneal topography. Cornea 1994;13:463-4.
6) Hansen A, Norn M. Astigmatism and surface phenomena in pterygium. Acta Ophthalmol 1980;58:174-81.
7) Gridley MJ, Perlman EM. A form of variable astigmatism induced by pseudopterygium. Ophthalmic Surg 1986;17:794 -795.
8) Oldenburg JB, Garbus J, McDonnell JM, McDonnell PJ. Conjunctival pterygia: mechanism of corneal topographic changes. Cornea 1990;9:200-4.
9) Kang SW, Cho BJ. Changes in the corneal curvature and recurrence rate following pterygium surgery with relation to pterygium size and morphology. J Korea Ophthalmol Soc 2001;42:1255-64.
10) Soriano JM, Janknecht P, Witschel H. Effect of pterygium operation on preoperative astigmatism: prospective study. Ophthalmologe 1993;90:688-90.
11) Budak K, Khater TT, Friedman NJ, Koch DD. Corneal topographic changes induced by excision of perilimbal lesions. Ophthalmic Surg Lasers 1999;30:458-64.
12) Stern GA, Lin A. Effect of pterygium excision on induced corneal topographic abnormalities. Cornea 1998;17:23-7.
13) Oh JR, Kim JS, Lee DH. The change of ocular aberration after LASIK surgery. J Korea Ophthalmol Soc 2003;44:278-83.
14) Roberts C. The cornea is not a piece of plastic. J Refract Surg 2000;16:407-13.
15) Pesudovs K, Figueiredo FC. Corneal first surface wavefront aberrations before and after pterygium surgery. J Refract Surg 2006;22:921-5.
16) Oner FH, Kaderli B, Durak I, Cingil G. Analysis of the pterygium size inducing marked refractive astigmatism. Eur J Ophthalmol 2000;10:212-4.
17) Thibos LN, Horner D. Power vector analysis of the optical outcome of refractive surgery. J Cataract Refract Surg 2001; 27:80-5.
18) Tomidokoro A, Miyata K, Sakaguchi Y, et al. Effects of pterygium on corneal spherical power and astigmatism. Ophthalmology 2000;107:1568-71.
19) Bahar I, Loya N, Weinberger D, Avisar R. Effect of pterygium surgery on corneal topography: a prospective study. Cornea 2004;23:113-7.
20) Yagmur M, Ozcan AA, Sari S, Ersöz TR. Visual acuity and corneal topographic changes related with pterygium surgery. J Refract Surg 2005;21:166-70.
21) Lin A, Stern GA. Correlation between pterygium size and induced corneal astigmatism. Cornea 1998;17:28-30.
22) Ozdemir M, Cinal A. Early and late effects of pterygium surgery on corneal topography. Ophthalmic Surg Laser Imaging 2005;36:451-6.
23) Hong JW, Lee TS. Comparison of refractive change measured by corneal topography between before and after pterygium excision. J Korea Ophthalmol Soc 1996;37:1614-9.
24) Maheshwari S. Pterygium-induced corneal refractive changes. Indian J Ophthalmol 2007;55:383-6.
25) Avisar R, Loya N, Yassur Y, Weinberger D. Pterygium-induced corneal astigmatism. Isr Med Assoc J 2000;2:14-5.
26) Smolek MK, Klyce SD. Zernike polynomial fitting fails to represent all visually significant corneal aberrations. Invest Ophthalmol Vis Sci 2003;44:4676-81.
27) Klyce SD, Karon MD, Smolek MK. Advantages and disadvantages of the Zernike expansion for representing wave aberration of the normal and aberrated eye. J Refract Surg 2004;20:S537-41.

=ABSTRACT=

Power Vector and Aberrations Using Corneal Topographer and Wavefront Aberrometer Before and After Pterygium Surgery

Sang Min Kwon, M.D., Dong Joon Lee, M.D., Woo Jin Jeung, M.D., Woo Chan Park, M.D.

Department of Ophthalmology, Dong-A University College of Medicine, Pusan, Korea

Purpose: To determine the power vector and aberrations before and after surgery for pterygium using a corneal topographer and a wavefront aberrometer.

Methods: The study group consisted of 34 eyes of 31 patients with pterygium, and were divided into two groups by pterygium size (< 3 mm, group I ≥ 3 mm, group II). Power vector and wavefront aberrations were evaluated using a corneal topographer (Oculus inc., Germany) and a wavefront aberrometer (LADARWAVE®, Hartmann shack aberrometer, Alcon inc., US) at pre- and postoperative 1 week, 1 month, and 3 months.

Results: The preoperative blurring strength (B) and high order aberrations significantly decreased at postoperative 3 months in all groups (P<0.05). Power vector scattergraphs showed the cluster of points gathered around the zero point in group I, but not in group II at postoperative month three. The change rates of high order aberrations were significantly greater in group I than in group II in the preoperative period compared to the postoperative first week period.

Conclusions: Improvements of the power vector and high order aberrations were more remarkable in group I (< 3 mm) than in group II (≥ 3 mm). To reduce aberrations and astigmatism effectively, we suggested surgical intervention in eyes with pterygia sized < 3.0 mm.

J Korean Ophthalmol Soc 2008;49(11):1737-1745

Key Words: Corneal topographer, High order aberrations, Power vector analysis, Wavefront aberrations, Wavefront aberrometer

Address reprint requests to **Woo Chan Park, M.D.**
Department of Ophthalmology, Dong-A University College of Medicine
#3-1 Dongdaesin-dong, Seo-gu, Pusan 602-714, Korea
Tel: 82- 51-240-5227, Fax: 82-51-254-1987, E-mail: wcpark@dau.ac.kr