

각막굴절력에 따른 누액층 파괴시간 분포와 연관성

정연홍^{1*}

¹경동대학교 안경광학과

The Correlation of Tear Break-Up Time according to Corneal Refractive Power

Youn Hong Jeong^{1*}

¹Department of Visual Optics, Kyungdong University

요 약 본 연구에서는 각막굴절력에 따른 누액층 파괴시간(TBUT)의 연관성을 분석하여 콘택트렌즈의 선택 및 착용을 위한 참고자료로 활용하고자 한다. 각막손상 및 안질환이 없는 만 21세부터 27세 이하(평균 22.87±1.48세) 대학생들의 각막곡률반경을 각막곡률계로 측정하였다. 각막굴절력은 곡률반경을 이용하여 계산하였고 TBUT는 각막곡률계의 마이어(mire) 상이 처음으로 왜곡되는 시간으로 측정하였다. 각막굴절력과 TBUT의 관계에서 우안의 경우, 'y=37.921-0.610x'의 관계를 가지며 각막굴절력이 클수록 누액층이 파괴되는 시간이 단축되는 음의 연관성을 나타냈다(r=-0.462, p=0.010). 좌안은 'y=41.894-0.695x'의 관계로서 음의 연관성(r=-0.509, p=0.004)으로 측정되어 좌·우안 모두 각막근시도가 높으면 TBUT는 짧아지는 음의 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 이 결과는 피검자의 각막곡률반경 측정으로 콘택트렌즈 착용여부를 결정하는데 필요한 TBUT의 기본적인 예측이 가능하다.

Abstract In this study, the relation between the corneal refractive power and the tear break-up time(TBUT) was analyzed. The results can be effectively used in eye clinics and served as the reference on wearing the contact lenses. We had measured the radius of the corneal of university students who are in the range of 21 to 27 year-old and who don't have eye disease. The corneal refractive power was calculated by using the radius of the corneal. And TBUT is the time when the mire image is distorted first time. The relation between the corneal refractive power and TBUT in right eye was a linear as 'y=37.921-0.610x', in which the larger the refractive power of the cornea is, the shorter TBUT is(negative relationship; r=-0.462, p=0.010). The relation in left eye was also a negatively linear as 'y=41.894-0.695x'(r=-0.509, p=0.004). Consequently, in both eyes the corneal refractive power and TBUT have a negative correlation when myopia is a high. It is possible to predict TBUT, which is necessary in deciding on wear of contact lenses, by measuring the corneal radius of subjects.

Key Words : Corneal radius, Corneal refractive power, Keratometer, Tear break-up time, Visible iris diameter.

1. 서론

눈의 굴절력 대부분은 각막과 수정체에 의해 결정된다. 특히 각막의 굴절률과 곡률반경이 굴절력에 중요한 요인으로 작용하며 이 구성요소가 적절하게 유지되지 못하면 굴절이상 등의 여러 문제가 발생하게 된다[1]. 굴절이상은 근시와 원시, 난시를 포함하는 것으로 광학적인

정의는 눈의 굴절력에 해당하는 상축초점과 망막의 중심와가 일치하지 않을 때 발생하는 현상이다. 그 정도를 '굴절이상의 정도' 또는 '비정시의 정도'라고 하며 원인으로서는 환경적인 요인과 유전적인 요인, 생물학적인 요인으로 크게 나눌 수 있다. 그 중에서도 눈과 관련한 생물학적인 요인을 보면 조절과 폭주에 따른 안축장의 증가와 조절기전, 근업에 따른 가성근시, 조절시 안압증가에

*Corresponding Author : Youn Hong Jeong(Kyungdong Univ.)

Tel: +82-33-639-0230 email: yhjeong@k1.ac.kr

Received March 27, 2013

Revised May 6, 2013

Accepted June 7, 2013

따른 공막의 확장, 그리고 각막의 곡률반경의 변화에 그 주된 이유로 알려져 있다[2]. 눈의 주된 굴절력인 각막면은 유아기엔 수직경선의 굴곡이 가장 심했다가 나이가 들어감에 따라 점차 완만해지는데 그 정도가 수평경선 보다는 수직경선의 변화가 심하며 Scott 등[3]은 각막굴절력(corneal refractive power)은 유리체 깊이와 더불어 눈의 굴절상태를 결정하는데 중요한 광학상수라고 하였다[2]. 또한 각막전면의 곡률반경은 안축장과 이루는 비(ratio)로 정시를 이룰 수 있는 정도와 관련된 정보를 제공할 수 있다고 하였다[4].

각막의 평균 굴절력은 +43 D이고 전면의 중심부 곡률반경은 평균 7.8 mm, 후면은 7.2 mm이다. 하지만 정상안의 경우 각막의 곡률반경과 굴절력은 인종, 성별, 등에 따라 다른 것으로 보고 되고 있다[5]. 특히 각막의 곡률은 연령에 따라서 변화되며 하드 콘택트렌즈(hard contact lens) 처방에서는 매우 중요한 자료로서 착용에 많은 영향을 주고 있다[6]. 또한 각막의 기능적 구조변화와 더불어 누액의 양과 누액층 파괴시간(tear break-up time: TBUT)은 선행연구[7]에서도 콘택트렌즈 착용과 밀접한 연관성을 포함하고 있다. 대부분의 콘택트렌즈 착용 대상자들은 인공누액과 같은 의약품으로 부족한 누액양을 보충하고 있으며 일상생활에서 흔히 관찰된다. 이러한 불편함을 제거하기 위하여 최근에는 누액성분을 분석해서 콘택트렌즈 및 관련제품에 응용하는 연구가 활발하게 진행되고 있다.

각막의 곡률반경과 누액에 관련된 수치는 콘택트렌즈의 착용에 중요한 요인으로 작용되며 콘택트렌즈의 합수율 및 이심율(eccentricity) 등의 렌즈를 선택하고 성공여부를 예측할 수 있는 정보가 된다[8]. 각막의 곡률반경은 일반적으로 각막곡률계(keratometer)로 측정하며 그 측정된 값으로 콘택트렌즈 주문 및 처방에 이용된다. 또한 처방된 렌즈의 적합성 여부의 결정과 사후 관리도 판단한다[9].

따라서 본 연구에서는 안경원 및 안과에서 임상적으로 사용하는 각막곡률계로 각막굴절력과 누액층(precomeal tear film)이 파괴되는 시간을 측정하고 상호 연관성을 분석하여 처음으로 콘택트렌즈를 선택하는 대상자들에게 착용시에 주의해야할 기초적인 참고자료로 활용하고자 하였다.

2. 대상 및 방법

2.1 대상

본 연구는 각막손상 및 안질환이 없는 만 21세~27세

이하(평균 22.87±1.48세) 성인으로 2012년 7월부터 2013년 1월까지 검사하였다[Table 1]. 피검자들은 강원권 대학생들로 남자 22명, 여자 8명(우안 30안, 좌안 30안)이며 교정시력이 $-5.00 \leq D \leq +0.50$ 의 안경착용 대상자인 경우에만 측정하였다. 검사의 신뢰도를 높이기 위하여 외부요인(시력교정술을 포함한 안과적 수술 등) 및 콘택트렌즈를 착용(하드·소프트 콘택트렌즈) 등에 의한 각막변형으로 굴절이상에 영향을 미치는 대상자는 제외하였다.

[Table 1] Characteristic of subjects

	Classification	Prevalence(%)	Mean±SD
Gender	Male	22(73.3)	
	Female	8(26.7)	
Age(yrs)	≤23	20(66.7)	22.87±1.48
	24≤	10(33.3)	

2.2 방법

각막전면의 굴절력은 임상에서 주로 사용하는 각막곡률계(Topcon OM-4, Japan)를 이용하여 각막곡률반경(corneal radius)을 측정된 후에 계산으로 굴절력을 산출하였다. 누액층 파괴시간(TBUT)은 선행[10]된 비침입성 눈물막 파괴시간(NITBUT)과 동일한 측정방법으로 각막곡률계의 마이어(mire)상이 처음으로 왜곡되는 시간을 측정하였다. 순서는 먼저 우안을 측정한 후에 좌안을 검사하였으며 측정간격(interval)은 정확성을 위하여 우안과 좌안 사이에 10분 정도 휴식시간을 갖도록 하였다. 가시홍채직경(visible iris diameter)은 일반적으로 가로의 직경[11]을 의미하므로 자동굴절검사(Topcon KR8100P, Japan) 기기를 활용하여 수평방향 직경을 측정하였다.

누액층이 처음 파괴되는 시간과 수평·수직의 각막곡률반경 사이의 통계학적 분석은 SPSS 13.0을 이용하여 산출하였으며 $p < 0.05$ 인 경우를 통계적으로 유의하다고 정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 각막굴절력과 HVID, TBUT 분포

피검자의 가시홍채직경(horizontal visible iris diameter: HVID) 범위는 우안 11.00~13.00 mm, 좌안 10.00~13.00 mm으로 우안보다 좌안에서 측정범위가 넓게 분포하였으며 평균값(Mean±SD)은 우안과 좌안이 각각 11.96±0.64 mm, 11.97±0.77 mm로 통계적인 차이($t = -0.055$, $p = 0.957$)는

없었다[Table 2]. 누액층 파괴시간은 우안의 분포범위(평균값)가 4.50~18.82 s(9.10±3.00 s)이고 좌안에서는 5.00~17.47 s(9.07±2.88 s)로 좌안보다 우안에서 넓게 분포하였지만 유의한 차이는 없었다(t=0.041, p=0.968).

[Table 2] Range(Mean±SD) of HVID and TBUT

	Range	Mean±SD	t, p	Levene*
HVID (mm)	O.D. 11.00~13.00	11.96±0.64	t=-0.055, f=0.048, p=0.957	p=0.827
	O.S. 10.00~13.00	11.97±0.77		
TBUT (s)	O.D. 4.50~18.82	9.10±3.00	t=0.041, f=0.003, p=0.968	p=0.958
	O.S. 5.00~17.47	9.07±2.88		

*Levene's test for equality of variances

성별 구분에서는 남자 10.00~13.00 mm(12.07±0.67 mm), 여자 10.00~13.00 mm(11.68±0.72 mm)으로 가시홍채 직경의 분포범위는 같았으며 평균값에서 남자가 여자보다 조금 더 크게 측정되었지만 통계적인 차이는 없었다(t=1.977, p=0.053). 누액층이 파괴되는 시간은 남자 4.50~18.82 s(9.19±2.90 s), 여자 5.00~14.40 s(8.77±3.04 s)로 여자가 남자보다 짧았지만 유의한 차이가 없었다(t=0.493, p=0.624). 전체적으로 가시홍채직경은 11.97±0.70 mm, 누액층 파괴시간은 9.08±2.92 s의 평균값을 나타냈다[Table 3].

선행[12,13]된 가시홍채직경에 대한 연구에서 Lee 등[12]은 11.4 mm라고 하였고 검사대상자의 연령대가가 본 측정과 비슷한 Sohn 등[13]은 재질이 서로 다른 콘택트렌즈를 착용한 성인 남녀에서 가시홍채직경을 11.65±0.36 mm, 11.64±0.34 mm라고 하였다. 이 값들은 본 검사에서 측정된 값과 5% 미만의 오차를 나타낸 것으로 Sohn 등[13]이 검사한 2007년도에 비교하면 변화가 거의 없는 것으로 나타났다. 누액층 파괴시간은 자동굴절검사 장비로 측정된 Mah 등[10]은 남자 19.8 s, 여자 16.7 s로 평균 18.1 s로 본 결과보다 2배 정도 길었으며 세극등 현미경(slit lamp)으로 측정된 Sung 등[7]은 남자 12.585±3.999 s, 여

자 9.761±3.339 s로 발표하였다. 본 측정값과는 남자 3초, 여자는 1초 정도 더 길게 측정된 것으로 누액층 파괴시간은 검사마다 그 측정값이 일정하지 않으며 측정기기와 성별, 연령에 따라 다르기 때문에 판단된다.

[Table 3] Comparison of HVID and TBUT according to gender

	Range(Mean±SD)	t, p	Levene
HVID (mm)	Male 10.00~13.00 (12.07±0.67)	10.00~13.00 t=1.977, f=0.634, p=0.053	p=0.429
	Female 10.00~13.00 (11.68±0.72)		
TBUT (s)	Male 4.50~18.82 (9.19±2.90)	4.50~18.82 t=0.493, f=0.822, p=0.624	p=0.368
	Female 5.00~14.40 (8.77±3.04)		

각막곡률반경은 우안에서 수평경선(180°)이 8.07±0.41 mm, 수직경선(90°)은 7.86±0.43 mm(평균 7.97±0.41 mm)으로 수직방향의 차이가 더 짧았으며 좌안에서도 수평 8.08±0.38 mm, 수직 7.88±0.40 mm(평균 7.98±0.38 mm)으로 우안과 같이 수직방향이 짧은 경향을 나타냈다. 곡률반경에 의한 각막굴절력의 범위(평균값)는 우안 수평방향에서 39.96~49.34 D(46.70±2.21 D)로 측정되었고 수직방향은 40.39~50.81 D(47.96±2.46 D)였다. 좌안은 수평과 수직이 각각 41.00~49.34 D(46.65±2.06 D), 41.32~50.81 D(47.84±2.27 D)로 평균 47.28±2.27 D와 47.22±2.11 D를 나타냈다[Table 4].

Sung 등[14]은 검영기를 이용한 타각적 굴절검사에서 21~30세의 평균(수직·수평경선) 각막굴절력이 남자 +43.96 D, 여자 +42.64 D라고 하였고 본 실험과 동일한 측정기기와 방법을 이용한 Seo 등[15]은 젊은층에서 곡률반경이 7.79 mm로 측정되었다고 발표하였다. 또한 Chio 등[6]은 성인(19~20세) 남녀에서 우안의 수평과 수직경선이 43.754±2.679 D, 44.073±2.326 D이고 좌안은 수평

[Table 4] Corneal radius(mm) and refractive power(D)

		O.D.		O.S	
		Horizontal*	Vertical**	Horizontal	Vertical
Radius	Range (Mean±SD)	7.62~9.41 (8.07±0.41)	7.40~9.31 (7.86±0.43)	7.62~9.17 (8.08±0.38)	7.40~9.10 (7.88±0.40)
	Mean±SD	7.97±0.41		7.98±0.38	
	Refractive power	Range (Mean±SD)	39.96~49.34 (46.70±2.21)	40.39~50.81 (47.96±2.46)	41.00~49.34 (46.65±2.06)
	Mean±SD	47.28±2.27		47.22±2.11	

*horizontal direction(180°) **vertical direction(90°)

[Table 5] Correlation of corneal refractive power and VID & TBUT

	O.D.			O.S.		
	Horizontal	Vertical	Mean	Horizontal	Vertical	Mean
HVID(mm)	r=-0.109, p=0.568			r=-0.192, p=0.308		
TBUT(s)	r=-0.465, p=0.010*	r=-0.423, p=0.020*	r=-0.462, p=0.010*	r=-0.524, p=0.003**	r=-0.502, p=0.005**	r=-0.509, p=0.004**

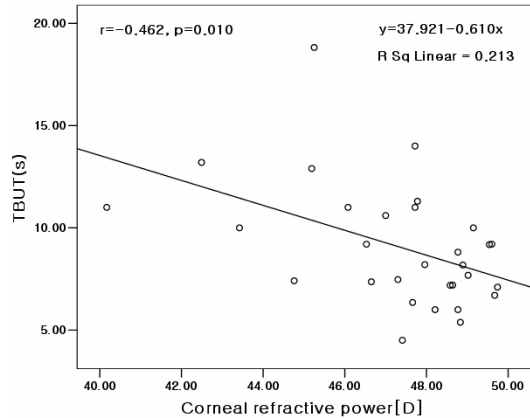
*p<0.05 **p≤0.005

42.899±3.015 D, 수직 43.197±1.329 D이라고 보고하였다. 방향에 따른 각막굴절력은 Sung 등[14]이 측정(20~30대 성인)한 1999년부터 본 측정까지 수직방향의 굴절력이 더 크다고 보고되고 있으며 곡률반경은 Chio 등[6]이 발표한 2000년도와 비교하면 우안의 수평방향 0.24 mm, 수직방향 0.25 mm 그리고 좌안의 수평과 수직이 각각 0.20 mm, 0.30 mm 정도의 차이를 보였다. 이러한 차이는 연령과 시간적 흐름, 측정방법과 기기편차 그리고 하드콘택트렌즈 등에 의한 각막표면의 자극이 각막곡률에 영향을 준 것으로 판단된다.

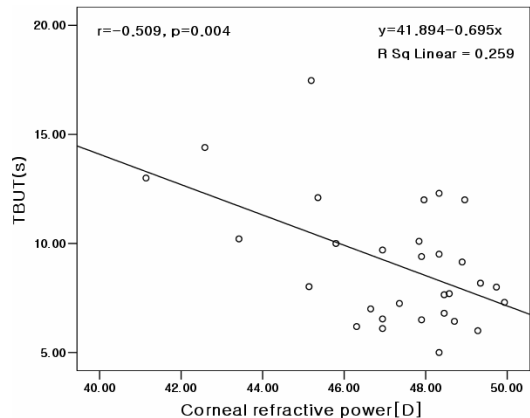
3.2 각막굴절력과 HVID, TBUT의 연관성

각막굴절력과 가시홍채직경의 연관성은 우안(r=-0.109)과 좌안(r=-0.192)이 모두 관련성이 없는 것으로 분석되었다(p=0.568, p=0.308). 반면 누액층 파괴시간과는 우안 수평방향에서 r=-0.465, 수직방향은 r=-0.423으로 음의 상관관계를 나타냈으며(p=0.010, p=0.020) 좌안에서도 수평(r=-0.524, p=0.003)과 수직(r=-0.502, p=0.005)이 음의 연관성이 있는 것으로 분석되었다. 또한 각막굴절력 평균값(수평·수직)과의 관계에서는 우안과 좌안이 모두 통계적으로 유의한 것으로 분석되었다[Table 5].

각막굴절력 평균값(수평·수직)에 따른 누액층 파괴시간의 상호 상관관계를 알아보기 위하여 직선 피팅식으로 분석하면 우안에서 'y=37.921-0.610x'로 음의 기울기를 나타냈으며 좌안에서도 'y=41.894-0.695x'로 우안과 비슷한 음의 기울기 값을 보였다[Fig. 1, 2]. 즉, 각막곡률반경에 따른 누액층이 파괴되는 시간은 우안보다 좌안에서 조금 빠르게 감소하는 것으로 측정되었으며 상호 연관성에서는 우안 r=-0.462(p=0.010), 좌안 r=-0.509(p=0.004)로 통계적으로 유의하게 분석되었다. 이러한 결과는 각막의 곡률반경이 작을수록 즉, 각막굴절력이 커지면 누액층이 파괴시간은 짧아지는 반대의 성향을 나타낸다고 할 수 있으며 각막근시에서 건조반(dry spot)이 빠르게 생긴다는 것을 의미하므로 콘택트렌즈 처방에 신중하여야 할 것으로 판단된다.



[Fig. 1] Scatter plot for corneal refractive power & TBUT(O.D.)



[Fig. 2] Scatter plot for corneal refractive power & TBUT(O.S.)

4. 결론

눈의 굴절력은 대부분 각막에 의해 결정되며 콘택트렌즈의 디자인과도 관계되어져 있다. 또한 콘택트렌즈를 성공적으로 적응하기 위해서는 많은 변수들이 작용하며 그

중에서 누액 양과 파괴시간은 콘택트렌즈 착용여부에 직접적인 관련이 있다. 누액의 성분이나 양은 성별과 나이, 인종 등과 관계되어 있으며 감정상태에 따라서도 달라진다고 알려져 있다[5]. 하지만 콘택트렌즈를 희망하는 대상자들이 편안하게 렌즈를 착용하기 위해서는 각막굴절력을 측정하고 이 측정값으로 누액층이 파괴시간에 대한 예측이 가능하다면 콘택트렌즈 선택 및 착용 등에 필요한 많은 정보를 활용할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 각막굴절력에 따른 누액층 파괴시간을 분석하면 우안 'y=37.921-0.610x', 좌안 'y=41.894-0.695x'로 직선 피팅식에서 음의 기울기 값을 나타냈다. 그러므로 각막굴절반경에 따른 누액층 파괴시간이 우안과 좌안이 서로 다르다는 것을 나타내며 상호 관련성은 우안 r=-0.462(p=0.010), 좌안 r=-0.509(p=0.004)로 통계적으로 유의하게 분석되었다.

이 결과는 각막굴절력에 따른 누액층 파괴시간(TBUT)은 안경사가 피검자의 굴절반경을 측정함으로써 누액층이 파괴되는 시간을 예상할 수 있으며 그로 인한 콘택트렌즈 주문과 기본적인 착용 예후에 대한 참고자료로 활용이 가능하다고 판단된다. 하지만 렌즈착용에 대한 판단은 눈의 굴절상태와 더불어 각막형상 등에 여러 조건에 따른 정보가 요구되므로 추가적인 실험이 필요할 것이다.

References

[1] J. H. Kim, J. A. Shin, *Refraction*, p.54-62, Hanmibook, 2008.

[2] B. K. Lim, S. W. Jeon, Y. H. Jeong, "The correlation of refractive error and ocular dimensions in older age", *J Korean Oph Opt Soc*, 16(3), pp.293-297, 2011.

[3] R. Scott, T. Grosvenor, "Structural model for emmetropic and myopic eye", *Ophthalmic Physiological Optic*, 13(1), pp.41-47, 1993.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-1313.1993.tb00424.x>

[4] T. Grosvenor, R. Scott, "Role of the axial length/corneal radius ratio in determining the refractive state of the eye", *Optom Vis Sci*, 72(4), pp.287-289, 1995.

[5] D. G. Horner, P. S. Soni, N. Vyas, N. L. Himebaugh, "Longitudinal changes in corneal asphericity in myopia", *Optom Vis Sci*, 77(4) pp.198-203, 2000.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00006324-200004000-00012>

[6] H. S. Chio, D. H. Kim, "The comparative analysis of male and female of adult on the base crve, power and astigmatism of the cornea", *J Korean Oph Opt Soc*, 5(2), pp.27-31, 2000.

[7] A. Y. Sung, T. H. Kim, K. H. Ye, "Study on the comparison between contact lens wear and BUT value", *Korean J Vis Sci*, 12(1), pp.65-73, 2010.

[8] E. H. Park, S. R. Kim, M. Park, "A relationship between corneal eccentricity and stable centration of RGP lens on cornea", *J Korean Oph Opt Soc*, 17(4), pp.373-380, 2012.

[9] E. H. Park, S. R. Kim, M. Park, "A comparison of the contact areas between cornea and RGP lenses by fitting status", *J Korean Oph Opt Soc*, 17(3), pp.255-264, 2012.

[10] K. C. Mah, K. J. Lee, "Changes of the corneal curvature and TBUT in contact lens wearers", *Korean J Vis Sci*, 1(1), pp.89-100, 1999.

[11] K. C. Mah, K. J. Lee, *Contact lens*, pp.121-124, Daihaksurim, 1995.

[12] J. H. Lee, H. B. Lee, W. Hyu, Y. J. Hong, *Ophthalmology*, pp.24-25, Ilchokak, 2012.

[13] K. S. Sohn, J. W. Byun, J. S. Choi, S. M. Lee, K. C. Mah, S. H. Sim, "A comparative study of clinical performance of PC hydrogel and silicone hydrogel contact lenses", *Korean J Vis Sci*, 9(3), pp.333-350, 2007.

[14] D. Y. Sung, D. J. Youk, "A study on the corneal refractive power of myopic eyes in korean", *J Korean Oph Opt Soc*, 4(2), pp.17-22, 1999.

[15] Y. W. Seo, Y. J. Choe, "Study of ocular optical components", *J Korean Oph Opt Soc*, 5(2), pp.139-144, 2000.

정연홍(Youn Hong Jeong)

[정회원]



- 2009년 8월 : 한남대학교 대학원 물리학과 (이학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 경동대학교 안경광학과

<관심분야>

안경광학, 굴절검사, 양안시 검사