

사무실 실내공기질과 콘택트렌즈 착용여부가 안구 건조증에 미치는 영향

김대중¹, 박문찬¹, 이세훈², 김현욱², 이화자³, 차정원^{1,*}

¹신흥대학교 안경광학과, 의정부 480-701

²가톨릭대학교 의과대학 예방의학교실, 서울 137-701

³경북대학교 간호학과, 포천 487-717

투고일(2012년 2월 3일), 수정일(2012년 6월 12일), 게재확정일(2012년 6월 16일)

목적: 본 연구는 콘택트렌즈 착용 여부와 사무실 실내공기질이 안구건조에 미치는 영향이 있는지 파악하고자 하였다. **방법:** 71명의 연구 대상자들의 각 사무실에서 실내공기질이 안구건조에 미치는 영향을 파악하기 위하여 이산화탄소(CO₂), 온도(temperature), 습도(relative humidity), 총 부유분진(TSP), 미세먼지(PM₁₀), 포름알데히드(HCHO)를 측정분석 하였고, 안구 건조증을 확인하기 위하여 연구 대상자들의 사무실에서 McMonnies dry eye symptom questionnaire, Schirmer Tear Test-I(S.T.T-I), Schirmer Tear Test-II with anesthetics(S.T.T-II), Tear film break-up time(T.B.U.T) 등을 검사 하였다. **결과:** 콘택트렌즈 착용여부에 따라 사무실 실내공기질이 안구건조증에 영향을 미치는 요인으로는 TSP는 200 µg/m³, PM₁₀은 86.7 µg/m³, 포름알데히드는 0.4~1.0 µg/m³을 기준으로 농도가 높게 측정되었을 때 유의한 관련성이 있는 것으로 분석되었다. 그러나 CO₂(p=0.146), 온도(p=0.074)와 습도(p=0.053)는 통계적으로 안구건조와 유의한 관련성이 없는 것으로 분석되었다. **결론:** 사무실 재실자의 안구 건조에 CO₂ 및 온도, 습도는 유의한 영향이 없었으나, TSP, PM₁₀, 포름알데히드의 실내 농도와 콘택트렌즈의 착용여부는 관련이 있었다. 콘택트렌즈 착용에 대한 종합적인 관리와 사무실 실내공기의 개별적인 평가가 함께 이루어져야 하겠다.

주제어: 안구건조, 실내공기질, 콘택트렌즈, 안구 건조증

서 론

안구의 건조는 사무실에서 흔히 발생하는 가장 보편적인 불편 사항 중의 하나로 눈의 광범위한 증상을 지칭한다.^[1] 1995년 미국 국립 안 연구소와 산업체 워크샵(National Eye Institute; NEI/Industry Workshop)에서 정한 안구 건조증의 정의는 “눈물의 부족 및 눈물막의 과도한 증발로 노출된 눈꺼풀틈새의 안구 표면 손상으로 눈의 불편감 및 자극증상을 일으키는 눈물막 이상이다”라고 하였다.^[2] 이러한 안구 건조증은 안구 표면의 눈물층과 밀접한 관련이 있으며,^[3] 눈물층의 불안정으로 발생하는 건성안은 두 개의 범주로 분류할 수 있다. 첫째는 눈물 부족성 건성안으로 눈물샘이나 땀샘의 장애로 인한 눈물분비 부족이고, 둘째는 증발성 건성안으로 눈꺼풀이상, 눈 깜박임이상, 굴절교정수술, 환경적 인자 등에 기인한 것이다.^[4] 이러한 증발을 증가에 대한 원인으로는 눈물막 지방층이 건조한 실내와 VDT(visual display terminal)중후군 등 여

러 환경적 인자로 인하여 물리적인 파괴가 일어나는 것으로 추론하기도 한다.^[5] 또한 콘택트렌즈 착용도 눈물막의 혼란 및 삼투압 증가로 인해 눈물을 증발시켜 건성안을 유발 시킨다고 하였다.^[6]

여러 환경적인 인자 중 포름알데히드(HCHO)는 호흡곤란을 일으키고 심한 눈물, 코와 목, 눈에 타는 듯한 자극과 기침을 발생시키며,^[7,8] 최근에 조사한 자각증상의 연구에서 눈과 관련된 증상으로는 가려움, 따가움, 안구건조, 눈부심, 안구피로, 안구 충혈, 눈물, 일시적 시력저하 등이 있었다.^[9] 또한 포름알데히드 이외에도 안구 건조증을 유발하는 요인으로 온도, 습도(relative humidity) 같은 물리적 요소와 총부유분진(TSP), 미세먼지(PM₁₀), 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO₂), 이산화질소(NO₂), 담배연기 같은 화학적 요소, 세균, 바이러스, 벌레 같은 생물학적 요소 등이 있다고 하였다. 그러나 안구 건조증과 관련하여 눈물성분의 불충분한 생산, 외안부와 눈물층의 건조와 관련된 콘택트렌즈의 피팅 상태 및 재질, 건성안을 유발하는 여러

*Corresponding author: Jung Won Cha, TEL: +82-31-870-3434, E-mail: jwcha@shc.ac.kr

질환과 더불어 많은 연구가 있었지만 주변 환경상태는 쉽게 지나쳐 버리는 경우가 많았다.^[10] 또한 환경적인 측면에서 안구 건조증에 대한 안과학적 접근은 연구된 것이 거의 없는 실정이다.^[11-12]

따라서 본 연구에서는 현대인들은 실내 환경에서 장시간 근무하게 된다는 점 등을 고려할 때, 사무실에서 발생하는 실내공기질과 시각계 증상에 영향 주는 콘택트렌즈 착용자와 미착용자 간에 안구 건조의 형태학적인 변화를 조사하여 관련성을 평가하고자 시행하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 2007년 10월 16일부터 19일까지 수도권에 있는 완공년도 3년 미만의 6개의 사무실에서 근무하는 71명 142안을 대상으로 하였다. 대상자의 연령은 만 20세 이상에서 만 40세 이하로 안구 건조에 영향을 줄 수 있는 연령, 눈물분비기능에 영향을 미칠 수 있는 안과적 외상과 질환이 있는 경우와 LASIK수술을 받은 사람, 전신질환 유무 등을 설문지로 파악하여 제외하였으며, 실내공기질은 환경부의 다중이용시설 등의 실내공기질 관리법에 따라 관리되고 있는 이산화탄소(CO₂) 1,000 ppm, 총부유분진(TSP), 미세먼지(PM₁₀) 150 µg/m³, 포름알데히드(HCHO) 0.12 mg/m³을 대상 및 기준으로 측정 분석하였으며, 온도와 습도는 환경부에서 공고하는 적정 실내 온도, 습도를 기준으로 하였다.

2. 연구 방법

1) 건성안 문진표 및 눈물의 양과 안전성 측정

McMonnies dry eye symptom questionnaire^[13]로 대상자들이 자각적으로 느끼는 안구 건조증상을 설문하였고, 눈물 생산량과 안전성을 검사하기 위해 대상자의 각 사무실에서 S.T.T-I, S.T.T-II(Schirmer tear test)와 T.B.U.T(tear film break-up time)를 실시하였다. S.T.T검사와 T.B.U.T검사는 오차를 줄이기 위하여 동일한 검사자에 의해 시행하였으며, 4개의 검사에서 3개 이상 안구 건조증상으로 판단 될 경우 건성안으로 분류하여 연구를 시행하였다.^[14]

2) 실내공기 오염물질 및 측정방법

본 연구의 측정대상 오염물질은 이산화탄소(CO₂), 온도, 습도, 총부유분진(TSP), 미세먼지(PM₁₀), 포름알데히드(HCHO)이다. 측정은 환경부 공정시험법의 주시험방법 및 부시험방법에 준하여 실시하였으며, 이산화탄소, 온도, 습도는 IAQ-CALC aq-603(SK)으로 총부유분진, 미세먼지

는 Dustmate(TURNKEY)로 연속 측정 하였고, 측정시간은 각 사무실 별로 11:00시, 14:00시, 17:00시에 측정하여 평균을 구하였다. 포름알데히드의 경우 Mini Volume Air Sampler(GilAir5, Gilian)를 통하여 0.3 l/min의 유속으로 2,4-DNPH cartridge로 동일 지점에서 포집하였으며, 분석 전까지 알루미늄호일 등으로 cartridge지를 싸서 빛을 차단한 후 4°C 이하의 냉암소에서 보관 하였다. 포집된 시료는 HPLC(High performance liquid chromatography, Gas Chromatography Agilent, U.S.A. Gas Chromatography 7890A)를 이용하여 분석하였다.

휴대용 장비 측정 결과의 QA/QC(quality assurance/quality control)를 위하여 실험실 및 전체 측정 지점 중 일부 측정 지점에 대하여 공정시험법상의 주 시험법으로 분석하여 휴대용 장비의 측정결과를 비교 평가 하였다. 주 시험법의 QA/QC는 공정시험법을 따랐다.

3. 분석방법

수집된 자료는 SAS 8.2 프로그램을 사용 분석하였으며, 연구 대상자의 특성과 눈의 건조 상태를 빈도, 백분율, 평균, 표준편차를 산출하여 t-test와 Chi-square를 적용하였고, McMonnies dry eye symptom questionnaire와 S.T.T-I, S.T.T-II, T.B.U.T의 검사 중 3개 이상 건성안 증후로 나타나면 건성안으로 의심 되는 대상으로 판단하여 단순회귀분석으로 검정을 실시하였다.

연구 대상자의 특성, 안구건조와 사무실의 실내공기질(CO₂, 온도, 습도, TSP, PM₁₀, HCHO)이 미치는 관련성과 실내공기질이 렌즈착용여부와 안구건조 상태에 영향이 있는지 파악하기 위하여 안구건조군을 종속변수로 오염물질과 콘택트렌즈를 독립변수로 하여 다중회귀분석(multiple regression)을 실시하였다. 다중회귀분석의 독립변수는 각 오염물질의 평균값을 기준값으로 설정하여 분석하였고, 통계적 유의성은 95% 신뢰구간에서 적용하였다.

결 과

1. 일반적 특성

본 연구의 대상자는 71명(142안)이며, 여자 52명(73.2%)으로 남자 19명(26.8%)보다 많았다. 평균 연령은 29.0±4.05세이고, 연령분포는 20대 39명 30대가 32명이었다. 콘택트렌즈미착용자는 43명(60.6%)으로 콘택트렌즈 착용자 28명(39.4%)보다 많은 비중을 차지하였다(Table 1). 하루 중 컴퓨터 작업시간(VDU)은 9시간 이상이 37명(52.1%), 9시간 미만이 32명(45.1%), 무응답이 2명(2.8%)으로 조사되었다.

Table 1. General characteristics of the study subjects

(N=71)

Variable	Category	N	%	p-value
Gender	Male	19	(26.8)	0.850
	Female	52	(73.2)	
Age(years)	20~29	39	(54.9)	0.979
	30~39	32	(45.1)	
Contact lens wearing	Yes	28	(39.4)	0.854
	No	43	(60.6)	
Office	I	15	(21.1)	
	II	10	(14.1)	
	III	11	(15.5)	
	IV	11	(15.5)	
	V	13	(18.3)	
	VI	11	(15.5)	

2. 안구건조 테스트

1) Results of McMonnies dry eye symptom questionnaire in an office

각 사무실의 대상자들에게 건성안 자각 증상을 조사한 결과 사무실 I에서 15명이 평균 6.4문항에 건성안 자각 증상을 호소하여, 여섯 개의 사무실 중 가장 많은 자각 증상을 호소하였으며, 5문항 이상 자각 증상을 호소하는 사무실이 사무실 II와 사무실 III의 순으로 조사 되었다. 사무실 V에서는 총 13명이 평균 3.6문항에 건성안 자각 증상을 호소하여 가장 낮게 증상을 호소하였다(Table 2).

2) McMonnies dry eye symptom questionnaire와 T.B.U.T

연구 대상자의 콘택트렌즈 착용 여부에 따른 안구 자각 증상을 설문 하였고, 눈물막 파괴시간을 검사하였다. 설문

Table 2. Results of McMonnies dry eye symptom questionnaire in an office

McMonnies dry eye symptom questionnaire		
Office	N	Mean±SD
I	15	6.4±2.2
II	10	5.5±2.0
III	11	5.0±1.9
IV	11	4.0±2.1
V	13	3.6±1.8
VI	11	4.0±2.1

Table 3. Results of McMonnies dry eye symptom questionnaire and T.B.U.T test

(N=71)

Variable	N	Contact lens		p-Value
		Yes	No	
McMonnies dry	N	28	43	0.0001
Eye symptom questionnaire	Mean±SD	6.14±1.82	3.93±2.02	
Break up time (sec.)	N	28	43	0.0001
	Mean±SD	6.39±1.85	10.0±2.76	

은 12문항 중 5문항 이상이면 건성안의증으로 분류 되는 McMonnies dry eye symptom questionnaire로 설문한 결과 콘택트렌즈를 착용하는 대상자들은 평균 6.1문항, 콘택트렌즈 미착용자들은 3.9문항의 자각증상에 표시를 하였으며, 두 군의 증상을 비교한 결과 콘택트렌즈 착용자들이 미착용자에 비하여 안구 자각증상이 더 높게 나타났다($p<0.0001$). 눈물막 파괴시간은 콘택트렌즈 착용자는 평균 6.39 ± 1.85 초, 미착용자는 평균 10.0 ± 2.76 초로 콘택트렌즈 착용자가 미착용자에 비하여 눈물막 파괴시간이 더 짧은 것을 알 수 있었다($p<0.0001$)(Table 3).

3) Results of T.B.U.T test in an office

각 사무실 별로 콘택트렌즈 착용자와 미착용자간의 T.B.U.T를 측정된 결과 콘택트렌즈를 착용한 군에서 사무실 I이 5.3 ± 1.1 초로 눈물막 파괴시간이 가장 짧았으며, 사무실 II에서 7.2 ± 2.6 초로 눈물막 파괴시간이 가장 길었으며, 사무실간의 차이는 약 2초 정도 차이를 보였다. 미착용 군에서도 역시 사무실 I에서 7.5 ± 2.8 초로 눈물막 파괴시간이 가장 짧았으며, 사무실 VI에서 12.0 ± 2.7 초로 가장 길었다. 사무실 I과 VI의 차이는 약 5초로 콘택트렌즈 군에서는 큰 차이를 보이지 않는 반면 미착용군에서는 큰

Table 4. Results of T.B.U.T test in an office

Office	Break up time(sec.)			
	Contact lens		Noncontact lens	
	N	Mean±SD	N	Mean±SD
I	7	5.3±1.1	8	7.5±2.8
II	5	7.2±2.6	5	9.2±1.6
III	5	6.8±2.2	6	11.3±1.7
IV	3	7.0±2.6	8	9.6±2.2
V	4	6.5±1.7	9	10.8±2.8
VI	4	6.2±1.0	7	12.0±2.7

차이를 보였다(Table 4).

4) Schirmer Tear Test-I, II

안구의 반사적인 누액 분비를 측정하는 Schirmer Tear Test-I 결과는 정상범위에 해당되는 경우가 콘택트렌즈 착용자는 1명(3.6%) 미착용자 14명(32.6%)으로 콘택트렌즈 착용자가 눈물분비량이 더 적었고, 1~10 mm/5 min이하로 눈물 분비량 부족한 경우는 콘택트렌즈 착용자가 16명(57.1%) 미착용자가 7명(16.3%)으로 콘택트렌즈 착용자가 미착용자에 비해 눈물 분비량이 많이 부족한 것으로 나타났다(p=0.0008). Strip 삽입시 반사적인 자극에 의한 눈물 분비를 예방하기 위하여 점안 마취제 Alcaine® 0.5%(Alcon®, USA)를 점안하여 측정한 Schirmer Tear Test-II 결과 10 mm/5 min이상 정상범위에서 콘택트렌즈 착용자는 한명도 없었고, 미착용자에서 13명(30.2%)으로 착용자가 미착용자 보다 눈물분비량이 적었다. 또한 1~5 mm/5 min의 극심한 눈물부족에서도 콘택트렌즈 착용자가 19명(67.9%) 미착용자가 13명(30.2%)으로 콘택트렌즈 착용자의 눈물분비량이 더 적었고 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p=0.0009)(Table 5).

Table 5. Results of Schirmer Tear Test-I and Schirmer Tear Test-II with anesthetics

Variable		Contact lens		p-value
		Yes	No	
Schirmer Tear Test-I	1~10	16 (57.1)	7 (16.3)	0.0008
	10~15	11 (39.3)	22 (51.2)	
	15~	1 (3.6)	14 (32.6)	
Schirmer Tear Test-II with Anesthetics	1~5	19 (67.9)	13 (30.2)	0.0009
	6~9	9 (32.1)	17 (39.5)	
	10~	0 (0.0)	13 (30.2)	

unit: mm

Table 7. Indoor air quality in an office

Pollutants	Office					
	I	II	III	IV	V	VI
CO ₂ *	1081.07±56.15	901.78±60.15	727.62±78.87	699.17±13.37	851.17±39.53	512.52±83.22
Temperature**	27.34±1.09	26.83±0.26	27.39±0.70	26.39±0.84	25.76±0.42	26.17±0.68
Humidity†	35.49±2.78	36.73±1.47	35.60±1.85	38.59±2.27	41.93±1.14	40.95±0.51
TSP‡	299.23±68.17	262.80±98.83	167.00±26.93	175.43±13.66	161.87±41.90	111.77±20.67
PM ₁₀ ‡	125.63±25.65	111.30±29.93	74.07±10.27	75.37±7.60	70.33±6.64	54.50±3.46
Formaldehyde‡	61.9	31.5	31.0	9.7	8.0	3.5

*: ppm, **: °C, †%, ‡: µg/m³

Table 6. Dry eye syndrome

(N=71)

Contact lens	Dry eye		OR	95% CI	p-Value
	Yes	No			
Wearers	27 (96.4)	1 (3.6)	23.47	2.92-188.677	0.003
Non-Wearers	23 (53.5)	20 (46.5)			

5) 안구 건조증

McMonnies dry eye symptom questionnaire와 Schirmer Tear Test-I, Schirmer Tear Test-II, T.B.U.T 중 3개 이상 검사에서 건성안증후로 나타나면 안구건조증으로 판단하여 분류하였다. 콘택트렌즈 착용자 중 안구 건조증은 27명(96.4%)이었고, 안구건조증으로 분류 되지 않은 인원은 1명(3.6%)으로 콘택트렌즈를 착용한 군에서 안구건조증의 비율이 유의하게 높았다. 또 콘택트렌즈 미착용군에서는 안구 건조증이 23명(53.5%)이고 안구건조증으로 분류되지 않은 인원은 20명(46.5%)으로 안구 건조증의 비율이 조금 높은 것으로 나타났고 통계적으로도 유의하였다(p=0.003)(Table 6).

3. 사무실의 실내공기질

1) Indoor air quality in an office

연구 대상자의 6개의 사무실 실내공기질은 Table 7과 같다. CO₂는 사무실 I에서 1081.07±56.15 ppm으로 가장 높았으며, 나머지 5개의 사무실은 환경부 권고기준인 1,000 ppm을 초과하지 않았다. 환경부의 적정 온도는 19~23°C, 습도는 50%인데, 사무실 III은 27.39±0.70°C로 높았고, 습도는 사무실 I이 35.49±2.78%으로 권고기준 보다 낮았다. TSP와 PM₁₀, 포름알데히드 역시 사무실 I에서 299.23±68.17 µg/m³, 125.63±25.65 µg/m³, 0.0619 mg/m³로 가장 높게 측정 분석 되었는데, 이는 사

Table 8. indoor air quality and contact lens

Variable	Contact lens				p-Value
	Yes(n=28)		No(n=43)		
	Mean	SD	Mean	SD	
CO ₂ *	799.18	182.48	830.96	190.10	0.48
Temperature	26.59	0.62	26.76	0.61	0.25
Humidity †	38.46	2.61	37.76	2.56	0.27
TSP§	194.24	64.74	209.45	69.48	0.35
PM ₁₀ §	84.27	25.14	90.42	26.98	0.33
PM1	4.72	0.80	4.85	0.90	0.55
Formaldehyde§	2.36	2.12	2.93	2.20	0.27

*: ppm, : °C, †: %, §: µg/m³

Table 9. An assessment of influence of indoor air quality and contact lens to dry eye for the office worker

Pollutants	Dry eye		
	OR	95% CI	p-Value
Contact Lens	23.47	2.92-188.67	0.003
CO ₂ *	1.00	0.99-1.00	0.146
Temperature	2.44	0.91-6.54	0.074
Humidity †	0.79	0.62-1.00	0.053
TSP§	1.01	1.00-1.02	0.031
PM ₁₀ §	1.03	1.00-1.05	0.029
Formaldehyde§	1.39	1.01-1.92	0.042

*: ppm, : °C, †: %, §: µg/m³

무실 I이 공간이 좁고 유동인구가 많았으며, 포름알데히드가 높게 측정된 것은 사무실 책상과 서랍장 등의 교체 때문인 것으로 사료된다(Table 7).

2) Indoor air quality and contact lens

각 사무실 별로 오염물질을 측정함과 동시에 콘택트렌즈 착용자와 미착용자간의 건성안 검사를 시행한 결과는 각 사무실의 오염물질 별 측정값의 평균과 콘택트렌즈 착용자와 미착용자간의 농도 차이는 통계적으로 유의하지 않았다(Table 8).

4. 사무실 실내공기질과 안구 건조증의 상관관계

안구건조증을 종속변수로 하고 콘택트렌즈 착용자와 각 사무실 별 오염물질의 측정 농도의 평균값을 독립변수로 하여 다변량 회귀분석을 실시하였고, 분석한 결과는 Table 9와 같다.

CO₂와 온도, 습도는 렌즈착용 여부로 인하여 안구건조증의 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며, TSP는 200

µg/m³을 기준으로 1.01배(95% CI:1.00-1.02), PM₁₀는 86.7 µg/m³을 기준으로 1.03배(95% CI:1.00-1.05), 포름알데히드는 0.4~1.0 µg/m³을 기준으로 1.39배(95% CI:1.01-1.92)로 실내공기 중 특정 요소는 콘택트렌즈 착용여부에 따라 안구건조증에 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

고 찰

건성안이란 눈물의 부족 및 눈물막의 과도한 증발로 노출된 눈꺼풀틈새의 안구 표면의 손상으로 눈의 불편감 및 자각증상을 일으키는 눈물막의 질환이라 정의할 수 있다. 안구 건조증상은 영구적인 안과질환과 실내 환경적 요인(indoor air quality)에 의해 유발되는 일시적인 증상으로 구분하는 것은 매우 중요한 일이다.^[10] 왜냐하면 현대인들은 하루 시간 중 90%이상을 실내공간에서 생활하고 있으므로, 실내 환경에 대한 인식이 새롭게 부각되고 있기 때문이다.^[15] 예를 들어, 안구 건조증상은 자연통풍 건물보다 기계식 통풍건물에서 흔히 발생하지만, 그 이유는 알려지지 않았다.^[16] 그러나 사무실에서 안구 건조증상은 업무실적의 저하를 촉진시키는 내부 환경적 요소의 결과로 작용할 수도 있다. 이에 본 연구에서는 실내오염물질이 안구 건조에 미치는 영향을 파악하기위해 환경부에서 관리하고 있는 실내오염물질을 사무실에서 직접 측정하고 동시에 안구건조테스트를 실시하였다. 한편 안구건조의 다른 요인으로는 특정한 약제(항히스타민제, 항우울제, 항고혈압제, 항부정맥제, 호르몬제, 항과킨스씨병 약물 등)와 함께 인공눈물을 사용하거나, 콘택트렌즈를 착용하는 것이다.^[10] 진^[17]은 건성안 환자의 병력을 보면 환경변화에 따라 증상이 악화되고 이것이 중요한 진단의 암시가 될 수 있다고 하였다. 예를 들어 독서나 TV시청 또는 컴퓨터작업을 할 때 눈을 깜박이는 횟수가 줄어들어 안 표면의 건조가 심해질 수 있으며 냉난방 시에 못 견디거나, 담배연기나 비행기 기내 등 건조한 환경에서 자극증상이 심해지는 것 등을 건성안의 병력으로도 생각할 수 있다고 하였다.^[18,19] 본 연구의 결과도 실내에서 80% 이상이 안구 자각증상을 많이 호소하였는데, 이는 정상인에 있어서도 실내 환경오염이나 VDT에 대한 노출로 눈을 혹사하며, 각종 스트레스로 인한 눈의 생리적 방어기전 장애로 건성안이 악화될 수 있다고 사료된다. 또한 McMonnies dry eye symptom questionnaire조사 결과 콘택트렌즈 착용자가 미착용자에 비해 증상을 더 호소하는 것으로 나타났다. Ong^[20]의 연구에서도 안구 건조증상의 악화인자로 콘택트렌즈 착용자에게 통계적으로 유의하게 더 심했고, 콘택트렌즈 착용자들이 느끼는 대부분의 불편은 건조감, 시력장애, 이물감, 작열감 등 미착용자에 비해 다양하게 안구 자각증상을 느낀

다고 하였다.^[21]

본 연구에서 건성안 조사결과 눈물 막 파괴시간 검사인 T.B.U.T 검사는 콘택트렌즈 착용자와 미착용자간에 건성안과 상관관계가 있었고($p < 0.0001$), 착용군에서는 6.4 ± 1.8 초 미착용군에서는 10.0 ± 2.8 초로 착용군에서 더 BUT 시간이 짧았으며, Uras 등^[22]의 연구 결과에서도 콘택트렌즈 착용자에게서 dark spot이 나타나는 시간이 더 짧았다.

본 연구의 사무실 실내공기질에서 CO₂는 사무실 I을 제외한 모든 사무실이 노동부에서 권고한 1000 ppm을 초과하지 않았다.^[23] 사무실 I이 1081.07 ± 56.15 ppm으로 가장 높았던 이유는 좁은 공간에 많은 인원이 있었고, 창문을 개방하지 않은 것이 원인이라고 사료된다. 하지만 건성안 ($p = 0.11$)과의 관련성은 보이지 않았다. 이와는 반대로 Erdmann 등^[24]의 연구에서는 CO₂농도가 증가하면 건성안이 1.2배 더 높게 나타났다.

환경부의 다중이용시설 실내공기질관리에서 쾌적한 실내공기질을 위해서는 봄, 가을에 온도는 19~23°C, 습도는 50%를 유지하는 것이 좋다고 하였는데,^[25] 본 연구 측정결과 각 사무실의 평균 온도, 습도는 적정 온도보다 높았고, 습도는 낮았다. 콘택트렌즈 착용여부에 따라서 온도는 $p = 0.074$ 로 유의하지 않았고, 습도는 높을수록 건성안의 유병률이 낮아지는 경향은 보였으나 $p = 0.053$ 으로 유의하지 않았다. 그 이유로 가장 높은 온도로 측정된 사무실 III이 $27.39 \pm 0.70^\circ\text{C}$ 가장 낮은 온도로 측정된 사무실 V가 $25.76 \pm 0.42^\circ\text{C}$ 로 사무실의 온도의 차이가 2.75°C 로 두 사무실 간에 큰 차이가 없었고, 습도 또한 가장 낮게 측정된 사무실 I이 $35.49 \pm 2.78\%$ 가장 높게 측정된 사무실 V가 $41.93 \pm 1.14\%$ 로 사무실간의 습도 차이가 4.8%로 큰 차이가 없기 때문인 것으로 사료된다.

PM₁₀의 경우 노동부에서 제시한 사무실 공기질 권고기준인 $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하를 기준으로 하였고,^[25] 본 연구 결과에서도 권고기준을 초과하지 않았다. 그러나 사무실 I과 II에서 $125.63 \pm 25.65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 과 $111.30 \pm 29.93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 다른 사무실과 비교하여 높게 측정분석 되어 콘택트렌즈 착용여부에 따른 건성안의 유병위험률은 $p = 0.029$ 로 통계적으로 유의하였고, 높게 측정분석 된 이유로는 사무실 I의 바닥에는 카페트가 있었으며, 또한 유동인구 많았고, 가을철이어서 환기장치도 가동되지 않고 있었다. 이는 유동인구가 많은 대형 패션쇼핑몰이나 대형마트에서 안구건조감을 더 느끼는 것하고 관련이 있는 것으로 사료되고, Smedbold 등^[26]의 연구결과에서도 온도, 습도, TSP, PM₁₀에 모두 안구 건조에 영향이 있는 것으로 나타났다. 포름알데히드는 건성안에 1.39배(95% CI: 1.01-1.92), 콘택트렌즈 착용여부에서도 23.47배(95% CI: 2.92-188.67)로 결과가 유의하게 높았다. 특히 사무실 I에서 포름알데히드농도가 $61.9 \mu\text{g}/$

m^3 로 다른 사무실에 비하여 2배 이상 높게 측정분석 되었는데, 이는 2개월 전에 사무실 전체 책상과 수납장등을 교체했기 때문인 것으로 판단되며, 이것은 실내인테리어 교체 후에 나타나는 안구 자극증상과도 관계가 있을 것으로 사료된다. 하지만 본 연구결과에서는 측정된 농도 값이 낮아서 결과를 그대로 받아들이기에 어려움이 있다. Akbar-Khanzadeh^[7]들은 포름알데히드가 눈에 자극을 준다고 하였고, Takigawa^[9]들은 포름알데히드와 눈의 자극증상과는 유의성이 없다고 하였다. 박 등^[27]은 눈의 증상으로 크게 증가 하였고, Krakowiak^[28] 등은 낮은 수준에서도 증상을 유발한다고 보고하였다.

본 연구의 제한점은 눈물샘의 신경 되돌림 회로(neural feedback loop)와 연결된 기능적 단위 장애와 안구 표면상의 문제, 고오스몰농도(hyposmolarity)를 보이는 경우와 고이산화탄소증 및 연구대상자들의 착용렌즈의 종류와 재질, 착용기간, 사용하고 있는 렌즈의 사용기간, 관리방법 등 안구건조증이 유발될 수 있는 변수에 대한 증상을 설명하기에는 어려운 점이 있었다. 또한 연구 대상자의 수가 적고 각 사무실의 혼란변수와 계절의 변화로 인한 겨울철 난방이나 여름철 냉방에 의해 안구가 건조해질 수 있는 관련성을 증명하기에는 제한점이 있었다. 따라서 본 연구가 전체인구의 유병률을 대변할 수는 없지만 안구건조증은 우리가 생활하면서 많은 사람들이 느끼는 흔한 증상 중에 하나이므로, 이에 관한 장기적이고 다각적인 데이터 축적이 필요하겠고, 실내공기질이 건성안과 관련되어 있는지를 답하기 까지 좀 더 많은 연구가 필요하다.

결 론

본 연구는 71명의 사무실 근무자들이 실내공기질로 인하여 콘택트렌즈 착용여부가 안구 건조에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고, 실내 환경에서 안구의 건조에 대한 질적 안정을 향상시키기 위하여 눈물검사 및 실내공기질을 측정 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. McMonnies dry eye symptom questionnaire결과 콘택트렌즈 착용자에게 더 많은 자각 증상이 있는 것으로 나타났다($p < 0.0001$), Schirmer Tear Test-I와 Schirmer Tear Test-II 검사 결과는 큰 차이를 보이지 않았으며, 콘택트렌즈 착용자에게서 눈물 분비량이 더 적었다($p = 0.0008$) ($p = 0.0009$). T.B.U.T(tear break up time)검사서 콘택트렌즈 착용자는 6.39 ± 1.85 초, 미착용자는 10.0 ± 2.76 초로 콘택트렌즈 착용자가 미착용자에 비하여 눈물막이 파괴되는 시간이 더 짧았다($p < 0.0001$).

2. 다중회귀분석결과 사무실 실내 공기에 포함된 성분 중 콘택트렌즈 착용여부에 따라 안구건조증에 영향을 미

치는 요인으로서는 전체 대상자에게 TSP($p=0.031$), PM₁₀ ($p=0.029$), 포름알데히드($p=0.042$)가 유의한 관련성이 있는 것으로 측정 분석되었지만, CO₂($p=0.146$)와 온도($p=0.074$), 습도($p=0.053$)는 통계적으로 안구건조증과 유의한 관련성이 없는 것으로 분석되었다.

이상의 연구결과를 종합하면 사무실 실내공기질에 따른 TSP, PM₁₀, 포름알데히드 등이 안구건조증의 영향이 있는 것으로 조사되었는데, 이는 실내내테리어 등에서 발생하는 유기용제나 사무기기 사용으로 인한 오염물질에 노출되는 직장인들 또는 대형매장에서 발생하는 미세먼지 등이 안구건조증 유발시키는 것으로 보인다. 그러나 본 연구에서 측정된 사무실 실내공기질은 환경부에서 권고한 기준치 이하였으며, 안구건조증의 영향이 콘택트렌즈에서 기인한 것인지 실내공기 오염물질의 영향인지 안구건조 상태를 평가하는데 영향을 줄 수 있는 개별적 평가가 자세히 이루어져야 하겠다. 또한 CO₂ 및 온도와 습도의 변화가 안구건조증에 영향을 미치지 않는 것임은 습도의 경우 습도가 낮아질수록 건성안 유병률이 높아지는 경향을 보여 역시 60% 이하로 내려가지 않도록 관리를 하여야 하겠다. 특히 냉난방장치는 실내를 건조하게 만들어 안구건조증을 악화시키므로 여름과 겨울철에 습도관리 하는 것이 안구건조현상을 예방하는데 효과적일 것이라고 생각되며, 그 이외에도 콘택트렌즈 착용자가 미착용자에 비하여 안구건조증에 영향이 있는 것으로 조사되어 콘택트렌즈의 피팅, 재질 및 착용에 있어 종합적인 관리를 하는 것이 보다 좋은 방법이라고 사료된다.

REFERENCES

- [1] Howard S. Sick building syndrome studies and the compilation of normative and comparative values. In: Spengler JD, Samet JM, McCarthy JF. Indoor Air Quality Handbook, 1st Ed. NY: McGraw Hill, 2000;3.1-3.32.
- [2] Lemp MA. Report of the national eye institute/industry workshop on clinical trials of dry eye. CLAO J. 1995; 21(4):221-232.
- [3] The Korean External Eye Disease Society. Cornea, 2nd Ed. Seoul: Ilchokak, 2005;211-220.
- [4] Narayanan S, Miller WL, Prager TC, Jackson JA, Leach NE, McDermott AM, et al. The diagnosis and characteristics of moderate dry eye in non-contact lens wearers. Eye Contact Lens. 2005;31(3):96-104.
- [5] Wolkoff P, Nøjgaard JK, Troiano P, Piccoli B. Eye complaints in the office environment: precorneal tear film integrity influenced by eye blinking efficiency. Occup Environ Med. 2005;62(1):4-12.
- [6] Farris RL. The dry eye: its mechanisms and therapy, with evidence that contact lens is a cause. CLAO J. 1986; 12(4):234-246.
- [7] Akbar-Khanzadeh F, Vaquerano MU, Akbar-Khanzadeh M, Bisesi MS. Formaldehyde exposure, acute pulmonary response, and exposure control options in a gross anatomy laboratory. Am J Ind Med. 1994;26(1):61-75.
- [8] Bender JR, Mullin LS, Graepel GJ, Wilson WE. Eye irritation response of humans to formaldehyde. Am Ind Hyg Assoc J. 1983;44(6):463-465.
- [9] Takigawa T, Usami M, Yamasaki Y, Wang B, Sakano N, Horike T, et al. Reduction of indoor formaldehyde concentrations and subjective symptoms in a gross anatomy laboratory. Bull Environ Contam Toxicol. 2005;74(6): 1027-1033.
- [10] Wolkoff P, Nøjgaard JK, Franck C, Skov P. The modern office environment desiccates the eye?. Indoor Air. 2006; 16(4):258-265.
- [11] Tsubota K, Kaido M, Yagi Y, Fujihara T, Shimmura S. Diseases associated with ocular surface abnormalities: the importance of reflex tearing. Br J Ophthalmol. 1999;83(1): 89-91.
- [12] Doughty MJ, Blades KA, Ibrahim N. Assessment of the number of eye symptoms and impact of some confounding variables for office staff in non-air-conditioned buildings. Ophthal Physiol Opt. 2002;22(2):143-155.
- [13] McMonnies CW. Key questions in a dry eye history. J Am Optom Assoc. 1986;57(7):512-517.
- [14] Kim SA. A study of Conjunctival Cellular Changes in Dry Eye Patients and Contact Lens Wearers by Impression Cytology. Master Thesis. Chonnam University, Gwangju. 2004;1-38.
- [15] Molhave L, Krzyzanowski M. The right to healthy indoor air: status by 2002. Indoor Air. 2003;13(6):50-53.
- [16] Smedbold HT, Ahlen C, Norback D, Hilt B. Sign of eye irritation in female hospital workers and the indoor environment. Indoor Air. 2001;11(4):223-231.
- [17] Jin KH. Worsen in the winter of the dry eye. J Kyung Hee Univ Cent Vol. 2006;11:6-7.
- [18] Koo JW, Lee JY, Lee SH. Subjective eye symptoms due to VDT work in banking operations. Korean J Occup Environ Med. 1991;30(4):89-94.
- [19] Grun G, Trimmel M, Holm A. Low Humidity in the aircraft cabin environment and its impact on well-being-results from a laboratory study. Building and Environment. 2012;47:23-31.
- [20] Ong BL. Relation between contact lens wear and meibomian gland dysfunction. Optom Vis Sci. 1996;73(3):208-210.
- [21] Young G, Veys J, Pritchard N, Coleman S. A multi-centre study of lapsed contact lens wearers. Ophthal Physiol Opt. 2002;22(6):516-527.
- [22] Uras R, Lipener C, Zamboni FJ, Nagoya FR, Leca R, Lewinski R. Clinical study of disposable contact lens wear: Brazilian experience. CLAO J. 1996;22(2):102-105.
- [23] Ministry of Employment and Labor. Office of Indoor Air

- Quality Management System. 2005;6-15.
- [24] Erdmann CA, Steiner KC, Apte MG. Indoor carbon dioxide concentrations and sick building syndrome symptoms in the base study revisited: analyses of the 100 building dataset. *Indoor Air*. 2002;443-448.
- [25] Ministry of Environment. Indoor Air Quality Management. 2006;11-16.
- [26] Smedbold HT, Ahlen C, Norbäck D, Hilt B. Sign of eye irritation in female hospital workers and the indoor environment. *Indoor Air*. 2001;11(4):223-231.
- [27] Park SY, Kim CY, Kim JY, Sakong J. The health effects of formaldehyde during an anatomy dissection course. *Korean J Occup Environ Med*. 2006;18(3):171-178.
- [28] Krakowiak A, Grski P, Pazdrak K, Ruta U. Airway response to formaldehyde inhalation in asthmatic subjects with suspected respiratory formaldehyde sensitization. *Am J Ind Med*. 1998;33(3):274-281.

The Influence of Office Indoor Air Quality on the Dry Eye Symptom of Contact Lens Wearers

Dea Jong Kim¹, Moon Chan Park¹, Se Hoon Lee², Hyun Uk Kim² and Wha Ja Lee³, Jung Won Cha^{1,*}

¹Dept. of Ophthalmic Optics, Shinheung College University, Uijeongbu 480-701, Korea

²Dept. of Prev. Med, College of Medicine, The Catholic University, Seoul 137-701, Korea

³Dept. of Nursing, Kyungbok College University, Pocheon 487-717, Korea

(Received February 3, 2012; Revised June 12, 2012; Accepted June 16, 2012)

Purpose: This study was performed to investigate the influence of indoor air qualities of an office environment on dry eye syndrome for wearing contact lens and non-wearing contact lens. **Methods:** To study the effects of indoor air qualities on dry eye syndrome for seventy-one subjects, CO₂, temperature, humidity, TSP, PM10, HCHO were measured. Each subject was tested by a McMonie's dry eye syndrome questionnaire, a Schirmer Tear Test-I (S.T.T-I), a Schirmer Tear Test-II with anesthetics (S.T.T-II), and Tear film break-up time (T.B.U.T) in the their offices. **Results:** There was significant relation between the indoor air quality and dry eye syndrome for wearing contact lens and non-wearing when TSP was over 200 µg/m³, PM10 was higher than 86.7 µg/m³ and Formaldehyde was over 0.4~1.0 µg/m³. However, there was no significant effect on dry eye syndrome with CO₂ (p=.0146), temperature (p=0.074) and humidity (p=0.053). **Conclusions:** It was indicated that CO₂, temperature and humidity were no effect on dry eye syndrome in the office environment. However TSP, PM10, formaldehyde, and wearing contact lens were effect on dry eye syndrome. Therefore, the entire management of wearing contact lens and the individual evaluation of the indoor air quality are required.

Key words: Dry eye, IAQ(Indoor air quality), Contact lens, Xerophthalmia