

Pentacam으로 측정한 정상 한국인에서 각막 전후면의 구면수차

임태형 · 이종락 · 최기용 · 조범진

한길안과병원

목적: 한국인에서 Pentacam (Oculus Inc., Germany)을 이용하여 정상 각막 전, 후면의 구면수차를 측정하고 그 범위와 연령에 따른 변화를 확인한다.

대상과 방법: 20세에서 79세까지 240명 240안을 대상으로 Pentacam을 이용하여 각막 전면과 후면의 구면수차를, 90명을 대상으로 양안에 대하여 구면수차를 측정하였다.

결과: 남녀비는 103:137, 평균연령은 49.8세(20-79세)였다. 평균 각막 전면수차는 $0.230 \mu\text{m}$, 후면수차는 $-0.04 \mu\text{m}$, 전체각막수차는 $0.19 \mu\text{m}$ 였고 남녀간, 좌우안 사이에 통계학적인 차이는 없었다. 연령이 증가함에 따라 전, 후면, 그리고 전체각막수차는 증가하였고, 구면수차의 범위는 전면 구면수차의 경우 $-0.177 \mu\text{m}$ 에서 $0.423 \mu\text{m}$, 후면의 경우 $-0.083 \mu\text{m}$ 에서 $0.034 \mu\text{m}$, 전체각막의 구면수차는 $-0.238 \mu\text{m}$ 에서 $0.410 \mu\text{m}$ 까지 분포하였다.

결론: 한국인의 전체 각막 구면 수차는 연령이 증가함에 따라 증가하고 그 평균값은 $0.19 \mu\text{m}$ 이며 일부 환자에서는 평균치와 큰 차이를 보이므로, 비구면 인공수정체를 선택함에 있어 각막 구면수차에 대한 확인이 필요할 것으로 생각된다.

〈대한안과학회지 2010;51(6):816-821〉

백내장은 실명의 가장 흔한 질환이지만 최근 수정체 유화술과 인공수정체의 비약적인 발전으로 인하여 다른 안과적인 질환이 병합되어 있는 경우가 아니라면 수술 후 비교적 용이하게 시력을 다시 회복할 수 있다. 최근에는 단순한 시력 회복 뿐만이 아니라 기존의 인공수정체를 응용하여 다른 부가적인 효과를 갖는 인공수정체들이 개발되어 널리 사용되고 있는데, 청색파장을 차단하는 황색인공수정체나 비구면 렌즈설계로 구면수차를 줄여주는 비구면 인공수정체가 이들 중 가장 대표적이라 하겠다.^{1,2} 이 중 비구면 인공수정체는 양의 구면수차를 가지고 있어 수술 후 높은 구면수차값을 유발하여 시력의 질을 저하시키는 기존의 구면인공수정체와는 달리 음의 구면수차를 가지고 있어 사람의 각막이 가지고 있는 양의 구면수차를 상쇄하여 물체를 보다 선명하게 볼 수 있도록 하는데 그 이론적인 바탕을 가지고 있다.^{2,3}

Wang et al이 정상 각막 전면의 평균적인 구면 수차가

$+0.28 \mu\text{m}$ 이라고 발표한 이래³ $-0.27 \mu\text{m}$ 의 구면수차를 가지는 비구면 인공수정체인 Tecnis (AMO, USA)가 상품화되었고 뒤를 이어 $-0.20 \mu\text{m}$ 의 구면수차를 가지는 Acrysof IQ (Alcon, USA), $0 \mu\text{m}$ 의 구면수차를 가지는 Sofport AO (B&L, USA)가 출시되어 현재 사용되고 있고, 그 임상결과 역시 구면 인공수정체보다 우위에 있는 것으로 여러 저자들에게 의해 보고되고 있다.^{2,4-9} 위에 언급한 각각의 인공수정체는 환자의 구면수차를 교정하는데 있어 약간씩 다른 접근을 하고 있지만² 서양인의 각막 구면수차, 그 중에서도 각막 전면의 구면수차를 바탕으로 제작되었다. 그러므로 동양인에 대해 비구면 인공수정체를 사용하기 위해서는 동양인의 각막 구면수차에 대한 확인이 필요하다. 또한, 각막 후면 역시 각막의 구면수차에 일부 관여하고 있어^{10,11}, 정확한 각막의 구면수차 상태를 알기 위해서는 각막 후면에 대한 고려 역시 필요하다.

Pentacam (Oculus Inc., Germany)은 세극등의 원리를 이용한 elevation-based system을 이용하여 각막지형도를 구하는 기기로, 360° 로 회전하는 Scheimpflug 카메라를 이용하여 각막 전, 후면의 elevation map을 구하게 되며 이를 통해 각막 전면과 후면의 각막수차를 구할 수 있으며, 그 재현성 역시 입증된 바 있다.^{12,13}

따라서 본 연구에서는 Pentacam (Oculus Inc., Germany)을 이용하여 정상 한국인을 대상으로 각막의 전면 및 후면,

■ 접 수 일: 2009년 5월 15일 ■ 심사통과일: 2010년 4월 21일

■ 책임저자: 조 범 진

인천광역시 부평구 부평동 543-36
한길안과병원
Tel: 032-503-3322, Fax: 032-503-0801
E-mail: chobjn@empal.com

* 본 논문의 요지는 2008년 대한안과학회 제100회 추계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

Table 1. Spherical aberrations of anterior, posterior and whole cornea

	Anterior cornea (μm)	Posterior cornea (μm)	Sum (μm)
Male	0.231±0.071	-0.039±0.019	0.191±0.08
Female	0.228±0.082	-0.041±0.021	0.187±0.092
P value	0.109	0.166	0.076
All patients	0.230±0.078	-0.04±0.021	0.19±0.087

This table shows values of corneal spherical aberrations (mean±SD). There is no significant difference between male and female patients. (independent *t*-test)

Table 2. Corneal spherical aberrations with age

Age (year)	Anterior cornea (μm)	Posterior cornea (μm)	Sum (μm)
20-29 (n=40)	0.178±0.038	-0.054±0.012	0.123±0.034
30-39 (n=40)	0.191±0.035	-0.057±0.012	0.135±0.035
40-49 (n=40)	0.229±0.048	-0.048±0.014	0.18 ±0.047
50-59 (n=40)	0.242±0.06	-0.037±0.016	0.204±0.057
60-69 (n=40)	0.275±0.063	-0.025±0.016	0.249±0.066
>70 (n=40)	0.26 ±0.127	-0.021±0.021	0.238±0.139
All ages (n=240)	0.230±0.078	-0.04 ±0.021	0.19 ±0.087

This shows corneal spherical aberrations in various age groups (mean±SD). There was a trend that spherical aberrations were increasing with age.

그리고 전체의 구면수차를 측정하여 보고하고 연령별 분포 및 변화에 대하여 조사해 보고자 한다.

way ANOVA with Bonferroni test, independent *t*-test).

결 과

대상과 방법

2007년 12월부터 2008년 5월까지 본원에 내원한 20세에서 79세까지 각 연령대별로 40안씩 240명 240안을 대상으로 각막 전면과 후면의 구면수차를 측정하였고, 90명을 대상으로는 양안의 차이를 확인하기 위해 양안에 대하여 구면수차를 측정하였다. 각막상피 미란, 각막 혼탁 등 각막에 질환이 있는 경우와 1.75 diopter 이상의 각막난시가 있는 경우는 조사 대상에서 제외하였다. 구면수차의 측정은 Pentacam (Oculus Inc., Germany)을 이용하였는데 Mydrin®-P (Santen, Japan)을 한 방울 점안한 뒤 약 30분 뒤에 산동이 된 것을 확인한 뒤 측정을 시행하였다. 총 5회 측정하여 높은 값과 낮은 값을 버리고 남은 3번의 측정치의 평균을 그 환자의 측정값으로 사용하였다. 측정값을 동공크기 5 mm로 표준화시켜 분석하였고 Pentacam (Oculus Inc., Germany)의 측정값에 각 매질의 굴절계수 차이를 곱하여 각막 전, 후면의 구면수차를 구하였다. 이 때 공기와 각막전면부의 굴절계수차는 0.376, 각막후면과 방수의 굴절계수차는 -0.04를 사용하였다(Corneal aberration=Wavefront aberration x Refractive index difference).¹¹ 각막 전체의 구면수차는 위와 같이 계산되어진 전면과 후면의 구면수차를 합하여 구하였고 이 결과를 성별과 각 연령대별로 측정값을 비교하고 양안에 대하여 측정을 시행한 90안의 결과에 대해서는 양안의 차이를 통계적으로 확인하였다(SPSS 16.0, One-

총 240명 240안 중 남자는 103안 여자는 137안이었으며 평균연령은 49.8세였다(20-79세). 평균 각막 전면수차는 0.230±0.078 μm, 후면수차는 -0.04±0.021 μm, 그 합인 전체각막수차는 0.19±0.087 μm였고 남녀간의 통계학적인 차이는 발견되지 않았다(Table 1, independent *t*-test, *p*>0.05).

양안에 대하여 각막수차를 측정한 90명의 연령분포는 20-49세였고 우안과 좌안의 각막 전면수차는 각각 0.189±0.042 μm, 0.182±0.041 μm, 후면수차는 -0.053±0.014 μm, -0.054±0.013 μm, 그 합인 전체각막수차는 0.135±0.045 μm, 0.128±0.040 μm로 좌우간의 통계학적인 차이는 없었다(independent *t*-test, *p*>0.05).

연령대별로 나누어 각막의 구면수차를 분석한 결과, 전면각막 수차의 경우 20대와 30대, 그리고 60대와 70대 사이에는 통계학적인 차이가 없었으나 30대에서 60대 사이에는 통계학적으로 유의하게 증가하였다(*p*<0.05). 후면각막수차는 20대에서 40대의 수치는 유의한 차이가 없었으나 40대에서 60대 사이에는 유의하게 증가하였고(*p*<0.05) 60대와 70대에서는 차이를 보이지 않았다. 전체각막수차의 경우 10년 정도 차이에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지는 않았지만, 20년 간격으로 비교하여 보면 유의하게 나이가 들수록 각막수차가 증가하였다(*p*<0.05) (Table 2, Fig. 1, One-way ANOVA, Bonferroni test).

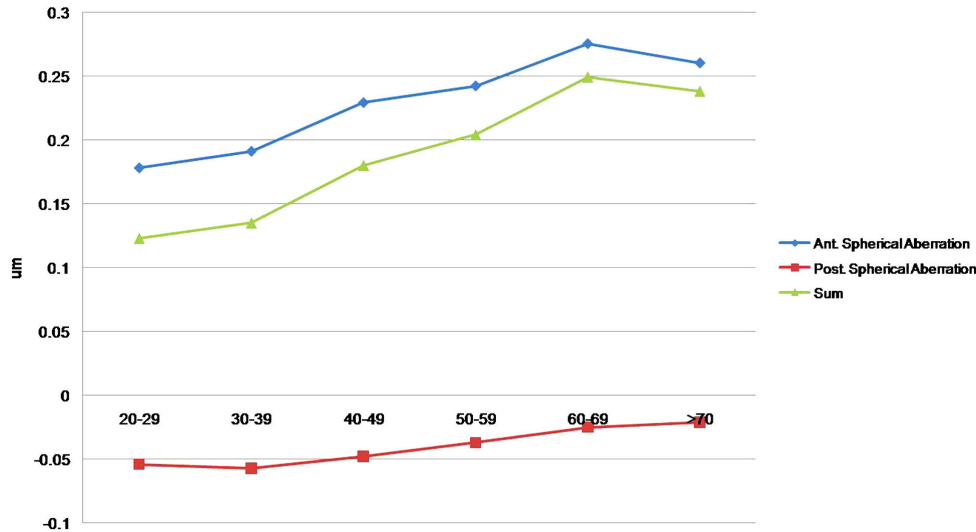


Figure 1. Changes in corneal spherical aberrations; anterior, posterior and total cornea (One-way ANOVA, Bonferroni test). There was a trend that all aberrations were increasing with age (40 eyes in each age group). Anterior corneal spherical aberration was not statistically significantly different between twenties and thirties, sixties and seventies but increased significantly from thirties to sixties ($p < 0.05$). Posterior corneal spherical aberration increased significantly from forties to sixties ($p < 0.05$). Total corneal spherical aberration increased significantly with age when compared for 20 years.

Table 3. Ranges of corneal spherical aberrations in all age groups

	Maximum value	Minimum value
Anterior SA (μm)	0.423	-0.177
Posterior SA (μm)	0.034	-0.083
Sum (μm)	0.410	-0.238

This shows ranges of spherical aberrations. The maximum value is the largest and minimum value is the smallest in each group.

대상군에서 구면수차의 범위는 각막 전면 구면수차의 경우 $-0.177 \mu\text{m}$ 에서 $0.423 \mu\text{m}$ 까지 분포하였고 2.5%(6안)에서 $0.4 \mu\text{m}$ 이상 2.1%(5안)에서 $0.1 \mu\text{m}$ 이하의 각막전면 구면수차를 가지고 있었다. 각막전면의 구면수차가 음의 값을 갖는 경우는 0.8%(2안)이었다. 후면의 경우 $-0.083 \mu\text{m}$ 에서 $0.034 \mu\text{m}$ 까지 분포하였으며 전체각막의 구면수차는 $-0.238 \mu\text{m}$ 에서 $0.410 \mu\text{m}$ 까지 분포하여 $0.1 \mu\text{m}$ 이하인 경우가 8.3%(19안), $0.4 \mu\text{m}$ 이상인 경우가 0.83%(2안)이었다(Table 3).

고 찰

비구면 인공수정체는 이미 보고된 대로 각막의 구면수차를 상쇄시켜 수술 후 전체 수차의 양을 줄임으로써 시력의 질을 높이는 데 도움이 된다.² 실제 임상에서 비구면 인공수정체는 구면 인공수정체에 비하여 비슷하거나 더 나은 교정시력을 보이며 대비 감도 측면에서 좀 더 유리한 것으로 보고되고 있다.^{4,5,14} 국내에서도 Kim et al이 비구면 인공수

정체의 우월한 임상결과를 보고하였다.² 본 연구에서는 비구면 인공수정체가 가지고 있는 $-0.28 \mu\text{m}$ 이라는 구면수차의 값이 과연 동양인에서도 그대로 적용할 수 있는지 알기 위해 한국인의 정상각막이 갖는 구면수차에 대하여 Pentacam (Oculus Inc., Germany)을 이용하여 각막전면과 후면 각각 연령별로 조사하였다. 본 연구에서는 구면수차의 값은 남녀간의 차이는 없었고 좌우안 간에도 유의한 차이를 보이지 않았는데 이는 기존의 결과와 일치한다.³ 그러나 각막 전면의 구면수차 평균값은 $0.230 \mu\text{m}$ 로 Wang et al³이 연구한 각막 구면수차의 값보다 작았다. 이처럼 차이가 다른 결과를 보이는 이유는 조사대상군의 차이에 기인할 수도 있겠지만 조사방법의 차이 때문에 즉, 본 연구에서는 Pentacam (Oculus Inc., Germany)을 이용한 점, Wang et al³의 연구에서는 동공크기를 6 mm 로 표준화하였지만 본 연구에서는 5 mm 로 표준화하여 측정할 점 때문에 구면수차가 보다 작게 측정되었을 가능성이 있다. 그러나 60대 이상인 경우의 평균값은 약 $0.270 \mu\text{m}$ 로서 기존의 Wang et al³의 결과와 비슷하게 측정되었으나 젊은 연령에서는 통계

학적으로 유의하게 적은 각막 구면수차값을 보인다는 사실은 결과의 차이가 단순히 측정방법의 차이에만 기인한다고 생각할 수 없으며 인종적인 차이 역시 존재할 것이라 생각된다.¹⁵

각막 후면의 평균 구면 수차값은 $-0.04 \mu\text{m}$ 로 전면과 후면의 구면수차의 합인 전체 각막의 구면수차값은 전 연령대 평균 $0.19 \mu\text{m}$, 60대 이상에서 $0.243 \mu\text{m}$ 으로 $0.280 \mu\text{m}$ 보다 작았다. 따라서 각막후면의 구면수차값까지 고려하였을 때는 $-0.27 \mu\text{m}$ 를 갖는 Tecnis를 넣는 경우 오히려 약간의 음의 구면 수차가 환자의 눈에 유발될 수 있고 젊은 나이대의 구면수차값을 목표로 만들어진 Acrysof IQ 역시 원하는 목표치인 $0.1 \mu\text{m}$ 보다 작은 구면수차가 남아 있게 된다. Kim et al은 술 후 측정된 구면수차가 술 전 예상치보다 약 $0.08 \mu\text{m}$ 적었다고 보고하였고,² 다른 해외의 연구에서도 $0.01 \mu\text{m}$ 에서 $0.09 \mu\text{m}$ 정도 술 전 예상치보다 적게 술 후 구면수차가 측정되었다고 보고하였다.^{8,9} 본 연구결과처럼 한국인에서 각막 구면수차값이 $0.280 \mu\text{m}$ 보다 작다면, 기존에 출시되어 있는 비구면 인공수정체를 삽입한 경우 기대한 것보다 남아 있는 구면수차값이 작을 것으로 예측할 수 있고, 따라서 Kim et al의 발표내용은 본 연구의 결과와 일치한다고 생각할 수 있다. 따라서 본 연구의 결과와 비구면 인공수정체 삽입 후 남아 있는 구면수차값이 기대치보다 작은 점은 실제 한국인에서 각막의 구면 수차값이 비구면 인공수정체 제작의 기준값인 $0.280 \mu\text{m}$ 보다 작을 가능성이 높음을 의미한다 하겠다. 또한 각막 후면의 구면수차가 각막전체의 구면수차에 미치는 영향은 적지만 음의 값을 가지고 있기 때문에 전면과 후면의 값을 합한 전체 각막수차값은 각막 전면의 구면수차값보다 작아지게 되며 이는 해외에서 보고된 남아 있는 구면수차의 값이 예상치보다 적은 현상을 설명할 수 있다.

연령에 따른 각막 구면수차의 변화는 아직까지 확실하지 않는데 Wang et al과 Amano et al 등은 연령이 증가하여도 각막의 구면수차가 변하지 않는다고 보고하였고^{3,16} Sicam et al과 Guirao et al은 연령이 증가하면서 전체 각막 구면수차값이 증가한다고 하였다.^{17,18} 본 연구에서는 각막의 구면수차는 나이가 들면서 전면과 후면 수차 모두 증가하는 양상을 보여 Sicam et al의 결과와 비슷하였으나 각막 후면 구면수차의 경우 Sicam et al과는 달리 양의 값을 가지지는 않았다. 이처럼 기존 연구 결과와 차이가 나는 이유는 조사대상군의 차이 즉, 인종적인 차이일 가능성과 측정 방법상의 차이로 인한 오차 등을 생각해 볼 수 있으나 정확한 이유를 밝혀내기 위해서는 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

한편, 정상인의 각막 구면수차값은 상당히 넓은 범위에

분포하고 있었는데 본 연구에서는 각막 전면 구면수차의 경우 $-0.177 \mu\text{m}$ 에서 $0.423 \mu\text{m}$ 까지 분포하였고 후면의 경우 $-0.083 \mu\text{m}$ 에서 $0.034 \mu\text{m}$ 까지 분포하였다. 각막전면의 구면수차값을 측정한 대부분의 연구에서 각막전면의 구면수차값은 음의 값을 갖는 경우가 없었는데 이는 본 연구의 결과와 배치된다.^{3,15,17,18} 그러나 Amano et al이 일본인을 대상으로 측정한 연구에서는 75안중 4안에서 음의 값을 가지는 것으로 보고되었다.¹⁶ 본 연구에서는 2안에서 음의 각막전면수차가 측정되었는데 이는 전체표본수의 0.8%에 해당하는 극단값으로서 측정 시 오차에 기인할 가능성이 있다고 생각되나,¹² 인종적인 차이에 기인할 수도 있을 것으로 생각된다. 그러나 분명한 점은 Amano et al의 연구를 제외하더라도 기존의 연구들에서 본 연구와 마찬가지로 각막의 구면수차값이 0.058 에서 0.6 까지 넓게 분포하고 있다는 점이다. 이러한 결과는 소수의 환자들에게 있어서는 비구면 인공수정체를 삽입할 경우 구면수차의 완전한 교정이 이루어지지 않으며, 오히려 음의 구면수차를 유발하여 시력의 질을 저하시킬 수 있음을 의미한다. 그러므로 술 전에 환자의 각막 구면수차를 확인하여 평균치에서 벗어난 구면수차값을 가지고 있는 환자들을 구분해내고 적절한 구면수차를 가지고 있는 인공수정체를 삽입하는 것이 바람직할 것이다.

이상에서 한국인의 정상 각막이 가지고 있는 각막 전면과 후면의 구면수차를 측정하고 그 범위, 연령별 변화를 확인하였다. 한국인에서 Pentacam (Oculus Inc., Germany)으로 측정된 평균 각막 전면수차는 $0.230 \mu\text{m}$, 후면수차는 $-0.04 \mu\text{m}$, 전체각막수차는 $0.19 \mu\text{m}$ 였고 연령에 따라 증가하는 경향을 보였다. 그 범위는 전면 구면수차의 경우 $-0.177 \mu\text{m}$ 에서 $0.423 \mu\text{m}$, 후면의 경우 $-0.083 \mu\text{m}$ 에서 $0.034 \mu\text{m}$, 전체각막의 구면수차는 $-0.238 \mu\text{m}$ 에서 $0.410 \mu\text{m}$ 까지로 일부 환자에서는 평균치와 큰 차이를 보이는 경우도 존재하였다. 각막이 가지는 구면수차를 측정한 연구는 수차례 보고되었으나 그 결과가 일치하지는 않는다. 연령에 따른 변화는 연구자에 따라 의견이 나누어지고 있으며, 각막 구면수차의 평균값도 백인을 대상으로 한 연구들끼리는 대략 일치하지만^{3,19,20} 아시아인들을 대상으로 측정한 결과와는 차이를 보인다.^{15,16} 본 연구에서는 Pentacam (Oculus Inc., Germany)을 사용하여 5 mm 의 구면수차값을 측정하였고 조사대상군이 다르기 때문에 기존의 연구결과와 직접적인 비교는 할 수 없으나 연령에 따른 변화와 각막 구면수차의 값이 다양한 분포를 보인다는 점은 기존의 연구들과 일치하고 현재까지 한국인에서 각막 전면과 후면의 구면수차를 측정한 연구가 없었다는 점에서 의의를 갖는다고 하겠다. 따라서 백내장 수술 시에 인공수정체를 선택하는데 있어 이러한 점을 염두에 두어야 할 것으로 생각되며 술 전

에 환자의 각막 구면수차를 확인하는 것이 보다 나은 시력의 질을 얻는 데 도움이 될 것으로 생각된다.

참고문헌

- 1) Marshall J, Cionni RJ, Davison J, et al. Clinical results of the blue-light filtering AcrySof Natural foldable acrylic intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:2319-23.
- 2) Kim HS, Kim SW, Ha BJ, et al. Ocular aberrations and contrast sensitivity in eyes implanted with aspheric and spherical intraocular lenses. *J Korean Ophthalmol Soc* 2008;49:1256-62.
- 3) Wang L, Dai E, Koch DD, Nathoo A. Optical aberrations of the human cornea. *J Caract Refract Surg* 2003;29:1514-21.
- 4) Bellucci R, Scialdone A, Buratto L, et al. Visual acuity and contrast sensitivity comparison between Tecnis and AcrySof SA60AT intraocular lenses: A multicenter randomized study. *J Cataract Refract Surg* 2005;31:712-7.
- 5) Packer M, Fine IH, Hoffman RS, Piers PA. Prospective randomized trial of an anterior surface modified prolate intraocular lens. *J Refract Surg* 2002;18:692-6.
- 6) Rocha K, Soriano E, Chalita M, et al. Wavefront analysis and contrast sensitivity of aspheric and spherical intraocular lenses. *Am J Ophthalmol* 2006;142:750-6.
- 7) Tzelikis P, Akaishi L, Trindade F, Boteon J. Ocular aberrations and contrast sensitivity after cataract surgery with AcrySof IQ intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:1918-24.
- 8) Caporossi A, Martone G, Casprini F, Rapisarda L. Prospective randomized study of clinical performance of 3 aspheric and 2 spherical intraocular lenses in 250 eyes. *J Refract Surg* 2007;23:639-48.
- 9) Awwad ST, Lehmann JD, McCulley JP, Bowman RW. A comparison of higher order aberrations in eyes implanted with AcrySof IQ SN60WF and AcrySof SN60AT intraocular lenses. *Eur J Ophthalmol* 2007;17:320-6.
- 10) Dubbelman M, Sicam VADP, Van der Heijde GL. The shape of the anterior and posterior surface of the aging human cornea. *Vision Res* 2006;46:993-1001.
- 11) Chen M, Yoon G. Posterior corneal aberrations and their compensation effects on anterior corneal aberrations in keratoconic eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008;49:5645-52.
- 12) Miranda MA, Radhakrishnan H, O'Donnell C. Repeatability of oculus pentacam metrics derived from corneal topography. *Cornea* 2009;28:657-66.
- 13) Swartz T, Marten L, Wang M. Measuring the cornea: the latest developments in corneal topography. *Curr Opin Ophthalmol* 2007;18:325-33.
- 14) Mester U, Dillinger P, Anterist N. Impact of a modified optic design on visual function: clinical comparative study. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:652-60.
- 15) Lim KL, Fam HB. Ethnic differences in higher-order aberrations: Spherical aberration in the South East Asian Chinese eye. *J Cataract Refract Surg* 2009;35:2144-8.
- 16) Amano S, Amano Y, Yamagami S, et al. Age-related changes in corneal and ocular higher-order wavefront aberrations. *Am J Ophthalmol* 2004;137:988-92.
- 17) Sicam VA, Dubbelman M, van der Heijde RG. Spherical aberration of the anterior and posterior surfaces of the human cornea. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* 2006;23:544-9.
- 18) Guirao A, Redondo M, Artal P. Optical aberrations of the human cornea as a function of age. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* 2000;17:1697-702.
- 19) Holladay JT, Piers PA, Koranyi G, et al. A new intraocular lens design to reduce spherical aberration of pseudophakic eyes. *J Refract Surg* 2002;18:683-91.
- 20) Beiko GH, Haigis W, Steinmueller A. Distribution of corneal spherical aberration in a comprehensive ophthalmology practice and whether keratometry can predict aberration values. *J Cataract Refract Surg* 2007;33:848-58.

=ABSTRACT=

Anterior and Posterior Corneal Spherical Aberration Measured With Pentacam in the Korean

Tae Hyung Lim, MD, Jong Rak Lee, MD, Kee Yong Choi, MD, Beom Jin Cho, MD

HanGil Eye Hospital

Purpose: To evaluate the spherical aberrations of the anterior and posterior surfaces of normal corneas using Pentacam in a Korean sample population and determine their ranges and changes with age.

Methods: We used Pentacam (Oculus Inc., Germany) to measure the anterior and posterior corneal spherical aberrations of 240 eyes in 240 patients with normal corneas who visited our clinic. The means and ranges of spherical aberrations and their changes with age were determined. We examined both eyes of 90 patients to confirm the inter-ocular symmetry in spherical aberration.

Results: The mean age of the 240 patients (M:F=103:137) was 49.8 years (range: 20–79), and the mean spherical aberrations of the anterior and posterior surfaces of the cornea were $0.230 \pm 0.078 \mu\text{m}$, and $-0.04 \pm 0.021 \mu\text{m}$, respectively. The mean total corneal spherical aberration was $0.19 \pm 0.087 \mu\text{m}$. There were no differences between males and females, and inter-ocular symmetry was observed in all tested patients. There was a tendency for the values of anterior, posterior and total corneal spherical aberration to increase with age. Ranges of spherical aberrations were from $-0.177 \mu\text{m}$ to $0.423 \mu\text{m}$ in the anterior cornea, from $-0.083 \mu\text{m}$ to $0.034 \mu\text{m}$ in the posterior cornea, and from $-0.238 \mu\text{m}$ to $0.410 \mu\text{m}$ in the total cornea.

Conclusions: In a Korean population, the mean total corneal spherical aberration was $0.19 \mu\text{m}$, which was shown to increase with age. Some patients were shown to have an extreme value. Based on these results, a preoperative analysis for corneal spherical aberration may be helpful when selecting aspheric intraocular lenses.

J Korean Ophthalmol Soc 2010;51(6):816–821

Key Words: Cataract, IOL, Spherical aberration

Address reprint requests to **Beom Jin Cho, MD**

HanGil Eye Hospital

#543–36 Bupyeong-dong, Bupyeong-gu, Incheon 403–010, Korea

Tel: 82–32–503–3322, Fax: 82–32–503–0801, E-mail: chobjn@empal.com