

샤임플러그 전안부사진기를 이용한 눈물막의 두께 측정 및 건성안 지표와의 관계 분석

Measurement of Precorneal Tear Film Using Scheimpflug Camera and Relationship with Parameters for Dry Eye

강나희¹ · 박연꽃² · 전루민²

Na Hee Kang, MD, PhD¹, Yeon Ggoch Park, MD², Roo Min Jun, MD, PhD²

우리안과의원¹, 이화여자대학교 의학전문대학원 안과학교실²

Woorieyes Clinic¹, Wonju, Korea

Department of Ophthalmology, Ewha Womans University School of Medicine², Seoul, Korea

Purpose: To compare the anterior segment parameters including precorneal tear film thickness (PTFT) using Pentacam® (Oculus, Wetzlar, Germany) between normal control and dry eye groups and to examine the relationships between the PTFT and other parameters for dry eye.

Methods: The present study included 23 normal controls (31 eyes) and 25 patients with dry eyes (31 eyes). We compared measurements including PTFT, corneal thickness and astigmatism using Pentacam® and analyzed the correlations among the PTFT and fluorescein tear break-up time (FBUT), Schirmer I test (without anesthesia), and ocular surface disease index (OSDI).

Results: The mean PTFT in dry eyes ($21.1 \pm 2.0 \mu\text{m}$) was significantly thinner than in normal eyes ($37.6 \pm 2.0 \mu\text{m}$; $p < 0.01$). In the dry eye group, the corneal thickness was thicker than in the normal eye group but there were no clinically significant differences. The dry eye group experienced more frequent and severe corneal astigmatism compared with the normal group. OSDI scores showed a weak negative correlation with objective clinical measures of dry eye (FBUT, Schirmer I test) but was not statistically significant. However, OSDI was statistically significantly negatively correlated with PTFT ($r = -0.46$, $p < 0.01$). The PTFT showed a weak positive correlation with FBUT and Schirmer I test without statistical significance.

Conclusions: The mean PTFT using Pentacam® in the dry eye group was thinner than in the normal group. Additionally, the PTFT was correlated with subjective symptoms. Therefore, the PTFT measurement using Pentacam® could be considered a useful method for diagnosis and treatment of dry eye.

J Korean Ophthalmol Soc 2015;56(11):1699-1705

Key Words: Dry eye, Fluorescein tear break-up time, Ocular surface disease index, Pentacam®, Precorneal tear film thickness

눈물막은 눈물샘에서 생성된 후 눈깜박임을 통해 각막

표면의 균일한 앞부분을 구성한다.¹ 눈물막은 각막 상피세포들의 수화, 세균으로부터의 방어, 영양분 공급 및 노폐물 제거와 같은 역할을 함으로써 눈의 건강에 필수적일 뿐 아니라 광학적 측면에 있어서도 중요한 눈의 구조 중 하나이다.^{1,2}

이러한 눈물막의 구조적 손상, 즉 눈물의 부족 및 과도한 증발로 안구 표면 손상이 발생하고 이로 인해 눈의 불편감 및 자극증상이 생기는 것이 건성안이다.^{3,4} 건성안은 14-33%에 이르는 유병률을 보이는 임상적으로 매우 흔한 질환임

■ Received: 2015. 4. 24.

■ Revised: 2015. 6. 8.

■ Accepted: 2015. 9. 4.

■ Address reprint requests to **Roo Min Jun, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Ewha Womans University
Mokdong Hospital, #1071 Anyangcheon-ro, Yangcheon-gu,
Seoul 07985, Korea
Tel: 82-2-2650-5153, Fax: 82-2-2654-4334
E-mail: jrmoph@ewha.ac.kr

에도 불구하고, 아직까지 단계적인 진단 방법이 확립되어 있지 않다.^{3,5,6} 객관적 검사 방법으로 플루오레신 염색상 눈물막 파괴시간(fluorescein tear film break-up time, FBUT), 쉬르머 검사(Schirmer test), 플루오레신 염색법 등을 주로 많이 이용하고 있지만 건성안의 증상이나 정도와 각 검사 결과 간 일치도가 검사마다 차이를 보이는 것으로 알려져 있어서 단일 검사로 건성안을 판정하기 어려우며 이들을 보조할 만한 새로운 검사법이 필요한 실정이다.^{2,4,6-8}

눈물막의 중요성 및 건성안과의 관련성 등으로 눈물막의 두께 및 역동학을 검사하는 것이 건성안 진단의 보조 방법 중 하나가 될 수 있으며, 현재까지 다양한 종류의 방법들이 연구되고 소개되어 왔다.^{1,4,9-15} 측정이 용이하고 광학적 측면에서 가장 중요한 부위인 각막 중심부의 눈물막을 Absorbent disk method, 레이저 간섭계, 공초점 현미경 등으로 분석한 연구들이 있었고, 최근 덜 침습적인 방법으로 빛간섭 단층촬영기 및 Pentacam® (Oculus, Wetzlar, Germany)을 이용한 눈물막 측정이 보고된 바 있다.^{4,9,11-15} 각 기구들로 측정한 눈물막 두께는 3-40 μm 까지 다양하게 보고되었으며, 건성안에서 눈물막의 두께가 정상안보다 얇게 측정되는 경향을 보였다.^{4,9,11-15} 이 중 Pentacam®은 측정이 쉽고, 높은 재현성을 보이며, 다른 기구들과 달리 각막 중심부 외 다른 부위의 동시 측정 및 각막 굴절력 측정이 가능한 특성이 있다.^{15,16}

본 연구에서는 Pentacam®을 이용하여 정상안과 건성안 두 군에서 중심 각막부의 눈물막 두께 및 각막 난시 등을 포함한 임상 양상을 비교해 보고, 눈물막 두께와 안구표면 질환지수(ocular surface disease index, OSDI)를 포함한 건성안 지표들과의 관련성을 알아보고자 하였다.

대상과 방법

2010년 8월 1일에서 9월 30일까지 이대목동병원 안과에 내원한 환자 중 눈물막의 안정성에 영향을 줄 수 있는 굴절 수술을 포함한 안수술의 과거력이 없으며, 당뇨 및 고혈압이 없는 성인을 대상으로 시행하였다. 안검염을 동반하거나 눈물배포와 배출 이상을 동반하는 경우는 대상에서 제외하였다.¹⁷ 검사 전 모든 피검자에게 연구에 대한 설명을 하였으며, 사전 동의를 얻은 후 연구를 진행하였다.

건성안과 관련된 증상(가려움, 긁힘, 화끈거림, 이물감, 눈부심)이 있고, FBUT가 5초 이하, 쉬르머 I 검사(Schirmer I test, without anesthesia) 결과가 10 mm 이하인 25명, 31안을 건성안 군으로 정의하였다.¹⁷ 정상군은 건성안과 관련된 증상이 없고, FBUT가 10초 이상이며, 세극등 현미경 검사상 각막 표면의 손상이 관찰되지 않았던 환자로 정의하였

으며, 23명, 31안을 모집하였다. 건성안 군의 경우 FBUT와 세극등 현미경 검사 외에 쉬르머 I 검사 및 OSDI를 추가적으로 시행하였다.

모든 대상자에서 눈물막 두께 측정을 위하여 숙련된 단일 검사자가 Pentacam®을 1회 시행하였으며, 5분 후에 마이크로 피펫을 이용하여 0.1% 플루오레신 용액 1 μL 를 하결막낭 내에 점적하고 여러 번 자연스러운 눈깜박임을 유도한 후 재스캔을 시행하였다. 플루오레신 염색 전 시행한 Pentacam®에서는 각막 상피부터 내피까지의 두께가 측정되고, 염색 후에는 샤임플러그 카메라로부터 나온 475 nm의 청색 광원에 의하여 플루오레신 용액으로 염색된 눈물막이 활성화되면서 녹색 형광을 발현하여 가시화되고, 빛반사강도가 증가되어서 눈물막을 포함한 각막 두께를 측정할 수 있다.¹⁵ 따라서 플루오레신 염색 전후의 각막 두께 차이를 각막 앞 눈물막 두께(preocular tear film thickness, PTFT)로 정의하였다(Fig. 1A).¹⁵ 측정 및 결과의 정확성을 위하여 단 1회 측정으로 Pentacam®의 Quality of speciality 창에 “OK”가 나타나는 경우만을 포함하였다. Compare 2 image view를 이용하여 중심 PTFT 및 상, 하, 비, 이측의 PTFT를 분석하였다(Fig. 1B). 또한 본 연구에서는 각막 굴절력의 동시 측정이 가능하였으며, 각막 구면굴절력은 Pentacam®으로 측정한 각막 굴절력이 가장 큰 경선(K_1)과 작은 경선(K_2)의 굴절력의 평균으로 정의하였고, 각막 난시는 둘 간의 차이로 그 값이 0.25 diopter (D) 이상인 경우를 난시로 판정하여 굴절력과 난시의 빈도를 비교 분석하였다.¹⁸

Pentacam®을 시행한 대상자는 이후 1인의 각막 전문의에 의해 맹검법으로 FBUT를 측정하고, 플루오레신 염색법으로 각결막 손상 여부를 확인하였다. FBUT는 1% 플루오레신 용액 한 방울을 결막낭에 점적시키고, 피검자가 수 초간 2-3회 눈을 깜박이게 한 후 안검을 잡지 않은 상태에서 눈을 크게 뜨게 하여 염색된 눈물막에서 형광 색소 염색의 결손이 처음 관찰될 때까지의 시간을 초로 측정하였으며, 5초 이하를 건성안 상태로 판단하고 이에 따라 건성안 군과 정상군으로 분류하였다.^{3,10,17} 플루오레신 염색을 통한 각결막 손상 정도는 Oxford scheme을 기준으로 grade 0부터 5까지로 분류하였다.¹⁷

이어서 FBUT가 5초 이하인 건성안 환자를 대상으로 점안 마취를 하지 않은 상태에서 쉬르머 검사지(Eagle Vision, Memphis, TN, USA)를 하결막낭 외측 1/3에 삽입한 후, 5분 뒤에 접힌 부분으로부터 누액으로 젖은 부분의 길이를 mm 단위로 측정하는 쉬르머 I 검사를 시행하였다.¹⁷ 쉬르머 I 검사의 경우는 10 mm 이하를 건성안으로 간주하였다. FBUT과 쉬르머 I 검사상 건성안으로 진단된 대상자들에서 주관적인 증상 정도를 시력 관련 기능, 안구 증상 및 환경요인과

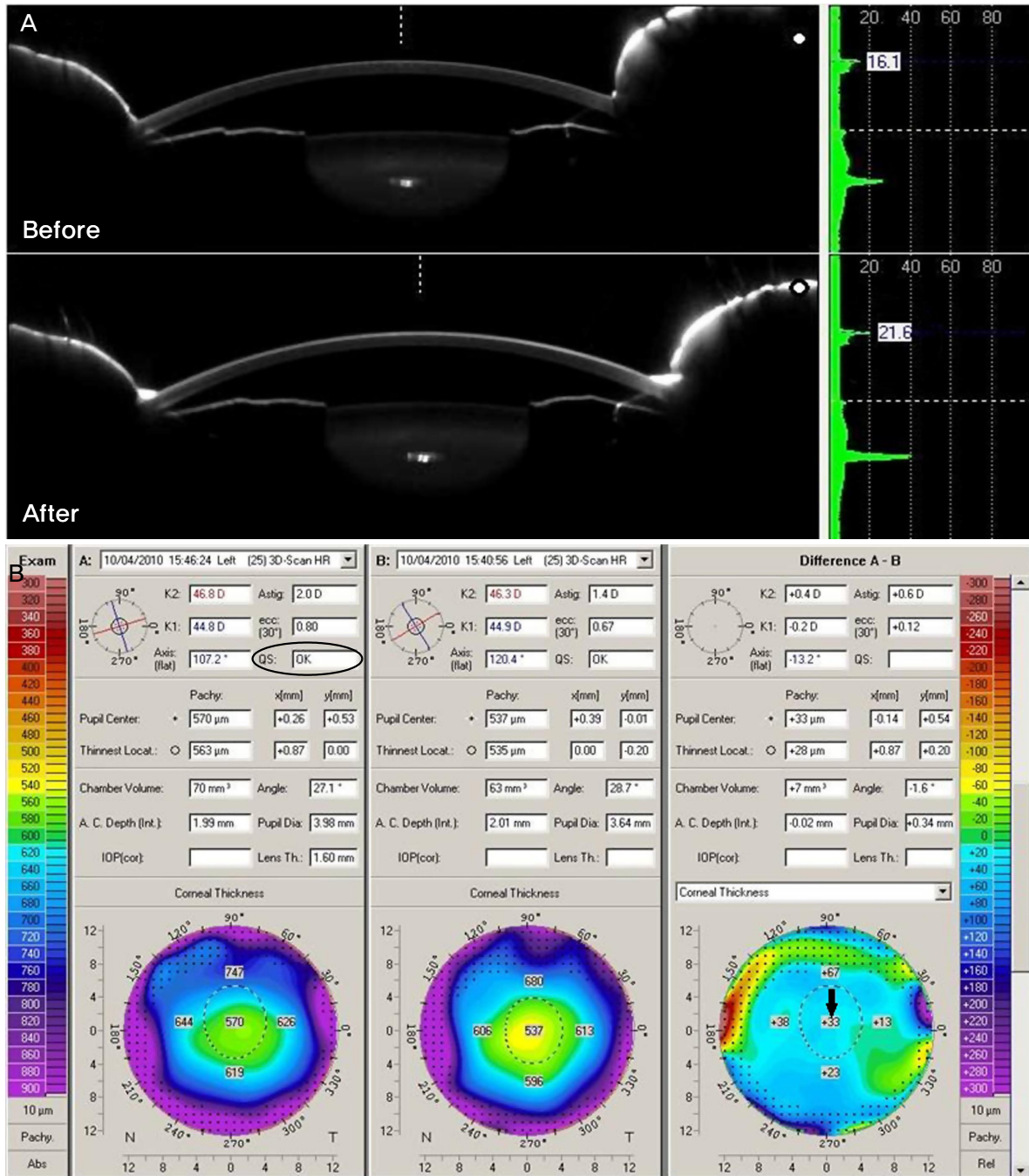


Figure 1. Precorneal tear film thickness can be measured by Scheimpflug imaging. (A) The scheimpflug images before and after the fluorescein staining. Note the high-bright visualized tear film (white arrow) and the different optical density of ocular interface (white circle) after fluorescein instillation. (B) Compare 2 image view. The central thickness in the difference A-B section means the thickness of precorneal tear film (black arrow). Only the data presented quality of speciality (black circle) was "OK" were included. We also evaluated the thickness of tear film on temporal, superior, nasal, and inferior side and corneal reflective power.

관련된 질문들로 구성된 OSDI를 이용하여 평가하였다.^{6,8}

SPSS 18.0 for Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하여 통계적 분석을 시행하였다. 정상군과 건성안 군의 PTFT 및 각막두께 등을 알아보고, 두 군 간 차이를 *t*-test

및 analysis of covariance (ANCOVA)로 평가하였고, 연령에 따른 두께의 변화를 선형회귀분석으로 알아보았다. 건성안 군과 정상군의 눈물 분포를 교차분석으로 비교하였다. 건성안과 정상안의 각막 구면굴절력과 각막 난시 정도를

Table 1. The comparison of the corneal thickness and TFT between normal group and dry eye group

	Normal group (n = 31)	Dry eye group (n = 31)	p-value*
Age (years)	32.8 ± 9.3	49.5 ± 15.0	<0.01
Sex (No. of female, %)	27 (87.1)	28 (90.3)	0.32 [‡]
Corneal spherical power (D)	43.7 ± 1.0	43.8 ± 1.3	0.7
Corneal astigmatism (D)	1.0 ± 0.6	1.2 ± 0.5	0.3
CCT (μm)	548.6 ± 4.4	549.4 ± 4.4	0.01 [†]
Central TFT (μm)	37.6 ± 2.0	21.1 ± 2.0	<0.01 [†]

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated. CCT, Central TFT adjusted for age.

D = diopter; CCT = central corneal thickness; TFT = tear film thickness.

*p-value by independent t-test; [†]By analysis of covariance (ANCOVA); [‡]By chi-square test.

Table 2. The thickness of the localized tear film and the comparison of the distribution of the thickest area between normal and dry eye group

	Normal group	Dry eye group	p-value*
Area			
Superior (μm)	38.7 ± 18.3	28.1 ± 17.2	0.03
Inferior (μm)	29.6 ± 18.4	20.3 ± 17.9	0.07
Nasal (μm)	29.7 ± 13.1	25.2 ± 14.9	0.24
Temporal (μm)	34.4 ± 16.5	21.1 ± 16.6	<0.01
Central (μm)	35.5 ± 10.0	23.2 ± 11.2	<0.01
Distribution of the thickest area			
Superior (n, %)	18 (58)	13 (42)	
Inferior (n, %)	9 (29)	4 (13)	
Nasal (n, %)	1 (3)	8 (26)	0.03 [†]
Temporal (n, %)	3 (10)	3 (10)	
Central (n, %)	0 (0)	3 (10)	

Values are presented as mean ± SD unless otherwise indicated.

*p-value by independent t-test; [†]By chi-square analysis.

t-test로 비교분석하였으며, 각막 난시의 빈도 차이를 교차 분석으로 알아보았다. 또한 건성안 군에서 PTFT와 FBUT, 쉬르머 I 검사 및 OSDI와의 연관성을 Pearson correlation coefficient를 이용하여 분석하였다. 통계분석결과의 p값이 0.05 미만인 경우 통계적으로 의미 있는 차이로 간주하였다.

결 과

정상군(23명, 31안)과 건성안 군(25명, 31안)의 평균 연령은 각각 32.8 ± 9.3세, 49.5 ± 15.0세로 건성안 군에서 유의하게 높았으며(p<0.01), 여자가 각각 27안(87.1%), 28안(90.3%)으로 두 군 간 유의한 차이가 없었다(p=0.32). 건성안 군에서 플루오레신 각막염색 정도는 16안(51.6%)에서 grade 1, 15안(48.4%)에서 grade 2로 나타났다. PTFT는 정상군에서 35.5 ± 10.0 μm, 건성안 군에서 23.2 ± 11.2 μm였으며 두 군의 나이를 보정하면 각각 37.6 ± 2.0 μm, 21.1 ± 2.0 μm로 건성안 군의 PTFT가 정상군에 비해 유의하게 얇았다(p<0.01) (Table 1). 각막두께는 건성안 군이 544.1 ± 25.7 μm로 정상군의 553.8 ± 20.8 μm에 비하여 얇았지만, 통계적으로 유의하지는 않았고(p=0.11), 나이 보정 후에는

오히려 건성안 군에서의 각막두께가 더 두꺼웠다(Table 1). 선형회귀분석을 통한 연령에 따른 눈물막 두께는 유의한 변화가 없었으며(r=-0.1, p=0.6), 각막두께는 연령 증가에 따라 유의하게 감소하는 경향을 보였다(r=-0.4, p<0.01).

본 연구에서는 Pentacam[®]으로 측정되는 12 mm 각막 구면 중, 중심 4 mm 밖의 0°, 90°, 180°, 270°에 해당하는 부위를 이측, 상측, 비측 하측으로 구분하여 눈물막 두께를 분석하였다(Fig. 1B). 두 집단 모두에서 상측이 가장 두껍고, 하부가 가장 얇았으나, 두꺼운 부위의 분포에는 두 군 간 차이가 있었다. 건성안군에서 상측과 이측의 눈물막 두께가 유의하게 얇았다(Table 2).

정상군과 건성안 군의 각막 난시의 빈도는 각각 90.3% (28/31), 96.8% (30/31)로 유의한 차이가 없었으며, 건성안 군에서 1.2 ± 0.5D로 정상군의 1.0 ± 0.6D보다 심하였으나 통계적으로 유의하지는 않았다(p=0.10) (Table 1). 또한 눈물막 두께에 따른 각막 난시의 정도를 분석한 결과, r=-0.1인 미약한 음의 상관관계를 보였으나 통계적 의미는 없었다(Fig. 2).

건성안 군에서 시행한 FBUT는 평균 3.2 ± 0.9초, 쉬르머 I 검사의 눈물 분비는 7.5 ± 2.1 mm였으며, OSDI는 22.5 ±

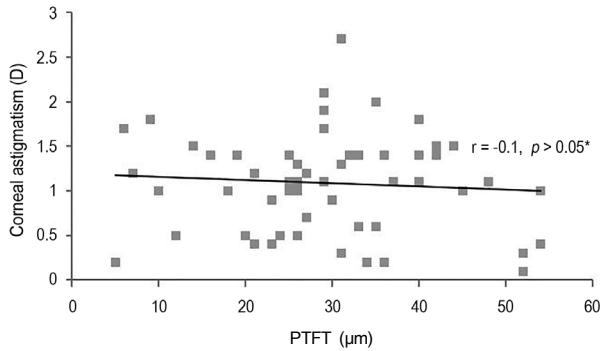


Figure 2. The relationship between PTFT and corneal astigmatism. PTFT = precorneal tear film thickness; D = diopter; r = Pearson's correlation coefficient. * p -value by Pearson's correlation analysis.

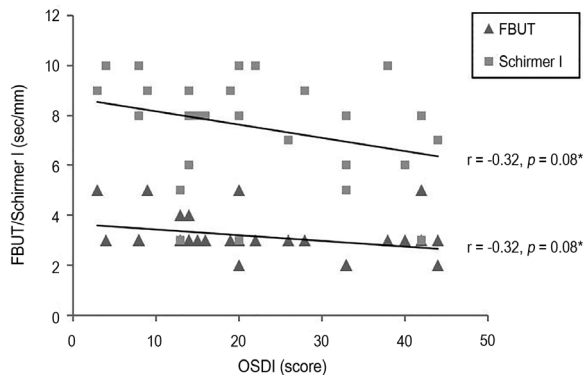


Figure 3. The relationship among FBUT, Schirmer I test and OSDI. FBUT = fluorescein break-up time; OSDI = ocular surface disease index; r = Pearson's correlation coefficient. * p -value by Pearson's correlation analysis.

12.6점이었다. FBUT와 쉬르머 I 검사 간에는 양의 상관관계($r=0.33$)를, 두 측정치와 OSDI 사이는 음의 상관관계($r=-0.32$, $r=-0.32$, respectively)를 보였지만 모두 유의하지는 않았다(Fig. 3).

건성안 군에서 PTFT는 FBUT와 약한 양의 상관관계를 보였지만 통계적으로 유의하지 않았고($r=0.26$, $p=0.16$), 쉬르머 I 검사와는 관계가 없었다($r=0.02$, $p=0.9$). Pentacam®을 이용하여 측정한 PTFT는 OSDI와 의미 있는 음의 상관관계를 보였다($r=-0.46$, $p<0.01$) (Fig. 4).

고 찰

건성안과 관련하여 눈물막을 측정하는 것은 안과 영역의 주 관심사였으며 레이저 간섭계, 공초점현미경 및 빛간섭단층촬영기 등을 이용한 연구들이 보고된 바 있다.^{2,9,11-15} 이 방법들은 눈물막 두께 측정에 있어서 개인 간 다양성을 보이며, 결과치들도 각 기구마다 3-40 μm 의 다른 결과들을

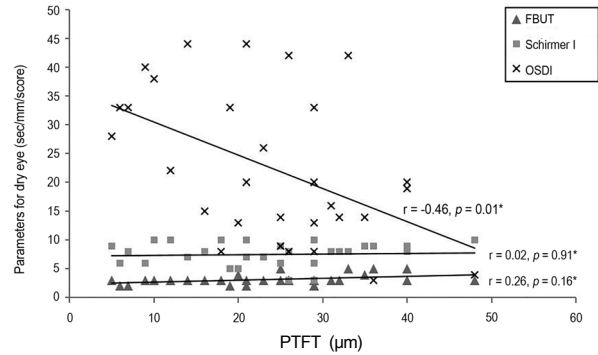


Figure 4. The relationship between the PTFT and parameters for dry eye (FBUT, Schirmer I and OSDI). PTFT = precorneal tear film thickness; FBUT = fluorescein break-up time; OSDI = ocular surface disease index; r = Pearson's correlation coefficient. * p -value by Pearson's correlation analysis.

보였다.^{4,9,11-15} Pentacam®은 간단한 조작으로 전안부의 3차원적 영상과 각막두께의 측정이 가능한 높은 정확도와 재현성이 입증된 기구로, Zhuang et al¹⁵에 의하여 PTFT 측정에 처음 이용되었다.^{15,16} Pentacam®을 이용한 PTFT의 측정은 플루오레신 염색 전후의 각막두께 차이를 보는 것으로 실제 눈물막을 볼 수는 없지만 눈물막을 간접적으로 알아볼 수 있는 방법이다.

본 연구에서 Pentacam®과 플루오레신 용액을 이용하여 측정한 PTFT는 나이를 보정하였을 때 정상군과 건성안군에서 각각 $37.6 \pm 2.0 \mu\text{m}$, $21.1 \pm 2.0 \mu\text{m}$ 로 기존에 알려진 측정치인 3-40 μm 범위 내의 값을 보였다. 측정치의 다양성은 각 연구에 포함된 대상안의 연령, 성별 등의 차이에 기인한 것으로 생각된다. 건성안군의 PTFT는 정상군에 비해 유의하게 얇았으며, 이는 기존의 건성안에서 눈물의 증발이 증가하고, 기초 및 반사 눈물 분비가 둘 다 감소한다는 연구 결과에 부합한다.^{11,15} 구역별 눈물막 두께는 두 군 모두에서 상부의 눈물막이 가장 두껍고, 하부가 가장 얇았다. 이는 눈물막을 세 가지 유형, 즉 상부 눈물막 두께가 두꺼운 경우, 하부 눈물막 두께가 두꺼운 경우 및 균일한 분포를 보이는 경우로 구분하여 분석한 Zhuang et al¹⁵의 연구와 일치한다. 이러한 결과는 눈감박임 이후 처음 2초 동안은 일시적으로 수성층의 위쪽으로의 움직임에 의해 상부가 두꺼워지기 때문이며, 중력보다 눈물의 표면 장력이 눈감박임 후 눈물막의 분포에 더 중요한 역할을 한다는 것을 보여준다.^{13,15} 또한 건성안 환자에서 왜 하부에서 눈물막의 불안정성을 반영하는 건조점(dry spot)과 각막미란이 더 빈번히 일어나는지를 설명하는 간접적인 증거가 될 수 있다.¹⁵ Zhuang et al¹⁵은 상부 눈물막이 두꺼운 유형이 건성안군에서 정상군보다 높은 빈도(40% vs. 70%)로 나타난다고 보고하였으나, 본 연구에서는 두 군 모두에서 상부 눈물막 두께

가 가장 두꺼운 빈도가 가장 높았지만 건성안군 42%, 정상군 58%로 다른 결과를 보였다. 이는 눈물막 분포의 분석 방법의 차이에 의한 것으로 생각된다. 즉 기존 연구는 눈물의 수직분포를 연구하였으나 본 연구에서는 눈물막을 총 5 구역으로 더 세분하여 분포 빈도의 차이가 나타났을 수 있다. 이전 연구가 눈물막 분포의 유형을 제시하였다면 본 연구에서는 구역별 눈물막 두께를 정량화하여 비교하였고, 눈물막의 수직적 분포뿐 아니라 비, 이측의 수평적 분포 또한 고려하였다는데 의의가 있다. 또한 본 연구에서 Pentacam®으로 측정한 구역별 눈물막 두께 및 분포는 기존에 보고된 바와 비슷해서 눈물의 역동적인 상태를 보는 데 도움이 될 것으로 생각된다.

Pentacam®은 PTFT 이외에도 각막두께 및 각막 굴절력을 동시에 측정할 수 있다는 장점이 있다. 이를 분석한 결과 각막두께는 두 군 간의 유의한 차이는 없었으며 나이를 보정하여 비교한 경우 오히려 건성안 군에서 각막두께가 더 두꺼웠다. 기존 연구에서 건성안에서는 눈물막의 삼투압이 증가하게 되고 이러한 고장성 눈물막으로 인해 각막두께가 감소한다는 보고도 있었으며,¹⁹ 두 군 간의 유의한 차이가 없음을 보고한 연구도 있다.²⁰ Karadayi et al²¹은 건성안 환자에서 인공누액 투여 후 급격히 각막두께가 증가하였음을 보고하였다. 이처럼 정상안과는 다르게 건성안에서는 눈물막의 삼투압에 따른 각막의 수화상태가 각막두께에 영향을 주게 되며 이러한 이유로 연구에 따라 다양한 결과를 보고할 가능성이 있다. 각막 난시의 빈도 및 정도는 유의하지는 않지만 건성안 군에서 높은 경향을 보였다. 건성안에서는 눈물막의 불안정성으로 인해 광학계의 변화가 유발되고 이로 인해 각막 난시가 생길 수 있다는 보고가 있었으며,^{1,22} 이러한 변화는 눈물막의 두께와 균일함의 이상에 의한 것으로 생각된다.²² 실제 눈물막 두께에 따른 각막 난시의 정도는 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

Begley et al²³은 건성안 진단에 있어서 임상적 검사보다 환자의 증상이 더 중요하다고 하였으며, 국내 및 국외 안과 의사들을 대상으로 한 설문 조사에서도 건성안을 진단할 때 환자의 증상을 가장 중요하게 생각하는 것으로 나타났다.^{7,24} 따라서 환자의 증상을 점수화한 OSDI가 건성안 진단에 많이 활용되고 있으며 특이도, 민감도 그리고 재현성이 높다고 알려져 있다.⁶ 하지만 증상을 평가하는 방법은 비특이적이며 주관적인 요소가 포함되기 때문에 진단 및 치료에 있어서 증상과 잘 부합하는 객관적인 검사 방법들이 필수적이다. 현재 FBUT와 쉬르머 검사와 같은 객관적 검사 방법이 건성안 진단에 많이 활용되고 있지만, 검사의 침습성 및 낮은 재현성이 문제가 되며, 환자의 증상과 연관성이 떨어지는 것으로 밝혀졌으며^{2,4,7,10,11,19,22} Schiffman et al⁶은

OSDI와 기존의 객관적 지표 간 관련성이 떨어진다고 보고하였다. 본 연구에서도 OSDI와 FBUT, 특히 쉬르머 검사와의 상관관계가 부족함이 입증되었으며 FBUT와 쉬르머 검사 간에도 통계적 유의성은 없는 결과를 보여 검사법 간의 관련성 또한 떨어짐을 알 수 있었다.

반면, 본 연구에서는 Pentacam®을 이용하여 측정한 PTFT와 OSDI 간에 통계적으로 유의한 음의 상관관계를 보였다. 이것은 높은 유병률에도 불구하고 건성안 검사 방법 간 관련성이 적고, 이러한 검사 방법들이 환자의 증상과도 연관성이 떨어지는 현 시점에서 의미 있는 결과로서, Pentacam®이 건성안 진단에 있어서 보조적으로 사용될 수 있는 검사 방법이며, 안구 표면 눈물막의 안정성 혹은 증상 정도를 반영하는 기능적 검사로서의 역할을 할 수 있음을 시사한다.²

본 연구는 검사 시 주변의 온도와 습도에 의한 영향을 최소화하기 위해 가능한 오후 비슷한 시간대에 같은 장소에서 검사를 시행하였으며 플루오레신 점안과 측정까지의 시간 또한 검사 결과에 영향을 미칠 수 있어 숙련된 검사자에 의해 비교적 같은 시간 안에 검사가 이루어지도록 하였다. 하지만 표본수가 적고, 주로 경증 건성안 환자를 대상으로 시행되었다는 한계점이 있어 추후 더 많은 환자를 대상으로 다양한 중증도의 건성안 환자를 포함한 연구가 필요하다. 그러나 본 연구는 국내에서 처음으로 Pentacam®을 이용하여 PTFT 및 눈물막의 분포를 측정하였으며 PTFT의 측정이 OSDI를 뒷받침하여 건성안 진단에 활용이 가능한 정량적인 측정법의 한 방법이 될 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구 결과 Pentacam®을 이용해서 측정한 PTFT는 건성안에서 얇게 측정되었으며, OSDI와 유의한 음의 상관관계를 나타냈다. Pentacam®은 비접촉성으로 간단하게 PTFT를 측정할 수 있는 검사 방법 중 하나로 기존의 방법들과 함께 건성안의 진단 및 치료에 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

참고문헌

- 1) Koh S, Maeda N. Wavefront sensing and the dynamics of tear film. *Cornea* 2007;26(9 Suppl 1):S41-5.
- 2) Wang J, Palakuru JR, Aquavella JV. Correlations among upper and lower tear menisci, noninvasive tear break-up time, and the Schirmer test. *Am J Ophthalmol* 2008;145:795-800.
- 3) Seo SG. The effect of artificial tear application on central corneal thickness in dry eye. *J Korean Ophthalmol Soc* 2009;50:1483-8.
- 4) Yokoi N, Komuro A. Non-invasive methods of assessing the tear film. *Exp Eye Res* 2004;78:399-407.
- 5) Ibrahim OM, Dogru M, Takano Y, et al. Application of visante optical coherence tomography tear meniscus height measurement in the diagnosis of dry eye disease. *Ophthalmology* 2010;117:1923-9.
- 6) Schiffman RM, Christianson MD, Jacobsen G, et al. Reliability

- and validity of the ocular surface disease index. Arch Ophthalmol 2000;118:615-21.
- 7) Korb DR. Survey of preferred tests for diagnosis of the tear film and dry eye. Cornea 2000;19:483-6.
 - 8) Wang J, Aquavella J, Palakuru J, et al. Relationships between central tear film thickness and tear menisci of the upper and lower eyelids. Invest Ophthalmol Vis Sci 2006;47:4349-55.
 - 9) Ozcura F, Aydin S, Helvaci MR. Ocular surface disease index for the diagnosis of dry eye syndrome. Ocul Immunol Inflamm 2007;15:389-93.
 - 10) Goto T, Zheng X, Klyce SD, et al. A new method for tear film stability analysis using videokeratography. Am J Ophthalmol 2003;135:607-12.
 - 11) Hosaka E, Kawamorita T, Ogasawara Y, et al. Interferometry in the evaluation of precorneal tear film thickness in dry eye. Am J Ophthalmol 2011;151:18-23.e1.
 - 12) King-Smith PE, Fink BA, Fogt N, et al. The thickness of the human precorneal tear film: evidence from reflection spectra. Invest Ophthalmol Vis Sci 2000;41:3348-59.
 - 13) King-Smith PE, Fink BA, Hill RM, et al. The thickness of the tear film. Curr Eye Res 2004;29:357-68.
 - 14) Koh S, Tung C, Aquavella J, et al. Simultaneous measurement of tear film dynamics using wavefront sensor and optical coherence tomography. Invest Ophthalmol Vis Sci 2010;51:3441-8.
 - 15) Zhuang H, Zhou X, Xu J. A novel method for pachymetry mapping of human precorneal tear film using Pentacam with fluorescein. Invest Ophthalmol Vis Sci 2010;51:156-9.
 - 16) Nam SM, Im CY, Lee HK, et al. Accuracy of RTVue optical coherence tomography, Pentacam, and ultrasonic pachymetry for the measurement of central corneal thickness. Ophthalmology 2010;117:2096-103.
 - 17) Chung SH, Na KS, Kwon HG, et al. Levels of severity in dry eye syndrome according to Delphi panel classification. J Korean Ophthalmol Soc 2010;51:1179-83.
 - 18) 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;46:485-93.
 - 19) Dayanir V, Sakarya R, Ozcura F, et al. Effect of corneal drying on central corneal thickness. J Glaucoma 2004;13:6-8.
 - 20) Firat PG, Doganay S. Corneal hysteresis in patients with dry eye. Eye (Lond) 2011;25:1570-4.
 - 21) Karadayi K, Ciftci F, Akin T, Bilge AH. Increase in central corneal thickness in dry and normal eyes with application of artificial tears: a new diagnostic and follow-up criterion for dry eye. Ophthalmic Physiol Opt 2005;25:485-91.
 - 22) Liu Z, Pflugfelder SC. Corneal surface regularity and the effect of artificial tears in aqueous tear deficiency. Ophthalmology 1999;106:939-43.
 - 23) Begley CG, Caffery B, Chalmers RL, et al. Use of the dry eye questionnaire to measure symptoms of ocular irritation in patients with aqueous tear deficient dry eye. Cornea 2002;21:664-70.
 - 24) Kim WJ, Kim HS, Kim MS. Current trends in the recognition and treatment of dry eye: a survey of ophthalmologists. J Korean Ophthalmol Soc 2007;48:1614-22.

= 국문초록 =

샤임플러그 전안부사진기를 이용한 눈물막의 두께 측정 및 건성안 지표와의 관계 분석

목적: 정상안과 건성안 두 군에서 Pentacam® (Oculus, Wetzlar, Germany)을 이용하여 측정한 각막 앞 눈물막 두께(precorneal tear film thickness, PTFT)를 포함한 전안부 계측값을 비교해 보고, 건성안 군에서 PTFT와 건성안 지표들과의 관련성을 알아보려고 하였다.

대상과 방법: 정상안 31안(23명), 건성안 31안(25명)을 대상으로 Pentacam®을 이용하여 측정한 PTFT, 각막두께 및 난시 값을 비교하였다. 건성안 군에서 PTFT와 플루오레신 눈물막 파괴 시간(fluorescein tear break-up time, FBUT), 쉬르머 I 검사 및 안구표면질환지수(ocular surface disease index, OSDI)와의 관련성을 알아보았다.

결과: 평균 PTFT는 정상안에서 $37.6 \pm 2.0 \mu\text{m}$, 건성안에서 $21.1 \pm 2.0 \mu\text{m}$ 로 건성안 군의 PTFT가 정상안에 비해 유의하게 얇았다 ($p < 0.01$). 건성안 군에서 각막두께는 더 두꺼웠으나 임상적으로 의미 있는 차이는 없었고, 각막난시의 빈도 및 정도가 높은 경향을 보였지만 통계적으로 유의하지 않았다. 건성안 군에서 OSDI는 FBUT 및 쉬르머 I 검사와 약한 음의 상관관계를 보였으나 유의하지 않았고, PTFT와는 통계적으로 유의한 음의 상관관계를 보였다($r = -0.46$, $p < 0.01$). PTFT는 FBUT와 쉬르머 I 검사와 약한 양의 상관관계를 보였으나 통계적으로 유의하지 않았다.

결론: 건성안에서 Pentacam®으로 측정한 PTFT는 정상군에 비해 유의하게 얇았으며 주관적인 증상과 연관성을 보여 건성안 환자의 진단 및 치료에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

(대한안과학회지 2015;56(11):1699-1705)