



The State of Eyewash Solution Use and Parameter Changes in Clear Soft Contact Lenses from Repeated Solution Use

Hyun Dong Choi¹, Yoo Jung Kim¹, Suyeon Choi¹, Jang Cheol Shin²,
Mijung Park¹, and So Ra Kim^{1,*}

¹Dept. of Optometry, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 01811, Korea

²Dept. of Optometry, Busan Institute of Science and Technology, Busan 46639, Korea

(Received February 11, 2018: Revised March 20, 2018: Accepted March 21, 2018)

Purpose: This study investigated the perception and use of eyewash solution, and the changes in lens parameters when soft contact lenses (hereafter in soft lenses) were exposed to eyewash solution. **Methods:** The state of perception and use of eyewash solution was investigated using a questionnaire survey for those between teens and twenties. Four kinds of hydrogel lenses (2 etafilcon A lenses, 2 nelfilcon A lenses), and 5 silicone hydrogel lenses (2 senofilcon A lenses, 1 senofilcon C lens, 2 lotrafilcon B lenses) were selected for the study. Nine types of soft lenses were exposed to an eyewash solution for 1, 2, 4, and 8 hours based on time (30 seconds) spent for single use. In order to investigate the changes in lens parameters before and after exposure to an eyewash solution, total diameter, base curve, refractive power, visible light transmission, center thickness and water content were measured and compared. **Results:** Of the 186 respondents, 60 had experience using eyewash solution and 23 of them had experience wearing contact lenses after eyewash solution use. It was revealed that lenses were sometimes worn immediately after using the eyewash solution and eyewash solution was sometimes used during lens wear. The hydrogel lenses, etafilcon A and nelfilcon A, showed a statistically significant decrease in total diameter, base curve, center thickness and water content after exposure to eyewash solution however, the decrease of water content in etafilcon A lens, an ionic lens, was greater than it in nelfilcon A lens, a non-ionic lens. Lastly, the silicone hydrogel lenses senofilcon A, senofilcon C, and lotrafilcon B showed a significant decrease in water content after exposure to eyewash solution. There was also a decrease in total diameter depending on the characteristic of silicone hydrogel lenses. **Conclusions:** From these results, it was found that the stability of lens parameters was not maintained when the soft lenses were exposed to an eyewash solution for a certain period of time. In particular, hydrogel lenses were found to have greater changes than silicone hydrogel lenses. Therefore, it is believed that lens parameters will be affected if contact lenses wearer doesn't follow the instruction for eyewash solution use or if an eyewash solution is used immediately before or in the middle of lens wear. Thus, repeated non-compliant use of eyewash solution may be a cause of changes in contact lens fit and tear metabolism.

Key words: Eyewash solution, Clear soft contact lenses, Hydrogel lenses, Silicone hydrogel lenses, Lens parameters, Water content, Total diameter, Base curve

서 론

우리의 눈은 일상생활에서 여러 외부자극들에 직접적으로 노출되어 있다. 안구자극의 요인들은 크게 물리적 요인, 광자극 요인, 화학적 요인 및 환경적 요인으로 분류할 수 있다. 물리적 요인으로는 눈을 강하게 비비거나 콘택트렌즈를 착용하는 것 등을 들 수 있으며 이로 인해 유발되는 각막과 결막의 손상은 각종 안질환의 발생을 야기할 수 있다. 최근 전 세계적으로 스마트폰이나 스마트패드와 같

은 영상단말기의 사용이 급증하고 있는데 특히 우리나라의 스마트폰 보급률은 77% 이상이며, 만 18세 성인의 주당 평균사용시간은 23.5 시간으로 조사된 바 있다. 따라서 디스플레이에서 유출되는 광자극에 눈이 노출되는 시간 또한 지속적으로 증가하고 있으며, 이는 안구피로와 건성안 등을 유발하는 것으로 보고되었다.^[1,2] 대표적인 화학적 자극으로는 눈 화장품에 포함된 다양한 화학성분을 들 수 있으며, 환경적인 요인으로는 최근 관심이 급증하고 있는 미세먼지나 황사를 들 수 있다. 공기 중 존재하는 여러

*Corresponding author: So Ra Kim, TEL: +82-2-970-6264, E-mail: srk2104@seoultech.ac.kr

본 논문의 일부내용은 2017년도 한국안광학회 동계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

유해물질들은 호흡기에 영향을 주는 것으로 많이 보고되고 있으나 안구도 직접적으로 노출되면서 균날개와 같은 염증질환이 발생할 수 있는 것으로 보고된 바 있다.^[3]

이러한 요인들로 인해 유발될 수 있는 안질환에 대한 불안감과 안건강에 대한 관심이 높아지면서^[4] 미세먼지나 황사로 인한 영향을 줄일 수 있는 다양한 제품들이 출시되고 있다. 가장 대표적인 제품은 인공눈물이나 이는 콘택트렌즈 착용이나 광자극에 의한 건성안 발생의 일시적인 해소에 주로 사용되며, 화장품이나 미세먼지 등의 외부 이물질을 제거하기에는 1회 사용량인 0.3 ml로는 부족한 점이 있다.^[5] 이에 눈의 외부 이물질을 제거하기 위한 가장 일반적인 처치는 흐르는 물로 세척하는 것이었으나,^[6] 이는 눈물층을 파괴하여 눈물의 살균작용을 약화시켜 또 다른 부작용을 유발할 수 있는 것으로 보도된 바 있다.^[7] 따라서 외부 이물질의 제거를 주목적으로 하는 안구세안액이 출시되었고 식품의약품안전처(식약처)에서도 외출한 후 눈이 따갑거나 이물감이 느껴지면 눈을 비비지 말고 안구세안액을 사용해 눈을 깨끗이 하는 것이 바람직하다고 권장하면서 판매실적이 급증하고 있는 실정이다.^[8,9] 특히 콘택트렌즈 착용자의 경우는 렌즈와 각막 및 결막과의 직접적인 접촉과 렌즈에 부착되는 누액 단백질 제거 등의 이유로 안구세안액의 사용이 권장되고 있으나^[10] 사용지침에 따르면 렌즈를 착용한 상태에서의 사용은 금하고 있으며 안구세안액 사용 10~15분 후에 렌즈를 착용할 것을 권하고 있다.^[11] 그러나 현재까지는 우리나라에서 안구세안액의 사용 실태에 대한 조사나 콘택트렌즈 착용자가 사용지침을 따르지 않았을 때에 나타날 수 있는 문제점에 대한 연구가 전무한 실정이다.

이에 본 연구에서는 10~20대의 안구세안액의 사용 실태

를 조사하고자 하였으며, 안구세안액에 투명 소프트콘택트렌즈(소프트렌즈)가 지속적으로 노출되었을 때 어떠한 변화가 나타나는지 알아보하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 안구세안액의 사용실태 조사

10대~20대 186명(남자 53명, 여자 133명)을 대상으로 2017년 4월 12일부터 2017년 9월 1일까지 안구세안액 사용실태에 대한 설문조사를 실시하였다. 설문문항은 안구세안액의 인지 여부, 사용 여부, 사용 횟수 및 용량, 사용법 숙지 여부의 파악을 위해 작성되었다(부록 참조).

Table 1. The general specification of hydrogel soft contact lenses used in the study

Abbr. name	EN	EW	NN	NW
USAN	etafilcon A		nelfilcon A	
Total diameter (mm)	14.20		13.80	14.00
Base curve (mm)	8.50		8.60	8.70
Center thickness (mm)	0.084		0.100	
Water content (%)	58		69	
FDA group	4		2	
Replacement schedule	Daily disposable		Daily disposable	
Principle monomer	HEMA, MAA	HEMA, MAA, PVP	HEMA, PVA	HEMA, PVA, HPMC, PEG

HEMA, 2-hydroxyethyl methacrylate; PVP, polyvinyl pyrrolidone; MAA, methacrylic acid; PVA, polyvinyl alcohol; HPMC, hydroxypropyl methylcellulose; PEG, polyethylene glycol

Table 2. The general specification of silicone hydrogel soft contact lenses used in the study

Abbr. name	SW-D	SW-W	SW-M	LN	LW-S
USAN	senofilcon A	senofilcon A	senofilcon C	lotrafilcon B	lotrafilcon B
Total diameter (mm)	14.30	14.00	14.00	14.20	14.20
Base curve (mm)	8.50	8.80	8.80	8.60	8.60
Center thickness (mm)	0.080	0.070	0.070	0.080	0.080
Water content (%)	38	38	41	33	33
FDA group	5-C			5-C	5-Cm
Replacement schedule	Daily disposable	1 week EW or 2 weeks DW	1 month DW	1 week DW or EW	
Principle monomer	MPDMS, DMA, HEMA, siloxane macromer, TEGDMA,PVP			DMA, TRIS, siloxane monomer	DMA, TRIS, siloxane monomer, POE-POB

MPDMS, monofunctional polydimethylsiloxane; DMA, N,M-dimethylacrylamide; TEGDMA, tetraethyleneglycol dimethacrylate; TRIS, trimethyl siloxysilyl; POE-POB, polyoxyethylene-polyoxybutylene

2. 실험재료

1) 투명 소프트렌즈

본 연구에서는 렌즈 재질 차이에 따른 안구세안액의 효과를 비교하기 위하여 4종의 투명 하이드로겔 렌즈(etafilcon A 재질 2종, nelfilcon A 재질 2종), 5종의 투명 실리콘하이드로겔 렌즈(senofilcon A 재질 2종, senofilcon C 재질 1종, lotrafilcon B 재질 2종)를 선택하여 사용하였다(Tables 1 and 2). 사용된 9종의 콘택트렌즈는 재질 특성과 교체주기에 따라 각각 코드화하여 표시하였다. 즉, 하이드로겔 렌즈는 재질의 USAN의 첫글자(E 또는 N)와 습윤제 포함 여부(N 또는 W)에 따라 총 4개의 코드로, 실리콘 하이드로겔 렌즈인 senofilcon A 와 senofilcon C 렌즈는 USAN과 습윤제 포함 여부 외에 추가로 교체주기(D = Daily, W = Weekly 또는 M = Monthly)를 표시하였고 lotrafilcon B 렌즈는 습윤제 포함 및 표면처리 여부(S = Surface treatment)를 추가로 코드로 표시하였다.

2) 안구세안액

국내 시판의 안구세안액 가운데 항피로 또는 항산화 등 안구보호를 위한 성분의 추가가 적은 아이봉C(Eyebon C, Kobayashi Pharmaceutical Co., Japan)를 선택하여 본 연구에 사용하였다(Table 3).

3. 실험방법

안구세안액에 처리하지 않은 새 소프트렌즈를 대조군으로 하여 안구세안액 제조사의 권장사항인 1회 사용시간인 30초를 기준으로 1시간(120회 사용), 2시간(240회 사용), 4시간(480회 사용) 및 8시간(960회 사용) 동안 각각 5 ml의 안구세안액에 노출시킨 후 렌즈의 직경, 곡률반경, 두께, 굴절력, 함수율 및 가시광선 투과율을 6회 반복 측정하여 평균±표준편차로 표시하였다. 사용한 안구세안액(480 ml/

병)은 1회 사용량 기준으로 96회 가량 사용할 수 있는 용량이었다.

1) 전체직경 및 곡률반경의 측정

눈금자가 부착된 평평한 받침대에 콘택트렌즈를 올린 후 세극등현미경(HS-5000, Huvitz, Korea)에 부착된 디지털카메라(EOS 700D, Canon, Japan)를 통해 10 배율로 촬영한 사진을 오토캐드 2018(AutoCAD, Autodesk, USA)을 이용하여 0.01 mm 단위로 직경을 측정하였고, sagittal depth를 측정하여 곡률반경을 계산하였다.^[13]

2) 중심두께의 측정

전자 두께 측정 장치(Model ET-3, Chreatech, USA)를 이용하여 0.001 mm 단위로 측정하였다.^[13]

3) 후정점굴절력의 측정

자동굴절력계(CL-100, Topcon, Japan)를 이용하여 렌즈 후면의 정점굴절력을 0.12 D 단위로 측정하였다.^[14]

4) 함수율

전자저울(PAG214C, Ohaus, USA)을 이용하여 건조 전 렌즈의 무게를 측정한 후 건조기(Gravity-air Ovens, Daihan, Korea)에서 65°C로 무게 변화가 없을 때까지 완전 건조시킨 후 0.001 mg 단위로 무게를 측정하여 수식을 이용하여 함수율을 계산하였다.^[14]

5) 가시광선투과율

분광광도계(Mega-U600 UV-Vis Spectrophotometer, Scinco, Korea)를 이용하여 가시광선 영역의 파장별 투과율을 측정하였다.^[13]

4. 통계분석

안구세안액의 노출시간에 따른 소프트렌즈의 파라미터 변화에 대한 통계적 유의성은 반복측정 분산분석을 사용하였고, 사후검정으로 Tukey 방법을 사용하여 판단하였다(SPSS 18.0 프로그램). 이 때 통계적 유의성은 신뢰수준 95 %로 판단하였다. 또한 안구세안액의 노출에 따른 소프트렌즈 별 파라미터 변화의 정도는 선형회귀분석을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 안구세안액의 사용실태

10~20대 186명(평균 만 21.1±2.9세)의 설문 응답자 중 60명(32%)이 안구세안액을 사용한 경험이 있는 것으로 나

Table 3. Component of eyewash solution

Classification	Chemical name	Content (mg/ml)
Main component	aminocaproic acid	2
	chlorpheniramin maleate	0.03
	pyridoxine hydrochloride	0.1
	glycyrrhizic acid dipotassium	0.1
	chondroitin sulfate sodium	0.4
	tocopheryl acetate	0.05
Other component	*Additives - boric acid, sodium borate, polysorbate 80, disodium edetate hydrate. L-menthol, D-borneol, hydrochloric acid, sodium hydroxide, purified water	

타났으며, 경험자 60명 중 31명(52%)이 안구세안액을 주 2회 미만으로 사용하고 있고, 주 4회 이상 사용하는 경험자도 6명(10%)에 이르는 것으로 나타났다. 설문 응답 시까지 사용한 총 안구세안액은 1~2병이라고 답한 응답자가 26명(43%)으로 가장 높게 나타났다. 안구세안액의 사용으로 느끼는 자각적 효과를 중복 답변이 가능하도록 하여 조사한 결과, 쿨링감(35%), 화장품 이물질 제거(28%), 단백질 제거(18%), 건조감 개선(13%)의 순으로 나타났으며, 사용 경험자의 57%인 34명은 계속해서 안구세안액을 사용할 의향이 있다고 답변하였다.

한편, 안구세안액 사용 경험자의 38%에 해당하는 23명이 안구세안액 사용 후 콘택트렌즈를 착용한 경험이 있다고 응답하였다. 제조사의 사용지침에 따르면 안구세안액 사용 10~15분 이후에 콘택트렌즈를 착용하도록 권장하고 있으므로 안구세안액 사용 후 콘택트렌즈 착용 경험자를 대상으로 렌즈 착용 시까지의 소요시간을 조사하였다. 응답자 23명 가운데 권장시간보다 짧은 5~10분 이내에 렌즈를 착용하였다고 응답한 사람이 9명(39%)에 달하는 것으로 조사되어 제조사의 사용지침을 따르지 않은 경우가 적지 않음을 알 수 있었다. 또한 안구세안액을 사용한 경험이 있는 60명의 응답자 가운데 3명(5%)은 콘택트렌즈 착

용 중에도 안구세안액을 사용한 경험이 있었던 것으로 조사되었다. 이는 안구세안액에 대한 관심과 판매실적은 증가하고 있음에도 사용 시 주의하여야 할 사항에 대한 안내나 교육은 충분치 않음을 의미한다. 이에 본 설문결과를 바탕으로 콘택트렌즈 착용자가 안구세안액의 사용지침을 따르지 않아 렌즈가 안구세안액에 지속적으로 노출되었을 때 콘택트렌즈 파라미터에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보고자 하였다.

2. 투명 소프트렌즈의 전체직경 변화

1) 하이드로겔 소프트렌즈

FDA 4그룹에 해당하는 etafilcon A 재질 렌즈 중 습윤제 포함 여부를 제외한 모든 파라미터가 동일한 2개의 렌즈, EN(습윤제 미포함) 및 EW(습윤제 포함) 렌즈를 선택하여 안구세안액 5 ml에 각각 1, 2, 4 및 8 시간 노출시킨 후 시간에 따른 렌즈별 전체직경의 변화를 알아보았다 (Table 4). EN 및 EW 렌즈 모두 안구세안액에 노출된 시간이 길어짐에 따라 전체직경이 통계적으로 유의하게 감소함을 알 수 있었다. 안구세안액 노출시간에 따른 전체직경 변화를 선형회귀분석을 통하여 비교하여 보면, EN 및 EW 렌즈에서 기울기는 각각 $\beta = -0.0925$ 및 $\beta = -0.1048$

Table 4. Change in total diameter of hydrogel soft contact lenses

Abbr.	Total diameter(mm)					p-value by RM	Linear regression	
	Exposure time to eyewash solution(hour)						Slope	r
	0	1	2	4	8			
EN	13.68±0.21	12.54±0.10*	12.50±0.18*	12.45±0.16*	12.49±0.14*	0.000	-0.0925	-0.5525
EW	13.73±0.18	12.42±0.28*	12.43±0.27*	12.41±0.19*	12.37±0.15*	0.000	-0.1048	-0.5589
NN	13.57±0.10	12.32±0.32*	12.10±0.21*	12.28±0.33*	12.26±0.36*	0.000	-0.0975	-0.5123
NW	13.42±0.16	12.31±0.12*	12.27±0.14*	12.29±0.24*	12.28±0.13*	0.000	-0.0859	-0.5390

*, significantly different from the baseline value at the level of $p < 0.05$ by post-hoc analysis

Table 5. Change in total diameter of silicone hydrogel soft contact lenses

Abbr.	Total diameter (mm)					p-value by RM	Linear regression	
	Exposure time to eyewash solution (hour)						Slope	r
	0	1	2	4	8			
SW-D	14.11±0.09	14.04±0.08	13.86±0.08*	14.02±0.13	14.13±0.18 ⁺	0.003	0.0104	0.3010
SW-W	13.80±0.18	13.71±0.13	13.83±0.18	13.82±0.14	13.71±0.10	0.408	N.A.	N.A.
SW-M	13.76±0.12	13.69±0.22	13.68±0.13	13.80±0.15	13.93±0.08 ⁺	0.036	0.0283	0.8701
LN	13.73±0.05	13.79±0.10	13.77±0.14	13.76±0.14	13.82±0.21	0.839	N.A.	N.A.
LW-S	13.78±0.09	13.77±0.20	13.67±0.11	13.87±0.24	13.97±0.14*	0.043	0.0291	0.8041

*, significantly different from the baseline value at the level of $p < 0.05$ by post-hoc analysis

⁺, significantly different from the value of 2 hour-exposure at the level of $p < 0.05$ by post-hoc analysis

N.A. means 'not applicable'.

으로 나타났으며, 상관계수는 각각 $r = -0.5525$ 및 $r = -0.5589$ 로 나타나 두 렌즈 모두 강한 음의 상관관계를 가지고 있음을 알 수 있었다. 또한, 습윤제로 PVP를 함유하고 있는 렌즈의 경우 습윤제를 포함하지 않은 경우보다 전체직경의 감소와 노출시간과의 상관관계가 큰 경향을 나타냄을 알 수 있었다.

FDA 2그룹에 해당하는 nelfilcon A 재질 렌즈 또한 습윤제 포함 여부에 따라 2개의 렌즈, NN(습윤제 미포함) 및 NW(습윤제 포함) 렌즈를 선택하여 안구세안액에 노출시킨 후 전체직경의 변화를 알아보았다(Table 4). Etafilcon A 재질의 렌즈와 마찬가지로 NN 및 NW 렌즈 모두 노출시간의 경과에 따른 유의한 전체직경의 감소를 나타내었다. 안구세안액 노출시간에 따른 nelfilcon A 재질 렌즈의 전체직경 변화 정도를 선형회귀분석한 결과, NN 및 NW 렌즈에서 기울기는 각각 $\beta = -0.0975$ 및 $\beta = -0.0859$ 이었으며, 상관계수는 각각 $r = -0.5123$ 및 $r = -0.5390$ 로 나타나 전체직경과 노출시간은 강한 음의 상관관계를 가짐을 알 수 있었다. 비이온성 고크로스링크의 렌즈인 nelfilcon A 재질 렌즈에서 습윤제 포함 여부에 따른 전체직경의 변화는 이온성 고크로스링크의 렌즈인 etafilcon A 재질 렌즈와는 다른 양상을 나타내었는데 이는 습윤제 포함이 아닌 렌즈 표면의 이온성 여부 차이에 기인한 것으로 생각되었다.

하이드로겔 렌즈 4종의 전체직경 감소는 $EW > NN > EN > NW$ 의 순으로 나타났으며, 모두 노출 전과 1시간 사이에서의 전체직경의 변화가 가장 크게 나타났다. 이러한 전체직경의 감소는 안구세안액 사용 전의 전체직경과 비교하였을 때 모두 허용오차기준인 ± 0.2 mm를 넘는 감소이었다.^[15]

2) 실리콘하이드로겔 렌즈

Senofilcon A 및 senofilcon C 재질 렌즈는 모두 습윤성분을 포함하고 있었으므로 착용주기에 따라 각각 SW-D(일일 착용), SW-W(1주 연속 또는 2주 매일 착용) 및 SW-M(1달 착용) 렌즈를 선택하고 각각 안구세안액에 노출시킨 후 전체직경을 측정하였다(Table 5). 하이드로겔 렌즈와는 달리 SW-D 및 SW-M 렌즈의 전체직경은 안구세안액의 노출시간이 길어질수록 통계적으로 유의하게 증가하였고, SW-W 렌즈는 감소하는 경향을 나타내었으나 통계적인 유의성은 관찰되지 않았다. 이에 안구세안액 노출시간에 따른 senofilcon A 및 C 재질 렌즈의 전체직경 변화를 선형회귀분석한 결과, SW-D 및 SW-M 렌즈에서 기울기는 각각 $\beta = 0.0104$ 및 $\beta = 0.0283$ 이었으며, 상관계수는 각각 $r = 0.3010$ 및 $r = 0.8701$ 로 나타나 한달착용렌즈인 senofilcon C 재질의 SW 렌즈의 전체직경과 노출시간은 매우 높은 양의 상관관계를 가짐을 알 수 있었다.

Lotrafilcon B 재질 렌즈는 습윤제의 포함 여부와 표면 처리에 따라 LN(습윤제 미포함) 및 LW-S(습윤제 포함, 표면 처리) 렌즈로 구분하고 안구세안액 노출시간에 따른 전체직경의 변화를 알아보았다(Table 5). 습윤제가 포함된 LW-S 렌즈는 SW-D 및 SW-M과 유사하게 노출시간 경과에 따라 유의한 전체직경의 증가를 나타내었던 반면, 습윤제가 포함되지 않은 LN 렌즈의 경우는 전체직경의 변화가 관찰되지 않았다. 안구세안액 노출시간에 따른 LW-S 렌즈의 전체직경의 변화를 선형회귀분석한 결과 기울기는 $\beta = 0.0291$ 이었고, 상관계수는 $r = 0.8041$ 로 나타나 SW-M과 유사한 정도로 전체직경과 노출시간 사이에 매우 강한 양의 상관관계를 가짐을 알 수 있었다. 실리콘하이드로겔 렌즈의 전체직경 변화는 senofilcon A 재질 렌즈인 SW-D, senofilcon C 재질 렌즈인 SW-M, lotrafilcon B 재질 렌즈인 LW-S 렌즈에서 통계적으로 유의한 전체직경의 변화를 보였으나 안구세안액에 1시간 동안 노출시켰을 때 가장 큰 변화를 보였던 하이드로겔 렌즈의 경우와는 달리 노출시간의 경과에 따라 지속적으로 변화하는 양상을 보임을 알 수 있었다. 이러한 실리콘하이드로겔 렌즈의 전체직경 변화는 모두 식약처의 허용오차기준인 ± 0.2 mm^[15]를 넘지 않는 변화이었다.

3. 투명 소프트렌즈의 곡률반경 변화

1) 하이드로겔 렌즈

하이드로겔 렌즈인 etafilcon A 및 nelfilcon A 재질 렌즈는 안구세안액의 노출시간에 따라 전체직경이 모두 통계적으로 유의하게 감소되었으므로, 곡률반경 또한 감소하여 렌즈가 스틱해질 것이라 예상되었다. 이에 EN 및 EW 렌즈와 NN 및 NW 렌즈의 안구세안액 노출시간에 따른 곡률반경을 측정된 결과 4종의 하이드로겔 렌즈의 곡률반경이 모두 통계적으로 유의하게 감소하였음을 알 수 있었다(Table 6). 안구세안액의 노출에 따른 전체직경의 감소와 마찬가지로 하이드로겔렌즈 4종은 모두 노출 전과 1시간 사이의 곡률반경 변화가 가장 크게 나타났다.

안구세안액 노출에 따른 하이드로겔 렌즈의 곡률반경 변화를 선형회귀분석한 결과, EN 및 EW 렌즈의 기울기는 각각 $\beta = -0.0494$ 및 $\beta = -0.0620$ 이었고, 상관계수는 각각 $r = 0.5096$ 및 $r = 0.5185$ 로 나타났으며, NN 및 NW 렌즈의 기울기는 각각 $\beta = -0.0684$ 및 $\beta = -0.0573$ 이었고, 상관계수는 각각 $r = 0.4698$ 및 $r = 0.5055$ 로 나타나 곡률반경과 안구세안액의 노출시간에는 높은 음의 상관관계를 가짐을 알 수 있었다. 하이드로겔 렌즈 4종의 곡률반경 감소의 정도는 $NN > EW > NW > EN$ 의 순으로 나타나 전체직경 감소의 정도와 반드시 일치하는 것은 아니었다. 이러한 하이드로겔 렌즈의 곡률반경의 감소는 안구세안액의

Table 6. Change in base curve of hydrogel soft contact lenses

Abbr.	Base curve (mm)					p-value by RM	Linear regression	
	Exposure time to eyewash solution (hour)						Slope	r
	0	1	2	4	8			
EN	8.16±0.09	7.59±0.03*	7.51±0.11*	7.36±0.09*+	7.57±0.18*	0.000	-0.0494	-0.5096
EW	8.39±0.25	7.53±0.58	7.55±0.56	7.53±0.42	7.55±0.51	0.037	-0.0620	-0.5185
NN	8.56±0.21	7.69±0.35*	7.36±0.25*	7.62±0.36*	7.62±0.39*	0.000	-0.0684	-0.4698
NW	8.30±0.13	7.49±0.15*	7.50±0.20*	7.50±0.30*	7.52±0.28*	0.000	-0.0573	-0.5055

*, significantly different from the baseline value at the level of $p < 0.05$ by post-hoc analysis

+, significantly different from the value of 1 hour-exposure at the level of $p < 0.05$ by post-hoc analysis

Table 7. Change in base curve of silicone hydrogel soft contact lenses

Abbr.	Base curve (mm)					p-value by RM
	Exposure time to eyewash solution (hour)					
	0	1	2	4	8	
SW-D	8.75±0.19	8.71±0.16	8.50±0.15*	8.63±0.11	8.66±0.14	0.062
SW-W	9.03±0.39	8.86±0.35	8.96±0.43	8.96±0.32	8.97±0.34	0.959
SW-M	9.02±0.10	8.92±0.26	8.89±0.21	8.87±0.27	9.02±0.19	0.625
LN	8.26±0.14	8.28±0.13	8.24±0.08	8.24±0.14	8.26±0.19	0.979
LW-S	8.36±0.14	8.25±0.24	8.29±0.18	8.33±0.25	8.36±0.18	0.873

*, significantly different from the baseline value at the level of $p < 0.05$ by post-hoc analysis

노출 전의 곡률반경을 기준으로 하였을 때 모두 식약처 허용 오차기준인 $\pm 0.2 \text{ mm}^{[15]}$ 를 초과함을 알 수 있었다.

2) 실리콘하이드로겔 렌즈

하이드로겔 렌즈와는 반대로 일부 실리콘하이드로겔 렌즈에서는 안구세안액의 노출시간에 따라 전체직경이 통계적으로 유의하게 증가되었으므로, 곡률반경 또한 증가하여 렌즈가 플랫해지는 경향을 보일 것이라 예상하였다. 이에 안구세안액의 노출에 따른 실리콘하이드로겔 렌즈의 곡률반경을 측정된 결과, 전체직경의 경우와는 달리 모든 렌즈의 곡률반경은 통계적으로 유의한 변화를 나타내지 않았다(Table 7). 따라서 실리콘하이드로겔 렌즈의 파라미터는 안구세안액의 노출에 민감하게 반응하지 않는 것으로 일단은 생각되었다.

4. 투명 소프트렌즈의 굴절력 변화

1) 하이드로겔 렌즈

본 연구에서 사용된 4종의 하이드로겔 렌즈는 안구세안액의 노출에 의해 전체직경과 곡률반경이 통계적으로 유의하게 변화하였으므로 이러한 렌즈의 착용 시 시력교정에 영향을 줄 것으로 예상되어 시력교정에 영향을 줄 수 있는 또 다른 파라미터인 굴절력의 변화를 알아보려고 하

였다(Table 8). 안구세안액 노출시간에 따른 etafilcon A 재질 렌즈의 굴절력을 측정된 결과, 습윤제가 함유된 EW 렌즈의 굴절력이 노출시간의 경과에 따라 유의하게 변화하여 근시화 되었으나, EN 렌즈의 경우는 굴절력의 유의한 변화가 관찰되지 않았다(Table 8). EW 렌즈의 굴절력 변화 정도를 선형회귀분석한 결과, 기울기는 $\beta = -0.0318$ 이었고, 상관계수는 $r = -0.6239$ 로 나타나 강한 음의 상관관계를 가짐을 알 수 있었다. 이러한 EW 렌즈의 굴절력 변화는 식약처의 허용오차기준인 $\pm 0.25 \text{ D}^{[15]}$ 를 초과하는 변화이었다. 반면, nelfilcon A 재질 렌즈의 굴절력은 안구세안액의 노출시간에 따른 유의한 변화를 나타내지 않았다. 이로써 본 연구에서 사용한 4종의 하이드로겔 렌즈를 착용한 상태에서 안구세안액을 사용하거나 안구세안액을 사용한 직후에 렌즈를 착용하는 등 렌즈가 안구세안액에 지속적으로 노출된다면 EW 렌즈를 제외한 3종의 렌즈는 전체직경과 곡률반경의 감소에 따른 렌즈피팅상태의 변화가 나타날 수 있을 것이며, EW 렌즈는 렌즈피팅상태 뿐만 아니라 시력교정상태 또한 영향을 받을 수 있을 것이라 예상되었다.

2) 실리콘하이드로겔 렌즈

본 연구에서 사용된 5종의 실리콘하이드로겔 렌즈 가운데

Table 8. Change in refractive power of hydrogel soft contact lenses

Abbr.	Refractive power (D)					p-value by RM	Linear regression	
	Exposure time to eyewash solution (hour)						Slope	r
	0	1	2	4	8			
EN	-3.02±0.05	-3.10±0.10	-3.22±0.24	-3.22±0.32	-3.32±0.29	0.297	N.A.	N.A.
EW	-2.97±0.11	-3.02±0.10	-3.32±0.14*	-3.07±0.24	-3.30±0.17*	0.006	-0.0318	-0.6239
NN	-3.00±0.00	-3.12±0.22	-3.08±0.17	-3.02±0.12	-3.23±0.18	0.192	N.A.	N.A.
NW	-2.98±0.05	-3.21±0.25	-3.14±0.25	-3.17±0.15	-3.10±0.14	0.284	N.A.	N.A.

*, significantly different from the baseline value at the level of $p < 0.05$ by post-hoc analysis
 N.A. means 'not applicable'.

Table 9. Change in refractive power of silicone hydrogel soft contact lenses

Abbr.	Refractive power (D)					p-value by RM	Linear regression	
	Exposure time to eyewash solution(hour)						Slope	r
	0	1	2	4	8			
SW-D	-3.00±0.00	-3.00±0.21	-2.98±0.17	-3.19±0.17	-3.23±0.22	0.046	-0.0336	0.8982
SW-W	-3.04±0.06	-3.00±0.08	-3.08±0.13	-3.10±0.09	-3.00±0.08	0.199	N.A.	N.A.
SW-M	-3.02±0.05	-3.15±0.20	-3.08±0.13	-3.06±0.25	-2.96±0.19	0.441	N.A.	N.A.
LN	-2.96±0.07	-3.02±0.09	-3.02±0.09	-3.08±0.17	-2.98±0.15	0.464	N.A.	N.A.
LW-S	-3.00±0.08	-3.00±0.18	-3.04±0.13	-3.00±0.11	-3.04±0.10	0.936	N.A.	N.A.

N.A. means 'not applicable'.

데 일회용 렌즈인 SW-D 렌즈의 경우만 안구세안액 노출 시간에 따른 통계적으로 유의한 근시화 변화가 나타났으나(Table 9) 식약처 허용오차기준인 ± 0.25 D^[15]를 초과하지 않는 변화이었다. 따라서 실리콘하이드로겔 렌즈의 경우는 렌즈 착용 중에 안구세안액을 사용하거나 안구세안액을 사용한 직후에 렌즈를 착용한다 하더라도 렌즈피팅 상태와 시력교정상태는 크게 영향을 받지 않을 것으로 예상되었다.

5. 투명 소프트렌즈의 가시광선투과율 변화

1) 하이드로겔 렌즈

콘택트렌즈 착용으로 인한 시력만족도는 렌즈재질의 종류와 관계없이 가시광선투과율에 의해 영향을 받을 수 있으므로 안구세안액의 노출시간에 따른 하이드로겔 렌즈의 가시광선투과율의 변화를 알아보려고 하였다(Table 10). Etafilcon A 재질 렌즈 가운데 습윤제를 포함하고 있는 EW 렌즈의 가시광선투과율을 노출시간의 증가에 따른 유의한 감소를 나타내었으나, 습윤제 미포함의 EN 렌즈에서는 유의한 가시광선투과율의 차이를 관찰할 수 없었다. 비이온성 재질 렌즈인 nelfilcon A 재질 렌즈의 경우 또한 etafilcon A 재질 렌즈의 경우와 마찬가지로 습윤제를 포함하고 있는 NW 렌즈에서 통계적으로 유의한 가시광선

투과율의 감소를 나타내었다. 이에 EW 및 NW 렌즈에서 가시광선투과율의 변화 정도를 선형회귀분석한 결과, 기울기는 각각 $\beta = -0.0953$ 및 $\beta = -0.0706$ 이었으며, 상관계수는 각각 $r = -0.8842$ 및 $r = -0.4977$ 로 나타나 EW 렌즈의 경우는 노출시간과 가시광선투과율 사이에 매우 강한 음의 상관관계를, NW 렌즈의 경우는 강한 음의 상관관계를 가짐을 알 수 있었다. 그러나 안구세안액의 노출시간 경과에 따른 EW 및 NW 렌즈의 유의한 가시광선투과율의 감소는 두 렌즈 모두 식약처의 허용오차기준인 $\pm 5\%$ ^[15]이내의 변화이었으므로 실제 렌즈 착용자가 인지하지 못할 가능성이 클 것으로 생각되었다.

2) 실리콘하이드로겔 렌즈

안구세안액 노출시간에 따른 실리콘하이드로겔 렌즈의 가시광선투과율은 본 연구에서 사용한 안구세안액의 노출 시간에서는 통계적으로 유의한 변화를 나타내지 않았다(Table 11). 통계적 유의성은 관찰되지 않았으나 하이드로겔 렌즈의 경우와는 달리 습윤제를 포함하지 않은 LN 렌즈의 가시광선투과율 감소가 가장 큰 경향을 나타내었다. 따라서 실리콘하이드로겔 렌즈의 경우는 렌즈 착용 중에 안구세안액을 사용하거나 안구세안액을 사용한 직후에 렌즈를 착용한다 하더라도 전반적인 시력만족도는 크게 영

Table 10. Change in visible light transmission of hydrogel soft contact lenses

Abbr.	Visible light transmission (%)					p-value by RM	Linear Regression	
	Exposure time to eyewash solution(hour)						Slope	r
	0	1	2	4	8			
EN	98.89±0.37	99.02±0.04	99.13±0.32	98.75±0.29	98.73±0.38	0.214	N.A.	N.A.
EW	99.37±0.25	99.39±0.15	99.10±0.40	98.71±0.24 ⁺	98.70±0.47 ⁺	0.004	-0.0953	-0.8842
NN	98.38±0.61	98.10±0.67	98.15±0.28	97.97±0.43	97.79±0.53	0.483	N.A.	N.A.
NW	98.44±0.26	97.31±0.42 [*]	97.61±0.37 [*]	97.75±0.47 [*]	97.39±0.46 [*]	0.000	-0.0706	-0.4977

^{*}, significantly different from the baseline value at the level of $p < 0.05$ by post hoc analysis

⁺, significantly different from the value of 1 hour-exposure at the level of $p < 0.05$ by post hoc analysis

N.A. means 'not applicable'.

Table 11. Change in visible light transmissions of silicone hydrogel soft contact lenses

Abbr.	Visible light transmission (%)					p-value by RM
	Exposure time to eyewash solution (hour)					
	0	1	2	4	8	
SW-D	97.35±0.23	97.21±0.83	96.94±0.27	97.25±0.38	97.24±0.30	0.622
SW-W	98.59±0.33	98.35±0.49	98.41±0.37	97.89±0.39	98.34±0.69	0.158
SW-M	97.98±0.13	97.89±0.24	97.91±0.52	97.97±0.53	97.59±0.20	0.371
LN	97.68±0.44	97.07±0.32	97.31±0.53	97.10±0.44	97.03±0.33	0.185
LW-S	97.19±0.60	97.10±0.77	97.33±0.44	97.17±0.58	97.18±0.51	0.975

향을 받지 않을 것으로 예상되었다.

6. 투명 소프트렌즈의 중심두께 변화

1) 하이드로겔 렌즈

산소투과도(Dk/t)에 영향을 줄 수 있는 렌즈파라미터로 렌즈 중심두께를 선택하여 안구세안액의 노출시간에 따른 변화를 알아보았다(Table 12). 하이드로겔 렌즈 4종은 모두 안구세안액의 노출시간 경과에 따라 렌즈중심두께가 통계적으로 유의하게 감소함을 나타내었다.

이에 안구세안액의 노출시간에 따른 중심두께의 변화를 선형회귀분석한 결과, etafilcon A 재질인 EN 및 EW 렌즈의 기울기는 각각 $\beta = -0.0005$ 및 $\beta = -0.0003$ 이었으며, 상관계수는 각각 $r = -0.5218$ 및 $r = -0.6584$ 로 분석되었고, nelfilcon A 재질인 NN 및 NW 렌즈의 기울기는 각각 $\beta = -0.0004$ 및 $\beta = -0.0004$, 상관계수는 각각 $r = -0.3438$ 및 $r = -0.4118$ 로 나타나 강한 음의 상관관계를 가짐을 알 수 있었다.

안구세안액 노출에 따른 하이드로겔 렌즈의 중심두께 감소는 $EN > NN = NW > EW$ 의 순으로 모든 렌즈에서 유의한 변화를 나타내었으나 각 렌즈의 노출 전 중심두께를 기준으로 비교하여 보면 모두 $\{0.010 + \text{중심두께} \times 0.1\} \text{ mm}^{[15]}$ 범위 이내의 감소이었으므로 중심두께 변화로 인한 산소

투과도의 변화는 크지 않을 것으로 생각되었다.

2) 실리콘하이드로겔 렌즈

본 연구에서 사용된 모든 실리콘하이드로겔 렌즈의 중심두께는 안구세안액의 노출에 의한 통계적인 유의한 변화는 관찰되지 않았다(Table 13). 따라서 실리콘하이드로겔 렌즈의 산소투과도는 안구세안액의 노출에 의해 크게 영향을 받지 않을 것으로 예상할 수 있었다.

7. 투명 소프트렌즈의 함수율 변화

1) 하이드로겔 렌즈

하이드로겔 렌즈의 산소침투성(Dk)은 렌즈 재질의 함수율에 영향을 받게 되므로 안구세안액의 노출에 따른 변화 여부를 알아보았다(Table 14). 본 연구에서 사용된 4종의 하이드로겔 렌즈는 습윤제 포함 여부에 관계없이 모두 안구세안액의 노출시간 경과에 따라 함수율이 통계적으로 유의하게 감소하였다. 이에 안구세안액의 노출시간에 따른 함수율의 변화를 선형회귀분석한 결과, etafilcon A 재질인 EN 및 EW 렌즈의 기울기는 각각 $\beta = -1.5007$ 및 $\beta = -1.3993$ 이었으며, 상관계수는 각각 $r = -0.8235$ 및 $r = -0.7757$ 로 나타나 함수율과 노출시간 사이에 매우 강한 음의 상관관계를 가짐을 알 수 있었으며, nelfilcon A

Table 12. Change in center thickness of hydrogel soft contact lenses

Abbr.	Center thickness (mm)					p-value by RM	Linear regression	
	Exposure time to eyewash solution (hour)						Slope	r
	0	1	2	4	8			
EN	0.070±0.002	0.065±0.002*	0.063±0.002*	0.065±0.004*	0.064±0.003*	0.004	-0.0005	-0.5218
EW	0.068±0.002	0.064±0.001*	0.065±0.002	0.064±0.001*	0.064±0.002*	0.006	-0.0003	-0.6584
NN	0.096±0.002	0.087±0.002*	0.087±0.004*	0.089±0.003*	0.089±0.003*	0.002	-0.0004	-0.3438
NW	0.093±0.002	0.087±0.004	0.085±0.003*	0.088±0.002	0.087±0.005*	0.007	-0.0004	-0.4118

*, significantly different from the baseline value at the level of $p < 0.05$ by post-hoc analysis

Table 13. Change in center thicknesses of silicone hydrogel soft contact lenses

Abbr.	Center thickness (mm)					p-value by RM
	Exposure time to eyewash solution (hour)					
	0	1	2	4	8	
SW-D	0.072±0.004	0.075±0.004	0.074±0.002	0.074±0.004	0.074±0.004	0.687
SW-W	0.066±0.004	0.065±0.003	0.065±0.002	0.065±0.002	0.068±0.002	0.215
SW-M	0.073±0.003	0.072±0.001	0.072±0.002	0.072±0.002	0.072±0.002	0.927
LN	0.079±0.004	0.078±0.005	0.075±0.003	0.076±0.003	0.078±0.003	0.293
LW-S	0.081±0.003	0.083±0.004	0.083±0.002	0.082±0.004	0.082±0.001	0.745

재질인 NN 및 NW 렌즈의 기울기는 각각 $\beta = -0.6087$ 및 $\beta = -0.5554$ 로, 상관계수는 각각 $r = -0.5650$ 및 $r = -0.5468$ 로 나타나 역시 강한 음의 상관관계를 가짐을 알 수 있었다.

안구세안액 노출에 따른 하이드로겔 렌즈의 함수율은 $EN > EW \gg NN > NW$ 의 순으로 나타나 렌즈표면이 이온성인 etafilcon A 재질 렌즈에서의 함수율 감소가 비이온성인 nelfilcon A 재질 렌즈에 비해 큼을 알 수 있었으며, 그 감소는 습윤제를 포함하지 않은 렌즈에서 더 크게 나타났다. 또한 하이드로겔 렌즈에서 이러한 함수율의 감소는 식약처의 허용오차기준인 $\pm 2\%$ ^[15]를 크게 초과하는 감소이었다. 따라서 하이드로겔 렌즈의 경우는 착용 전이나 중간에 안구세안액을 부주의하게 반복적으로 사용하면 함수율이 크게 감소하게 되며, 산소투과도 또한 영향을 받을 수 있으므로 산소부족으로 인한 부작용의 발생에 대한 가능성을 완전히 배제할 수 없다.

2) 실리콘하이드로겔 렌즈

실리콘하이드로겔 렌즈의 산소침투성은 함수율에 의해 주로 결정되는 하이드로겔 렌즈와는 달리 실리콘모노머 사이의 공간을 통한 이동에 의해 주로 결정된다. 그러나 함수율의 감소는 렌즈 착용감에 영향을 줄 수 있으므로 안구세안액의 노출에 따른 변화 여부를 알아보았다(Table 15). 실리콘하이드로겔 렌즈의 경우는 SW-M 렌즈를 제외한

모든 렌즈에서 습윤제 포함 여부에 관계없이 안구세안액의 노출시간 경과에 따라 함수율이 통계적으로 유의하게 감소하였고, SW-M 렌즈는 통계적으로 유의한 증가를 나타내었다. 실리콘하이드로겔 렌즈의 다른 파라미터와는 달리 함수율은 노출 1시간에서 가장 큰 변화를 나타내었고 그 변화가 노출 8시간까지 유지되는 경향을 나타내었다(Table 15).

이에 안구세안액 노출에 따른 실리콘하이드로겔 렌즈의 함수율 변화를 선형회귀분석한 결과, SW-D 및 SW-W 렌즈의 기울기는 각각 $\beta = -0.2173$ 및 $\beta = -0.1362$ 이었고, 상관계수는 각각 $r = -0.4045$ 및 $r = -0.4324$ 로 노출시간과 함수율 사이에 강한 음의 상관관계를 나타내었고, LN 및 LW-S 렌즈의 기울기는 각각 $\beta = -0.2323$ 및 $\beta = -0.1392$, 상관계수는 $r = -0.6142$ 및 $r = -0.3447$ 로 나타나 역시 강한 음의 상관관계를 가짐을 알 수 있었다. 한편 lotrafilcon B 재질 렌즈의 함수율 감소 정도를 비교하여 보면 하이드로겔 렌즈의 경우와 마찬가지로 습윤제를 포함하지 않았을 경우 감소율이 더 큰 것으로 나타났다. 반면, SW-M 렌즈의 경우는 기울기는 $\beta = 0.1679$, 상관계수는 $r = 0.5951$ 로 노출시간과 함수율 사이에 강한 양의 상관관계를 가졌으며, SW-M 렌즈를 제외한 모든 실리콘하이드로겔 렌즈에서 노출 전 함수율과 비교하여 식약처의 허용오차기준인 $\pm 2\%$ ^[15]가 넘는 감소를 보였으므로 착용감에 영향을 줄

Table 14. Change in water content of hydrogel soft contact lenses

Abbr.	Water content (%)					p-value by RM	Linear regression	
	Exposure time to eyewash solution(hour)						Slope	r
	0	1	2	4	8			
EN	56.95±1.20	50.55±1.69*	46.22±2.48*+	43.94±2.36*+	42.84±1.62*+	0.000	-1.5007	-0.8235
EW	58.51±0.63	49.73±1.37*	47.06±1.03*+	45.63±0.51*+	44.09±0.87*+#	0.000	-1.3993	-0.7757
NN	72.04±0.65	64.72±1.26*	64.42±1.54*	64.32±1.31*	64.26±1.15*	0.000	-0.6087	-0.5650
NW	71.88±1.17	64.81±0.98*	64.84±0.77*	64.52±0.71*	64.67±0.75*	0.000	-0.5554	-0.5468

*, significantly different from the baseline value at the level of $p < 0.05$ by post hoc analysis

+, significantly different from the value of 1 hour-exposure at the level of $p < 0.05$ by post hoc analysis

#, significantly different from the value of 2 hour-exposure at the level of $p < 0.05$ by post hoc analysis

Table 15. Change in water content of silicone hydrogel soft contact lenses

Abbr.	Water content (%)					p-value by RM	Linear regression	
	Exposure time to eyewash solution (hour)						slope	r
	0	1	2	4	8			
SW-D	41.11±1.80	37.69±1.72*	37.63±1.20*	36.61±1.08*	38.21±1.53*	0.000	-0.2173	-0.4045
SW-W	40.16±0.78	37.64±1.09*	38.20±0.50*	38.78±0.48*	37.95±0.57*	0.000	-0.1362	-0.4324
SW-M	39.52±1.51	37.67±1.21	38.81±1.53	39.20±0.66	40.04±1.20+	0.038	0.1679	0.5951
LN	34.79±1.20	32.59±1.36	32.37±2.48	31.72±1.63*	32.18±1.79	0.048	-0.2323	-0.6142
LW-S	33.21±0.63	30.01±1.10*	30.30±1.77*	31.22±1.58	30.63±1.64*	0.005	-0.1392	-0.3447

*, significantly different from the baseline value at the level of $p < 0.05$ by post hoc analysis

+, significantly different from the value of 1 hour-exposure at the level of $p < 0.05$ by post hoc analysis

가능성이 있다고 판단되었다.

본 연구에서는 안구세안액의 노출에 따른 하이드로겔 렌즈와 실리콘하이드로겔 렌즈의 파라미터의 변화를 시력 교정 및 만족도, 산소투과도 및 착용감에 미치는 파라미터로 대별하여 분석하였다. 즉, 시력교정에 영향을 줄 수 있는 파라미터로는 전체직경, 곡률반경 및 굴절력을 측정하였는데, 하이드로겔 렌즈에서만 모두 통계적으로 유의한 변화가 유발되었으며, 렌즈의 종류에 따라서는 식약처의 허용오차기준을 초과하는 변화를 보이는 것도 있었다. 한편, 시력만족도에 영향을 줄 수 있는 파라미터로는 가시광 선투과율을 측정하였고 하이드로겔 렌즈와 실리콘하이드로겔 렌즈에서 모두 통계적인 유의성이 관찰되었으나 식약처의 허용오차기준 이내의 변화였으므로 렌즈 착용자가 자각적으로 그 차이를 느끼지는 못 할 것으로 판단하였다. 산소투과도 및 착용감에 영향을 줄 수 있는 파라미터로는 중심두께와 함수율을 측정하였는데 하이드로겔 렌즈와 실리콘하이드로겔 렌즈 모두 함수율에서 통계적으로도 유의할 뿐만 아니라 식약처의 허용오차기준을 초과하는 감소를 보였다. Brennan 등과 Janoff 등의 연구에 따르면 하이드로겔 렌즈의 함수율 저하는 렌즈전체직경과 곡률반

경과 같은 파라미터의 변화를 유발시키는 것으로 보고되었으며,^[16,17] Fatt 등의 연구에 따르면 이러한 파라미터의 변화가 굴절력의 변화까지도 유발시킬 수 있다고 하였다.^[18] 본 연구에서는 안구세안액에 노출되었을 때 이온성인 하이드로겔 렌즈의 여러 파라미터 가운데 함수율의 감소가 가장 크게 나타났으며 이로 인한 렌즈의 체적 변화로 전체직경, 곡률반경 및 중심두께의 감소가 나타난 것으로 판단할 수 있었다. 실리콘하이드로겔 렌즈의 경우는 안구세안액의 노출에 의해 함수율의 변화는 유의하게 나타났으나 하이드로겔 렌즈와는 달리 전체직경, 곡률반경 및 중심두께에 미치는 영향을 미비한 것으로 생각되었다.

안구에 노출될 가능성이 있는 다양한 용액에 의한 콘택트렌즈의 파라미터 변화에 대한 선행연구결과를 살펴보면, 김 등의 연구에서는 염소성분이 포함된 실내수염장 물에 노출되었을 때 하이드로겔 컬러콘택트렌즈의 함수율은 감소하는 것으로 나타났고, 렌즈 종류에 따라 굴절력은 증감을 나타내었지만 그 변화량은 적었던 것으로 보고된 바 있고,^[19] 하이드로겔 렌즈를 인공누액에 침지한 조 등의 연구에서는 하이드로프로필 메틸셀룰로오스가 함유된 인공누액에서는 함수율, 광투과율 및 접촉각은 감소되고, 굴

절률은 증가하는 것으로 나타났고, 카르복시메틸 셀룰로오스가 함유된 인공누액에서는 함수율 및 광투과율은 감소하고, 굴절률 및 접촉각은 증가하는 것으로 나타났다.^[19,20] 이러한 선행연구결과로부터 하이드로겔 렌즈의 파라미터 변화는 안구에 노출되는 용액의 종류와 그 시간에 따라 달라짐을 의미한다. 이러한 소프트렌즈의 파라미터의 변화는 누액대사와 콘택트렌즈의 피팅상태에 영향을 미치는 것으로 보고된 바 있으므로,^[21,22] 안구세척액의 노출시간 증가에 따른 소프트렌즈의 파라미터의 변화 또한 콘택트렌즈의 피팅상태에 영향을 줌으로써 누액대사와 시력교정 만족도에 영향을 줄 수 있을 것이라 예상할 수 있다.

결 론

본 연구 결과 투명 소프트렌즈를 안구세안액에 노출시켰을 때 하이드로겔 렌즈에서는 전반적인 파라미터 즉, 함수율, 전체직경, 곡률반경 및 중심두께에서 통계적으로 유의한 변화가 나타났다. 반면, 실리콘하이드로겔 렌즈의 경우는 함수율의 변화만 크게 나타났다. 하이드로겔 렌즈는 이온성인 경우 비이온성보다 안구세안액의 노출에 따른 함수율의 감소가 더 크기 때문에 그로 인한 체적의 변화로 전체직경 및 중심두께의 감소가 더 크게 나타났으며, 습윤제 미포함의 렌즈 파라미터가 습윤제 포함의 하이드로겔 렌즈의 경우보다 안구세안액에 민감하게 반응함을 알 수 있었다. 따라서 안구세안액의 사용지침을 지키지 않아 콘택트렌즈가 안구세안액에 노출되는 빈도가 증가하게 된다면 렌즈파라미터의 변화로 콘택트렌즈의 피팅상태와 누액대사가 영향을 받을 것으로 예상할 수 있다. 이에 현재 판매가 증가되고 있는 안구세안액의 올바른 사용에 대한 교육과 이의 미준수에 따라 발생할 수 있는 부작용에 대한 교육이 필요하다고 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 2017년도 서울과학기술대학교 교내학술연구비의 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- [1] Song HG. 4 out of 10 people in the world use smartphone, Korea is the 6th penetration rate, 2017. <http://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=3508182&ref=A>(17 August 2017).
- [2] Lee YM. Youth, smartphone 5 hours a day usage... there's no big difference with parents generation, 2017. http://www.edaily.co.kr/news/news_detail.asp?newsId=02102486615901368 (12 December 2017).
- [3] Hwang BW. Fine dust is closely related to the pterygium, 2017. <http://www.bosa.co.kr/news/articleView.html?idxno=2067722>(17 August 2017).
- [4] Statistics Korea. Results of the 2016 social survey (family, education, health, safety, environment), 2016. http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/2/6/1/index.board?bmode=read&aSeq=357457(15 August 2017).
- [5] Ministry of Food and Drug Safety. Noon eye drop 0.5%, 2007. <https://ezdrug.mfds.go.kr/#!/CCBAA03F020> (6 January 2018).
- [6] Na SR. 'Dandelion, dandelion, convulsions' Useful eye common sense in emergency situations, 2012. <http://sports.chosun.com/news/ntype.htm?id=201203220100168580013995&servicedate=20120322>(6 January 2018).
- [7] Kim HJ. Fall is a lot of tears, What about eye health, 2016. <http://www.segye.com/newsView/20161101001729>(6 January 2018).
- [8] Ministry of Food and Drug Safety. Provides information on safety management by discipline compared to fine dust and dust in the food and drug administration, 2016. <http://www.mfds.go.kr/index.do?mid=675&seq=30965&sitecode=1&cmd=v>(15 August 2017).
- [9] Lee TS. Fine dust marketing was successful, 2017. <http://www.dailypharm.com/News/222495>(17 August 2017).
- [10] Sung YJ, Ryu GC, Jun J. Adsorption properties of the lysozyme and albumin with physicochemical properties of the contact lens. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2013; 18(3):261-270.
- [11] Ministry of Food and Drug Safety. Eyebon C eyewash solution, 2015. <https://ezdrug.mfds.go.kr/#!/CCBAA03F020>(6 January 2018).
- [12] Kobayashi. Eyebon product info, 2013. <https://www.kobayashi.co.jp/brand/eyebon/products>(10 August 2017).
- [13] Kim SR, Kim DJ, Hwang HW, Park M. The stability and safety evaluations of soft contact lenses past their expiry date. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2017;22(1):33-40.
- [14] Kim SR, Lee KE, Lee SJ, Kwon JY, Park SH, Park M. The change of circle contact lenses exposed to indoor swimming pool water. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2016;21(4):341-350.
- [15] Ministry of Food and Drug Safety. Notice of revision of medical device standard, 2007. <http://www.mfds.go.kr/index.do?searchkey=title:contents&mid=686&searchword=%EC%9D%98%EB%A3%8C%EA%B8%B0%EA%B8%B0%EA%B8%B0%EC%A4%80%EA%B7%9C%EA%B2%A9&division=&pageNo=1&seq=2364&cmd=v>(10 January 2018).
- [16] Brennan NA, Efron N, Truong VT, Watkins RD. Definitions for hydration changes of hydrogel lenses. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1986;6(3):333-338.
- [17] Janoff LE. The consequence of temperature change on hydrophilic lens base curve in gels of varying water content. *Int Contact Lens Clin.* 1982;9:228-232.
- [18] Fatt I, Chaston J. The response of vertex power to changes in

- dimensions of hydrogel contact lenses. *Int Contact Lens Clin.* 1981;8(1/2):22-28.
- [19] Cho SA, Sung AY. Correlation analysis of artificial tear containing hydroxypropyl methylcellulose and hydrogel contact lens. *Korean J Vis Sci.* 2013;15(2):165-172.
- [20] Cho SA, Sung AY. Influence of artificial tear containing carboxymethyl cellulose component on physical properties of hydrogel contact lens. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2013;18(4):457-463.
- [21] Young G, Holden B, Cooke G. Influence of soft contact lens design on clinical performance. *Optom Vis Sci.* 1993;70(5):394-403.
- [22] Young G. Evaluation of soft contact lens fitting characteristics. *Optom Vis Sci.* 1996;73(4):247-254.

안구세안액의 사용 실태 및 이의 반복사용에 따른 투명소프트렌즈의 파라미터 변화

최현동¹, 김유정¹, 최수연¹, 신장철², 박미정¹, 김소라^{1,*}

¹서울과학기술대학교 안경광학과, 서울 01811

²부산과학기술대학교 안경광학과, 부산 46639

투고일(2018년 2월 11일), 수정일(2018년 3월 20일), 게재확정일(2018년 3월 21일)

목적: 본 연구에서는 안구세안액의 인지 및 사용실태에 대해서 알아보고, 소프트콘택트렌즈(이하 소프트렌즈)가 안구세안액에 노출되었을 때 렌즈파라미터에는 어떠한 변화가 나타나는지를 알아보려고 하였다. **방법:** 안구세안액의 인지 및 사용실태는 10~20대를 대상으로 설문조사를 시행하여 조사하였다. 4종의 하이드로겔 렌즈(etafilcon A 재질 2종, nelfilcon A 재질 2종)과 5종의 실리콘하이드로겔 렌즈(senofilcon A 재질 2종, senofilcon C 재질 1종, lotrafilcon B 재질 2종)를 선택하여 연구대상으로 하였다. 안구세안액의 1회 사용시간인 30초를 기준으로 노출시간을 1시간, 2시간, 4시간 및 8시간으로 설정하여 총 9종의 소프트렌즈를 각각 안구세안액에 노출시켰다. 안구세안액 노출 전후의 렌즈파라미터 변화는 전체직경, 곡률반경, 굴절력, 가시광선투과율, 중심두께 및 함수율을 측정하여 비교하였다. **결과:** 10~20대 186명 중 60명이 안구세안액의 사용경험이 있고, 이 중 23명이 안구세안액 사용 후 콘택트렌즈를 착용한 경험이 있는 것으로 조사되었다. 안구세안액 사용 직후에 렌즈를 착용하거나 렌즈 착용 중에 안구세안액을 사용한 경우도 있는 것으로 나타났다. 하이드로겔 렌즈인 etafilcon A, nelfilcon A 재질 렌즈는 모두 안구세안액에 노출된 후 전체직경, 곡률반경, 중심두께 및 함수율에서 통계적으로 유의한 감소를 나타내었으나 이온성인 etafilcon A 재질 렌즈의 함수율 감소가 비이온성인 nelfilcon A 재질 렌즈의 경우보다 더 큰 것으로 나타났다. 한편, 실리콘하이드로겔 렌즈는 senofilcon A, senofilcon C 및 lotrafilcon B 재질 렌즈에서 안구세안액의 노출로 함수율의 유의한 감소를 나타내었고, 재질적 특성에 따라 전체직경의 감소를 나타내는 경우도 있었다. **결론:** 이상의 결과로 소프트렌즈가 안구세안액에 일정시간 노출되었을 때에는 렌즈파라미터의 안정성이 유지되지 않으며 특히, 하이드로겔 렌즈는 실리콘하이드로겔 렌즈에 비해 변화의 정도가 더 크게 나타나는 경우가 많음을 알 수 있었다. 따라서 콘택트렌즈 착용자가 안구세안액의 사용지침을 따르지 않고 렌즈 착용 직전이나 중간에 안구세안액을 사용하면 렌즈파라미터가 영향을 받을 것이며, 이의 반복은 콘택트렌즈 피팅상태와 누액대사 변화의 원인이 될 것으로 예상된다.

주제어: 안구세안액, 투명소프트렌즈, 하이드로겔 렌즈, 실리콘하이드로겔 렌즈, 렌즈파라미터, 함수율, 전체직경, 곡률반경

Appendix

안구세안액 사용실태 설문지

본 설문지는 안구세안액 사용실태 조사를 위한 설문지입니다. 객관식과 일부 단답식이 포함되어 있으며 해당되는 항목에 V표시 하십시오. 본 설문결과는 학술적인 용도로만 사용됩니다.

1. 성별

남 여

2. 생년월일 (단답식)

[]

3. 렌즈 착용 유무

유 무

(위 항목에서 '유'에 체크한 대상자만 답변해 주십시오)

3-1. 착용한 렌즈의 종류는 무엇입니까

소프트콘택트렌즈 하드렌즈 기타()

3-2. 착용 렌즈의 횟수는 몇 회입니까

주2-3회 주4-5회 주2회 미만

4. 안구세안액(아이봉, 하이안, 샤인쿨 등)에 대해 알고 있습니까?

예 아니오

5. 안구세안액을 사용해 본 경험이 있습니까?

예 아니오

(위의 항목에서 '예'에 체크한 대상자만 답변해 주십시오.)

5-1. 사용한 안구세안액은 어느 정도입니까?

1병 이하 1병~2병 3병 이상

5-2. 안구세안액을 얼마나 자주 사용하십니까?

일 1-2회 이상 주 4-5회 주2-3회 주2회 미만
 기타()

5-3. 안구세안액 사용 시 어떤 효과가 있었습니까? (중복체크가 가능합니다)

쿨링감 화장품 이물질 제거 단백질 제거 건조감 개선
 효과를 못 느꼈다 기타 ()

5-4. 앞으로도 안구세안액을 사용할 의향이 있으십니까?

있다 없다

6. 렌즈를 착용한 상태에서 안구세안액을 사용해 보셨습니까?

- 예 아니오

7. 안구세안액을 사용한 후에 렌즈를 착용해 보셨습니까?

- 예 아니오

(위의 7번 항목의 '예'에 체크한 대상자만 답변해 주십시오)

7-1. 안구세안액 사용 후 어느 정도의 시간을 두고 렌즈를 착용하셨습니까?

- 안구세안액 사용 후 5~10분 이내
 안구세안액 사용 후 3시간 이내
 안구세안액 사용 후 6시간 이내
 안구세안액 사용 후 12시간 이내
 안구세안액 사용 후 12시간 이후