

전체 각막난시에서 전면과 후면 각막난시의 상관성

김효진^{1,2,*}

¹백석대학교 보건학부 안경광학과, 천안 330-704

²백석대학교 보건복지대학원 안경광학과, 서울 137-848

투고일(2014년 08월 8일), 수정일(2014년 09월 3일), 게재확정일(2014년 9월 18일)

목적: 전후면 각막난시와 전체 각막난시를 측정하고, 이들의 관계를 분석하여 후면 각막난시가 미치는 영향을 알아보았다. **방법:** 각막굴절교정수술을 목적으로 방문한 22~28세의 31명(31안)을 대상으로 하였다. 각막질환이 있는 경우는 제외하였고, 회전 사임플러그 카메라를 이용하여 수술 전에 전체 각막난시와 전후면 각막난시를 구분하여 측정하였다. 굴절력이 가장 큰 경선과 가장 작은 경선의 차이로 난시의 크기를 계산하였고, 가장 가파른 경선의 방향에 따라 직난시와 도난시로 분류하였다. **결과:** 전체 각막난시와 전후면 난시의 평균은 1.13 ± 0.76 D, 1.51 ± 0.84 D, 그리고 -0.59 ± 0.17 D 였다. 후면 각막난시의 크기는 대상자들 모두 -1.0 D에서 -0.25 D에 분포하였고, 전체 각막난시의 크기를 100으로 봤을 때 전면 각막난시의 크기는 $142.9 \pm 29.9\%$ 였다. 전체 각막난시는 전면난시의 크기와 가장 높은 상관성($y=0.871x-0.184$, $R^2=0.982$)을 보였고, 후면 난시와는 높은 음의 상관성($y=-2.974x-0.184$, $R^2=0.698$)을 보였다. 대상자들의 각막전면과 후면난시는 모두 직난시에 분류되었다. **결론:** 20대 대상자의 전면과 후면 각막난시는 각각 0.2 D에서 -3.8 D, 그리고 -1.0 D에서 -0.25 D의 크기를 가졌고, 전면과 후면난시 모두 직난시의 비율이 높았다.

주제어: 각막난시, 전면 각막난시, 후면 각막난시, 직난시

서 론

각막굴절력의 정확한 측정은 각막굴절교정수술 뿐만 아니라 백내장수술에서도 매우 중요한 요소이다. 현재 백내장수술은 수정체의 혼탁을 제거하는 목적을 넘어 굴절교정수술의 하나로 생각되고 있다. 환자의 편안한 시생활을 위해서는 수술 후의 정확한 도수 예측이 필요하며, 이것은 정확한 생체 계측으로부터 시작된다. 이렇게 최소한으로 오차를 줄이기 위해 생체 계측치를 정확히 측정하려는 노력과 함께 인공수정체 도수를 결정하는 여러 가지 공식에 대해서도 이미 많은 연구가 활발히 이루어지고 있다.^[1-4]

백내장수술 시 인공수정체의 도수계산을 위해서 각막굴절력은 꼭 필요한 항목이기 때문에 적은 부분이라도 각막굴절력 즉, 각막곡률로 인한 오차를 줄이기 위해서 여러 측정 방법을 비교하고 있다.^[5] 특히, 각막굴절교정수술이 보편화 되어 많은 사람들이 시행을 받았고, 수술을 받았던 사람들이 연령이 증가하여 백내장 수술을 필요로 하는 경우가 많아졌다. 이러한 경우에는 각막곡률계로 측정된 각막곡률 값을 이용하면 술 후 원시가 된다는 것이 알려져^[6] 정확한 각막곡률을 산출하기 위해서 다양한 방법들이 제

시되고 있다.^[8-10] 그러나 이전 연구에서 측정된 각막곡률은 대부분 각막전면에 제한되어 있다.

전통적으로 전체 각막굴절력은 후면 각막굴절력은 고정되어 있다고 가정하고, 단지 전면 각막곡률을 측정된 값으로 사용되어 왔다. 그러나 최근 전체 각막굴절력에서 후면 각막굴절력이 차지하는 기여도와 전후면의 강주경선 방향이 일치하지 않는 경우가 있다는 결과가 발표되었다.^[11] 이에 본 연구에서는 한국 성인을 대상으로 처음으로 각막굴절력을 전체, 전면 그리고 후면을 구분하여 전후면 각막굴절력의 관계를 파악하고, 후면 각막굴절력의 양상을 분석하였다.

대상 및 방법

2014년 1월부터 5월까지 경기도 소재 안과에서 각막굴절교정수술을 받고자 내원한 환자 중에서 본 연구에 동의한 환자 31명을 대상으로 하였다. 대상자 중 각막질환을 포함하여 안과질환이나 전신질환이 있는 경우, 안과 수술의 과거력이 있는 경우는 제외하였다. 콘택트렌즈 착용자는 검사 1개월 전에 렌즈 착용을 중지하였고, 안과전문의

*Corresponding author: Hyojin Kim, TEL: +82-41-550-2841, E-mail: hjkimeye@naver.com

가 세극등현미경을 이용하여 전안부 상태를 확인하였다. 대상자들의 평균 연령은 $24.16 \pm 1.39(22-28)$ 세로 남자가 11명(35.5%), 여자가 20명(64.5%)이었다.

모든 환자는 수술 전에 같은 검사자에 의해 회전 사임 플러그 카메라(Pentacam, Oculus, Wetzlar, German)를 이용하여 각막굴절력을 측정하였으며,^[11] 검사 전에 눈을 깜박거리게 하여 눈물층을 균일하게 하였다. 세 번씩 검사를 시행하여 이미지가 가장 좋은 결과 값을 선택한 후 왼쪽 눈의 측정값을 분석에 이용하였다. 본 연구의 분석에 이용한 전체 및 전후면 각막난시의 측정에 대한 정확성과 재현성 그리고 이때 각막난시 계산에 사용된 굴절률에 대해서는 이전 연구에서 보고되었다.^[12] 난시의 크기는 굴절력이 가장 큰 경선과 가장 작은 경선의 차이로 계산하였고, 가장 가파른 경선의 방향이 $90 \pm 30^\circ$ 를 직난시, $180 \pm 30^\circ$ 를 도난시로 판정하였다. 그 외에 난시축이 비스듬한 경우는 사난시로 분류하였다.

모든 통계학적인 분석은 SAS 8.01 프로그램을 사용하였다. 전체 각막난시의 크기에 전면과 후면 난시가 미치는 영향과 이들의 상관관계를 분석하고자 회귀분석과 pearson correlation analysis를 실행하였다. 모든 분석은 유의수준이 0.05 미만일 경우를 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

결 과

Table 1에 각막전면, 각막후면 그리고 전체 각막난시의 측정값을 나타내었다. 각각 평균 1.51 ± 0.84 D, -0.59 ± 0.17 D, 그리고 1.13 ± 0.76 D였다.

전체 각막난시 크기에서 전면 각막난시의 크기가 차지하는 비율은 평균 $142.9 \pm 29.9\%$ 였다. 100%에 못 미치는 경우는 3.2%에 불과했고, 대부분의 대상자에서 전면 각막난시의 크기는 전체 각막난시의 크기를 넘어섰다. 100~125%인 경우가 25.8%, 126~150%인 경우가 41.9%, 151~175%인 경우가 12.9%, 176~200%인 경우가 16.1%였다(Fig. 1). 전면 각막난시는 1.0 D에서 2.0 D를 가진 경우가 가장 많았고, 전체 각막난시는 그보다 작은 크기의 난시를 가진 경우가 늘어났다. 후면 각막난시는 모두 -1.0 D에서

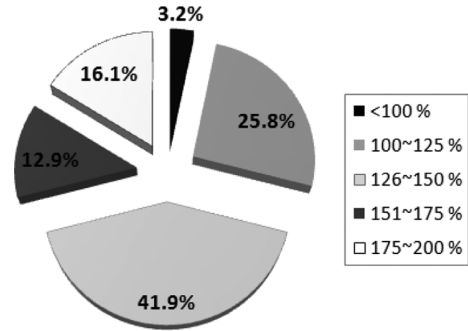


Fig. 1. Contribution of anterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism.

-0.25 D에 분포하였다(Fig. 2).

Fig. 3에는 각막전면, 후면 그리고 전체 난시 간의 상관성을 나타냈다. 전체 각막난시의 크기는 전면난시의 크기와 가장 높은 상관성을 보였고, 후면 난시와도 높은 음의 상관성을 보였다. 전면과 후면의 난시 크기는 음의 상관성을 보여, 전면 난시 크기가 커질수록 후면 난시는 반대방향으로 큰 값을 나타냈다.

다음으로는 각막전면과 각막후면에서 가장 가파른 경선의 방향을 분석하였다. Fig. 4에서 보면, 각막전면과 후면에서 모두 가장 가파른 경선은 60° 에서 120° 사이에 분포하여 모두 직난시에 포함되었다(Fig. 4-5). 마지막으로 Fig. 5에 전체 각막난시의 난시종류를 분류하였다. 본 연구의 대상자들의 전체 각막난시는 사난시는 없었고, 직난시가 96.8%, 도난시가 3.2%였다.

고 찰

최근 백내장수술은 건강보험공단의 자료에 의하면 하루 평균 약 34만 건으로 모든 진료과목을 통틀어 질환별 수술건수 중 가장 높은 것으로 나타났다.^[13] 또한 각막굴절 교정수술도 보편화 되어 이들 수술에서 시력의 예후를 좌우하는데 매우 중요한 요소로 작용하는 각막굴절력의 정확한 측정에 대해 많은 연구가 보고되고 있다. 다른 생체 계측치인 안축장이 수술 후 결과에 미치는 영향^[14]에 대해서도 연구되고 있으나 본 연구에서 각막굴절력에 초점을 두고, 주로 전면 각막난시 값이 사용되고 있기 때문에 전체 각막난시에 미치는 후면 난시의 크기를 분석하고, 전면과 후면 난시와의 상관성을 분석하였다.

2010년부터 2012년까지 백내장수술을 받고 충북 소재 안경원에 내원한 2,217명의 굴절상태를 측정한 이전 연구에서는 1,588안(38.5%), 327안(7.9%), 601안(14.6%)에서 각각 근시성 단난시, 원시성 단난시, 그리고 혼합난시를 보여 대부분 잔여 굴절이상을 보인다고 하였다.^[15] 일반적

Table 1. Corneal astigmatism magnitude

Parameter	Mean±SD (D) @ Degree	Range (D)
CAA	1.51 ± 0.84 @ 90.32	0.2, 3.8
CAP	-0.59 ± 0.17 @ 89.26	-1.0, -0.3
CAT	1.13 ± 0.76 @ 91.61	0.1, 3.5

CAA: Corneal astigmatism from the anterior corneal surface, CAP: Corneal astigmatism from the posterior corneal surface, CAT: Corneal astigmatism from total corneal power

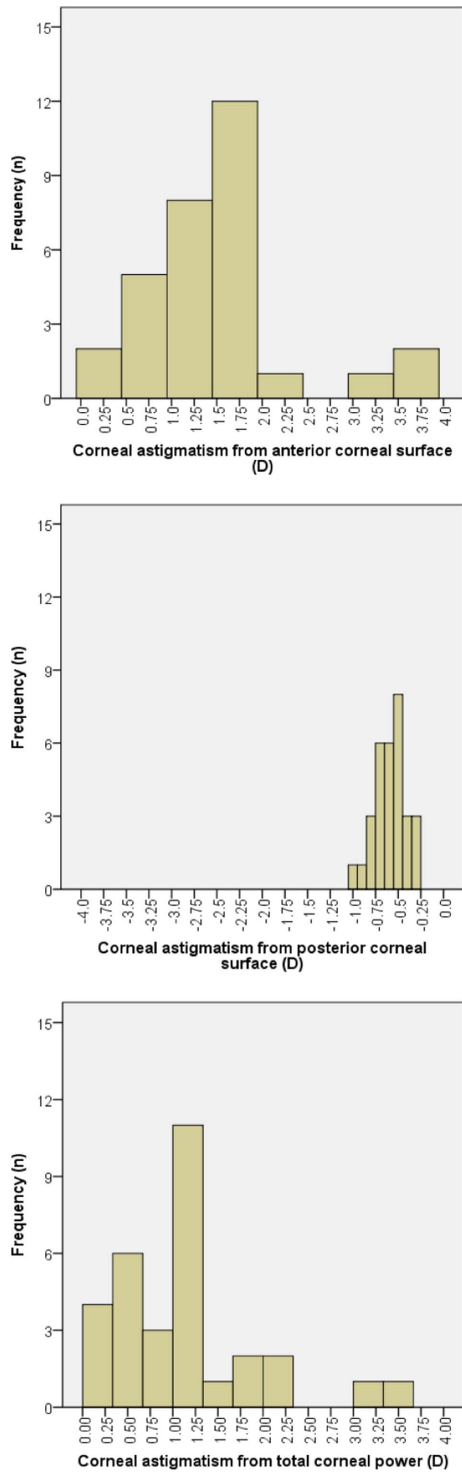


Fig. 2. Distribution of corneal astigmatism in all subjects.

으로 난시안에서 난시를 저교정하거나 미교정하는 경우 최소착각원을 망막에 위치시키기 위해 조절이 유발되고 이에 따라 안정피로가 발생하여 쾌적한 시생활에 영향을 미친다.^[16,17] 따라서 난시안에서 난시의 교정은 시생활에 매우 중요할 것이다.

난시는 안경처방, 콘택트렌즈처방, 백내장수술과 각막굴

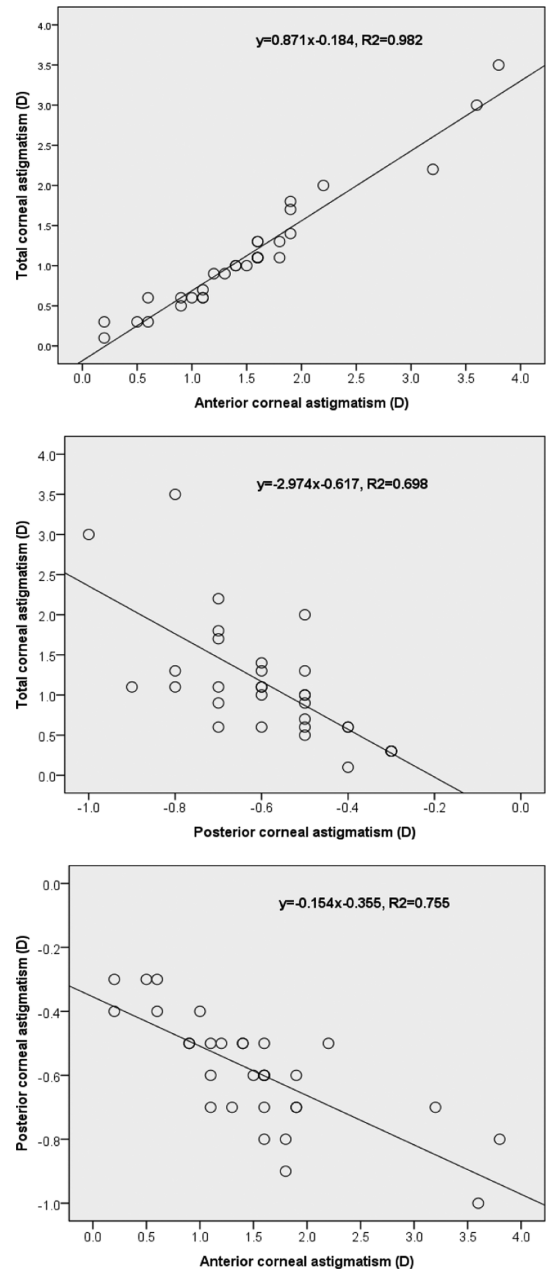


Fig. 3. Magnitude of astigmatism on the anterior corneal surface, posterior corneal surface and total cornea.

절교정수술 시 고려되어야 할 중요한 인자이며, Marquez는 1940년 잔여난시의 개념을 이용하여 난시의 인자를 각막난시와 잔여난시, 전체난시로 분류하였다.^[18] 현재까지 보고된 대부분의 연구에서 각막난시는 각막곡률계에 의해 측정된 전면 각막난시 값을 사용하였다. 또한 난시는 각막 전면과 후면, 수정체 전면과 후면, 수정체의 굴절률과 기울기 등의 영향을 받지만 전체 난시와 잔여난시를 분석한 이전 연구에서는 각막후면과 수정체 난시를 구분하지 못하였다.^[19,20] 따라서 이 연구에서는 전체 각막난시에서 전후면 각막난시의 값을 구분하여 후면난시의 정도를 분석

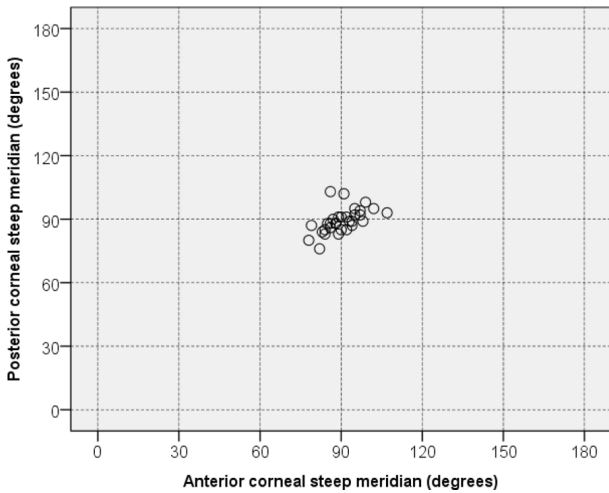
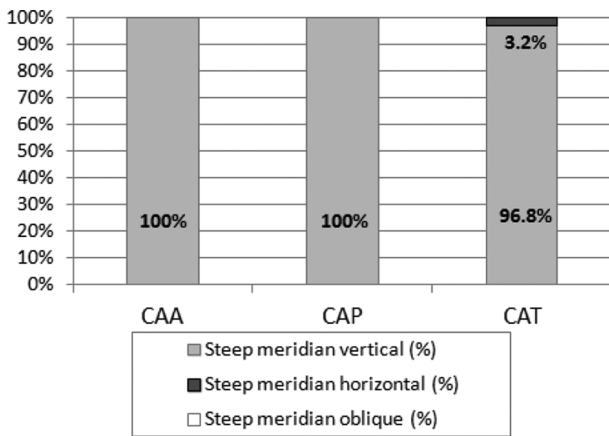


Fig. 4. Location of steep meridian on anterior and posterior corneal surface.



CAA: Corneal astigmatism from the anterior corneal surface, CAP: Corneal astigmatism from the posterior corneal surface, CAT: Corneal astigmatism from total corneal power

Fig. 5. Percentage of eyes with vertical, horizontal, and oblique steep meridian.

하였고, 전체 각막난시와 전후면난시의 관계를 나타내었다. 그 결과 전체 각막난시는 전면 각막난시의 크기보다 작았고, 전면 각막난시의 크기에 후면 각막난시의 크기가 반대방향으로 영향을 미치고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 최근의 연구에서 난시안에서 후면난시가 직난시일 경우 이 값을 무시하고 전면난시에 의존하여 전체 각막난시 값을 인공수정체 도수 계산에 사용한다면 토틱 인공수정체의 삽입 후 오차를 가져올 것이라 하였다.^[12] 이 연구에서 대상자들의 후면 난시의 크기는 -0.3 D에서 -1.0 D 정도의 값을 가진다는 것을 밝혔다. Koch *et al.*^[12] 은 중심 각막 1에서 4 mm의 후면난시를 측정하였고, -0.01 D에서 -1.10 D의 크기를 가진다고 보고하였다. 따라서 전체 각막난시에서 후면 각막난시가 차지하는 비중과 기여도에 대해 더 많은 연구가 필요하다고 생각된다.

한국인 정시안에서 전체난시, 각막난시, 잔여난시의 관계를 측정하던 이전 연구에서는 연령증가에 따라 전체난시와 각막난시는 직난시에서 도난시로 이행한다고 주장하였다.^[21] Kim *et al.*^[22]은 2001년 10~74세의 굴절이상안을 분석한 결과에서 31~40세군까지는 직난시가 44.7%로 도난시 35.2%보다 우세하며, 41세 이후로 도난시가 우세하다고 하였다. 여기서 사난시의 비율은 연령의 변화를 크게 받지 않는다고 하였다. 본 연구에서는 모든 대상자가 20대로 각막전면과 후면에서 모든 대상자, 그리고 전체 각막난시의 96.8%에서 직난시를 보여, 이전의 경향과 일치하였다. Mason,^[23] Kratz와 Waltonson^[24]은 각막에 대한 연구에서 각막의 경선별 곡률은 나이에 따라 변한다는 개념을 발표하였다. 또한 전체난시, 각막난시 그리고 잔여난시의 분포에 대한 이전 연구에서 연령 뿐만 아니라 성별에 따른 영향도 제시되며, 이 값들은 인종간의 차이를 보인다고 하였다.^[25,26] 따라서 추후에 전체 각막난시와 전후면 각막난시의 관계에 대한 연구에서 넓은 범위의 연령과 성별을 고려한 분석이 필요할 것이다.

본 연구는 20대에 한정된 대상자에 의한 결과이므로 넓은 연령을 포함하지 못한 한계점이 있으나 이 결과로부터 정확한 각막굴절력 측정에서 후면 각막난시가 차지하는 비중에 대한 연구가 필요하다는 점을 제시할 수 있다는 점에서 그 의의를 찾을 수 있겠다.

결 론

본 연구는 22-28세의 성인 남녀 31명을 대상으로 전체 각막난시와 전후면 각막난시의 크기와 관계를 분석하였다. 전체 및 전후면 각막난시의 평균 크기는 각각 1.13 ± 0.76 D, 1.51 ± 0.84 D, 그리고 -0.59 ± 0.17 D 였다. 전면 각막난시는 전체 각막난시의 크기에 비해서 100~150% 정도 큰 값을 보여 후면 각막난시의 기여도를 확인할 수 있었다. 가장 가파른 경선에 따른 난시 분류에서는 각막전면과 후면에서 모두 직난시에 포함되었다. 이 연구는 전체 각막난시에서 후면 각막난시가 차지하는 비중에 대한 분석을 시도하였는데 의의가 있으며, 이후 다양한 연령대를 포함한 추가적인 연구가 필요하겠다.

감사의 글

이 논문은 2014년도 백석대학교 대학연구비에 의해 수행되었음.

REFERENCES

[1] Holladay JT. Refractive power calculations for intraocular

- lenses in the phakic eye. *Am J Ophthalmol*. 1993;116:63-66.
- [2] Drexler W, Findl O, Menapace R, Rainer G, Vass C, Hitzinger CK, Fercher AF. Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery. *Am J Ophthalmol*. 1998;126:524-534.
- [3] Holladay JT, Prager TC, Ruiz RS, Lewis JW, Rosenthal H. Improving the predictability of intraocular lens power calculations. *Arch Ophthalmol*. 1986;104:539-541.
- [4] Lee AC, Qazi MA, Pepose JS. Biometry and intraocular lens power calculation. *Curr Opin Ophthalmol*. 2008;19:13-17.
- [5] Kim BH, Wee WR, Kim MK. Analysis of factors that influence on accuracy of intraocular lens power calculation. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2014;55(2):173-181.
- [6] Holladay JT. Cataract surgery in patients with previous keratorefractive surgery. *Ophthalmic Practice*. 1997;15:238-244.
- [7] Gimbel HV, Sun R. Accuracy and predictability of intraocular lens power calculation after laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2001;27:571-576.
- [8] Holladay JT. Consultations in refractive surgery. *J Refract Corneal Surg*. 1989;5:202-203.
- [9] Feiz VI, Mannis MJ, Garcia-Ferrer F, Kandavel G, Darlington JK, Kim E, Caspar J, Wang JL, Wang W. Intraocular lens power calculation after laser in situ keratomileusis for myopia and hyperopia: a standardized approach. *Cornea*. 2001;20:792-797.
- [10] Moon SH, Kwon KL, Kee C. Intraocular lens power calculation in cataract surgery after excimer laser photorefractive keratectomy. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2000;41:60-66.
- [11] Chen D, Lam AK. Reliability and repeatability of the Pentacam on corneal curvatures. *Clin Exp Optom*. 2009;92(2):110-118.
- [12] Koch DD, Ali SF, Weikert MP, Shirayama M, Jenkins R, Wang L. Contribution of posterior corneal astigmatism to total corneal astigmatism. *J Cataract Refract Surg*. 2012;38:2080-2087.
- [13] The National Health Insurance Service: The health insurance review and assessment service. Seoul, National Health Insurance Statistical Yearbook. 2012;1-772.
- [14] Choi IY, Leem HS. Comparison on the accuracy of intraocular lens power calculation formulas according to axial length. *Korean J Vis Sci*. 2013;15(4):339-348.
- [15] Kim HS, Son JS, Yu DS. Trends and refractive status of cataract surgery - an optometry clinic-based survey in Chungbuk. *J Korean Ophthalmol Opt Soc*. 2013;18(2): 143-148.
- [16] Brookman KE, Elliott DB. Refractive management of ametropia, 1st ed. Boston: Butterworth-Heinemann. 1996; 718-719.
- [17] Kim SR, Kim HS, Jung GW, Park HM, Park SH, Park MJ. Axial rotation of toric soft lens by corneal astigmatism and change of posture. *J Korean Ophthalmol Opt Soc*. 2013;18(4):441-447.
- [18] Marquez M. The great usefulness of bicylindric combination in the exporation of astigmatism. *Am J Ophthalmol*. 1940;25:1458-1462.
- [19] Song SJ, Bae HJ, Yun MO, Kim JY, Kim JS, Eom JH. Distribution and correlation of total astigmatism, corneal astigmatism, residual astigmatism with twenties and thirties. *Korean J Vis Sci*. 2012;14(1):39-45.
- [20] Kim HK, Baek SS, Lee H, Rhee KO, Oh SH. Comparisons among methods of measuring residual astigmatism. *Korean J Vis Sci*. 2010;12(3):163-172.
- [21] Kim CS, Ryu JW, Kim HS, Lee YC. Distribution and change of total astigmatism, corneal astigmatism and residual astigmatism with age in patient with emmetropia. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2005;46(3):485-493.
- [22] Kim JH. A study on variation of astigmatism axis according to the age. *J Korean Ophthalmol Opt Soc*. 2001;6:71-76.
- [23] Mason FL. Principles of optometry, ed. San Francisco: Carlisle. 1940;400-401.
- [24] Kratz JD, Walton WG. A modification of javal's rule for the correction of astigmatism. *Am J Optom Arch Am Acad Optom*. 1949;26:295-306.
- [25] Qin B, Tang M, Li Y, Zhang X, Chu R, Huang D. Anterior segment dimensions in Asian and Caucasian eyes measured by optical coherence tomography. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. 2012;43:135-142.
- [26] Wojciechowski R, Congdon N, Anninger W, Teo Broman A. Age, gender, biometry, refractive error, and the anterior chamber angle among Alaskan Eskimos. *Ophthalmology*. 2003;110:365-375.

Correlation between Anterior and Posterior Corneal Astigmatism in Total Corneal Astigmatism

Hyojin Kim^{1,2,*}

¹Dept. of Visual Optics, Baekseok University, Cheonan, 330-704, Korea

²Dept. of Visual Optics, Graduate School of Health and Welfare, Baekseok University, Seoul 137-848, Korea

(Received August 8, 2014; Revised September 3, 2014; Accepted September 18, 2014)

Purpose: To investigate the effect of anterior, posterior corneal astigmatism and total corneal astigmatism on posterior corneal astigmatism by analyzing correlation. **Methods:** Participants were 31 patients (31 eyes) without corneal disease at the age range of 22 to 28 who had visited hospital to receive corneal refractive surgery. The total corneal astigmatism and anterior and posterior corneal astigmatism were measured using a rotating scheimpflug camera before surgery. The magnitude of astigmatism was calculated with the difference between the meridian of the steep refractive power and the flat, and With-The-Rule and inverse astigmatism were divided according to the direction of the meridian that was the steepest. **Results:** The averages of total corneal astigmatism and anterior and posterior astigmatism were found to be 1.13 ± 0.76 D, 1.51 ± 0.84 D, and -0.59 ± 0.17 D. The magnitude of posterior corneal astigmatism was distributed between -1.0 D and -0.25 D in all the subjects, and when the magnitude of total corneal astigmatism was set as 100, the magnitude of anterior corneal astigmatism was $142.9 \pm 29.9\%$. Total corneal astigmatism indicated the highest correlation with the magnitude of anterior astigmatism ($y = 0.871x - 0.184$, $R^2 = 0.982$) and high negative correlation with posterior astigmatism ($y = -2.974x - 0.184$, $R^2 = 0.698$). All the subjects' anterior and posterior corneal astigmatism was classified into With-The-Rule. **Conclusions:** Anterior and posterior corneal astigmatism in the subjects in their 20's showed the magnitude of -3.8 D in 0.2 D and -0.25 D in -1.0 D separately, and both anterior and posterior astigmatism indicated a high percentage of With-The-Rule.

Key words: Corneal astigmatism, Anterior corneal astigmatism, Posterior corneal astigmatism, With-The-Rule