

건성안에서 비디오각막경검사 지표의 임상 유의성

Clinical Significance of Computerized Videokeratoscopic Indices for Dry Eye

이종하 · 김민환 · 고병이

Jong-Ha Lee, MD, Min-Hwan Kim, MD, Byung-Yi Ko, MD, PhD

건양대학교 의과대학 안과학교실

Department of Ophthalmology, Konyang University College of Medicine, Daejeon, Korea

Purpose: We evaluated the usefulness of the Tomey TMS-4N™ computerized videokeratotomy (Tomey, Nagoya, Japan) for dry eye by analyzing the correlation between the regularity indices of TMS-4N™ and conventional dry eye parameters or dry eye severity.

Methods: In this retrospective study, the medical records of 193 dry eye patients (386 eyes) were analyzed. The regularity indices of TMS-4N™ such as the surface asymmetry index (SAI), surface regularity index (SRI), potential visual acuity (PVA), and irregular astigmatism index (IAI) were compared with conventional dry eye parameters (corrected visual acuity [CVA], ocular surface disease index [OSDI] score, tear film break-up time [TBUT], corneal staining score [CFS], and Schirmer's I test). We also analyzed correlations between the regularity indices of TMS-4N™ and dry eye severity according to the Korean Corneal Disease Study Group.

Results: The regularity indices of TMS-4N™ such as SAI, SRI, PVA, and IAI increased according to the severity of dry eye. The regularity indices correlated significantly and positively with the CVA and CFS, but were significantly and negatively correlated with the TBUT. The OSDI score did not correlate with the regularity indices.

Conclusions: The regularity indices of TMS-4N™ provide an objective method for follow-up as well as a means to measure the severity of dry eye disease.

J Korean Ophthalmol Soc 2019;60(7):627-634

Keywords: Dry eye, Regularity indices, Videokeratotomy

건성안은 눈물막 항상성 상실의 특징이 있는 안구표면의 다인성 질환으로 안구 증상이 동반되며, 눈물층의 불안정,

고삼투압, 안구표면의 염증과 손상, 신경감각적 이상이 원인으로 작용한다.¹ 건성안의 유병률은 보고에 따라 다르지만, 전 세계적으로는 5-50%의 유병률이 보고되고 있고, 한국에서는 건성안으로 진단받은 환자는 8.0%, 건성안 증상을 가지고 있는 사람들의 유병률은 10.4%로 보고되며, 최근 고령화와 컴퓨터 및 스마트폰 사용 인구의 증가로 인해 안구 불편감을 호소하며 내원하는 환자는 지속적으로 늘고 있는 추세이다.²⁻⁵

현재 건성안을 진단할 때, 환자가 느끼는 이물감, 건조감 등의 여러 주관적인 증상으로 건성안을 의심하고, 객관적인 검사 방법을 통해 확진하고 있다. 객관적 방법들 중 비침습적 또는 형광염색(fluorescein stain)을 이용한 눈물막과

- Received: 2018. 12. 27. ■ Revised: 2019. 3. 26.
- Accepted: 2019. 6. 25.
- Address reprint requests to **Byung-Yi Ko, MD, PhD**
Department of Ophthalmology, Konyang University College of Medicine, #158 Gwanjeodong-ro, Seo-gu, Daejeon 35365, Korea
Tel: 82-42-600-9258, Fax: 82-42-600-9251
E-mail: kopupil@hanmail.net

* The outline of this manuscript was presented at the 118th meeting of the Korean Ophthalmological Society and the 2018 Annual Meeting of the Association for Research in Vision and Ophthalmology.

* Conflicts of Interest: The authors have no conflicts to disclose.

괴시간(tear breakup time), 눈물 삼투압검사 및 안구표면 염색검사로 진단하며, 마이봄샘기능부전(meibomian gland dysfunction), 기름층 두께나 동역학, 쉬르머검사 등의 눈물량 측정을 통해 건성안의 분류를 하고 있다.⁶ 그러나 형광염색을 이용한 눈물막파괴시간검사는 검사자가 주관적으로 측정하며, 환자마다 눈물막이 파괴되는 양상이 다르고, 검사 시 사용되는 형광염색물질이 눈물층의 안정성에 영향을 주게 되므로 검사의 정확도에 영향을 미친다.^{7,8} 한편, 쉬르머검사는 눈에 직접적인 자극이 가해지는 침습적인 검사이다.^{9,10} 쉬르머검사는 점안마취제를 사용하지 않고 시행한 경우 검사지에 의한 안구표면 자극으로 반사 눈물의 분비에 의한 검사 대상자 간의 차이가 많이 발생하는 문제점이 있고, 5분간의 검사 시간 동안 지속적인 이물감을 야기하여 환자들에게 불편을 주는 단점이 있다. 점안 마취제를 사용하였을 경우에도 마취가 이루어지지 않은 아래눈꺼풀의 자극에 의한 반사 눈물의 생성 가능성이 있으며, 마취제 자체에 의한 눈물량의 변화가 발생할 수 있다.¹¹⁻¹³

건성안의 중증도는 전통적으로 세극등현미경검사에서 점모양각막상피괴괴무름이나 실모양각막염 등의 징후를 보거나 각막 형광염색검수로 평가되어 왔는데, 각막의 형광염색 정도를 표준화하여 평가하기 위해 미국안연구소(National Eye Institute)에서 제시한 방법 등이 있다.¹⁴ 하지만 이러한 형광염색 정도에 대한 평가 방법도 평가자의 주관에 개입되고, 염색약의 농도에 따라 다르며, 염색약의 점안과 평가시점 간의 시간 간격에 영향을 받기 때문에 다기관 연구에서 효능의 척도로 사용될 때 문제점이 있어, 건성안의 중증도에 대한 표준화되고 객관적인 방법을 개발하는 것이 필요하다.¹⁵

Tomey사의 TMS 비디오각막경검사 장비(Tomey, Nagoya, Japan)는 각막표면에 동심원(Placido rings)을 비추고, 각막표면에서 반사된 이미지를 내장된 알고리즘으로 분석하여 지표들을 산출한다. Tomey TMS에 내장된 Klyce 소프트웨어는 표면비대칭지수(surface asymmetry index, SAI), 표면규칙성지수(surface regularity index, SRI), 불규칙난시지수(irregular astigmatism index, IAI) 등의 규칙성 지표들(regularity indices)을 통해 각막표면의 대칭성과 규칙성을 수치화 해준다.¹⁶ Liu and Pflugfelder¹⁷는 비디오각막경검사가 건성안의 중증도를 평가하는 객관적인 도구로 사용될 가능성이 있음을 제시하였고, Ozkan et al¹⁶은 비디오각막경검사가 높은 재현성을 보여 건성안환자에서 유용하게 사용될 수 있다고 주장하였다. 하지만 아직까지 국내에서 비디오각막경검사의 지표들을 활용한 건성안 연구에 대한 보고가 없었다.

이에 본 연구에서 저자들은 국내의 건성안환자들을 대상

으로 최신 장비인 Tomey TMS-4N™ (Tomey) 비디오각막경에 내장된 Klyce Corneal Statistics의 규칙성 지표들과 임상에서 흔히 사용되는 건성안 지표들 사이의 상관관계 및 건성안 중증도와와의 연관성에 대해 분석하고자 하였다.

대상과 방법

2017년 5월부터 11월까지 시력 저하 혹은 안구 불편감을 주소로 본원에 내원한 환자 중 이전에 타 병원에서 건성안으로 진단받거나 치료받은 적이 없으면서, 한국각막질환연구회(Korean Corneal Disease Study Group, KCDSG)의 건성안 가이드라인에 따라 본원에서 건성안으로 처음 진단받고, 건성안 종합검사를 시행했던 193명의 양안 386안을 대상으로 의무기록을 분석하는 후향적 연구를 진행하였다. 한국각막질환연구회 건성안 가이드라인에 따라 경도(Level I)부터 매우 심함(Level IV)로 구분하였고,¹⁸ 건성안 Level IV, 검사 전 3개월 이내 안과 수술력, 콘택트렌즈 착용자, 각결막이나 눈꺼풀에 염증성 혹은 감염성 질환을 동반한 경우, 건성안 치료 목적 이외의 안약을 점안 중이었던 녹내장환자 및 알레르기결막염환자는 대상에서 제외하였다. 본 연구는 헬싱키선언을 준수하였고 본 병원의 기관윤리위원회의 승인(2018-03-017)을 받아 진행하였다.

본원의 건성안 종합검사는 환자의 전신적, 안과적 과거력 및 생활환경에 대한 문진, 안구표면질환지수(Ocular Surface Disease Index, OSDI) 설문지, 교정시력, 안압, Tomey TMS-4N™ 비디오각막경검사, 세극등현미경검사와 형광염색을 이용한 눈물막파괴시간 및 각결막상피병증검사, 쉬르머 I 검사가 순서대로 진행된다.¹⁹ 안구표면질환지수 설문지는 Korean version of the OSDI (Allergan Copyright 1995, Allergan, Bridgewater Township, NJ, USA)를 이용하였고, 안구건조증 증상 관련 질문 5가지, 시야 관련 질문 4가지 그리고 환경 자극 관련 질문 3가지로 구성되어 있으며, 각 질문마다 0에서 4점으로 응답하여 각 점수를 합산하였다. Tomey TMS-4N™ 비디오각막경검사는 환자가 턱을 받침대 위에 올리고 깜빡이는 불빛으로 된 고정 목표를 주시하면, 적절하게 정렬되고 초점을 맞춘 후 이미지가 획득된다. 각막 위에 동심원을 투사한 후, 내장된 소프트웨어를 이용하여 각막을 256개의 영역으로 분획하고, 각 영역을 식별하는 프로그램에 의해 Klyce지표들이 산출된다(Fig. 1). 두 번 이미지를 촬영하고 이 중 질적으로 좋은 것을 선택하여 분석에 사용하였다. 본 연구에서는 규칙성 지표인 표면비대칭지수(SAI), 표면규칙성지수(SRI), 불규칙난시지수(IAI)를 사용하였고, 잠재시력(potential visual acuity, PVA)의 경우 가장 좋은 측정값을 사용하였다. SAI는 전체 각막 표

면에 걸쳐 180° 떨어져 있는 모든 고리의 각막곡률 차이를 측정하고, SRI는 각막 중심의 곡소 변동을 측정하며, 잠재 시력(PVA)는 표면규칙성지수로 계산된 시력이 제시된다. IAI는 각막 표면 전체에 대한 각 고리 간의 차이에 대해 면적 보정한 평균 합계를 측정한다(Fig. 2). 형광염색을 이용한 눈물막파괴시간은 Fluorescein® (Haag-Streit HG, Koniz, Switzerland) 종이를 보존제가 없는 생리식염수에 적셔서 하이측 구결막에 접촉하고 피검자의 눈을 깜박이게 한 뒤,

청색광원을 비추고 세극등현미경으로 각막앞 눈물층을 관찰하였다. 형광염색약을 점안한 후부터 염색된 눈물막에서 형광염색의 결손이 처음으로 관찰될 때까지의 시간을 초단위로 측정하고, 각 눈에 대해 3회씩 측정하여 평균을 산출하여 기록하였다.²⁰ 각결막상피병증검사는 형광염색약을 점안한 후 2분 뒤에 염색되는 각결막상피병증의 패턴을 the Oxford grading scheme of corneal and conjunctival staining의 기준에 따라 0-5점으로 나누어 평가하였다.²¹ 쉬르머 I

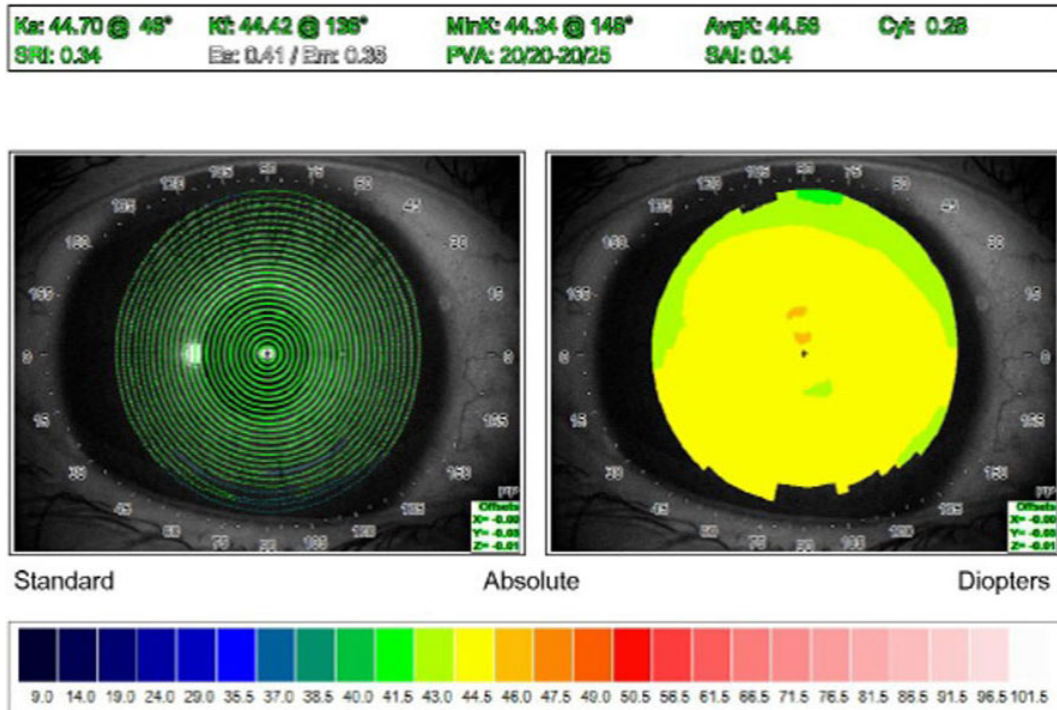


Figure 1. Examination images using Tomey TMS-4N™ (Tomey, Nagoya, Japan). The image is analyzed by a program which identifies the location of 256 circumferential points around each ring's reflection. CYL = simulated keratometric cylinder change; SRI = surface irregularity index; PVA = potential visual acuity; SAI = surface asymmetry index.



Figure 2. Indices from Klyce Corneal Statistics in Tomey TMS-4N™ (Tomey, Nagoya, Japan). Surface asymmetry index has measured the difference between the keratometry all ring 180 degrees apart across the corneal surface. Surface irregularity index measures the local variations in the corneal center. Potential visual acuity shows the visual acuity calculated by surface regularity index. Irregular astigmatism index measures the average sum of area corrected for the difference between each ring over the entire corneal surface. SAI = surface asymmetry index; SRI = surface irregularity index; CYL = simulated keratometric cylinder change; PVA = potential visual acuity; CVP = coefficient of variation of corneal power; ACP = average corneal power; SDP = standard deviation of corneal power; CEI = corneal eccentricity index; IAI = irregular astigmatism index; AA = analyzed area; EDP = elevation/depression power; EDD = elevation/depression diameter.

검사는 점안마취 없이 쉬르머검사지(Eagle Vision, Memphis, TN, USA)를 아래눈꺼풀 바깥 1/3 지점에서 아래눈꺼풀을 당긴 후, 검사지를 접은 부분이 결막낭 내로 들어가게 하고 5분간 접촉시킨 다음, 젖은 부위의 길이를 밀리미터 단위(mm)로 측정하였다.^{22,23}

통계학적 분석으로 한국각막질환연구회 가이드라인에 따른 건성안의 중증도와 환자의 교정시력, 안구표면질환지수, 형광염색을 이용한 눈물막파괴시간 및 각결막상피병증검사, 쉬르머 I 검사와의 관계를 analysis of variance (ANOVA) test를 이용하여 비교하였다. Tomey TMS-4N™ 비디오각막경검사의 Klyce 규칙성 지표들과 앞에 제시된 건성안의 임상 진단에서 전통적으로 사용되는 지표들 사이의 상관관계에는 Spearman correlation test를, 건성안 중증도와 관계 평가에는 one-way ANOVA test, Jonckheere-Terpstra test를 사용하였다. 통계분석 프로그램은 SPSS for Windows soft-

ware version 18.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 사용하였고 통계분석 결과 p 값이 0.05 미만인 경우를 통계적 유의성이 있다고 해석하였다.

결 과

본 연구는 총 193명, 386안을 대상으로 진행되었으며, 그 중 남성 65명(33.68%), 여성 128명(66.32%)이었고, 평균 연령은 57.52 ± 11.67 세였다. 대상환자들의 연령, 성별, 교정시력, 안구표면질환지수(OSDI)점수, 형광염색을 이용한 눈물막파괴시간, 각결막염색점수, 쉬르머 I 검사, Tomey TMS-4N™ 비디오각막경검사의 규칙성 지표들인 SAI, SRI, PVA, IAI의 평균치는 Table 1에 제시되어 있다. 대상안들 중에서 한국각막질환연구회의 건성안 중증도 분류에 따른 건성안 중증도 분포는 Level I에 해당하는 환자군이 272안(70.47%)였고, Level II는 81안(20.98%), Level III는 33안(8.55%)이었다. 기존의 건성안 검사 지표 중 교정시력, 안구표면질환지수 점수, 형광염색을 이용한 눈물막파괴시간, 각결막염색점수는 건성안 중증도에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였으나, 쉬르머 I 검사는 유의한 차이가 없었다(Table 2). One-way ANOVA test, Jonckheere-Terpstra test 결과, Tomey TMS-4N™ 비디오각막경검사의 규칙성 지표들 중, SAI, SRI, PVA, IAI는 건성안의 중증도에 따라 통계적으로 유의한 차이를 보였고 건성안의 중증도가 증가할수록 증가하는 경향을 보였다(Fig. 3).

기존의 건성안 지표인 교정시력, 안구표면질환지수, 형광염색을 이용한 눈물막파괴시간, 각결막염색점수, 쉬르머 I 검사와 Tomey TMS-4N™ 비디오각막경검사의 규칙성 지표들인 SAI, SRI, PVA, IAI 간의 상관관계를 통계적으로 분석하였을 때 교정시력, 각결막염색점수는 SAI, SRI, PVA, IAI와 유의한 양의 상관관계를, 형광염색을 이용한 눈물막파괴시간은 SAI, SRI, PVA, IAI와 유의한 음의 상관관계를 보였다. 안구표면질환지수 점수와 쉬르머 I 검사는 SAI, SRI,

Table 1. Clinical characteristics of study population

| | Value |
|---------------------------------|-------------------|
| Number of patient (eyes) | 193 (386) |
| Mean age at diagnosis (years) | 57.52 ± 11.67 |
| Sex (male/female) | 65/128 |
| Mean BCVA at diagnosis (logMAR) | 0.05 ± 0.13 |
| OSDI score | 17.55 ± 10.57 |
| TBUT (seconds) | 4.15 ± 1.04 |
| Corneal staining score | 1.09 ± 0.89 |
| Schirmer I test (mm) | 9.00 ± 5.85 |
| SAI | 0.62 ± 0.51 |
| SRI | 0.48 ± 0.40 |
| PVA | 0.12 ± 0.10 |
| IAI | 0.44 ± 0.10 |

Values are presented as mean \pm standard deviation unless otherwise indicated..

BCVA = best corrected visual acuity; logMAR = the logarithm of minimal angle of resolution; OSDI = ocular surface disease index; TBUT = tear break-up time; SAI = surface asymmetry index; SRI = surface regularity index; PVA = potential visual acuity; IAI = irregular astigmatism index.

Table 2. Comparison of data between different severity groups

| | Level I | Level II | Level III | p -value* |
|------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------|
| Number of cases | 272 | 81 | 33 | |
| BCVA (logMAR) | 0.04 ± 0.12 | 0.06 ± 0.13 | 0.11 ± 0.15 | 0.011 |
| OSDI score | 16.27 ± 9.86 | 19.26 ± 11.46 | 24.04 ± 11.42 | 0.002 |
| TBUT (seconds) | 4.45 ± 0.90 | 3.65 ± 0.86 | 2.93 ± 1.14 | <0.001 |
| Corneal staining score | 0.66 ± 0.54 | 1.80 ± 0.55 | 2.90 ± 0.29 | <0.001 |
| Schirmer I test (mm) | 9.30 ± 5.91 | 8.27 ± 5.16 | 8.30 ± 6.77 | 0.347 |

Values are presented as mean \pm standard deviation or number.

BCVA = best corrected visual acuity; logMAR = the logarithm of minimal angle of resolution; OSDI = ocular surface disease index; TBUT = tear break-up time.

*One-way analysis of variance.

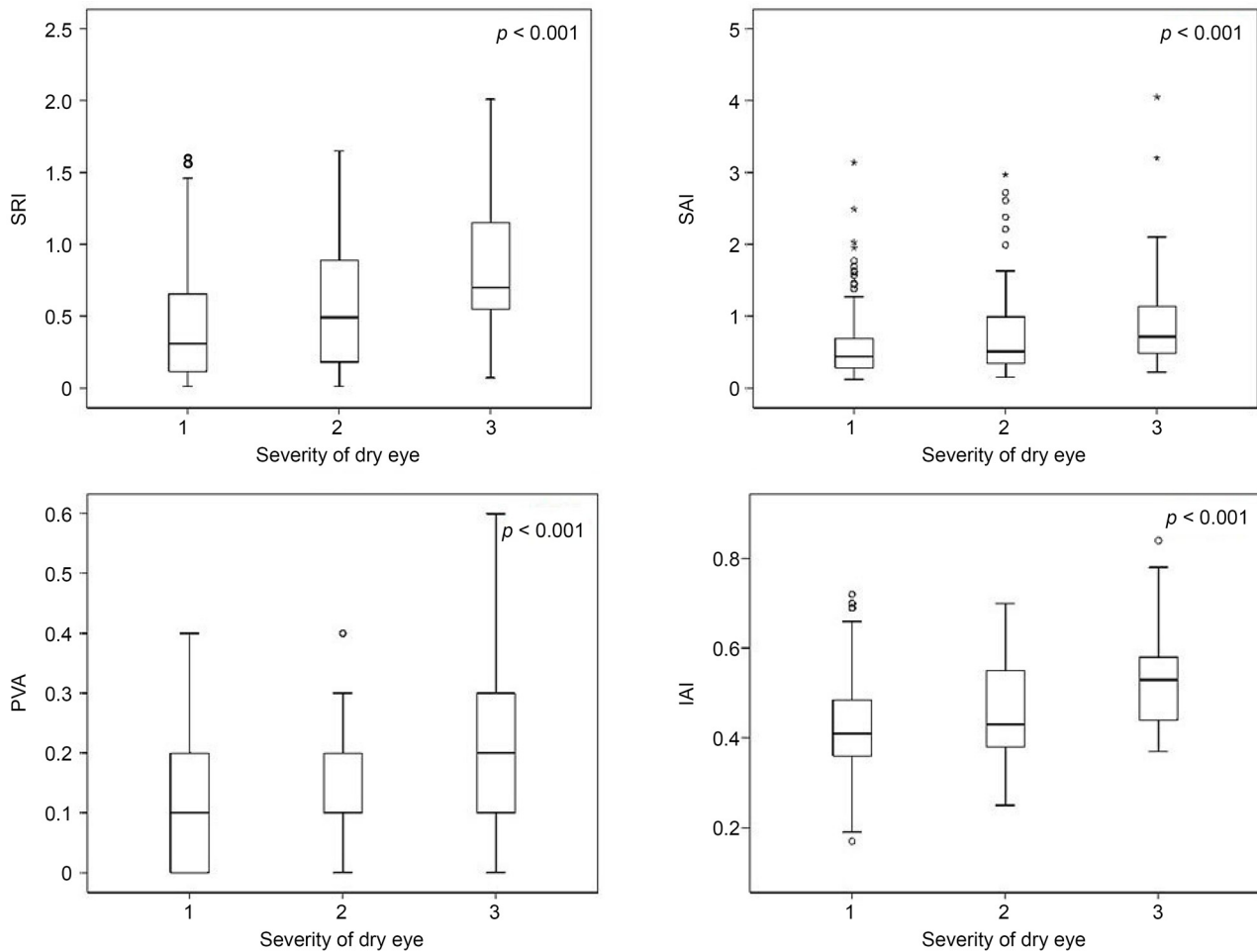


Figure 3. Differences and correlation between dry eye severity and videokeratoscopic regularity indices. Each videokeratoscopic index was positively correlated with severity of dry eye. Data were analyzed using one-way analysis of variance, Jonckheere-Terpstra test. SRI = surface regularity index; SAI = surface asymmetry index; PVA = potential visual acuity; IAI = irregular astigmatism index. *, o defined as a data point that is located outside the fence of the box plot (* = extreme values, o = out values).

Table 3. Spearman correlation analysis between videokeratoscopic indices with conventional dry eye tests

| | SAI | <i>p</i> -value* | SRI | <i>p</i> -value* | PVA | <i>p</i> -value* | IAI | <i>p</i> -value* |
|------------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|
| BCVA | 0.233 | <0.001 | 0.295 | <0.001 | 0.311 | <0.001 | 0.273 | <0.001 |
| OSDI score | -0.034 | 0.585 | -0.038 | 0.547 | -0.052 | 0.407 | -0.059 | 0.342 |
| TBUT | -0.177 | 0.001 | -0.246 | <0.001 | -0.252 | <0.001 | -0.190 | <0.001 |
| Corneal staining score | 0.173 | 0.001 | 0.278 | <0.001 | 0.261 | <0.001 | 0.254 | <0.001 |
| Schirmer I test | -0.005 | 0.881 | -0.076 | 0.167 | -0.044 | 0.420 | -0.059 | 0.282 |

SAI = surface asymmetry index; SRI = surface regularity index; PVA = potential visual acuity; IAI = irregular astigmatism index; BCVA = best corrected visual acuity; OSDI = ocular surface disease index; TBUT = tear break-up time.

*Spearman correlation analysis.

PVA, IAI와 모두 유의한 상관관계를 보이지 않았다(Table 3).

고 찰

건성안에서는 눈물막의 불안정성으로 인한 불규칙한 광학 표면이 국소적 파면수차의 변이성을 증가시키며, 심한

건성안의 경우 각막상피의 혼탁과 같은 변화로 인해 빛의 산란이 증가하여 질적으로 시력 저하를 일으키게 된다.²⁴ 또한 눈물막의 시간에 따른 변화도 정상안과 달라서 건성안 환자에서 눈물층의 변화가 더 빠르게 일어난다.²⁵ 이러한 질적인 시력 저하와 눈물막의 변화를 통상적인 건성안 검사로 평가하기에는 어려움이 있다. 따라서 안구표면의 고위

수치를 측정하는 장비나 비디오각막경검사를 통해 건성안의 상태를 객관적으로 측정하려는 소수의 연구들이 발표되었다.^{17,25-31} 저자들이 아는 바로는 현재 Tomey사의 TMS-4N™가 Klyce 통계프로그램을 갖추어 안구표면의 불규칙성을 수치화할 수 있는 유일한 비디오각막경검사 장비이다.

Shiotani et al²⁶은 Tomey-2 비디오각막경의 지표인 SRI가 교정시력과 연관성이 있다고 하였고, Maeda et al³²은 대비감도 등의 주관적인 시기능과 관련 있음을 보고하였다. de Paiva et al¹⁵가 TMS-2N™ (Tomey)을 이용하여 발표한 연구에서 건성안 군이 정상안 군에 비해서 SAI, SRI, IAI 평균치가 유의하게 높았고, 잠재시력(PVA) 지수는 유의하게 낮았다고 하였다. 본 연구에서도 건성안의 정도가 심할수록 TMS-4N™ (Tomey)의 SAI, SRI, IAI 평균치가 높아지고, PVA가 낮은 유의한 상관관계를 볼 수 있었다 (Table 4). 따라서 TMS-4N™ (Tomey)의 규칙성 지표들은 건성안환자가 호소하는 시각 증상과 건성안의 정도를 객관적인 지표로 평가하는 도구로 사용될 수 있을 것으로 생각한다.

한편, 일반적으로 건성안의 객관적 진단 검사들의 결과와 환자의 건성안 증상이 일치하지 않는다는 연구 결과들이 보고되고 있다. Schein et al³³은 쉬르머검사와 건성안 증상이 통계적으로 유의한 상관관계를 보이지 않았다고 하였다. Nichols et al³⁴은 75명의 환자를 대상으로 건성안 증상과 눈물막파괴시간, 각막염색검사, 쉬르머검사, 로즈벵갈 염색 등의 건성안 평가지표와 비교하였지만 상관관계가 없음을 보고하였다. 본 연구에서도 Tomey TMS-4N™ 비디오각막경검사의 규칙성 지표들인 SAI, SRI, PVA, IAI가 안구 표면질환지수(OSDI) 설문지 점수와 유의한 연관성을 보이지 않아 동일한 결과를 보였다.

한국각막질환연구회(KCDSEG)에서 발표한 한국형 건성안 진단 및 치료에 관한 가이드라인은 안구 증상이나 시각 증상이 한 가지 이상 있으면서 객관적 징후(각결막염색점수, 눈물막파괴시간, 쉬르머검사) 3가지 중 한 가지가 있을

경우 건성안으로 진단하였다. 객관적 징후 검사 수치에 따른 중증도 산정이 서로 불일치하는 경우, 각결막염색점수를 기준으로 중증도를 나누어 경도일수록 Level I, 중증일수록 Level IV로 분류하였다.¹⁸

de Paiva et al¹⁵은 SAI, SRI, IAI가 건성안의 중증도를 나타내는 각막염색점수와 양의 상관관계를 보이므로, Tomey TMS-2N™ 비디오각막경검사의 규칙성 지표들은 건성안의 진단뿐만 아니라 건성안의 중증도를 평가하는 객관적인 방법으로서의 잠재적 가치가 있다고 주장하였다. 본 연구에서는 Tomey TMS-4N™ 비디오각막경검사를 사용하고, 한국형 건성안 진단 가이드라인에 따라 건성안의 중증도를 구분하였으며, 규칙성 지표들인 SAI, SRI, PVA, IAI가 건성안 중증도에 따라 유의한 차이가 있으며 양의 관계를 보임을 확인하였다(Fig. 3). 하지만 다른 건성안 지표(교정시력, 각막염색점수, 눈물막파괴시간검사)는 통계적으로 유의하지만 비교적 낮은 상관관계(0.2-0.3)를 나타내었다(Table 4). 두 연구를 통해 Tomey TMS 비디오각막경검사의 규칙성 지표들이 건성안의 중증도를 반영할 수 있음을 알 수 있지만, 건성안 진단 시 이 장비를 단독으로 사용하기보다는 다른 건성안 지표들을 함께 고려해야 할 것이다.

기존에 건성안 중증도를 결정하는 주요한 검사인 각결막염색에 비해 비디오각막경의 지표를 이용할 때의 장점은 안과 전문의가 아닌 검사자들도 비교적 단순하게 검사를 할 수 있으며, 검사자에 따른 측정치의 차이가 적은 객관적인 방법이라는 점과 검사 결과를 저장하여 향후의 분석을 할 수 있고, 건성안의 중증도나 치료 효과를 추적 관찰할 때 좋은 방법이라는 점이다.

본 연구의 한계점은 다음과 같다. 첫째, 단면 연구로 정상 대조군과 비교 분석하지 못한 점이다. 둘째, 후향적 연구의 한계로 인해 포함된 환자의 대부분이 경도(Level I)이고, 상대적으로 중등도(Level II)와 중증(Level III)의 건성안환자를 적게 포함하고 있다는 점이다.

결론적으로 현재 건성안의 진단과 중증도 평가에 있어

Table 4. Comparison of videokeratoscopic regularity indices between different severity groups

| | Level I | Level II | Level III | <i>p</i> -value* | Std. J-T statistics | <i>p</i> -value* |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|------------------|---------------------|------------------|
| Number of cases | 272 | 81 | 33 | | | |
| SAI | 0.54 ± 0.39 | 0.74 ± 0.60 | 1.01 ± 0.86 | <0.001 | 4.138 | <0.001 |
| SRI | 0.41 ± 0.34 | 0.58 ± 0.45 | 0.86 ± 0.50 | <0.001 | 5.205 | <0.001 |
| PVA | 0.10 ± 0.09 | 0.14 ± 0.11 | 0.23 ± 0.14 | <0.001 | 5.087 | <0.001 |
| IAI | 0.42 ± 0.09 | 0.45 ± 0.10 | 0.54 ± 0.11 | <0.001 | 4.853 | <0.001 |

Values are presented as mean ± standard deviation or number.

J-T = Jonckheere-Terpstra; SAI = surface asymmetry index; SRI = surface regularity index; PVA = potential visual acuity; IAI = irregular astigmatism index.

*One-way analysis of variance; †J-T test.

대표적으로 사용되고 있는 각결막염색검사에 비해, Tomey TMS-4N™ 비디오각막경검사는 검사자 간의 차이가 적어 객관성이 높고, 대규모 연구에 유용하리라 생각한다. 하지만, 건성안의 단일 진단 도구로서 활용되기 위해서는 국내에서 정상 대조군을 포함하여 중증도별로 많은 환자를 대상으로 전향적인 연구가 필요할 것이다.

REFERENCES

- 1) Craig JP, Nicholas KK, Akpek EK, et al. TFOS DEWS II definition and classification report. *Ocul Surf* 2017;15:276-83.
- 2) Stapleton F, Alves M, Bunya VY, et al. TFOS DEWS II epidemiology report. *Ocul Surf* 2017;15:334-65.
- 3) Ahn JM, Lee SH, Rim TH, et al. Prevalence of and risk factors associated with dry eye: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2010-2011. *Am J Ophthalmol* 2014;158:1205-14.e7.
- 4) Roh HC, Lee JK, Kim M, et al. Systemic comorbidities of dry eye syndrome: the Korean National Health and Nutrition Examination Survey V, 2010 to 2012. *Cornea* 2016;35:187-92.
- 5) Paulsen AJ, Cruickshanks KJ, Fischer ME, et al. Dry eye in the beaver dam offspring study: prevalence, risk factors, and health-related quality of life. *Am J Ophthalmol* 2014;157:799-806.
- 6) Wolffsohn JS, Arita R, Chalmers R, et al. TFOS DEWS II diagnostic methodology report. *Ocul Surf* 2017;15:539-74.
- 7) Patel S, Murray D, McKenzie A, et al. Effects of fluorescein on tear breakup time and on tear thinning time. *Am J Optom Physiol Opt* 1985;62:188-90.
- 8) Mengher LS, Bron AJ, Tonge SR, Gilbert DJ. Effect of fluorescein instillation on the pre-corneal tear film stability. *Curr Eye Res* 1985;4:9-12.
- 9) Mengher LS, Bron AJ, Tonge SR, Gilbert DJ. A non-invasive instrument for clinical assessment of the pre-corneal tear film stability. *Curr Eye Res* 1985;4:1-7.
- 10) Nichols KK, Mitchell GL, Zadnik K. The repeatability of clinical measurements of dry eye. *Cornea* 2004;23:272-85.
- 11) Pinschmidt NW. Evaluation of the Schirmer tear test. *South Med J* 1970;63:1256 passim.
- 12) Feldman F, Wood MM. Evaluation of the Schirmer tear test. *Can J Ophthalmol* 1979;14:257-9.
- 13) Wright JC, Meger GE. A review of the Schirmer test for tear production. *Arch Ophthalmol* 1962;67:564-5.
- 14) Lemp MA. Report of the National Eye Institute/Industry workshop on Clinical Trials in Dry Eyes. *CLAO J* 1995;21:221-32.
- 15) de Paiva CS, Lindsey JL, Pflugfelder SC. Assessing the severity of keratitis sicca with videokeratographic indices. *Ophthalmology* 2003;110:1102-9.
- 16) Ozkan Y, Bozkurt B, Gedik S, et al. Corneal topographical study of the effect of lacrimal punctum occlusion on corneal surface regularity in dry eye patients. *Eur J Ophthalmol* 2001;11:116-9.
- 17) Liu Z, Pflugfelder SC. Corneal surface regularity and the effect of artificial tears in aqueous tear deficiency. *Ophthalmology* 1999;106:939-43.
- 18) Hyon JY, Kim HM, Lee D, et al. Korean guidelines for the diagnosis and management of dry eye: development and validation of clinical efficacy. *Korean J Ophthalmol* 2014;28:197-206.
- 19) McGinnigle S, Naroo SA, Eperjesi F. Evaluation of dry eye. *Surv Ophthalmol* 2012;57:293-316.
- 20) Yoon KC, Im SK, Kim HG, You IC. Usefulness of double vital staining with 1% fluorescein and 1% lissamine green in patients with dry eye syndrome. *Cornea* 2011;30:972-6.
- 21) Bron AJ, Evans VE, Smith JA. Grading of corneal and conjunctival staining in the context of other dry eye tests. *Cornea* 2003;22:640-50.
- 22) Lee SJ, Kim HY, Park YM, Lee JS. Comparison of therapeutic effects of 3% diquafosol tetrasodium with aging in dry eye. *J Korean Ophthalmol Soc* 2016;57:734-41.
- 23) Tsubota K. Tear dynamics and dry eye. *Prog Retin Eye Res* 1998;17:565-96.
- 24) Chen JJ, Rao K, Pflugfelder SC. Corneal epithelial opacity in dysfunctional tear syndrome. *Am J Ophthalmol* 2009;148:376-82.
- 25) Choi KW, Moon SW, Joo MJ. Wavefront aberration changes after the instillation of artificial tear in dry eyes. *J Korean Ophthalmol Soc* 2006;47:186-91.
- 26) Shiotani Y, Maeda N, Inoue T, et al. Comparison of topographic indices that correlate with visual acuity in videokeratography. *Ophthalmology* 2000;107:559-64.
- 27) Liu Z, Pflugfelder SC. The effects of long-term contact lens wear on corneal thickness, and surface regularity. *Ophthalmology* 2000;107:105-11.
- 28) Dursun D, Monroy D, Knighton R, et al. The effects of experimental tear film removal on corneal surface regularity and barrier function. *Ophthalmology* 2000;107:1754-60.
- 29) Németh J, Erdélyi B, Csákány B. Corneal topography changes after a 15 second pause in blinking. *J Cataract Refract Surg* 2001;27:589-92.
- 30) Battat L, Macri A, Dursun D, Pflugfelder SC. Effects of laser in situ keratomileusis on tear production, clearance, and the ocular surface. *Ophthalmology* 2001;108:1230-5.
- 31) Goto T, Klyce SD, Zheng X, et al. Gender- and age-related differences in corneal topography. *Cornea* 2001;20:270-6.
- 32) Maeda N, Sato S, Watanabe H, et al. Prediction of letter contrast sensitivity using videokeratographic indices. *Am J Ophthalmol* 2000;129:759-63.
- 33) Schein OD, Tielsch JM, Munõz B, et al. Relation between signs and symptoms of dry eye in the elderly. A population-based perspective. *Ophthalmology* 1997;104:1395-401.
- 34) Nichols KK, Nichols JJ, Mitchell GL. The lack of association between signs and symptoms in patients with dry eye disease. *Cornea* 2004;23:762-70.

= 국문초록 =

건성안에서 비디오각막경검사 지표의 임상 유의성

목적: Tomey사의 TMS-4N™ 비디오각막경검사(Tomey, Nagoya, Japan)의 규칙성 지표들과 건성안의 기존 평가법들 및 건성안의 중증도와의 상관관계를 비교함으로써, 건성안 평가를 위한 비디오각막경검사의 가치를 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 본 후향적 연구에서 총 193명(386안)의 건성안환자들의 의무기록을 분석하였다. TMS-4N™의 규칙성 지표들인 surface asymmetry index (SAI), surface regularity index (SRI), potential visual acuity (PVA), irregular astigmatism index (IAI)와 교정시력, Ocular Surface Disease Index (OSDI) score, 눈물막파괴시간, 각막염색점수, 쉬르머 I 검사 결과를 비교하고, 한국각막질환연구회 분류에 따른 건성안 중증도와의 상관관계를 분석하였다.

결과: 규칙성 지표들인 SAI, SRI, PVA, IAI는 건성안의 중증도에 따라 증가하였다. 규칙성 지표들은 교정시력, 각막염색점수와는 유의한 양의 상관관계, 눈물막파괴시간검사와는 유의한 음의 상관관계를 보였다. OSDI score는 규칙성 지표들과 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

결론: TMS-4N™의 규칙성 지표들은 건성안의 중증도 평가와 경과 관찰의 객관적인 방법으로 사용될 수 있으리라 생각한다.

〈대한안과학회지 2019;60(7):627-634〉

이종하 / Jong-Ha Lee

건양대학교 의과대학 안과학교실
Department of Ophthalmology,
Konyang University College of Medicine

