

## 열화상카메라를 이용한 정상안과 건성안의 서모그래피 비교

박창원<sup>1</sup>, 이옥진<sup>2</sup>, 이승원<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>가톨릭대학교 의과대학 시과학연구소, 서울 137-701

<sup>2</sup>동남보건대학교 안경광학과, 수원 440-714

투고일(2015년 5월 5일), 수정일(2015년 6월 12일), 게재확정일(2015년 6월 21일)

**목적:** 열화상카메라를 이용하여 정상안 군과 건성안 군의 검결막과 안구표면의 서모그래피를 객관적으로 알아보고자 하였다. **방법:** 각막질환, 안외상, 누도이상자, 안과수술 병력 등 안구표면의 눈물막에 영향을 주는 질환이 없고 콘택트렌즈를 사용하지 않는 대학생 72명(144안)을 대상으로 하였다. TBUT, Schirmer I test, McMonnies test를 시행하여 정상안 군과 건성안 군으로 분류하고 열화상카메라(Cox CX series, Answer co., Korea)를 이용하여 안구표면과 검결막의 온도변화를 분석하였다. **결과:** 정상안 군에서 안구표면 눈물막의 중심부, 코방향, 귀방향, 위, 아래 방향에서 온도변화량은  $-0.13 \pm 0.08$ ,  $-0.14 \pm 0.08$ ,  $-0.12 \pm 0.08$ ,  $-0.14 \pm 0.08$ ,  $-0.10 \pm 0.09$ (°C/sec)이었고 건성안군에서는  $-0.17 \pm 0.08$ ,  $-0.16 \pm 0.07$ ,  $-0.16 \pm 0.08$ ,  $-0.17 \pm 0.09$ ,  $-0.15 \pm 0.08$  (°C/sec)로 중심부, 귀방향, 아래방향에서 유의성을 띠었다( $p < 0.05$ ). 정상안 군으로 분류된 대상자의 중심부, 코방향, 귀방향의 검결막 온도는  $34.36 \pm 1.12$ ,  $34.17 \pm 1.10$ ,  $34.07 \pm 1.12$ °C였고, 건성안 군은  $33.55 \pm 0.94$ ,  $33.43 \pm 0.97$ ,  $33.51 \pm 1.06$ °C로 중심부에서 유의한 차이를 보였다( $p = 0.05$ ). **결론:** 건성안 군에서 정상안 군보다 안구표면의 온도 감소가 빠르게 나타났고 검결막의 온도도 낮은 것으로 관찰되었다. 열화상카메라를 활용한 안구표면의 온도변화는 눈물막의 안정성을 평가하는데 객관적이었으며 건성안 연구에 유용할 것으로 기대된다.

**주제어:** 건성안, 열화상카메라, 검결막, 안구표면, 서모그래피, McMonnies test, Schirmer test, TBUT

### 서 론

눈의 표면은 각막보호와 면역기능, 유허유 역할을 동시에 하는 얇은 눈물막으로 쌓여 있으며, 이 눈물막은 점액층, 수성층, 지방층 3층으로 구성되어 있는데, 가장 안쪽의 점액층은 각막상피를 친수성상태로 유지하고 중간층인 수성층은 물질이동, 면역작용, 대사활동을 담당한다. 그리고 최외층인 지방층은 증발을 지연시키고 눈물막의 안정성에 기여한다고 알려져 있다. 이 세가지 층 중 하나라도 결핍될 경우 눈이 따갑고 쉽게 충혈되며 이물감과 통증을 느끼게 된다.<sup>[1,2]</sup>

1993~1994년도의 건성안 임상시험에 관하여 미국국립안연구소(National Eye Institute)에서 발표한 안구건조증의 정의 및 분류에 의하면, 건성안은 눈물의 부족 및 눈물막의 과도한 증발로 인해 눈의 불편감 및 자극감을 일으키는 질환으로 정의 되었다.<sup>[3]</sup> 2007년 DEWS(Dry Eye Workshop)에서는 건성안을 눈물생성부족 건성안(Aqueous Deficient Dry Eye)과 눈물막 증발증가 건성안(Evaporative Dry Eye)

으로 구분하면서 안구표면의 질병으로 정의하였고 눈물의 고삼투압과 염증, 눈물막의 불안정성, 마이봄샘 기능이상과 같은 눈꺼풀에 관련된 질환 등을 포함하는 복합적인 질환으로 보고 하였다.<sup>[4]</sup>

안구건조증과 관련한 유병률에 관한 이전 연구들을 보면 5.5-33.7%로 지역이나 인종, 나이, 평가방법에 따라 차이가 큼을 알 수 있다.<sup>[5-11]</sup> 국내의 건성안 유병률에 의하면 일반적으로 노년층에서 높다고 알려졌던 건성안 유병률이 최근에는 젊은 성인층에서도 50.6%로 높게 나타났다고 보고되었다.<sup>[12]</sup> 특히 젊은 여성에서 알레르기 결막염과 콘택트렌즈를 착용하는 인구가 급증하고 있어 건성안 유병률은 점차 늘어가는 추세이다.

건성안을 예방하고 증상에 대한 적절한 치료를 하기 위해서는 정확하고 객관적인 검사법이 필수적인데 일반적으로 임상안과에서는 TBUT, Schirmer test, 로즈벵갈염색, 설문지테스트 등을 대표적인 검사로 시행하고 있다. 하지만 이와 같은 검사들은 검사자의 주관적인 판단개입, 낮은 재현성, 침습적 방법, 반시눈물 영향 등의 한계가 있는 것

\*Corresponding author: Seung Won Lee, TEL: +82-31-249-6513, E-mail: swlee@dongnam.ac.kr

본 연구는 동남보건대학교 연구비 지원에 의하여 수행된 것임

으로 알려져 있다.<sup>[13,14]</sup>

건성안 환자의 대부분은 눈물막의 불안정성에서 기인하는 눈물막 증발증가가 주요원인으로 알려져 있어,<sup>[15,16]</sup> 최근에는 눈물막의 상태를 과학적으로 평가하는 건성안 연구가 발표 되고 있다.

전해민과 이동준(2014)<sup>[17]</sup> 눈물막의 변화, 불안정성을 double-pass retinal imaging technique를 이용하여 수치로 나타내었고 Monts-Mic등(2004)<sup>[18]</sup> 수차계를 이용하여 눈물막의 역동적인 상태를 광학적으로 평가하였다. 그리고 빛간섭단층촬영(optical coherence tomography, OCT)을 이용한 눈물막의 두께를 측정하는 정량화 시도가 이루어 졌다.<sup>[19]</sup>

한편 검결막 안쪽에 위치한 마이봄샘의 낮은 온도가 건성안을 유발한다는 의견도 제기되었는데 Freedman 등(1989)<sup>[20]</sup> 마이봄샘의 개구부 주변 조직의 온도가 낮으면 분비물의 응고로 인해 지방층이 결핍되어 눈물층이 불안정 해진다고 주장하였고, Benito 등(2011)<sup>[21]</sup> 마이봄샘의 주변조직의 온도가 건성안에 영향을 끼친다고 발표하였다.

이와 같이 건성안에 영향을 끼치는 인자인 안구표면, 주변조직들에 대한 연구가 잇따르고 있다. 최근 검사장비의 과학화로 건성안을 평가하는 다양한 분석지표가 제시되는데 이에 본 저자들은 서모그래피에 기반한<sup>[22]</sup> 열화상카메라(Cox CX series, Answer co., Korea)를 활용하여 안구표면과 검결막의 온도변화를 측정하였다. 본 연구는 20대 성인을 대상으로 정상안 군과 건성안 군으로 나누어 안구표면과 검결막의 온도를 연속적으로 측정하여 건성안을 객관적으로 평가하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상

본 연구는 2014년 8월부터 12월까지 경기도 소재 D대학교 안경광학과 재학생 72명(144안)을 대상으로 검사하였다. 대상자는 굴절교정수술병력, 각막질환, 안외상, 누도이상자, 콘택트렌즈를 사용하는 자 등 안구표면과 검결막의 상태에 영향을 끼칠 수 있는 자를 제외한 신체 건강한 20대(20-25세)를 대상으로 하였다.

### 2. 방법

#### 1) 정상안 군과 건성안 군 분류 및 검사방법

모든 환자는 TBUT, Schirmer I test, McMonnies test를 시행하였고 측정시 협조가 안되어 검사 시간이 길어지거나 검사조건에 영향을 미칠 수 있는 자는 제외하였다. 건성안 군의 분류는 McMonnies score가 10점 이상이면서

Dry Eye Workshop(DEWS)에서 제안한 건성안 정도가 Level 2이상(BUT:  $\leq 10$  sec., Schirmer:  $\leq 10$  mm)을 기준으로 하였고 이에 해당하지 않는 군을 정상안으로 설정 하였다.<sup>[4]</sup>

TBUT는 플루오레세인 검사지(Haag-Streit international, Koniz, Switzerland)를 사용하여 세극등현미경(Haag-Streit model BQ-900; Haag-Streit AG, Koeniz, Switzerland)에 코발트블루 조명필터를 장입 후 측정하였는데 3초간 몇 번 눈을 깜빡이게 하여 눈물막의 색소가 균일하게 퍼지게 되면 마지막 순목 시점에서 처음 염색된 눈물층의 균열이 시작되는 점,선이 관찰되기까지의 시간을 초 단위로 측정 하였다.

Schirmer I test는 Schirmer tear (EagleVision Inc., Memphis, TN, USA)를 사용하였고 반시눈물분비의 영향을 최소화하고자 피검자에게 눈을 감게 한 후 눈알을 움직이지 않도록 지시하였다. 5분이 지난 후 Schirmer 검사지를 제거 한 후 눈물에 젖은 부분의 길이를 mm 단위로 측정하였다.

McMonnies test는 건성안과 관련된 자각증상이나 건성안 유발질환에 대한 사항, 생활환경 등을 묻는 설문지 형태로 구성되어 있으며 건성안을 선별하기 위한 예비검사로써 활용되고 있는데, 본 연구에서는 수정된 McMonnies 설문지(version 2)가 사용되었다.

검사의 순서는 McMonnies 설문지 작성, TBUT, Schirmer I test 순서로 진행하였으며 한사람의 검사자(C.W.P.)가 각 검사당 최소 20분 간격을 두고 총 3회 동일한 검사를 반복 시행하였고 이 결과 값은 평균을 이용하였다.

#### 2) 안구표면과 검결막의 온도측정과 분석방법

정상안 군과 건성안 군의 눈물막의 상태 변화, 검결막의 온도를 비교하고자 비접촉 방식의 열화상카메라(Cox CX series, Answer co., Korea)를 이용하여 안구표면과 검결막의 온도, 변화를 실시간으로 측정을 하였다. 열화상카메라는 Cox CX series Cx320 모델을 사용하였으며 화면해상도는 384x288 이었고 측정범위는  $-20 \sim 120^{\circ}\text{C}$ , 측정한계는  $0.08^{\circ}\text{C}$  이었다.

검사자는 피검자에게 편안하게 전방주시를 하게 한 후 측정을 시작하였는데 피검자에게 5초 간 눈을 뜨게 지시한 후 순목을 유도하였다. 5초간 얻어진 온도결과 값은 총 3번 반복 측정하여 평균값을 취하였다. 안구표면의 온도를 먼저 측정한 후 10분 간 휴식을 취한 후 피검자의 상안검을 반전시켜 상안검 결막의 온도를 측정하였다. 열화상 카메라로 측정하여 분석되는 영역은 안구표면의 다섯 영역(Ar.1~Ar.5)과 상안검결막의 세 영역(Ar.1, Ar.2, Ar.3)으로 0~5초 구간의 온도변화를 분석하였다(Fig. 1, 2).

촬영되는 부위의 온도변화는 초당 60 회를 자동측정 할

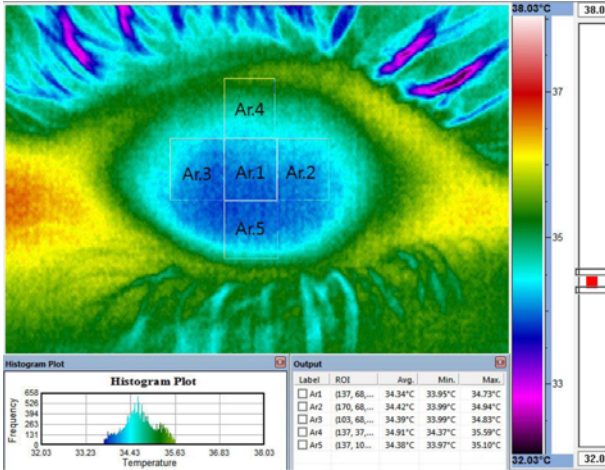


Fig. 1. Measurement locations for Ocular surface temperature of thermal images(Right eye). (Ar.1:central, Ar.2: nasal, Ar.3: temporal, Ar.4: superior, Ar.5: inferior)

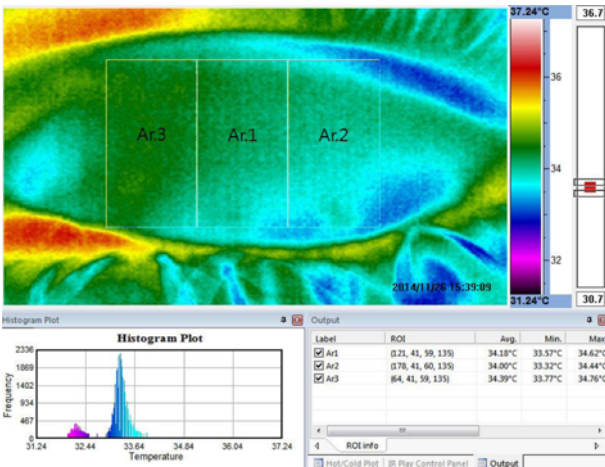


Fig. 2. Measurement locations for Conjunctival surface of thermal images (Right eye). (Ar.1:central, Ar.2: nasal, Ar.3: temporal)

수 있어서 시간에 따른 수성층의 증발로 인한 온도의 감소변화를 역동적으로 관찰 할 수 있었으며(Fig. 3) 이를 이용하여 눈물막의 증발에 따른 온도변화를 알 수 있었다. 열화상카메라를 이용한 검사, 로직, 분석법은 '안구건조증

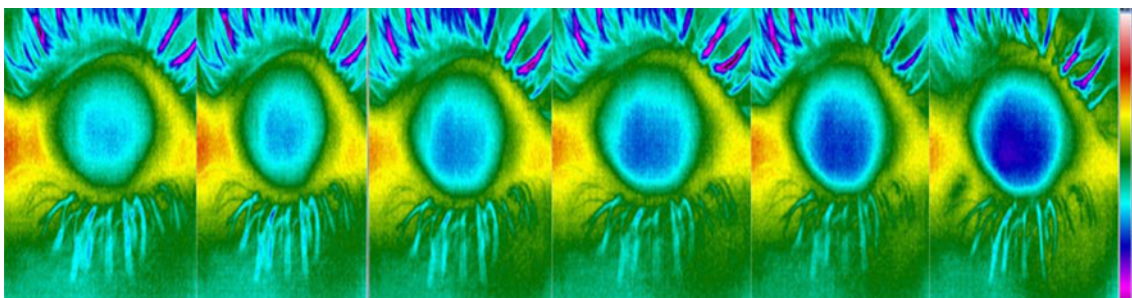


Fig. 3. A series of thermal images from the right eye of a dry-eye.



Fig. 4. Photograph of the thermal camera(Cox CX series).

진단 장치 및 이를 이용한 안구건조증 진단방법'을<sup>[23]</sup> 따랐다.

검사의 진행순서는 안구표면, 검결막 순서로 진행하였으며 측정오차를 줄이기 위해서 맞춤 제작된 검사유닛의 턱받침과 이마 지지대를 이용하여 머리를 고정시켰고 (Fig. 4) 검결막을 촬영할 때는 눈꺼풀의 반전이 이루어진 즉시 촬영을 시작하였다. 통계분석은 SPSS 10.0 카이제곱 검정과 t-test를 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 대상자의 일반적인 특성

총 실험 대상자들의 평균 연령 및 성별 분포는 21.85세, 남자 32명, 여자 40명 이었고 검사평균값은 TBUT는  $7.45 \pm 2.96$  초, Schirmer test는  $17.35 \pm 8.56$  mm, McMonnies test는  $11.36 \pm 4.19$  점으로 나타났다(Table 1).

Dry Eye Workshop(DEWS)에서 제시한 Level 2이상의 그룹(BUT  $\leq 10$  sec., Shchirmer  $\leq 10$  mm)을 건성안 군으로

Table 1. General characteristics of total subjects

	Normal eye(G1) (n=32)	Dry eye(G2) (n=40)	Total (n=72)	p-value
Age (yrs)	21.77±2.69	21.86±2.84	21.85±2.75	†0.869
Sex (M, F)	16, 16	16, 24	32, 40	‡0.375
BUT	11.06±1.65	5.91±1.85	7.45±2.96	†0.000
Schirmer	19.35±7.68	16.50±8.83	17.35±8.56	†0.000
McMonnies	8.46±3.47	12.06±4.24	11.31±4.19	†0.000

Values are presented as mean±SD

Unpaired t-test, †G1 vs G2

Chi-square test, ‡G1 vs G2

Table 2. The average amount of temperature change which can be observed from the OST between 0 to 5 seconds in each group classified according to the BUT, Schirmer test and McMonnies test.

		Central Ar.1	Nasal Ar.2	Temporal Ar.3	Superior Ar.4	Inferior Ar.5
Normal eye (G1)	Avg.(°C)	35.22±0.62	35.25±0.62	35.27±0.64	35.25±0.62	35.30±0.63
	Δ (°C/sec)	-0.13±0.08	-0.14±0.08	-0.12±0.08	-0.14±0.08	-0.10±0.09
Dry eye (G2)	Avg.(°C)	35.06±0.59	35.09±0.58	35.08±0.60	35.11±0.59	35.06±0.60
	Δ (°C/sec)	-0.17±0.08	-0.16±0.07	-0.16±0.08	-0.17±0.09	-0.15±0.08
P-value		†0.194 ‡0.014*	†0.208 ‡0.130	†0.138 ‡0.037*	†0.282 ‡0.237	†0.073 ‡0.011*

Values are presented as mean±SD

\*OST(ocular surface temperature)

Unpaired t-test, \*P<0.05

†G1 Avg. vs G2 Avg., ‡G1 Δ vs G2 Δ

분류하였고 이 범위에 해당하지 않는 군은 정상안 군으로 간주하였다.

정상안 군과 건성안 군의 TBUT는 각 11.06±1.65, 5.91±1.85 초이었고 Schirmer test 결과는 각 19.35±7.68, 16.50±8.83 mm 이었으며 McMonnies는 8.46±3.47, 12.06±4.24 점으로 모두 검사항목에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.01)(Table 1).

## 2. 열화상카메라를 이용한 안구표면의 온도 측정

### 1) 안구표면 온도와 온도변화량

자연스러운 순목을 유도한 뒤 마지막으로 순목한 시점부터 5초간 동영상 촬영을 하여 안구표면의 온도를 측정하였다. 온도변화량은 측정된 부위의 처음 온도에서 마지막 5초 때의 온도를 뺀 값을 계산하여 표현하였다.<sup>[23]</sup>

정상안 군의 안구표면 온도는 중심부(Central Ar.1) 35.22±0.62, 코쪽(Nasal Ar.2) 35.25±0.62, 귀쪽(Temporal Ar.3) 35.27±0.64, 위쪽(Superior Ar.4) 35.25±0.62, 아래쪽(Inferior Ar.5) 35.30±0.63°C인 것으로 나타났다(Table 2). 아래쪽부위의 온도가 가장 높았고 중심부의 온도가 가장 낮은 것으로 나타났지만 온도차가 약 0.08°C로 차이가

미미 하였다.

건성안 군의 안구표면 온도는 중심부(Central Ar.1) 35.06±0.59, 코쪽(Nasal Ar.2) 35.09±0.58, 귀쪽(Temporal Ar.3) 35.08±0.60, 위쪽(Superior Ar.4) 35.11±0.59, 아래쪽(Inferior Ar.5) 35.06±0.60°C인 것으로 나타났다(Table 2). 정상안 군이 건성안 군보다 모든 부위에서 온도가 약 0.1~0.2°C 높은 것으로 확인되었지만 통계학적으로 유의하지 않았다(p>0.05). 건성안 군의 경우는 상측부위의 온도가 가장 높았고 중심부의 온도가 가장 낮았으나 두 부위의 온도차이는 약 0.05°C로 거의 차이가 없었다(Table 2). 2012년도에 독일의 Johannes Gonnermann 등<sup>[24]</sup>은 정상안의 안구 표면의 온도가 34.49±0.78에서 34.82±0.59°C 범위인 것으로 보고 하였는데 피검자의 인종, 연령 차이 또는 측정장비의 차이에서 기인한 것으로 생각된다.

온도변화량의 결과를 보면, 정상안 군에서는 안구표면 눈물막의 중심부, 코방향, 귀방향, 위, 아래 방향에서 -0.13±0.08, -0.14±0.08, -0.12±0.08, -0.14±0.08, -0.10±0.09 (°C/sec)이었고 건성안군에서는 -0.17±0.08, -0.16±0.07, -0.16±0.08, -0.17±0.09, -0.15±0.08(°C/sec)로 중심부, 귀방향, 아래방향에서 유의성을 띠었다(p<0.05). 온도변화

량은 측정되는 부위에 따른 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. 정상안 군의 경우는 위쪽부위에서 약  $-0.14(^{\circ}\text{C}/\text{sec})$ 의 변화를 나타내 가장 큰 차이를 보였고 아래쪽부위에서 약  $-0.10(^{\circ}\text{C})$ 로 변화의 폭이 작은 것으로 나타났다. 반면에 건성안 군은 중심부가 약  $-0.17(^{\circ}\text{C}/\text{sec})$ 의 가장 큰 변화를 보였고 아래쪽부위가 가장 작은 온도변화를 보여 약  $-0.15(^{\circ}\text{C}/\text{sec})$ 인 것으로 나타났다. 두 군 모두 아래쪽부위의 온도변화량이 작은 것은 인간의 안구표면이 스틱한 형상을 띠고 시간의 흐름에 따라 중력에 의해 눈표면의 수성층이 아래방향으로 이동하기 때문에 물의 증발이 다소 지연되었을 것이라고 판단된다.

안구표면의 온도 변화량은 모든 부위에서 건성안 군이 정상안 군보다 변화량이 높았다. 이는 정상안 군보다 건성안 군의 안구표면에서 빠른 수분의 증발이 일어난 것으로 추측된다. 특히 중심부와 귀쪽, 아래쪽의 변화량은 통계학적으로 유의한 변화를 보였다( $p<0.05$ ).

Purslow 와 Wolffsohn(2007)은<sup>[25]</sup> 눈물막의 불안정성이 안구표면의 서모그래피에 영향을 주는 것이라고 주장하였고, Hosaka 등(2011)<sup>[26]</sup>과 Lemp(2007)은<sup>[27]</sup> 건성안의 주요 원인 중 하나는 눈물막의 불안정한 상태이라고 주장하였다. Mohammad Azharuddin 등(2014)은<sup>[28]</sup> 건성안 환자의 눈물막이 정상안 군에 비해 서모그래피 형태가 불규칙적이고 온도편차가 크기 때문에 눈물막이 불안정하다고 언급하였다. Mohammad Azharuddin 등이<sup>[28]</sup> 실험한 피검자의 측정된 온도범위를 보면 정상군은  $33.00\sim 36.19^{\circ}\text{C}$ 이었고 건성안 군은  $30.96\sim 38.54^{\circ}\text{C}$ 인 것으로 나타났다. 온도 변화는 정상안 군이  $-1.36\sim -0.45^{\circ}\text{C}$ 이고 건성안 군이  $-2.09\sim -2.48^{\circ}\text{C}$ 로 건성안 군이 정상안 군보다 온도변화량이 큰 것으로 나타났다. 본 연구의 결과 또한 건성안 군의 온도변화가 안구표면의 전부위에서 정상안 군 보다 큰 것으로 나타났다.

### 3. 열화상카메라를 이용한 검결막의 온도 변화측정

피검자에게 자연스럽게 눈을 감게 지시한 후 눈꺼풀을 반전하는 즉시, 5초간 동영상 촬영을 하여 상안검결막의 온도를 측정하였다. 온도변화량은 측정된 부위의 처음 온도에서 마지막 5초 때의 온도를 뺀 값을 계산하여 표현하였다.<sup>[23]</sup>

정상안 군의 검결막 온도는 중심부(Central Ar.1)  $34.36\pm 1.12$ , 코쪽(Nasal Ar.2)  $34.17\pm 1.10$ , 귀쪽(Temporal Ar.3)  $34.07\pm 1.12^{\circ}\text{C}$ 인 것으로 나타났고 건성안군의 검결막 온도는 중심부(Central Ar.1)  $33.55\pm 0.94$ , 코쪽(Nasal Ar.2)  $33.43\pm 0.97$ , 귀쪽(Temporal Ar.3)  $33.51\pm 1.06^{\circ}\text{C}$ 인 것으로 나타났다. 정상안과 건성안 군 모두 안구표면의 온도보다 약 1도 이상이 낮은 것으로 확인되며 측정된 온도의 편차가 큰 것으로 보아 온도범위의 폭이 큰 것으로 나타났다(Table 3).

검결막의 부위별 온도는 정상안 군에서 중심부( $34.36\pm 1.12^{\circ}\text{C}$ )가 가장 높았고 코쪽( $34.17\pm 1.10^{\circ}\text{C}$ ), 귀쪽( $34.07\pm 1.12^{\circ}\text{C}$ ) 순으로 온도가 낮았고 건성안 군은 중심부( $33.55\pm 0.94^{\circ}\text{C}$ ), 귀쪽( $33.51\pm 1.06^{\circ}\text{C}$ ), 코쪽( $33.43\pm 0.97^{\circ}\text{C}$ ) 순으로 온도가 낮았다(Table 3).

정상안 군의 검결막 온도가 건성안 군보다 높은 양상을 보였고 특히 중심부의 온도가 유의한 차이를 보였다( $p=0.05$ ). 검결막 조직의 온도가 높은 상태는 안정적인 눈물층의 근거가 될 수 있는데, 외국의 보고에 의하면, Freedman 등(1989)과<sup>[20]</sup> Benito 등(2011)은<sup>[21]</sup> 마이봄샘 주변 조직의 온도가 낮으면 샘 분비물질의 응고로 인해 개구부에서 원활한 지방질의 분비가 안되어 눈물층이 불안정해진다고 주장하였다. 또한 Bron 등(2004)은<sup>[29]</sup> 안구조직의 높은 온도가 마이봄샘에서 분비되는 지질의 유동성을 높여주어 안정적인 눈물막을 이루게 된다고 주장하였다. 그래서 검결막 내부의 온도를 높이기 위하여 건성안

Table 3. The average amount of temperature change which can be observed from the CST between 0 to 5 seconds in each group classified according to the BUT, Schirmer test and McMonnies test

		Central Ar.1	Nasal Ar.2	Temporal Ar.3
Normal eye (G1)	Avg.( $^{\circ}\text{C}$ )	$34.36\pm 1.12$	$34.17\pm 1.10$	$34.07\pm 1.12$
	$\Delta$ ( $^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ )	$-0.03\pm 0.01$	$-0.03\pm 0.01$	$-0.03\pm 0.02$
Dry eye (G2)	Avg.( $^{\circ}\text{C}$ )	$33.55\pm 0.94$	$33.43\pm 0.97$	$33.51\pm 1.06$
	$\Delta$ ( $^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ )	$-0.03\pm 0.01$	$-0.03\pm 0.01$	$-0.02\pm 0.02$
P-value		$\dagger 0.050^*$ $\ddagger 0.570$	$\dagger 0.285$ $\ddagger 0.766$	$\dagger 0.232$ $\ddagger 0.432$

Values are presented as mean $\pm$ SD

\*CST(conjunctival surface temperature)

Unpaired t-test, \* $P<0.05$

$\dagger$ G1 Avg. vs G2 Avg.,  $\ddagger$ G1  $\Delta$  vs G2  $\Delta$

환자에게 인근 조직들을 온열마사지하여 건조증 증상을 개선하는 치료도 등장하고 있다.<sup>[30,31]</sup>

검결막의 온도 변화량은 두 군 사이에서 뚜렷한 차이를 볼 수 없었고 검결막 부위는 안구표면에 비해 수분 증발이 거의 발생하지 않는 것으로 판단된다.

## 결 론

검결막 중심부 온도는 건성안 군이 정상안 군에 비해 온도가 낮은 것으로 나타났고 안구표면의 온도는 두 군간 의미있는 차이는 없었다. 하지만 안구표면의 온도변화는 모든 부위에서 건성안 군이 정상안 군보다 빠른 온도감소를 보였다. 눈물막 증발에 따른 온도변화를 실제로 측정하여 나타내었고 정상안 군과 건성안 군 간의 차이를 객관화된 수치로 비교할 수 있었다.

본 연구의 열화상카메라를 이용한 눈물막 평가방법은 비침습적으로 수행할 수 있어 반사눈물의 영향에서 자유롭기 때문에 기존의 건성안 검사법보다 오차가 적으며 짧은 시간내에 정량화 분석이 가능하기 때문에 새로운 건성안 검사법의 대안으로 기대되는 바이다.

## REFERENCES

- [1] Pflugfelder SC, Tseng SC, Sanabria O, Kell H, Garcia CG, Felix C et al. Evaluation of subjective assessments and objective diagnostic tests for diagnosing tear-film disorders known to cause ocular irritation. *Cornea*. 1998;17(1):38-56.
- [2] Byun YS, Jeon EJ, Chung SK. Clinical effect of cyclosporine 0.05% eye drops in dry eye syndrome patients. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2008;49(10):1583-1588.
- [3] Lemp MA. Report of the national eye institute/industry workshop on clinical trials in dry eyes. *CLAO J*. 1995;21(4):221-232.
- [4] The definition and classification of dry eye disease: report of the Definition and Classification Subcommittee of the International Dry Eye Workshop(2007). *Ocul Surf*. 2007;5(2):75-92.
- [5] McCarty CA, Bansal AK, Livingston PM, Stanislavsky YL, Taylor HR. The epidemiology of dry eye in Melbourne, Australia. *Ophthalmology*. 1998;105(6):1114-1119.
- [6] Lin PY, Tsai SY, Cheng CY, Liu JH, Chou P, Hsu WM. Prevalence of dry eye among an elderly Chinese population in Taiwan: the Shihpai Eye Study. *Ophthalmology*. 2003;110(6):1096-1101.
- [7] Schein OD, Muoz B, Tielsch JM, Bandeen-Roche K, West S. Prevalence of dry eye among the elderly. *Am J Ophthalmol*. 1997;124(6):723-728.
- [8] Moss SE, Klein R, Klein BE. Prevalence of and risk factors for dry eye syndrome. *Arch Ophthalmol*. 2000;118(9):1264-1268.
- [9] Shimmura S, Shimazaki J, Tsubota K. Results of a population-based questionnaire on the symptoms and lifestyles associated with dry eye. *Cornea*. 1999;18(4):408-411.
- [10] Chia EM, Mitchell P, Rochtchina E, Lee AJ, Maroun R, Wang JJ. Prevalence and associations of dry eye syndrome in an older population: the Blue Mountains Eye Study. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2003;31(3):229-232.
- [11] Lee AJ, Lee J, Saw SM, Gazzard G, Koh D, Widjaja D et al. Prevalence and risk factors associated with dry eye symptoms: a population based study in Indonesia. *Br J Ophthalmol*. 2002;86(12):1347-1351.
- [12] Yun CM, Kang SY, Kim HM, Song JS. Prevalence of Dry Eye Disease among University Students. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2012;53(4):505-509.
- [13] Morgan PB, Tullo AB, Efron N. Infrared thermography of the tear film in dry eye. *Eye*. 1995;9:615-618.
- [14] Paschides CA, Kitsios G, Karakostas KX, Psillas C, Moutsopoulos HM. Evaluation of tear break-up time, Schirmer's-I test and rose bengal staining as confirmatory tests for keratoconjunctivitis sicca. *Clin. Exp Rheumatol*. 1989;7(2):155-157.
- [15] Craig JP, Singh I, Tomlinson A, Morgan PB, Efron N. The role of tear physiology in ocular surface temperature. *Eye*. 2000;14:635-641.
- [16] Mathers WD, Binarao G, Petroll M. Ocular water evaporation and the dry eye: a new measuring device. *Cornea*. 1993;12(3):335-340.
- [17] Jeon HM, Lee DJ. Objective optical quality analysis in dry eye syndrome. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2014;55(11):1600-1605.
- [18] Monts-MicR, AliJL, Muoz G, Charman WN. Temporal changes in optical quality of air-tear film interface at anterior cornea after blink. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2004;45(6):1752-1757.
- [19] 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(5):795-800.
- [20] Freedman HL, Preston KL. Heat retention in varieties of warm compresses: A comparison between warm soaks, hard-boiled eggs and the re-heater. *Ophthalmic Surg*. 1989;20(12):846-848.
- [21] Benito A, Prez GM, Mirabet S, Vilaseca M, Pujol J, Marn JM et al. Objective optical assessment of tear-film quality dynamics in normal and mildly symptomatic dry eyes. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37(8):1481-1487.
- [22] Gowen A, Tiwari B, Cullen P, McDonnell K, O'Donnell C. Applications of thermal imaging in food quality and safety assessment. *Trends Food Sci. Tech*. 2010;21(4):190-200.
- [23] Park CW, Park BC. Apparatus for diagnosing dry eye syndrome and method for diagnosing dry eye syndrome using the same. KR Patent application, KR 10-2014-0166869,



- 2014.
- [24] Gonnermann J, Klein JP, Klamann MK, Maier AK, Pleyer U, Jousen AM et al. Dry Eye Symptoms in Patients after Eyelid Reconstruction with Full-Thickness Eyelid Defects: Using the Tomey TG-1000 Thermographer. *Ophthalmic Res.* 2012;48(4):192-198.
- [25] Purslow C, Wolffsohn J. The relation between physical properties of the anterior eye and ocular surface temperature. *Optom Vis Sci.* 2007;84(3):197-201.
- [26] Hosaka E, Kawamorita T, Ogasawara Y, Nakayama N, Uozato H, Shimizu K et al. Interferometry in the evaluation of precorneal tear film thickness in dry eye. *Am J Ophthalmol.* 2011;151(1):18-23.
- [27] Report of the Definition and Classification Subcommittee of the International Dry Eye Workshop(2007). The definition and classification of dry eye disease. *Ocul Surf.* 2007;5:75-92.
- [28] Azharuddin M, Bera SK, Datta H, Dasgupta AK. Thermal fluctuation based study of aqueous deficient dry eyes by noninvasive thermal imaging. *Experimental Eye Research.* 2014;120:97-102.
- [29] Bron AJ, Tiffany JM, Gouveia SM, Yokoi N, Voon LW. Functional aspects of the tear film lipid layer. *Exp Eye Res.* 2004;78(3):347-360.
- [30] Shine WE, McCulley JP. Meibomianitis: polar lipid abnormalities. *Cornea.* 2004;23(8):781-783.
- [31] Goto E, Monden Y, Takano Y, Mori A, Shimmura S, Shimazaki J et al. Treatment of noninflamed obstructive meibomian gland dysfunction by an infrared warm compression device. *Br J Ophthalmol.* 2002;86(12):1403-1407.

## Thermographic Assessment in Dry Eye Syndrome, Compared with Normal Eyes by Using Thermography

Chang Won Park<sup>1</sup>, Ok Jin Lee<sup>2</sup>, and Seung Won Lee<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Catholic Institute for Visual Science, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea, Seoul 137-701, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Optometry & Vision Science, Dongnam Health University, Suwon 440-714, Korea  
(Received May 5, 2015; Revised June 12, 2015; Accepted June 21, 2015)

**Purpose:** The purpose of this study was to compare and analyze the ocular surface and the palpebral conjunctiva of categorized subjects, which were divided into normal eye group and dry eye group, by using a thermal camera. **Methods:** Subjects were 144 eyes of 72 normal university students, who didn't have any corneal disease, abnormal lacrimal ducts, medical records regarding ocular surgeries, or experience of using contact lens. Subjects were divided into two groups, which were normal eye group and dry eye group, based on the results of TBUT, Schirmer I test, and McMonnies test. After categorizing the subjects, the temperature of the subjects' ocular surface and the palpebral conjunctiva were measured and analyzed by using a thermal camera (Cox CX series, Answer co., Korea). **Results:** In the normal eye group's Central Ar.1, Nasal Ar.2, Temporal Ar.3, Superior Ar.4, Inferior Ar.5, the measured amount of temperature change on each area was  $-0.13 \pm 0.08$ ,  $-0.14 \pm 0.08$ ,  $-0.12 \pm 0.08$ ,  $-0.14 \pm 0.08$ ,  $-0.10 \pm 0.09$  ( $^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ ). The dry eye group's results were  $-0.17 \pm 0.08$ ,  $-0.16 \pm 0.07$ ,  $-0.16 \pm 0.08$ ,  $-0.17 \pm 0.09$ ,  $-0.15 \pm 0.08$  ( $^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ ). When compared with the normal eye group, the values of Ar.1, Ar.3, Ar.5 were significantly different in the dry eye group ( $p < 0.05$ ). The amount of temperature change, which was observed on the palpebral conjunctiva (Ar.1: central, Ar.2: nasal, Ar.3: temporal) of the normal eyes, measured by thermography, was  $34.36 \pm 1.12$ ,  $34.17 \pm 1.10$ ,  $34.07 \pm 1.12^{\circ}\text{C}$  on each area. Same values taken from the dry eye group was  $33.55 \pm 0.94$ ,  $33.43 \pm 0.97$ ,  $33.51 \pm 1.06^{\circ}\text{C}$  on each area. The values of Ar.1, taken from the dry eye group, had a significant difference, compared to the values of the normal eye group ( $p = 0.05$ ). **Conclusion:** The temperature of the ocular surface decreased faster on the dry eyes, compared to the normal eyes. The temperature measured on the palpebral conjunctiva of the dry eyes were also lower than the normal eyes. The temperature changes on the ocular surface, observed with a thermal camera, were objective values to assess the stability of tear films, and might provide useful data for studies related to dry eye syndrome.

**Key words:** Dry eye, Thermal camera, palpebral conjunctiva, Ocular surface, Thermography, McMonnies test, Schirmer test, TBUT