

Changes in the Parameters of Soft Contact Lenses by Exposure to Different Solutions in Daily Life

Suk-gee Lee^{1,a}, Sang-Ho Ahn^{1,b}, So Ra Kim^{2,c}, and Mijung Park^{2,d,*}

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

²Dept. of Optometry, Seoul National University of Science and Technology, Professor, Seoul 01811, Korea

(Received November 11, 2019; Revised March 16, 2020; Accepted May 19, 2020)

Purpose: The present study aimed to survey the different types of solutions likely to be used for the daily care of soft contact lenses (hereinafter soft lenses), and to identify the changes in the parameters of soft lenses when exposed to these fluids. **Methods:** The different types of solutions were surveyed in a total of 357 people. The changes in six soft lenses made of different materials, with wetting agent and the presence or absence of pigmentation, were evaluated by measuring the refractive power, total diameter, base curve, water content, and thickness after exposure to 5 different types of solutions for 24 hours. Based on the standards of the Korea Food and Drug Safety Ministry (KFDA), the extent of changes in the parameters (outside or within the allowable range) and the statistical significance of these changes were assessed. **Results:** According to the survey results, 108 respondents (34%) kept soft lenses in solution(s) other than the multi-purpose solution (MPS). In addition, 78% of these (84/108) had experienced side-effects. The parameters of soft lenses exposed to different solutions varied depending on the lens material, pigmentation, and addition of a wetting agent; the changes were not consistent. The soft lenses exposed to tap water and artificial tears showed statistically significant changes in the parameters, and some of these changes were outside the allowable range; however, the changes in parameters of soft lenses exposed to 2 MPS and saline were not significant. In addition, the type of lens material also affected the degree of change in parameters of soft lenses when exposed to solutions; however, the addition of pigments to the material did not affect this change. **Conclusions:** The change in lens parameters were affected by exposure to various solutions. Therefore, an education on proper solution use should be provided to lens wearers, in order to prevent the side effects caused by wearing soft lenses with altered parameters.

Key words: Soft Contact Lenses, Lens parameters, Daily Life, Actual State of Use, Lens Management Solutions

서 론

콘택트렌즈는 편의성, 다양성 및 기능성 면에서 지속적으로 발전하고 있어 현대인의 일상생활에서 사용이 증가하고 있다. 소프트콘택트렌즈(이하 소프트렌즈) 착용자의 대부분이 다목적관리용액(이하 다목적용액)을 통해서 세척, 보존, 소독, 헹굼 등의 관리를 하고 있으며, 용액의 성분으로는 계면활성제, 방부제, 완충제, 염도 조정제, 갈습제거제 등이 함유되어 있다. 이러한 용액들은 눈물과 동일한 삼투압을 유지하기 위해 0.9% 염화나트륨을 비롯하여 완충성분, 세척성분, 소독성분 등이 적절한 농도로 포함되어 있어야 하며 pH 역시 연구에 문제가 없는 범위의 값을 가져야 한다.

소프트렌즈 파라미터에는 전체직경, 중심두께, 곡률반경, 함수율, 굴절력 등이 있으며, 허용오차와 관련된 기준규격

은 우리나라의 식품의약품안전처(이하 식약처. Ministry of Food and Drug Safety; The MFDS) 뿐만 아니라 International Organization for Standardization(이하 ISO)나 미국 Food and Drug Administration(이하 FDA)에서 정하고 있다.^[1] 이러한 기준은 콘택트렌즈를 통한 정상적인 교정시력이나 편안한 착용감 그리고 정상적인 각막의 생리를 위해서 반드시 지켜져야 한다. 하지만 기준 규격으로 제조된 소프트렌즈라도 일상에서의 착용, 온도와 같은 주변 환경에 의해서 달라지며,^[2-6] 렌즈의 재질, 고함수 이온성 렌즈에서의 눈물성분 부착 등으로 변화될 수 있다고 하였다.^[4,7] 박 등^[9]의 연구에 의하면 건조 및 수화과정을 거친 소프트렌즈는 재질과 함수율 등의 차이와 무관하게 모두 전체직경이 감소하며, 곡률반경이 감소하여 렌즈의 형태에 변화가 초래되는 것으로 보고된 바 있다.

*Corresponding author: Mijung Park, TEL: +82-2-970-6228, E-mail: mjpark@seoultech.ac.kr

Authors ORCID: ^a<https://orcid.org/0000-0001-5861-0969>, ^b<https://orcid.org/0000-0001-8094-7795>, ^c<https://orcid.org/0000-0002-4645-7415>, ^d<https://orcid.org/0000-0001-8786-2815>

본 논문의 일부내용은 2019년도 한국안광학회 하계학술대회에서 구연발표되었음.

소프트렌즈의 보관에 사용될 수 있는 용액은 소프트렌즈 파라미터 변화에 미치는 영향이 달라질 가능성이 있으며, 그로 인하여 눈에 문제점을 유발시킬 수 있다. 이에 본 연구에서는 일상생활에서 사용할 수 있는 용액들에 대한 실태조사를 실시하고 관련 용액들에 직접 소프트렌즈를 노출시켰을 때의 곡률반경, 굴절력, 중심두께, 직경, 함수율 변화를 파악하고자 하였다.

실험대상 및 방법

1. 설문 조사 대상 및 내용

서울과학기술대학교 재학생 및 안경원 방문 고객들 대상으로 설문조사를 실시하였다. 총 355(남141명, 여 214명)명을 대상으로 설문을 진행하였고, 설문내용은 ‘착용렌즈 종류, 렌즈 착용기간, 관리방법, 다목적관리용액 외 사용경험 유무, 다목적관리용액 외 사용 시 착용감변화 유무, 다목적관리용액에 대한 교육 경험 유무, 다목적관리용액 외 관리 시 부작용에 관한 교육 경험 유무’였다.

2. 실험 대상 소프트렌즈

국내 시판 중인 투명한 소프트렌즈(이하 투명렌즈) 4종과 미용 컬러 소프트콘택트렌즈(이하 씨클렌즈) 2종을 선정하여 총 6종을 대상으로 하였다. 대상 렌즈들은 재질, 습윤제 함유 여부 및 착색 여부 등에서 차이가 있었다. 실험렌즈는 투명렌즈 4종, 씨클렌즈 2종으로 나뉘어 실험했다. 재질의 차이에선 하이드로겔 재질이 4종, 실리콘하이

드로겔 재질이 2종이었다. 투명렌즈에는 etafilcon A(ET), senofilcon A(SE), hilafilcon B(HF), delefilcon A(DE) 재질의 렌즈였고, 씨클렌즈는 etafilcon A(ETC), hilafilcon B(HFC) 재질이었다. 각 실험대상 렌즈는 ISO 소프트렌즈 규격평가 기준¹⁶⁾에 맞춰 굴절력이 -3.00 D인 렌즈들을 사용하였으며 제조사에서 제공한 각 파라미터 값들은 Table 1에 제시되어 있다.

3. 실험에 사용된 용액

일상에서 쉽게 접할 수 있거나, 구매할 수 있는 국내 시판 중인 2종의 다목적용액과 1종의 식염수, 1종의 인공눈물, 수돗물 총 5가지 용액을 대상으로 하였다. 대조군으로는 소프트렌즈 측정 시 기준용액인 PBS(ISO 18369)¹⁰⁾를 사용했다. 실험 대상 용액들은 완충제, 습윤제 함유 여부, 삼투압 등에서 차이가 있었다. 다목적용액 1과 다목적용액 2의 차이는 hydraglyde(습윤성분)의 함유 여부였다(Table 2).

4. 소프트렌즈에 대한 수화 및 파라미터 측정 조건

재질, 습윤제 함유여부, 착색 여부가 다른 6종의 렌즈를 packing solution 잔류에 의한 영향을 배제하기 위해 증류수로 세척하였다. 그 후 PBS를 포함한 6종의 용액에서 24시간 동안 노출시켰으며, 35°C의 vacuum oven(Gravity-air Ovens, Daihan, Korea)에서 온도를 일정하게 유지시켰다.

5. 파라미터 측정

굴절력은 수동 렌즈미터(US/LM-8, Topcon, Japan)를 사용

Table 1. Soft contact lenses used in this study

Lens	ET	ETC	HF	HFC	SE	DE
Brand name	Moist	Define	Softlens	Naturelle	Oasys	Total 1
Manufacture	Johnson & Johnson vision		Bausch & Lomb		Johnson & Johnson vision	Alcon
USAN [†]	etafilcon A		hilafilcon B		senofilcon A	delefilcon A
Pigmentation	Clear	Circle	Clear	Circle	Clear	Clear
Water content (%)	59	59	59	59	38	33
Total diameter (mm)	14.2	14.2	14.2	14.2	14.5	14.1
Center thickness (mm)	0.084	0.084	0.090	0.090	0.085	0.090
Base curve(mm)	8.5	8.5	8.6	8.6	8.5	8.5
FDA [‡] Group	4	4	2	2	5-Cr	5
Monomer	HEMA ^a + MA ^b + PVP ^c	HEMA ^a + MA ^b + PVP ^c	HEMA ^a + NVP ^d	HEMA ^a + NVP ^d	Silicone hydrogel + PVP ^c	Silicone hydrogel + PC ^e

^ahydroxyethyl methacrylate

^bmethacrylate

^cpoly vinyl pyrrolidone

^dN-vinyl pyrrolidone

^ephosphatidyl choline

[†]United States Adopted Name

[‡]Food and Drug Administration

Table 2. Solutions used in this study

Solution	Tab water	Eyeyou	Express	Pure Moist	Numaren Eye Drops
Manufacturer	Arisu (Korea)	HUMANBIO (Korea)	ALCON (Korea)		HANLIM (Korea)
Main component	Calcium Carbonate, Chloride ion, Sulfate ion	Sodium chloride	Myristamidopropyl Dimethylamine Phosphate, Polyquaternium-1- 130%, Disodium edetate,	Myristamidopropyl Dimethylamine Phosphate, HydraGlyde	Dextran-70, Hypromellose
Other component	Hydrogen Ion, Potassium PermanganateAlu- minium Trihalomethane Chloroform	Purified Water	Sodium citrate, Sodium chloride, Aminomethyl Propanol, Sodium hydroxide, Hydrochloric acid, Sorbitol, Boric acid, Poloxamine 1304	Disodium Edetate Hydrate, Sodium chloride, Hydrochloric acid, EOBO-41, Sodium citrate, Sodium hydroxide, Propanol, Purified sorbitol, Boric acid, Poloxamine 1304	Disodium Edetate Hydrate, sodium chloride, borax, Benzalkonium chloride, Boric acid, Potassium Chloride
pH	6.3	6.2	8.0	7.8	7.1

하여 렌즈 후면의 정점굴절력을 측정하였다. 굴절력의 측정은 건식측정법을 사용하였으며, 소프트렌즈를 KIMTECH Science Wipers(Yuhan-kimberly, Korea)로 3초간 눌러서 표면위의 용액을 제거한 후 측정하였다. 전체직경 및 곡률반경은 안과용 렌즈미터(GB/JCF, Optimec, England)를 사용하여 측정하였으며, 용액의 온도는 35°C로 하여 측정하였다. 중심두께는 전자 두께 측정 장치(model ET-3, Cretech, USA)에 렌즈 중심을 맞추어 올려둔 후 0.001 mm단위로 측정하였으며, 35°C의 오븐 안에서 측정하였다. 흡수율 측정은 건조기(WOF-105, Daihan, Korea)에서 65°C로 24시간 동안 완전 건조시키기 전과 후의 무게를 측정하는 구하는 식약처 기준규격 및 ISO 18369-4:2006의 중량측정법(gravimetric method)¹¹⁾을 사용하였다. 모든 파라미터는 5번씩 반복 측정하여 평균값을 산출했다.

6. 통계처리

본 연구의 실험 결과는 평균±표준편차로 표시하였으며, SPSS 20 프로그램을 이용하여 유의수준을 결정하였다. 파라미터의 변화 정도를 비모수 검정(Mann-Whitney U)을 통해 유의성을 결정하였다. 유의확률이 $p < 0.05$ 인 경우에 유의성이 있다고 판단하였다.

결과 및 고찰

1. 소프트렌즈 관리 실태 조사

소프트렌즈 관리에 대한 실태조사 결과, 전체 304명의 원데이렌즈 착용자 중 유사시 다목적용액 외의 용액에 보관해 본 인원은 인공눈물 51명(16%), 식염수 50명(16%), 생수 및 정수기 물 31명(10%), 수돗물 14명(4%)이었다. 원

데이렌즈 착용자 중 유사시 다목적용액 외의 용액에 보관한 인원 중 착용감 변화를 느낀 인원은 이물감 46명(43%), 건조함 50명(46%), 충혈 29명(27%), 렌즈 변형 10명(9%), 과도한 눈물 7명(7%), 작열감 3명(3%), 기타 8명(7%)이었다. 306명의 1주 이상 착용 소프트렌즈를 착용한 경험이 있는 사람을 대상으로 한 조사에서도 사용한 용액 및 착용감 변화 양상이 유사하게 나타났다(Table 3). 또한, 다목적용액 외 다른 용액에 렌즈를 보관하였을 때, 발생할 수 있는 부작용에 대해 교육을 받아본 경험은 대상자들 중 138명(40%)은 있으나, 204명(60%)은 없는 것으로 나타났다. 교육을 받은 경험이 있는 대상자는 관리 소홀로 인해 유발될 수 있는 부작용으로 교육받은 내용으로는 세균번식 127명(41%), 충혈 및 통증 79명(25%), 렌즈 직경 변화 29명(9%)으로 나타났다(Table 4).

이상에서 응답자의 41%에 달하는 인원이 다목적용액 외 다른 용액에 보관해 본 경험이 있었으며, 40%의 인원이 다목적용액 외의 용액에 보관 시 부작용에 관한 교육을 받은 경험이 없는 것으로 나타났다. 설문조사 결과 렌즈 착용자의 상당수가 다목적용액 외의 용액에 보관해 본 경험이 있었으며 실제로 수돗물, 식염수 등의 용액에 보관해 본 경험이 있는 것을 확인할 수 있었다.

최 등¹²⁾의 연구에 의하면 콘택트렌즈 착용자들이 정확한 렌즈 관리법을 모르고 사용하는 사례가 적지 않은 것으로 조사되었다. 청소년을 대상으로 한 고 등¹³⁾의 연구에서는 설문 응답자 중 약 25%만이 렌즈 관리법을 정확하게 알고 있었고, 전 연령의 콘택트렌즈 착용자를 대상으로 한 최 등¹²⁾의 연구에서는 설문 응답자 중 5%가 수돗물로 렌즈를 세척한다고 응답하였다. 이렇게 콘택트렌즈 관리용액 또한 용도에 맞지 않게 사용될 가능성이 상존하

Table 3. Characteristics of contact lens management

Solutions	Daily-disposable	Over 1 week*	Solution	Number of answers (%) [†]	
				Daily-disposable	Over 1 week*
Solutions used instead of MPS [‡]	108	104	Artificial tear	51 (16)	51 (17)
			Saline	50 (16)	48 (16)
			Drinking water	31 (10)	30 (10)
			Tab water	14 (4)	18 (6)
			Etc	5 (2)	4 (1)
Only use MPS [‡]	213	202	None	213 (66)	202 (66)
Total	321	306	Total	321 (100)	306 (100)

*Soft contact lenses worn more than one week

[†]Redundant answers allowed[‡]Multi-purpose solution

Table 4. Change in the refractive power of soft contact lenses

Lens	Total refractive power				
	D (% [‡])				
	Tab water	Saline	Artificial tears	MPS-1	MPS-2
ET	-2.75±0.00 (-11.29) ^{*†}	-3.15±0.14 (1.61)	-3.05±0.11 (-1.61)	-3.00±0.18 (-3.23)	-3.00±0.00 (-3.23)
ETC	-2.65±0.14 (-11.67) ^{*†}	-3.10±0.14 (3.33)	-2.95±0.11 (3.33)	-3.00±0.00 (0.00)	-3.05±0.11 (1.67)
HF	-3.00±0.18 (0.00)	-3.05±0.11 (1.67)	-3.00±0.18 (0.00)	-2.95±0.11 (-1.67)	-3.10±0.14 (3.33)
HFC	-2.95±0.21 (0.00)	-3.05±0.21 (3.39)	-2.85±0.14 (-3.39)	-2.95±0.11 (0.00)	-2.95±0.11 (0.00)
SE	-3.05±0.11 (-1.61)	-3.05±0.11 (-1.61)	-3.10±0.22 (0.00)	-3.10±0.14 (0.00)	-3.15±0.14 (1.61)
DE	-3.00±0.00 (-1.64)	-3.15±0.14 (3.28)	-3.00±0.00 (-1.64)	-3.15±0.14 (3.28)	-2.95±0.11 (-3.28)

* $p < 0.05$, significantly different from the value measured in MFDS standard solution by non-parametric test[†]out of the MFDS's standard,[‡]relative change of refractive power

고 있다. 본 설문조사 결과 실제로 많은 수의 콘택트렌즈 착용자들이 관리용액 외 보관 경험이 있었고, 이들 중 대다수는 착용감 변화를 경험한 것으로 나타났다. 이를 통해 올바른 관리용액 사용에 관한 적절한 교육과 관리용액 오용 시 부작용에 관한 교육이 이루어져야 한다고 사료된다.

2. 렌즈 파라미터 변화

1) 굴절력 변화

ET 렌즈가 수돗물에 노출되었을 경우를 제외하고, 모든 렌즈가 실험대상 용액에 노출되었을 때의 굴절력 변화가 식약처 허용오차범위인 0.25 D 이하로 나타났다. ET 렌즈가 수돗물에 노출되었을 때, 투명 및 써클렌즈 모두 식약처 허용오차범위를 벗어났으며 통계적으로 유의한 변화를 보였고($p_{ET}=0.005$, $p_{ETC}=0.005$) 최대 12%의 변화가 나타났다. 식염수에 노출되었을 때에는 모든 렌즈의 굴절력이 증가하였으나 통계적으로 유의한 변화를 보이지 않았다. 2종의 다목적용액에 노출되었을 때에도 굴절력 변화가 유발되었고, SE와 DE 렌즈에서 가장 큰 변화(-0.15 D)가 있었으나 식약처 허용오차범위 내의 변화였으며, 통계적으

로도 유의하지 않았다(Table 4).

굴절력 변화 측정 결과 수돗물을 제외한 4종의 용액에서 식약처의 허용오차를 벗어나지 않았으며, 4종의 용액에서 광학적인 측면에서의 시력변화는 미미할 것으로 생각된다.

콘택트렌즈의 굴절력을 변화시킬 수 있는 요인과 관련된 연구들은 눈물 단백질의 침착,^[14] 사용기간 경과,^[15] 반복적으로 고온이나 저온에 노출,^[2] 안구세안액에 대한 노출^[12] 등이 있다. 굴절력이 허용오차 범위를 벗어나는 정도의 큰 자극은 etafilcon A 재질 렌즈에 단백질이 침착했을 때 최대 3.00 D까지 차이가 났으며, 사용기한이 지난 narafilcon A 재질 렌즈에서 허용오차를 벗어나는 변화를 보인 것으로 보고된 바 있다. ET 및 ETC 렌즈는 수돗물에 대한 노출 역시 이에 버금가는 굴절력 변화를 초래한 것으로 나타났다. 하지만 다른 재질의 렌즈는 오차범위 안에 있는 변화를 보여 삼투압이 낮은 조건이 온도와 같은 다른 환경 조건에서 보다 상대적으로 굴절력 변화를 초래하는 정도가 크지 않음을 알 수 있었다.

2) 곡률반경 변화

HFC 렌즈를 제외한 모든 렌즈가 수돗물에 노출되었을 때 통계적으로 유의한 곡률반경 변화가 나타났으며, 동시에 식약처기준을 벗어났고 ETC 렌즈는 8.0% 변화를 보여 가장 큰 곡률반경 변화가 나타났다. 생리식염수에 노출되었을 때에는 수돗물보다 작은 변화가 나타났으나, 여전히 ETC, SE, HF, HFC에서는 통계적으로 유의한 변화가 나타났다. 인공눈물에 노출되었을 때에는 수돗물에 노출되었을 때 보다 작은 변화였지만 모든 렌즈의 곡률반경이 증가하였다. 이 중 ET, ETC, HF($p_{ET}=0.031$, $p_{ETC}=0.008$, $p_{HF}=0.006$) 렌즈는 통계적으로 유의한 변화를 보였으며, 식약처기준을 벗어났다. 다목적용액2에 노출되었을 때 곡률반경 변화 폭은 0.24~2.74% 범위였으며 통계적으로 유의한 변화는 ET 및 DE 렌즈를 제외한 4종의 렌즈($p_{ETC}=0.007$, $p_{HF}=0.005$, $p_{HFC}=0.007$, $p_{SE}=0.049$)에서 나타났다 (Table 5).

곡률반경에서의 변화는 관리용액을 제외한 3종의 용액에서 비교적 큰 변화를 보였고, 곡률반경의 변화는 콘택트렌즈 착용자의 착용감뿐만 아니라 굴절력의 변화를 야기할 수 있다. 최 등^[12]의 연구에서 안구세안액에 콘택트렌즈가 노출됐을 때 본 실험에 사용된 렌즈와 동일한 ET 및 ETC 렌즈에서 곡률반경 변화가 착색공법과 염료와 무관하게 유사한 변화양상을 보여 착색여부에 따른 차이가 크지 않았다. 그러나 본 연구에서는 수돗물에 노출되었을 때 ET 및 ETC 렌즈는 모두 허용오차범위를 넘었을 뿐만 아니라 변화 값에서도 차이가 있었다. HF 및 HFC 렌즈 비교에서는 투명렌즈인 HF 렌즈는 오차범위를 벗어났으나 동일 재질이지만 착색 여부만이 다른 HFC 렌즈는 오차범위 위안의 변화를 나타내 착색여부에 따라서도 곡률반경 변화 양상에 차이가 나타났다. 하지만 수돗물을 제외한 다른 용액에서는 착색 유무에 따라서 오차범위 한계를 벗어나는지의 여부가 달라지는 경우는 없어서 수돗물과 같이 저

삼투압성이 큰 용액에서만 곡률반경의 변화가 크게 나타났음을 알 수 있었다.

3) 직경 변화

수돗물에 노출됐을 때, SE 및 DE 렌즈를 제외한 4종의 렌즈에서 통계적으로 유의한 변화를 보이며 동시에 식약처기준을 벗어났고, 변화 범위는 1.60~5.0%였다. 2종의 다목적용액에 노출됐을 때, HF 및 HFC 렌즈 모두 직경이 감소하는 방향으로 통계적으로 유의하게 변화하였으며($p_{HF1}=0.004$, $p_{HF2}=0.004$, $p_{HFC1}=0.006$, $p_{HFC2}=0.005$) 식약처기준을 벗어났다. 실리콘하이드로겔 재질 렌즈인 DE 및 SE 렌즈의 직경 변화는 모든 용액에서 식약처의 기준을 벗어나지 않았다(Table 6).

HF 및 HFC 렌즈에서 관리용액에서의 변화는 식약처의 허용오차를 벗어나는 변화를 보였지만, 이는 본 실험에 사용된 관리용액의 제조사와 콘택트렌즈의 제조사가 상이하여 개발과 검수과정에서 모든 제조사의 재질까지 고려하지 못한 것으로 보여진다.

4) 두께 변화

6종 렌즈의 중심두께는 노출된 용액에 관계없이 식약처 기준을 벗어나지 않았다. 식염수에 노출됐을 때, DE 렌즈를 제외한 5종의 렌즈에서 통계적으로 유의한 변화가 있었다($p_{ET}=0.008$, $p_{ETC}=0.015$, $p_{HC}=0.09$, $p_{HFC}=0.008$, $p_{SE}=0.031$, $p_{HFC}=0.008$). SE 렌즈가 식염수에 노출됐을 때 가장 큰 변화를 보였고 변화율은 29.6%였다. DE 렌즈는 5종의 용액에서 모두 통계적으로 유의한 변화가 없었고 가장 작은 변화를 보였으며 변화의 폭은 모두 6% 미만이었다(Table 7).

소프트렌즈는 내부에 pore를 함유하고 있는 구조이다. 조 등^[2]에 의하면 온도변화에 의한 소프트렌즈 파라미터 변화에서 두께가 온도에 따라 최대 15%까지 변하는 것을 확인할 수 있었다. 본 실험에서 사용된 용액들은 삼투압이

Table 5. Change in the base curve of soft contact lenses

Lens	Total base curve				
	mm (% [‡])				
	Tab water	Saline	Artificial tears	MPS-1	MPS-2
ET	8.84±0.14 (4.62) ^{*†}	8.48±0.14 (0.36)	8.74±0.21 (3.43) ^{*†}	8.45±0.04 (0.00)	8.47±0.04 (0.24)
ETC	9.07±0.27 (7.98) ^{*†}	8.51±0.05 (1.31) [*]	8.78±0.10 (3.21) ^{*†}	8.17±0.08 (-2.74) [*]	8.22±0.03 (-2.14) [*]
HF	8.67±0.29 (5.60) ^{*†}	8.34±0.09 (1.58) [*]	8.45±0.04 (2.92) ^{*†}	8.07±0.03 (-1.71) [*]	8.04±0.02 (-2.07) [*]
HFC	8.13±0.14 (-0.85)	8.13±0.03 (-0.85) [*]	8.38±0.04 (2.20) [*]	8.08±0.03 (-1.46) [*]	7.98±0.03 (-2.68) [*]
SE	9.02±0.32 (7.98) ^{*†}	8.95±0.14 (5.92) ^{*†}	8.67±0.24 (2.60)	8.56±0.07 (1.30)	8.66±0.04 (2.49) [*]
DE	9.10±0.07 (3.17) ^{*†}	9.04±0.07 (2.49) ^{*†}	8.96±0.02 (1.59) [*]	8.73±0.04 (-1.02)	8.98±0.03 (1.81)

* $p<0.05$, significantly different from the value measured in MFDS standard solution by non-parametric test

[†]out of the MFDS's standard,

[‡]relative change of base curve

Table 6. Change in the diameter of soft contact lenses

Lens	Total diameter				
	mm (% [‡])				
	Tab water	Saline	Artificial tears	MPS-1	MPS-2
ET	14.54±0.11 (4.30)* [†]	14.02±0.04 (0.57)*	14.04±0.05 (0.72)*	14.00±0.07 (0.43)	13.94±0.05 (0.00)
ETC	14.62±0.04 (5.03)* [†]	14.06±0.05 (1.01)*	14.04±0.17 (3.16)	14.04±0.05 (0.86)*	14.02±0.04 (0.72)*
HF	14.12±0.08 (1.58)* [†]	13.86±0.05 (-0.29)	13.98±0.04 (0.58)*	13.68±0.04 (-1.58)* [†]	13.58±0.04 (-2.30)* [†]
HFC	14.12±0.13 (1.73)* [†]	14.00±0.00 (0.86)*	13.98±0.04 (0.72)*	13.64±0.05 (-1.73)* [†]	13.62±0.04 (-1.87)* [†]
SE	14.22±0.22 (2.01)	14.20±0.14 (1.87)	14.36±0.09 (3.01)*	14.08±0.04 (1.00)*	14.18±0.04 (1.72)
DE	14.12±0.04 (-0.28)	14.10±0.00 (-0.42)*	14.16±0.05 (0.00)	14.20±0.07 (0.28)	14.10±0.00 (-0.42)*

* $p < 0.05$, significantly different from the value measured in MFDS standard solution by non-parametric test

[†]out of the MFDS's standard,

[‡]relative change of diameter

Table 7. Change in the center thickness of soft contact lenses

Lens	Total center thickness				
	mm (% [‡])				
	Tab water	Saline	Artificial tears	MPS-1	MPS-2
ET	0.069±0.002 (10.93)*	0.070±0.002 (13.18)*	0.063±0.001 (1.29)	0.067±0.002 (8.36)*	0.065±0.002 (4.18)
ETC	0.073±0.002 (6.76)*	0.066±0.002 (7.65)*	0.074±0.004 (7.65)*	0.067±0.003 (-1.76)	0.057±0.001 (-15.59)*
HF	0.082±0.002 (2.74)	0.073±0.001 (8.48)*	0.085±0.002 (5.74)*	0.086±0.002 (7.23)*	0.083±0.002 (3.99)
HFC	0.090±0.003 (13.67)*	0.083±0.003 (8.61)*	0.085±0.001 (7.09)*	0.078±0.001 (-0.76)	0.085±0.002 (7.34)*
SE	0.077±0.005 (6.76)*	0.080±0.003 (29.58)*	0.073±0.005 (17.68)	0.078±0.002 (25.40)*	0.069±0.006 (10.29)*
DE	0.085±0.010 (5.74)	0.084±0.004 (0.75)	0.085±0.001 (5.49)	0.080±0.003 (-0.75)	0.081±0.003 (1.00)

* $p < 0.05$, significantly different from the value measured in MFDS standard solution by non-parametric test

[†]out of the MFDS's standard,

[‡]relative change of center thickness

모두 packing solution과 차이가 있으며 이로 인해 물 분자가 소프트렌즈 내의 구멍(pore)로 들어오거나 나감에 따라 두께의 변화가 유발되는 것으로 볼 수 있다. 산소투과율은 Dk/t로 산소투과율 × 0.1 mm/렌즈중심두께(mm)이다. 이러한 중심두께 증가는 산소투과율을 감소시킬 수 있고, 이는 각막부종과 신생혈관 생성과 같은 문제를 야기할 수 있다.^[16] 이러한 이유로 렌즈 중심두께를 변화시키지 않는 적절한 삼투압의 용액의 사용과 제조사의 추가적인 연구 및 개발이 필요하다고 보여 진다.

5) 함수율 변화

수돗물에 노출됐을 때, ET, ETC, HFC, SE, DE 렌즈의 함수율이 식약처기준을 벗어났으며, 통계적으로 유의한 변화(9.2~6.4%)를 보였다($p_{ET} = 0.009$, $p_{ETC} = 0.009$, $p_{HFC} = 0.004$, $p_{SE} = 0.023$, $p_{DE} = 0.028$). 인공눈물에 노출됐을 때는 ET, ETC, HF, HFC, DE 렌즈가 식약처기준을 벗어났으며 통계적으로 유의한 변화(4.1~8.3%)를 보였다($p_{ET} = 0.004$, $p_{ETC} = 0.009$, $p_{HF} = 0.0027$, $p_{HFC} = 0.043$, $p_{DE} = 0.008$). 식염

수와 2종의 다목적용액에서는 5.2% 이하의 변화가 나타났지만 모두 식약처기준을 벗어나지 않았다(Table 8).

함수율은 삼투압이 포장용액(packing solution)과 크게 상이한 수돗물과 인공눈물에서 가장 큰 변화를 보였고, 삼투압이 비슷한 식염수와 관리용액에서 비교적 작은 변화를 보였다. 소프트렌즈에서 산소침투성(Dk)은 렌즈 재질의 함수율에 영향을 받게 된다.^[16] 또한 산소침투성의 변화는 저산소증, 각막부종, 내피세포다형화 등의 부작용을 유발할 수 있기 때문에 소프트렌즈의 함수율을 변화시키지 않는 적절한 용액의 사용에 대한 교육이 필요하다.^[22]

정상안의 눈물층 삼투압은 312-323 mOsmol/kg으로 일정하다고 알려져 있다.^[4] 렌즈 보관 시 수화된 용액의 삼투압 정도에 따라서 렌즈가 기준규격을 벗어나는 변화를 겪을 수 있고 변화를 겪은 렌즈는 각막에 문제를 일으킬 수 있다.^[2] 또한 Lattimore의 연구에서는 수화된 용액의 pH에 따른 렌즈 파라미터 변화에 대한 연구에서 전면부의 pH가 증가할수록 렌즈 사용기간이 비선형적으로 감소하고, 같은 조건에서 함수율이 비선형적으로 감소하는 것으

Table 8. Change in the water content of soft contact lenses

Lens	Total water content				
	% (% [‡])				
	Tab water	Saline	Artificial tears	MPS-1	MPS-2
ET	60.85±0.82 (6.37)* [†]	56.43±1.65 (-1.36)	60.06±3.76 (5.00) [†]	57.87±0.53 (1.16)	56.09±0.94 (-1.94)
ETC	61.22±0.94 (7.51)* [†]	55.62±2.06 (-2.33)	61.55±1.02 (-5.93)* [†]	57.22±0.61 (0.49)	57.84±0.74 (1.56)
HF	58.08±1.76 (1.44)	57.56±0.26 (0.54)	59.58±0.84 (4.07)* [†]	56.00±0.85 (6.30)*	56.42±0.79 (8.32)
HFC	59.50±4.96 (5.40) [†]	57.72±0.65 (2.24)*	60.01±0.80 (6.30)* [†]	56.62±0.55 (0.29)	56.15±0.80 (0.54)
SE	33.49±2.90 (-9.24)* [†]	36.37±1.16 (-1.42)	36.23±0.88 (-1.80)	36.59±0.50 (-0.84)	36.91±2.40 (0.03)
DE	29.35±1.47 (-8.32)* [†]	30.34±0.84 (-5.24)	34.68±1.38 (8.32)* [†]	31.31±1.09 (-2.20)	31.97±1.07 (-0.15)

* $p < 0.05$, significantly different from the value measured in MFDS standard solution by non-parametric test

[†]out of the MFDS's standard

[‡]relative change of water content

로 보고된 바 있다.^[17] 산소투과도는 식약처 기준규격에서의 측정시 기준용액인 인산완충액에서 일정한 산소투과도를 보이지만^[3] pH가 높아지거나 낮아질 경우에는 완충액의 종류에 따라 산소투과도의 변화가 유발되는 차이가 있었다. 렌즈의 재질별 pH 변화에 따라 산소투과도가 변하는 정도에 차이가 있었으며, 기준용액과 비교했을 때, 70%에서 최대 175%까지 변하는 것으로 확인된 바 있다.^[3] 이러한 연구 결과들은 일정한 간격을 두고 pH나 삼투압을 변화시켜 소프트렌즈에 유발되는 변화를 측정하였다고 하면 본 연구는 결과는 일상에서 사용되는 다양한 용액에 노출되었을 때 직접적으로 나타나는 소프트렌즈의 변화를 평가하였다는 점에서 차이가 있다. 본 실험에 사용된 용액들의 pH는 수돗물 6.3, 식염수 6.2, 인공눈물 7.1, 다목적용액1 8.0, 다목적용액2 7.8로 식약처의 렌즈 측정 기준용액인 pH 7.4의 PBS와 작게는 0.3 크게는 1.2까지도 차이가 나는 용액들이다.

본 실험에서 사용한 용액들은 앞선 요인들이 동시에 2가지 이상 해당되는 용액이다. 이러한 요인들이 렌즈에서 복합적으로 작용하였기 때문에 개별 요소들에 대한 영향력은 확인 할 수 없었으며, 모든 변화에 대해서 동일하거나 유사한 경향을 확인할 수 없었다. 그러나, 하이드로겔 렌즈는 실리콘하이드로겔렌즈 보다 높은 흡수율로 인해 더 큰 변화율을 보인다는 것이 일관되게 나타나는 결과였다. 일반적인 생리식염수는 0.9% 염화나트륨 수용액 상태이며 삼투압은 308 mOsmol/kg이다.^[12] 수돗물의 삼투압은 10 mOsmol/kg 정도로 식염수에 비해 매우 낮은 삼투압을 지닌다.^[13] 저장액의 경우 액체가 들어오는 쪽으로 운동이 일어나는데 이 때문에 소프트렌즈의 부피, 직경, 두께가 증가하는 방향으로 변화하게 된다. 본 실험에 사용된 6가지의 용액 중 수돗물을 제외한 5종의 용액은 0.9%의 염화나트륨 수용액을 기반으로 추가적인 성분들이 포함된 용액들이다. 원데이렌즈 포장용액의 삼투압은 제조사와

재질에 따라서 다르지만, 270~413 mOsmol/kg 정도로 보고된 바 있다. 수돗물을 제외한 5종의 용액은 이 범위 내의 삼투압을 가지거나 범위를 벗어나더라도 수돗물 만큼의 차이를 가지지 않는다. 이 때문에 수돗물이 가장 큰 변화를 가지는 것으로 생각된다. 다목적용액에서의 직경을 제외한 모든 파라미터에서 식약처의 기준규격을 벗어나지 않았다. 제조사의 개발과정에서 많은 재질의 렌즈를 대상으로 실험을 하지만, 모든 재질의 렌즈를 대상으로 실험을 할 수 없기 때문에 일부 재질 렌즈에서는 식약처의 기준을 벗어나는 변화도 나타난 것으로 생각된다. 하지만 전체적으로 일상에서 노출될 수 있는 5종의 용액을 비교해봤을 때 결과적으로 다목적용액 2종이 대체적으로 작은 변화를 보였으며, 식약처의 기준을 벗어난 직경에서도 3% 미만의 변화를 보였다.

투명렌즈와 씨클렌즈의 비교에 대한 박 등^[16]의 선행연구에서 씨클렌즈의 표면에 동일 재질이나 제조과정 및 표면처리 등의 차이로 인해 단백질 침착량이 더 크게 나타났고, 이로 인해 산소투과율이 투명렌즈보다 크게 감소하는 것이 보고된 바 있다. 또한, 송 등^[3]의 연구에서는 염료가 내부에 있든 외부에 있든 온도 변화에 의한 파라미터 변화 양상에 일정 부분 영향을 미치는 것으로 보고되었다. 본 연구에서 씨클렌즈와 투명렌즈를 비교했을 때, 곡률반경과 직경에서는 ET 렌즈 보다 ETC 렌즈의 변화폭이 컸고, 굴절력과 중심두께에서는 HF 렌즈보다 HFC 렌즈가 큰 것으로 나타났다. 하지만 투명렌즈와 씨클렌즈는 중심두께를 제외한 다른 파라미터에서 모두 3%미만의 차이를 보인 것으로 나타나 착색공법과 염료 등에 의한 영향보다 소프트렌즈의 재질의 영향을 더 많이 받은 것을 알 수 있었다. 같은 재질의 렌즈에서 투명렌즈가 증가하는 변화를 보인 경우, 씨클렌즈도 정도의 차이는 있지만 증가하는 변화를 보였고, 반대로 투명렌즈가 감소하는 경우에도 또한 감소하는 변화를 보이는 것을 확인할 수 있었다. 이는 소

프렌즈가 용액에 노출됐을 때, 용액이 안과 밖을 이동할 수 있는 반투과성 구조이기 때문이다.^[17]

일상에서 접할 수 있는 용액들의 구성성분이나 pH 및 삼투압 등과 같은 물성들이 다양하게 소프트렌즈의 파라미터 변화에 복합적으로 작용하였을 것으로 보인다. 또한 소프트렌즈의 특성이 이들 용액에 대한 민감도가 다르기 때문에 본 연구결과와 같은 렌즈 각각에 대한 특정 파라미터의 변화가 초래되었으리라 생각된다.

결 론

본 연구에서는 일상에서 노출될 수 있는 용액인 식염수, 다목적용액, 인공눈물 그리고 유사시 관리용액을 대신하여 사용할 수 있는 수돗물을 소프트렌즈 관리에 사용하는 실태 조사 및 용액에 노출되었을 때의 파라미터 변화에 대해 연구해 건강한 소프트렌즈 착용에 도움이 되고자 하였다.

실태조사 결과 응답자의 1/3에 해당하는 인원이 관리용액 외의 용액에 보관해 본 경험이 있었으며, 이들 중 대부분의 인원들이 착용감 변화를 경험한 것으로 나타났다. 일상에서 쉽게 접할 수 있거나 구할 수 있는 용액에 소프트렌즈를 노출시켰을 때 대다수의 소프트렌즈 파라미터에서 유의미한 변화가 관찰됐다. 중심두께를 제외한 대부분의 파라미터에서 수돗물과, 인공눈물, 식염수에 의해 식약처 기준을 벗어나는 변화와 다른 용액에 비해 큰 변화를 확인할 수 있었다. 다목적용액에 렌즈가 노출됐을 때에는 일부 소프트렌즈를 제외한 대부분의 렌즈에서 작은 변화를 보였으며 식약처의 기준을 벗어나지 않았다. 재질별 비교에서는 HEMA 재질의 하이드로겔렌즈가 실리콘하이드로겔 렌즈보다 더 큰 변화를 보였다. 중심두께는 모든 용액에서 식약처 기준을 벗어나지 않았다. 씨클렌즈와 투명렌즈의 비교에서는 착색공법과 염료성분의 차이와 관계없이 같은 재질의 투명과 씨클렌즈에서는 유사한 변화 양상을 보였다.

본 연구에서는 일상에서 노출될 수 있는 용액에 소프트렌즈가 수화 및 보관되었을 때, 파라미터 변화가 용액에 따라 정도의 차이는 있지만 모든 용액에서 변하는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 용액의 pH, 삼투압, 성분, 농도 등 모든 요인들이 복합적으로 작용하여 개별 요소에 대한 영향력을 검증할 수 없었다. 파라미터의 변화는 시력교정 효과 및 착용감에 직접적, 간접적으로 영향을 미칠 수 있기 때문에, 이를 방지하기 위해 파라미터의 변화가 있을 수 있는 용액에서 소프트렌즈 보관용액에 주의가 필요해 보이며, 제조사와 안경사들에게 대한 일상에서 접할 수 있는 용액들에 대한 소프트렌즈 파라미터 변화에 대해 교육

할 필요가 있다. 본 연구에서는 일상생활에 노출될 수 있는 용액들에 의한 파라미터를 제시하여 현실에 적용시의 상황에 대해 밝혔으며, 이런 파라미터 변화가 용액의 물성 및 소프트렌즈의 특성과의 상관성에 대해서는 추후 후속 연구가 진행 될 필요가 있다고 보여 진다.

감사의 글

본 연구는 2020년도 서울과학기술대학교 교내학술연구비의 지원으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- [1] KHIDI(Korea Health Industry Development Institute). Notice of revision of medical device standard, 2019. [https://www.khidi.or.kr/board/view?pageNum=5&rowCnt=20&no1=701&linkId=48770534&menuId=MENU01516&maxIndex=00488285359998&minIndex=00002221709998&schType=0&schText=&schStartDate=&schEndDate=&boardStyle=&categoryId=&continent=&country=\(18 June 2020\)](https://www.khidi.or.kr/board/view?pageNum=5&rowCnt=20&no1=701&linkId=48770534&menuId=MENU01516&maxIndex=00488285359998&minIndex=00002221709998&schType=0&schText=&schStartDate=&schEndDate=&boardStyle=&categoryId=&continent=&country=(18 June 2020)).
- [2] Cho CK, Song TH, Lee SE, et al. Effects of repeated temperature changes on soft contact lens parameters. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2018;23(3):227-239. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2018.23.3.227>
- [3] Song TH, Cho CK, Lee SE, et al. Changes in the surface and parameters of circle contact lenses exposed to various temperatures during distribution. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2019;24(1):29-42. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2019.24.1.29>
- [4] Lee SE, Kim SR, Park M. Oxygen permeability of soft contact lenses in different pH, osmolality and buffering solution. *Int J Ophthalmol.* 2015;8(5):1037-1042. DOI: <https://doi.org/10.3980/j.issn.2222-3959.2015.05.33>
- [5] Lee SE, Kim SR, Park M. Influence of tear protein deposition on the oxygen permeability of soft contact lenses. *J Ophthalmol.* 2017;5131764. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/5131764>
- [6] Lum E, Perera I, Ho A. Osmolality and buffering agents in soft contact lens packaging solutions. *Cont Lens Anterior Eye.* 2004;27(1):21-26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clae.2003.11.002>
- [7] Park GH, Kim SR, Park M. Correlation between protein deposition and oxygen transmissibility in circle contact lenses. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2019;24(1):21-28. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2019.24.1.21>
- [8] Lee JY, Lee JI, Kim SR, et al. Correlation between tear proteins deposition and oxygen transmissibility of soft contact lenses. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2017;22(2):97-103. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2017.22.2.97>
- [9] Park M, Lee YN, Kang KE, et al. Changes of lens morphology and TBUT by dehydration of soft contact lens. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2008;13(2):1-7.

- [10] ISO(International Organization for Standardization). Ophthalmic optics-Contact lenses-Part 3: Measurement methods 18369-3, 2017. [https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:18369:-3:ed-2:v2:enl\(16 June 2020\)](https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:18369:-3:ed-2:v2:enl(16%20June%202020)).
- [11] ISO(International Organization for Standardization). Ophthalmic optics-Contact lenses Part 3: Physiochemical properties of contact lens materials 18369-4, 2017. [https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:18369:-4:ed-2:v2:en\(16 June 2020\)](https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:18369:-4:ed-2:v2:en(16%20June%202020)).
- [12] Choi HD, Kim YJ, Choi SY, et al. The state of eyewash solution use and parameter changes in clear soft contact lenses from repeated solution use. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2018;23(2):97-110. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2018.23.2.97>
- [13] Ko MH, Kim SR, Park M. The actual state of wearing and caring for cosmetic colored soft contact lens in female high school students. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2017;22(1):11-21. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2017.22.1.11>
- [14] Choi JY, Park JS, Kim SR, et al. The change in refractive powers of soft contact lenses caused by the deposition of tear proteins. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2011;16(4):383-390.
- [15] Kim SR, Kim DJ, Hwang HW, et al. The stability and safety evaluations of soft contact lenses past their expiry date. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2017;22(1):33-40. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2017.22.1.33>
- [16] The Korean Contact Lens Study Society. *Contact Lens: Principles and Practice*, 1st Ed. Seoul: Koonja, 2015;13-16.
- [17] Lattimore MR. An apparent pH-induced wear hydrogel lens water content. *Optom Vis Sci.* 1996;73(11):689-694. DOI: <https://doi.org/10.1097/00006324-199611000-00003>
- [18] Park SH, Park IS, Kim SR, et al. Relationship between the deposition of tear constituents on soft contact lenses according to material and pigmentation and adherence of staphylococcus aureus. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2016;21(2):109-117. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2016.21.2.109>
- [19] Moritz ML. Why 0.9% saline is isotonic: understanding the aqueous phase of plasma and the difference between osmolarity and osmolality. *Pediatr Neurol.* 2019;34(7):1299-1300. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00467-018-4084-2>
- [20] Wood CM, Wilson P, Bergman HL, et al. Obligatory urea production and the cost of living in the magadi tilapia revealed by acclimation to reduced salinity and alkalinity. *Physiol Biochem Zool.* 2002;75(2):111-122. DOI: <https://doi.org/10.1086/340626>
- [21] Park M, Kang SY, Jang JE, et al. Changes in subjective discomfort, blinking rate, lens centration and the light transmittance of lens Induced by exceeding use of daily disposable circle contact lenses in dry eyes. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2014;19(2):153-162. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2014.19.2.153>
- [22] Park DB. Protein adsorption behavior and fabrication of ABCPs hydrogels based on PHEMA for soft contact lens. MS Thesis. Chonnam National University, Gwangju. 2015;12-13.

일상에서 노출될 수 있는 용액에 의한 소프트콘택트렌즈 파라미터 변화

이석기¹, 안상호¹, 김소라², 박미정^{2,*}

¹서울과학기술대학교 안경광학과, 학생, 서울 01811

²서울과학기술대학교 안경광학과, 교수, 서울 01811

투고일(2019년 11월 11일), 수정일(2020년 3월 16일), 게재확정일(2020년 5월 19일)

목적: 본 연구에서는 일상에서 소프트콘택트렌즈(이하 소프트렌즈) 관리를 위해 사용될 수 있는 용액에 대한 실태를 조사하고, 이들 용액에 의한 파라미터 변화에 대해 알아보고자 하였다. **방법:** 실태조사는 총 357명을 대상으로 설문하여 진행하였다. 렌즈재질, 습윤제 함유 여부, 착색 여부가 다른 6종의 소프트렌즈를 총 5종의 용액에 24시간 동안 노출시킨 후, 각 렌즈의 굴절력, 직경, 곡률반경, 함수율, 두께를 측정함으로써 파라미터 변화를 알아보았다. 또한 이러한 변화가 식품의약품안전처 기준규격의 허용오차 범위를 벗어나는지와 통계적인 유의성이 있는가를 추가적으로 평가하였다. **결과:** 설문조사 결과 응답자 중 108명(34%)이 다목적관리용액(이하 다목적용액) 외의 용액에 소프트렌즈를 보관해 본 경험이 있는 것으로 나타났다. 또한 다목적용액 외의 용액에 소프트렌즈를 보관해 본 경험이 있는 인원의 78%(84명)가 부작용을 경험한 것으로 나타났다. 용액에 노출시킨 소프트렌즈의 파라미터는 재질, 착색, 또는 습윤제 함유에 따라 상이하게 변화하여 일관된 양상을 나타내지 않았다. 즉, 수돗물과 인공눈물에 노출된 소프트렌즈는 파라미터에 따라서 통계적으로 유의한 변화가 나타났으며, 기준규격의 허용오차 범위를 벗어나는 경우가 있었으나 2종의 다목적용액과 생리식염수에 노출된 소프트렌즈의 파라미터 변화는 크지 않았다. 한편 노출된 용액에 따른 소프트렌즈의 파라미터 변화는 렌즈재질의 종류에 따른 정도의 차이는 있었으나 동일재질 내에서 착색 여부에 따른 차이는 크지 않아 유사한 변화양상을 나타내었다. **결론:** 본 연구 결과, 소프트렌즈가 여러 용액에 노출되었을 때, 렌즈 변화에 영향을 끼친다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 변화된 소프트렌즈 착용에 의한 부작용을 막기 위해 렌즈보관 시 적절한 용액 사용에 대한 교육이 착용자에게 제공되어야 할 것이다.

주제어: 소프트콘택트렌즈, 렌즈 파라미터, 일상생활, 사용실태, 렌즈관리용액

Appendix

설문지

본 설문지는 일상에서 노출될 수 있는 용액(수돗물, 다목적 관리용액, 식염수, 인공눈물 등)을 이용한 렌즈 관리 실패와 관리용액에 관한 교육경험 유무를 조사하기 위한 설문지입니다. 다음 문항을 읽고 해당하는 답변에 표시해주시기 바랍니다. 본 설문결과는 학술적인 용도로만 사용됩니다.

성별 : 남 / 여		생년월 :
1번 문항	렌즈 착용 경험 유무	
	있다	
	없다	
1번 문항에서 “1)있다”고 답하신 분만 답변해주세요.		
2번 문항	착용 경험이 있는 렌즈 종류 (복수응답가능)	
	원데이 투명 소프트콘택트렌즈	
	장기착용(2주 이상) 소프트콘택트렌즈	
	하드렌즈	
	기타	
3번 문항	3. 한 쌍의 원데이(하루착용) 렌즈를 착용하는 경우 평균 착용기간	
	1일	
	2~3일	
	4~6일	
	일주일 이상	
4번 문항	장기착용 렌즈(일주일 이상) 착용자의 경우 관리 방법 (복수응답 가능)	
	다목적 관리용액(Ex 리뉴, 옵티프리, 바이오 트루 등)	
	식염수	
	기타	
5번 문항	원데이 렌즈의 착용 경험자 중 여행이나 출장 등 새 렌즈를 사용하지 못 할 상황에서 다목적 관리용액(리뉴, 옵티프리, 바이오트루 등)을 대신하여 다음의 용액들에 렌즈를 보관해 본 경험이 있다. (복수응답 가능)	
	수돗물	
	인공눈물	
	식염수	
	생수 및 정수기 물	
	기타(음료, 소주, 아이봉 등)	
	없음	
	기타	
위 질문에서 1~5번의 항목에 체크를 한 사람 중 느낀 변화		
5-A 문항	위 질문에서 1~5번의 항목에 체크를 한 사람 중 느낀 변화 (복수응답 가능)	
	이물감	
	건조함	
	작열감(타는 듯한 통증)	
	시력 변화	
	충혈	
	과도한 눈물	
	렌즈 변형	
	변화 없음	
기타		

성별 : 남 / 여		생년월 :
위 질문에서 1~5번의 항목에 체크를 한 사람 중 느낀 변화		
5-A 문항	위 질문에서 1~5번의 항목에 체크를 한 사람 중 느낀 변화 (복수응답 가능)	
	이물감	
	건조함	
	작열감(타는 듯한 통증)	
	시력 변화	
	충혈	
	과도한 눈물	
	렌즈 변형	
	변화 없음	
기타		
6번 문항	장기착용(1주 이상) 렌즈 착용자의 경우 다목적 관리용액을 대신하여 다음의 용액들에 렌즈를 보관해 본 경험이 있다. (복수응답 가능)	
	수돗물	
	인공눈물	
	식염수	
	생수 및 정수기 물	
	기타(음료수, 소주, 아이빙 등)	
없음		
6-A	6번 문항에서 1~5번 항목을 체크한 사람 중 착용감 변화 (복수응답 가능)	
	이물감	
	건조감	
	작열감(타는 듯한 통증)	
	시력변화	
	충혈	
	과도한 눈물	
	변화없음	
기타		
7번 문항	다목적 관리용액(리뉴, 옵티프리, 바이오트루 등)에 대한 교육을 안경원이나 안과, 혹은 회사나 학교 등에서 받은 경험이 있다.	
	있다	
	없다.	
7-A	위 질문에서 '있다.'에 체크한 사람 (복수선택 가능)	
	렌즈 세척 방법에 대한 교육 (문지르기 등)	
	세척 시간에 대한 교육	
	세척 성분에 대한 교육	
	관리용액 사용기간(유통기한)에 대한 교육	
	부작용 발생 시 행동요령	
기타		
8번 문항	다목적 관리용액(리뉴, 옵티프리, 바이오트루 등) 외 다른 용액(수돗물, 정수기물, 음료수 등)에 렌즈를 보관하게 될 경우 부작용에 대해 교육 받은 경험이 있다. (복수응답 가능)	
	렌즈 직경 변화	
	세균 번식	
	충혈 및 통증	
	없음	
기타		