

4가지 건성안 분석방법(OQAS test, TBUT, Schirmer test, McMonnies test)의 비교

박창원¹, 김효진^{2,3,*}

¹가톨릭대학교 의과대학 시과학연구소, 서울 06591

²백석대학교 보건학부 안경광학과, 천안 31065

³백석대학교 보건복지대학원 안경광학과, 서울 06695

투고일(2015년 11월 3일), 수정일(2015년 11월 26일), 게재확정일(2015년 12월 8일)

목적: 객관적 검안기기인 OQAS (Optical Quality Analysis System)를 이용하여 눈물막의 불안정성에 따른 객관적 산란지수의 변화를 연속적으로 관찰하고, 이 측정값과 눈물막과괴시간, 슈르머테스트 및 맥모니테스트와의 상관성을 알아보고자 하였다. **방법:** 대학생 82명(21.51±3.97세, 남45명, 여37명), 147안을 대상으로 눈물막과괴시간, 슈르머테스트, 맥모니테스트를 실시하였고, OQAS의 연속 측정방법을 이용하여 순목 직후 15초 동안 매초간의 객관적 산란지수를 측정하였다. **결과:** 정상안과 건성안 군의 객관적 산란지수(OSI value)는 각각 2.13±1.16와 3.76±1.42로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). 모든 대상자는 측정 시간이 경과할수록 객관적 산란지수가 증가하였고, 순목 직후 매초 측정된 객관적 산란지수는 6초와 7초 사이에 변화량이 가장 크게 증가하였다($p<0.05$). 객관적 산란지수 cut off 30%(sec.) 결과는 눈물막과괴시간($r = 0.855, p = 0.000$), 맥모니테스트($r = -0.351, p = 0.003$), 슈르머테스트($r = 0.316, p = 0.012$) 순으로 상관성이 있는 것으로 나타났다. **결론:** OQAS의 연속측정 방법은 기존의 건성안 검사법과 상관성이 높았다. 객관적 산란지수를 이용한 OQAS 검사방법은 환자의 눈물막 상태를 객관적으로 평가하는데 유용하게 사용될 것으로 생각된다.

주제어: 객관적 산란지수, 건성안, 눈물막과괴시간, 맥모니테스트, 슈르머테스트

서 론

안구 표면의 최외층은 눈물층이 형성되어 있어 순목 시 매끄러운 윤활작용을 하게 된다.^[1] 이 눈물층은 두께와 안정성에 따라 굴절계수, 광학수차의 변화를 일으키며 시력의 질에 영향을 미치기도 한다.^[2] 눈물층은 점액층, 수성층 그리고 지방층으로 구성되어 있는데 구성성분의 불균형 혹은 눈물의 적은 분비의 문제 때문에 안구 표면이 손상되고 이물감, 충혈, 통증, 시력저하 등을 느끼게 되고 이러한 증상을 안구건조증이라고 한다.^[3-5] 안구건조증을 가진 눈은 정상안보다 눈물막의 불안정성이 심하며 빠른 눈물막 파괴의 발생에 따라 건조감과 불편함을 줄 뿐만 아니라 시력의 질에도 영향을 끼친다. 안구건조증은 눈물층과 각막표면의 변화 등에 의해 발생하는 다인성 질환으로 삶의 질에 영향을 미치는 중요한 요인이 된다.^[6]

안구건조증은 다양한 원인에 의해 발생하게 되는데 건조한 주변 환경은 물론 컴퓨터나 책 등을 장시간 집중적

으로 보는 것도 눈의 충혈 등 심한 건성안 증상을 야기할 수 있고,^[7] 눈물샘이나 결막의 염증, 눈꺼풀 이상, 콘택트 렌즈의 장시간 사용과 잘못된 안약 사용도 안구건조증의 원인이 될 수 있다.^[8,9] Moss 등^[10]의 보고에 의하면 건성안 유병률은 연구에 따라 다양하나 미국 전체 인구 중 여성에서 약 17%, 남성에서 약 11.1%로 알려져 있으며 특히 80세 이상의 노인 인구에서는 19%까지 증가하는 것으로 나타났다. 최근 국내의 통계자료에 의하면 최근 5년간(2009~2013년) 안구건조증으로 병원 진료를 받은 환자의 수는 매년 6.1% 늘어났고, 진료비는 8.6%씩 증가하였으며 성별 점유율은 여성이 약 68.5%~68.9%로 남성 환자의 약 2.2배에 달하며 안구건조증 환자는 점차 증가하는 추세라고 보고 하였다.^[11]

현재 안구건조증은 눈물막과괴시간 검사, 슈르머검사, 로즈벡갈염색, 설문지테스트 등의 검사자의 판단이 개입되는 검사가 시행되어왔다. 하지만 기존의 안구건조증 검사는 검사자의 주관성 개입, 재현성, 침습적 방법으로 인

*Corresponding author: Hyojin Kim, TEL: +81-41-550-2841, E-mail: hjink@bu.ac.kr

한 오차 등의 한계도 보고되어,^[12,13] 안구건조증 증상을 정확하게 진단하고 적절한 치료를 하기 위해서 객관적인 검사가 요구된다. 이에 따라 최근에는 객관적인 건성안 검사법에 관한 연구에 관심이 증가되고 있다.^[14-18]

최근 개발된 OQAS(optical quality analysis system) 검안 기기는 더블패스 테크닉(double-pass technique)을 이용하여 입사광과 망막으로부터 되돌아 나오는 출사광을 정량적, 객관적으로 분석이 가능하며, 타각적으로 수정체의 혼탁도 및 건성안의 정도를 수치화할 수 있는 객관적인 항목들을 제시하고 있다.^[19-21] 특히, 이 항목들 중 객관적 산란지수(objective scattering index, OSI)는 안구 내 망막에서 맺히는 상의 질을 수치화 할 수 있는데 연속측정된 객관적 산란지수를 활용하여 눈물막의 불안정성 상태를 평가할 수 있다.^[14] 이에 본 연구에서는 객관적 산란지수를 활용하여 시간의 경과에 따라 망막상(retinal image)의 PSF(point spread function)를 연속적으로 관찰하였고, OQAS의 검사결과와 눈물막파괴시간검사, 슈르머검사, 맥모니테스트와의 상관성을 조사하였다.

대상 및 방법

1. 대상

본 연구는 2014년 1월부터 2014년 2월까지 대학생 82명을 대상으로 하였다. 이 중에서 교정시력이 20/20 이상이며 각막질환, 각막수술, 눈물기관 수술, 콘택트렌즈를 사용하는 자, 눈물관 이상자, 약물복용자, 전날 음주한 경우 등 눈물막에 영향을 끼칠 수 있는 자는 연구 대상자에서 제외하여 최종 82명 147안을 분석하였다. 최종 대상자의 평균 연령은 21.51±3.97세 였고, 남자가 45명, 여자가 37명이었다(Table 1).

2. 방법

모든 대상자에게 눈물막파괴시간(tear film break up time, TBUT)과 슈르머검사(Schirmer test), 안구건조증 증

상의 문진(McMonnies Questionnaire), 그리고 OQAS 기기를 연속 측정하여 순목 직후 15초 동안 매 0.5초간의 객관적 산란지수를 분석하였다.

눈물막파괴시간 검사(TBUT)는 눈물막의 묽신의 부족으로 초래되는 눈물의 증발 정도와 관련이 있는 검사로써 세극등현미경(VS/SL-7F, TOPCON Japan)의 코발트블루 조명에서 눈물막층이 균열에 의해 마른점, 구멍(dry spot)의 형태가 최초로 발생하는 시간을 측정하였다.^[22] 슈르머 검사는 Stimulating Lacrimation의 3가지 방법 중 첫 번째 방법인 paper strip을 하결막낭에 삽입하여 눈물에 의해 적셔지는 부위를 측정하여 10 mm/5 min 이상을 정상으로 간주하는 방법을 사용하였다. paper strip은 슈르머검사지(Color Bar™, Eagle Vision, USA)를 사용하여, 국소점안마취제를 사용하지 않은 상태에서 검사하였다.^[23] 정확한 측정값을 얻기 위해 검사 전 안검에 자극을 줄 수 있는 행동을 자제시켰고 특히, 안신경이 많이 분포해 있는 중심부 각막에 검사용지가 닿지 않도록 주의하여 검사하였고 심한 각막자극으로 인해 반사눈물 분비가 많은 경우에는 실험에서 제외하였다. 그리고 안구건조증의 주관적인 증상을 물어 평가를 점수화하는 문진(McMonnies Questionnaire)를 시행하였다.^[24,25] 이 설문지는 건성안 증상의 위험인자에 관한 12가지 질문으로 평가를 하는데 점수가 높을수록 건성안 증상이 심각한 것을 의미하게 된다. 맥모니테스트의 질문에 대한 반응은 다양한 타입과 점수로 표현된다. 예를 들면 질문1은 대답의 방식은 3가지 no(0점), uncertain(1점), yes(2점)으로 구성된다. 반면에 질문9의 대답은 4가지로 이루어져있으며 never(0점), sometimes(1점), often(2점), constantly(3점)으로 계산된다. 그리고 마지막으로 OQAS 연속 측정법을 이용하여 시간에 따른 안구 내의 점퍼점함수(point spread function, PSF)의 정도를 평가하였는데 OQAS의 파라미터인 객관적 산란지수(OSI value)를 이용하였다. 객관적 산란지수는 안구내의 산란(scattering)의 정도를 객관적으로 나타낸 것으로 안구내부의 광학적, 정량적 평가가 가능하다.^[14] OQAS 검사 또한 점안마취제를 사용하지 않은 정상 생리상태에서 비침습적인 방법으로 마지막 순목 직후부터 시작하여 0초에서 15초까지 0.5초 단위로 객관적 산란지수를 측정하는 모드를 사용하였고(Fig. 1), 0초에서 15초 간 평균 객관적산란지수 값에서 수치가 30% 이상으로 흐려지는 때를 OSI cut off 30% (sec.)로 정하였다. 모든 피험자는 산동제를 사용하지 않고 암순응 후 6 mm 이상의 상태로 검사를 시행하였다. OQAS의 결과값에 영향을 줄 수 있는 굴절이상은 trial lens set를 이용하여 OQAS 검사장비의 점안부에 삽입하여 완전교정 하였으며, artificial pupil size는 4 mm로 설정하고 검사하였다. OQAS의 검사 결과는 3회 반복 측정하여 평균값을 사용

Table 1. Subjects demographics

Characteristics	Mean±SD or number
Eye	147
Gender (M/F)	45/37
Age±SD (years)	21.51±3.97
Tear film break-up time (sec)	8.44±3.73
Schirmer test (mm)	10.12±4.68
McMonnies Questionnaire (score)	11.40±3.04
OSI value	2.71±1.08

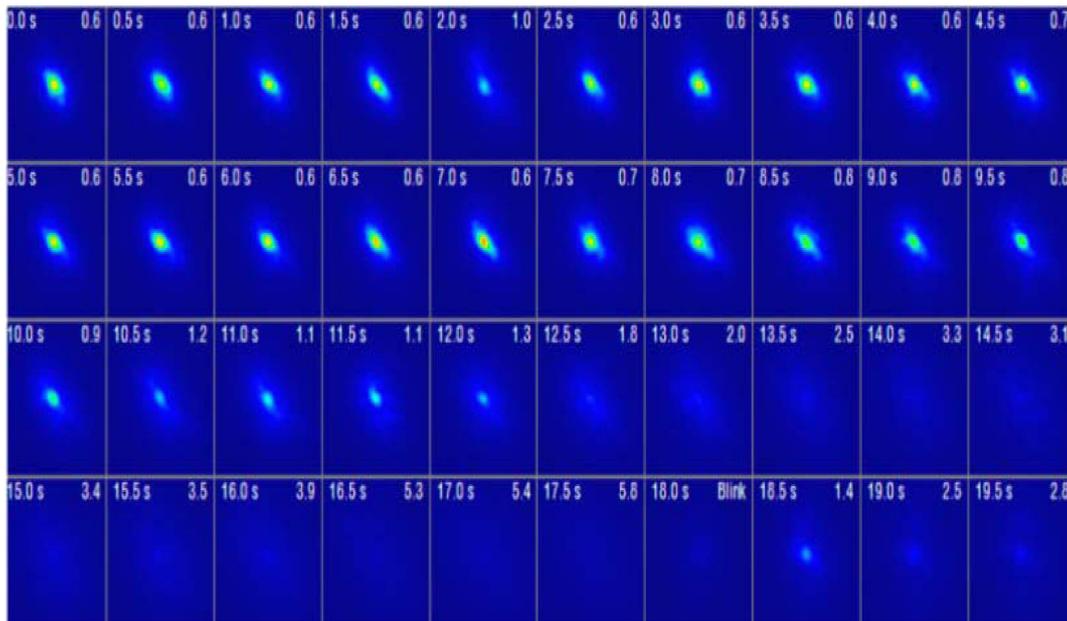


Fig. 1. OSI images from the eye of a subject.

하였고, 한 명의 숙련된 검사자에 의해 동일한 장소에서 검사하였다. OQAS 검사 시 협조가 어려워 검사시간이 길어지는 경우에는 반사적 눈물 분비를 고려하여 실험대상에서 제외하였다.

또한 정상안과 건성안 군을 분류하여 비교하고자 Dry Eye Workshop (DEWS)에서 제시한 건성안의 증상이 Level 2 이상(BUT: ≤ 10 sec., Schirmer: ≤ 10 mm)이면서^[3] 맥모니테스트의 결과가 10점 이상인 군을 건성안 군으로 정하였다.

모든 자료분석은 SPSS 18.0 version 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL)을 사용하였고, 건성안 평가의 각 파라미터들 간의 결과는 독립표본 t-test와 pearson 상관분석하였다. $p < 0.05$ 인 경우를 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

결과 및 고찰

임상에서 건성안 진단법으로 통용되고 있는 눈물막 파괴시간 검사는 모든 종류의 건성안 환자에서 적용되고 있는데,^[25,26] 눈물층을 플루오레신 용액을 염색하기 때문에 눈물층에 발생하는 생리적 변화를 완벽히 배제할 수 없고, 검사자의 숙련도에 따라 큰 편차를 가지고 있는 것으로 알려져 있다.^[27] 또한 쉬르머검사는 피검사자의 하결막낭에 paper strip을 삽입하는 방법으로 피검사자가 이물감을 느낄 수 있으며 5분간의 긴 검사시간으로는 낮은 재현성을 나타내는 단점이 있다.^[28] 본 연구에서는 건성안 검사에서 객관적 검사기기를 활용하여 연속적인 객관적 산란지수를 측정하였고, 눈물층의 변화를 객관적으로 분석하

여 기존의 검사와 상관성을 알아보고 유용성을 조사하였다.

1. 대상자의 일반적인 특성

전체 대상자의 평균 연령은 21.51 ± 3.97 세로 남자가 45명, 여자가 37명이었다. 평균 눈물막 파괴시간은 8.44 ± 3.73 초, 쉬르머검사에서 눈물분비는 평균 10.12 ± 4.68 mm, 맥모니테스트 결과는 11.40 ± 3.04 점, 평균 객관적 산란지수는 2.71 ± 1.08 정 (OSI value)으로 나타났다(Table 1).

2. 건성안 검사결과와 OQAS 결과 분석

OQAS 기기를 이용하여 마지막 순목 직후부터 15초까지 0.5초 단위로 객관적 산란지수를 측정된 결과 시간이 경과할수록 수치가 증가하는 양상을 보였다(Fig. 1).

전체대상자들의 시간에 따른 객관적 산란지수의 변화를 알아보기 위해 매초 사이의 변화량을 측정하였는데 순목 후 6초에서 7초로 지날 때 평균 1.54 (OSI value)의 증가를 보여 가장 큰 변화폭을 보였으며(Fig. 2), 이는 통계학적으로 유의하였다($p < 0.05$). Benito의 연구^[14]에서는 정상인도 시간의 경과에 따라 눈물막이 불규칙적으로 변화하여 수차가 증가한다고 보고 하였고, Mont-Micet 등^[29]은 눈물막 파괴시간이 짧은 경우에는 더 높은 수차량이 발생하고 수차의 편차가 심하다고 주장하였다. 본 연구에서는 수차(aberration)와 산란(scattering)의 개념을 포괄하는 객관적 산란지수를 활용하였는데, 모든 대상자에서 시간의 경과에 따라 수치의 증가를 확인하였고(Fig. 2), 특히 건성안 환자 군에서 객관적 산란지수가 큰 것으로 확인되어

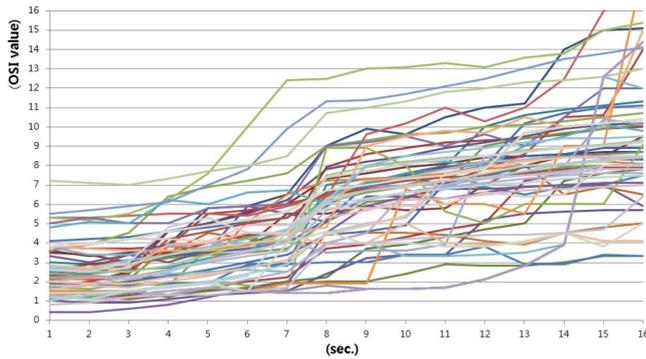


Fig. 2. Continuous measured objective scatter index in all subjects.

Table 2. Mean values and changes of OSI value at 1 and 15 seconds in each group classified according to the TBUT

Parameter	<6 sec (n=39)	6-10 sec (n=19)	>10 sec (n=24)	p-value
OSI at 1 sec	3.37±1.62	2.39±0.99	1.81±0.44	‡0.010
OSI at 15 sec	10.46±3.64	8.89±3.55	8.45±2.22	‡0.225
ΔOSI (15sec-1sec)	7.09	6.50	6.64	‡0.462
p-value	†0.000	†0.000	†0.000	

Values are presented as mean±SD.

†Unpaired t-test

‡<6 sec. vs >10 sec. t-test

Benito^[14]와 Mont-Micet 등^[29]의 보고와 일치하는 것으로 판단 할 수 있었다(Table 5).

눈물막파괴시간에 따라 6초 미만, 6-10초, 10초 초과인 세 군으로 나누어 각 군마다 마지막 순목 후 1초와 15초 때의 객관적 산란지수를 측정하였고 15초에서 1초의 객관적 산란지수 값을 뺀 변화량을 나타내었다(Table 2). 눈물막 파괴시간이 6초 미만인 군의 순목 후 1초와 15초 때의 객관적 산란지수 결과는 각 3.37±1.62, 10.46±3.64으로 약 7.09 (OSI value) 차이를 보여 통계학적으로 유의하였다(p<0.001). 눈물막 파괴시간이 6-10초 인 군은 순목 후 1초와 15초 때의 객관적 산란지수 결과가 각 2.39±0.99, 8.89±3.55으로 약 6.50 (OSI value) 차이를 보였고 통계학적으로 유의하였다(p<0.001). 눈물막 파괴시간이 10초 초과인 군은 순목 후 1초와 15초 때의 객관적 산란지수 결과는 각 1.81±0.44, 8.45±2.22으로 약 6.64 (OSI value) 차이를 보였고, 통계학적으로 유의하였다(p<0.001). 순목 후 1초 때의 객관적 산란지수는 눈물막파괴시간에 따른 6초 미만, 6-10초, 10초 초과인 세 군에서 급간내의 유의성을 보였고 특히 6초 미만인 군과 10초 초과 군을 비교하였을 때 유의한 차이가 큰 것으로 나타났다(p=0.050, p=0.010)(Table 2).

Table 3. Mean values and changes of OSI value at 1 and 15 seconds in each group classified according to the Schirmer test

Parameter	<6 mm (n=18)	6-10 mm (n=41)	>10 mm (n=23)	p-value
OSI at 1 sec	2.45±1.84	2.36±1.33	2.64±1.24	‡0.458
OSI at 15 sec	8.19±4.17	9.48±3.60	9.97±3.30	‡0.645
ΔOSI (15sec-1sec)	5.74	7.12	7.33	‡0.250
p-value	†0.000	†0.000	†0.000	

Values are presented as mean±SD or number unless otherwise indicated.

†Unpaired t-test OSI at 1 sec vs OSI at 15 sec

‡<6 mm vs >10 mm t-test

눈물막파괴시간이 10초를 초과하는 군이 6초 미만 군에 비해 객관적 산란지수가 유의하게 낮고 변화량이 큰 것으로 볼 수 있는데 이는 최와 신^[18]의 연구결과와 부합하는 것으로 눈물막파괴시간이 길수록 상대적으로 낮고 안정적인 수차, 객관적 산란지수의 적은 변화를 나타냄을 알 수 있었다. 쉬르머 검사결과는 6 mm 미만, 6-10 mm, 10 mm 초과인 세 군으로 분류하였고, 순목 후 15초에서 1초의 값을 뺀 객관적 산란지수 변화량은 세 군 모두에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.001). 하지만 세 군에서 급간내 유의성은 확인할 수 없었다. 이러한 결과는 검사 특성상의 차이에서 기인하였다고 생각된다. 객관적 산란지수는 안구표면의 눈물막파괴에 따른 광학적인 변화를 평가하는 것이기 때문에 눈물 분비량보다는 눈물의 질(quality)에 관련성이 높은 반면 쉬르머 검사는 각결막과 하안검 사이에 모이는 눈물의 양을 측정하는 것이기 때문에 눈물의 양(quantity)과 관련성이 더 높다. 맥모니테스트 결과는 자각적증상이 10점 미만 군과 초과 군으로 분류하였고 순목 후 15초에서 1초의 값을 뺀 객관적 산란지수

Table 4. Mean values and changes of OSI value at 1 and 15 seconds in each group classified according to the Mcmonnies question test

Parameter	10.0 score under(n=48)	10.0 score over(n=34)	p-value
OSI at 1 sec	2.45±1.84	2.36±1.33	‡0.886
OSI at 15 sec	8.19±4.17	9.48±3.60	‡0.720
ΔOSI(15sec-1sec)	5.74	7.12	‡0.312
p-value	†0.000	†0.000	

Values are presented as mean±SD or number unless otherwise indicated.

†Unpaired t-test OSI at 1 sec. vs OSI at 15 sec.

‡10.0 score under vs 10.0 score over t-test

Table 5. Mean value of OQAS and changes of dry eye exam results in each group classified according to the Dry eye severity grading

Exam/Group	Control group (n=52)	*Dry eyes group (n=30)	p-value
OSI at 1 sec	2.13±1.16	3.76±1.42	*0.010
OSI at 15 sec	7.50±3.19	11.86±2.71	*0.030
ΔOSI(15sec-1sec)	5.37	8.10	*0.000
OSI cutoff 30%(sec)	10.22±1.57	7.14±2.53	*0.000
TBUT(sec)	9.55±2.82	6.46±3.27	*0.000
Schirmer test(mm)	11.25±4.89	7.54±2.36	*0.000
McMonnies(score)	7.17±3.88	12.55±3.47	*0.000

Values are presented as mean±SD.

*Dry eye severity 2 level(DEWS) and Mcmonnies score 10.0 score over

*p<0.05 between Control group and Dry eyes group. Student t-test.

변화량은 유의한 차이를 확인하였으나 두 군간의 객관적 산란지수는 유의성이 없는 것으로 나타났다(Table 4).

3. 정상안과 건성안 군의 비교

본 연구에서는 건성안을 구분하는 표준화된 방법 (DEWS 등급표)에 따라 정상안과 건성안 군을 분류하여 OQAS 검사를 적용하였다. 두 군 간의 객관적 산란지수 값은 각 2.13와 3.76 (OSI value)으로 유의한 차이를 보였다(Table 5). 두 군의 순목 후 15초 때의 객관적 산란지수 결과는 각 7.50±3.19, 11.86±2.71으로 약 4.36 (OSI value)의 통계학적인 차이를 보였고($p<0.05$). 15초에서 1초의 값을 뺀 객관적 산란지수의 변화량은 5.37, 8.10 (OSI value)으로 유의하였다($p<0.001$). 본 연구결과는 최근에 진^[30]이 정상군과 건조증 군의 평균 객관적 산란지수가 0.67, 4.53 (OSI value)라고 발표한 결과 값과 다소 차이가 있는

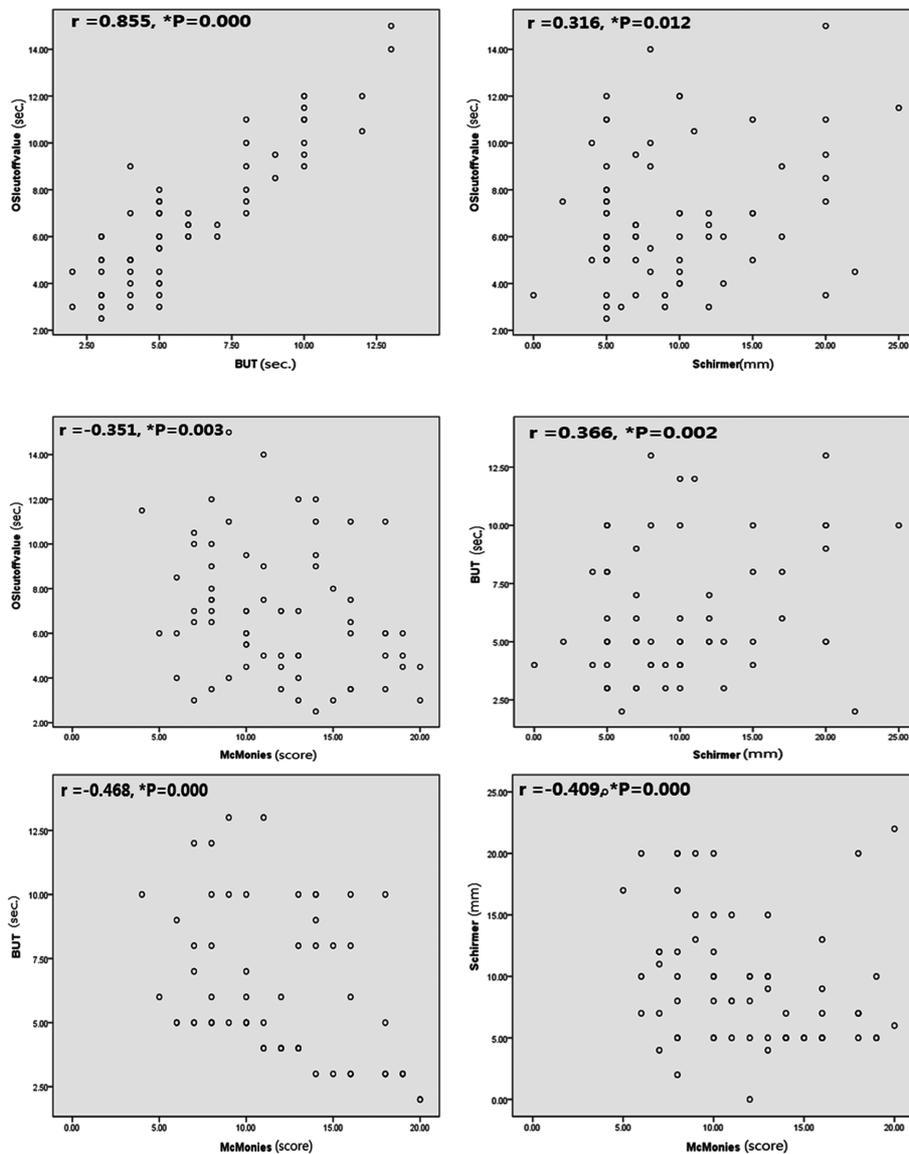


Fig. 3. Correlation of dry eye exam parameters. Pearson correlation test. * $p < 0.05$

것으로 보이는데 전의 연구 대상자가 정상군 20명 중 남자가 0명, 여자가 20명으로 분포를 보였고 건성안 군 20명에서도 남자 14명, 여자 6명으로 성별에 편중된 대상자 모집을 하였기 때문에 결과에 영향을 미쳤다고 생각된다. 또한 본 데이터 분석에서는 객관적 산란지수 cut off 30%(sec.)를 활용 하였는데 이는 평균 객관적 산란지수에서 30% 이상으로 흐려지는 시점을 의미하는 것으로 정상안과 건성안 군의 결과는 10.22, 7.14 (OSI value)으로 통계학적인 유의한 차이를 확인할 수 있었다($p < 0.001$).

4. 건성안 검사 간의 상관성

건성안 검사간의 상관성을 분석한 결과(Fig. 3), 임상에서 많이 사용되고 있는 눈물막과괴시간 검사, 쉬르머 검사, 맥모니테스트는 통계학적으로 유의한 상관성이 있는 것으로 나타났다($p < 0.050$). 눈물막과괴시간은 눈물의 증발 정도와 직접적으로 연관성이 있고, 쉬르머검사는 눈물의 양과 관련성을 가지며 맥모니테스트는 건조증의 자각적 증상을 체크하는 방법으로 이 세 가지의 건성안 검사결과는 서로 독립적이지 않고 서로 연관되어 있다고 보고되었고,^[3] 본 연구에서도 이전의 결과와 일치하는 경향을 보였다. 객관적 산란지수 cut off 30% 결과는 눈물막과괴시간($r = 0.855, p = 0.000$), 맥모니테스트($r = -0.351, p = 0.003$), 쉬르머 검사($r = 0.316, p = 0.012$) 순으로 상관성이 높은 것으로 나타났다. OQAS 검사장비를 이용한 건성안의 객관적인 결과는 기존의 주관적인 건성안 검사결과와 관련성이 있었고 특히, 눈물막과괴시간과 상관성이 가장 높은 것으로 나타나 눈물의 질을 평가할 때 유용성이 높을 것으로 생각된다.

결 론

기존의 건성안 검사법은 검사자의 주관적인 판단에 의존하여 낮은 재현성과 침습적인 방법으로 인해 오차발생, 검사약물의 생리적 영향, 오랜 시간 소요 등의 단점이 있는 반면 OQAS를 이용한 검사 방법은 비침습적으로 이루어지며 짧은 시간내에 객관화된 수치를 얻을 수 있다는 장점이 있다. 또한 연속측정된 객관적 산란지수를 이용하여 동적인 객관적 산란지수 수치를 알 수 있기 때문에 안구표면의 눈물층의 변화양상을 정량적으로 평가할 수 있다. OQAS 기기를 활용한 타각적인 검사법은 기존의 눈물막과괴시간 검사를 보완하여 건성안 환자의 진단 및 추적관찰에 유용성이 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

[1] Kim JS, Shin JA, Lee OJ. Ocular anatomy, 1st Ed. Seoul:

Chungkumunhwasa, 2005;240-243.

- [2] Albarrn C, Pons AM, Lorente A, Montes R, Artigas JM. Influence of the tear film on optical quality of the eye. *Contact Lens Anterior Eye*. 1997;20(4):129-135.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] Begley CG, Caffery B, Nichols K, Mitchell GL, Chalmers R. Results of a dry eye questionnaire from optometric practices in North America. *Adv Exp Med Biol*. 2002; 506(Pt B):1009-1016.
- [7] Thomson WD. Eye problems and visual display terminals-the facts and the fallacies. *Ophthalmic Physiol Opt*. 1998;18(2):111-119.
- [8] Mah KC, Park M., Kim HJ, Kim DP, Back SS, Eom JH. Contact lens complications, 1st Ed. Seoul: Elsevier Korea L.L.C, 2008;54-69.
- [9] Chung SH, Na KS, Kwon HG, Lee HS, Kim SY, Kim EC. Levels of severity in dry eye syndrome according to Delphi panel classification. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2010; 51(9): 1179-1183.
- [10] Moss SE, Klein R, Klein BE. Incidence of dry eye in an older population. *Arch Ophthalmol*. 2004;122(3):369-373.
- [11] Health Insurance Review & Assessment Service : Dry eye syndrome. It can still occur during spring and summer, 2014. [http://www.hira.or.kr/dummy.do?pgmid=HIRAA020041000000&cmsurl=/cms/notice/02/1324964_24959.html&subject=\(5 April 2015\)](http://www.hira.or.kr/dummy.do?pgmid=HIRAA020041000000&cmsurl=/cms/notice/02/1324964_24959.html&subject=(5 April 2015)).
- [12] 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.
- [13] Morgan PB, Tullo AB, Efron N. Infrared thermography of the tear film in dry eye. *Eye(Lond)*. 1985;9(Pt5):615-618.
- [14] 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.
- [15] Thibos LN, Hong X. Clinical applications of the Shack-Hartmann aberrometer. *Optom Vis Sci*. 1999;76(12):817-825.
- [16] Koh S, Maeda N, Kuroda T, Hori Y, Watanabe H, Fujikado T et al. Effect of tear film break-up on higher-order aberrations measured with wavefront sensor. *Am J Ophthalmol*.

- 2002;134(1):115-117.
- [17] Maeda N. Clinical applications of wavefront aberrometry - a review. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2009;37(1):118-129.
- [18] Choi SH, Shin YI. Changes in higher order aberration according to tear-film instability analyzed by continuous measurement using wavefront. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2012;53(8):1076-1080.
- [19] Park CW, Lee YE, Joo CK. Changes in optical quality of cataract patients' corrected visual acuity before and after phacoemulsification. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2013; 54(8): 1208-1212.
- [20] Park CW, Kim GY, Kim HJ, Hwang JH, Joo CK. Objective clinical evaluation of ocular optical instrument according to the type of lens opacity. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2014; 55(1):79-84.
- [21] Artal P, Benito A, Prez GM, Alcn E, De Casas A, Pujol J et al. An objective scatter index based on double-pass retinal images of a point source to classify cataracts. *PLOS One*. 2011;6(2):e16823.
- [22] Calonge M, Diebold Y, Sez V, Enrquez de Salamanca A, Garca-Vzquez C, Corrales RM et al. Impression cytology of the ocular surface: a review. *Exp Eye Res*. 2004; 78(3):457-472.
- [23] Jung NY, Baek JW, Shin SJ, Chung SK. Tear meniscus evaluation using optical coherence tomography in dry eye patients. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2015;56(3): 323-330.
- [24] Simpson TL, Situ P, Jones LW, Fonn D. Dry eye symptoms assessed by four questionnaires. *Optom Vis Sci*. 2008;85(8):692-699.
- [25] Begley CG, Caffery B, Chalmers RL, Mitchell GL. Use of the dry eye questionnaire to measure symptoms of ocular irritation in patients with aqueous tear deficient dry eye. *Cornea*. 2002;21(7):664-670.
- [26] Hamano H, Hori M, Hamano T, Mitsunaga S, Maeshima J, Kojima S et al. A new method for measuring tears. *CLAO J*. 1983;9(3):281-289.
- [27] Mengher LS, Bron AJ, Tonge SR, Gilbert DJ. Effect of fluorescein instillation on the pre-corneal tear film stability. *Curr Eye Res*. 1985;4(1):9-12.
- [28] Lee JH, Hyun PM. The reproducibility of the Schirmer test. *Korean J Ophthalmol*. 1988;2(1):5-8.
- [29] Monts-MicR, AliJL, Muoz G, Prez-Santonja JJ, Charman WN. Postblink changes in total and corneal ocular aberrations. *Ophthalmology*. 2004;111(4):758-767.
- [30] Jeon HM, Lee DJ. Objective optical quality analysis in dry eye syndrome. *J Korean Ophthalmol Soc*. 2014;55(11): 1600-1605.
- [31] Lee BJ, Hong JH, Jung DI, Park M. A study on the confidence of dry eye diagnosis methods. *J Korean Ophthalmic Opt Soc*. 2008;13(1):15-20.

Comparison Among the Four Examination Methods for Dry Eye (OQAS test, TBUT, Schirmer Test, McMonnies test)

Chang Won Park¹ and Hyojin Kim^{1,2,*}

¹Laboratory of Visual Science, The Catholic University of Korea, Seoul 06591, Korea

²Dept. of Optometry, Division of Health Science, Baekseok University, Cheonan 31065, Korea

³Dept. of Optometry, Graduate School of Health and Welfare, Baekseok University, Seoul 06695, Korea

(Received November 3, 2015; Revised November 26, 2015; Accepted December 8, 2015)

Purpose: To evaluate the changes of OSI value according to tear-film instability measured serially by OQAS(Optical Quality Analysis System, Visiometrics, Spain) every seconds. The presented study analyzed the relationship of the OQAS parameter with the results of the tear-film break-up time, Schirmer test, and the McMonnies score. **Methods:** 147 eyes of 82 subjects were randomly selected from university students (age: 21.51 ± 3.97 , male 45, female 37). Subjects were measured tear-film break-up time, Schirmer test, McMonnies score and once every second for 15 seconds after blinking by continuous measurements from OQAS system. **Results:** The normal eye groups presented OSI values of 2.13 ± 1.16 while the dry eye groups had OSI values of 3.76 ± 1.42 . Therefore, a significant difference between the normal eye group and dry eye group was discovered ($p < 0.05$). In addition, the OSI value of all subjects increased over time. The OSI value, which was measured every second after blinking occurred, significantly increased between 6 seconds and 7 seconds after the start of the measurement ($p < 0.05$). OSI cut off of 30% (sec.) showed a greater correlation; TBUT ($r = 0.855$, $p = 0.000$), McMonnies test ($r = -0.351$, $p = 0.003$), Schirmer ($r = 0.316$, $p = 0.012$). **Conclusions:** Continuous measurement of OQAS showed a high correlation with the value of the existing dry eye tests. Therefore, Analysis of OSI values by utilization of OQAS could be useful in objectively evaluation of tear film in patients.

Key words: OSI, Dry eye, TBUT, McMonnies test, Schirmer test