

Effects of Non-compliance in the Caring Count for Using Hydrogen Peroxide-based Care Solution on the Parameters and Pigmentation of Planned Replacement Circle Soft Contact Lenses

Chae-Yoon Kim^{1,a}, Seung-Soo Kim^{1,b}, So-Dam Hwang^{1,c}, Mijung Park^{2,d}, and So Ra Kim^{2,c,*}

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 January 24, 2022; Revised January 29, 2022; Accepted February 3, 2022)

Purpose: This study aimed to investigate the state of contact lens wearing, the use of care products, and the effect of non-compliance in the caring count when using hydrogen peroxide on the parameters and pigmentation of circle soft contact lenses (hereafter, circle lenses). **Methods:** The use of contact lenses and care solution was investigated through a survey of adults, aged 15~40 years. Five pairs of unused domestic commercial circle lenses were repeatedly cared with ASept Plus[®] once a week to ensure non-compliant count of care. Changes were confirmed by measuring the lens parameters before and after. Changes in the pigmented area were observed using a scanning electron microscope. **Results:** All circle lenses that were repeatedly cared by non-compliance using ASept Plus[®] showed a decrease in water content, increase in central thickness, and a statistically significant decrease in total diameter and base curve. However, visible light transmittance was not significantly affected. The change rate of most parameters was large for the high-water ionic circle lens, and the largest number of parameters showed changes outside the allowable criteria of the Korean Ministry of Food and Drug Safety. As a result of examining the changes in the pigmented area of circle lenses, after non-compliant use of ASept Plus[®], the protrusion of pigmented area, the dislocation of microcapsule, and uneven lens surface and obscure pigmented boundary were differently observed, depending on the pigmentation method, indicating the possibility of dye elution. **Conclusions:** These results suggested that it is important to follow the manufacturer's recommended caring instructions and avoid excessive caring the circle lenses when temporarily stop wearing circle lenses and keep storing them. A more detailed cleansing method using hydrogen peroxide may be possible if research that considers wearing pattern in real life is further supported.

Key words: Circle soft contact lenses, Hydrogen peroxide-based care solution, Lens parameters, Pigmentation pattern

서 론

소프트콘택트렌즈(이하 소프트렌즈)는 1971년도에 Bausch & Lomb사가 특허권을 취득하고 미국 FDA(Food and Drug Administration)에 승인된 이래^[1] 렌즈 재질과 디자인 면에서 지속적으로 발전하였으며, 실제로 지난 10년 동안 세계 소프트렌즈 시장은 4~6% 대의 성장률을 나타내어 2019년도에 90억 달러 규모에 이르게 되었다.^[2] 이의 원인으로서는 하이드로겔 렌즈로부터 실리콘하이드로겔 렌즈로의 전환, 일회용렌즈 채택의 가속화, 개발도상국에서의 콘택트렌즈 착용 증가에 따른 신규 착용자의 증가 등을 들 수 있다. 이렇듯 소프트렌즈의 착용률이 증가함에 따라 미

용 목적으로 원고리(circle)의 착색부위를 가지는 써클 콘택트렌즈(이하 써클렌즈)를 착용하는 비율 또한 증가하고 있다.^[3-4] 이러한 콘택트렌즈의 착용률 증가에도 불구하고 콘택트렌즈 착용자의 대부분이 착용시간 미준수, 관리방법 인식 부족 등 미흡한 렌즈관리를 하고 있는 것으로 선행연구 결과 밝혀졌다.^[5-7] 콘택트렌즈 관리란 렌즈침착물의 제거와 미생물 감염 예방을 위하여 콘택트렌즈 착용 전후 용도에 따라 적절한 관리용품을 선택하여 렌즈를 세척, 헹굼, 소독 및 보존하는 일련의 과정을 일컫는데, 적절한 관리용품의 선택이 무엇보다 중요하다. 최근에는 사용의 편리성으로 인하여 관리의 모든 과정이 가능한 성분을 모두 함유하고 있는 다목적용액(multi-purpose solution,

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

Authors ORCID: ^a<https://orcid.org/0000-0002-3372-3606>, ^b<https://orcid.org/0000-0002-6571-6232>, ^c<https://orcid.org/0000-0003-2198-4232>, ^d<https://orcid.org/0000-0002-4645-7415>,

^e<https://orcid.org/0000-0001-8786-2815>

본 논문의 일부내용은 2021년도 한국안광학회 동계학술대회에서 발표되었음.

MPS)이 널리 이용되고 있으나 관리 후 렌즈 표면에 다목적용액이 남아있는 경우 눈에 과민 반응을 초래할 수 있는 단점이 있다.^[8] 활성화산소를 발생시킴으로써 렌즈를 세척, 소독하게 되는 과산화수소수 활용 관리용액은 보존제를 함유하고 있지 않아 이에 민감한 렌즈 착용자에게도 권장되고 있을 뿐만 아니라 실리콘하이드로겔 렌즈를 포함한 모든 소프트렌즈에 사용가능하다는 장점이 있으나 중화를 위한 추가시간 등이 요구된다는 단점이 있다.^[9]

써클렌즈는 투명 소프트렌즈(투명렌즈)와는 달리 FDA와 우리나라의 식품의약품안전처(KFDA)에서 착색제로 사용이 허가된 염료가 사용되고 있으나 그 중 iron oxide, D&C yellow No.10은 눈에 닿았을 때 자극감을 유발할 가능성이 제기된 바 있다.^[10-11] 이에 써클렌즈의 착색제 용출에 대한 다양한 연구가 수행된 바 있으나 연구조건에 따라 상이한 결과를 나타내었다. 즉, 국내 유통의 써클렌즈를 대상으로 탄산나트륨, 구연산 및 물에 의한 용출물 시험을 실시한 결과, 착색의 변화는 없었으며,^[12] 알코올 미함유 다목적용액으로 관리법을 준수하여 관리한 써클렌즈에서도 탈색 변화는 나타나지 않은 것으로 보고되었다.^[13] 그러나 20일간 2종의 다목적용액에 보관한 써클렌즈에서는 유의한 착색제 용출은 없었으나 착색부위의 표면변화를 보고한 연구가 있었고,^[14] 또 다른 선행연구에서는 약산성을 띄는 안구세안액의 사용법 미준수로 써클렌즈에서

염료용출과 표면손상이 나타났다고 보고한 바 있다.^[15]

이에 본 연구에서는 과산화수소 활용 관리용액을 포함한 콘택트렌즈 관리용품의 사용실태를 알아보고자 하였으며, 이를 근거로 써클렌즈를 과산화수소 활용 관리용액으로 관리할 때 사용 권장사항의 미준수가 렌즈 파라미터와 착색부위에 미치는 영향을 실험을 통하여 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 콘택트렌즈 및 관리용품의 사용실태 조사

만 15~40세의 남녀 238명(남자 94명, 여자 144명)을 대상으로 2021년 5월 17일부터 2021년 7월 25일까지 콘택트렌즈와 관리용품의 사용실태에 대한 설문조사를 실시하였다. 설문문항은 착용경험이 있는 콘택트렌즈의 종류, 렌즈 관리용품의 사용 여부, 과산화수소 함유 관리용액의 사용 여부 및 사용 횟수에 대한 내용으로 구성되도록 하였다.

2. 실험대상

본 연구에서는 재질, 제조공법, 착색공법 및 렌즈 교체 주기 등이 상이한 5종의 정기교체용 써클렌즈를 선택하여 사용하였다(Table 1). 실험에 사용된 써클렌즈의 도수는 모두 -3.00 D이었으며, 착색 색상은 브라운으로 동일하였

Table 1. Specifications of circle soft contact lenses used in the study

Lens	Define Vivid	Lacelle Twinkle brown	Clalen iRIS M Grace brown	Magic eye Jenny brown	Dali Brown
Manufacturer	ACUVUE	Bausch&Lomb	Interojo	PolyTouch	Neovision
USAN	Etafilcon A	Polymacon (1)	Polymacon (2)	Poly-HEMA	Polymacon (3)
Replacement schedule	2 weeks	1 month	1 month	3 months	3 months
Pigmentation method	Sandwich	Micro-encapsulation	Dual safety shield layers	N/A [†]	N/A
Color additives	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Central thickness (mm)	0.084	0.129	0.150	N/A	N/A
Base curve (mm)	8.3	8.6	8.6	8.6	8.5
Total diameter (mm)	14	14	14.2	14	14
Water content (%)	59	38	43	38	38
Oxygen transmissibility	33	38	20	N/A	N/A
FDA group	IV	I	I	I	I
UV class	II	N/A	I	N/A	II
Monomer	HEMA ^a +MA ^b	HEMA	HEMA ^a +MA ^b	HEMA, TEGDMA ^c	HEMA

[†]N/A, not available

^aHEMA: hydroxyethyl methacrylate, ^bMA: methacrylate, ^cTEGDMA: tetraethylene glycol dimethacrylate

Table 2. Ingredients of AOSepths Plus[®]

Classification	Chemical name	Content (%)
Main component	Hydrogen peroxide	3
Other components	Phosphonic acid (stabilizer), sodium chloride, phosphate (buffer system), poloxamer (surfactant), hydraGlyde moisture matrix, EOBO-21 – polyoxyethylene-polyoxybutylene, coated disc (AODISC), purified water	

다. 과산화수소 활용 관리용액으로는 AOSsept Plus®(Alcon Laboratories Inc, Texas, USA)를 사용하였다(Table 2).

3. 실험방법

제조사에서는 AOSsept Plus®을 이용한 렌즈 관리를 위한 2가지 사항을 권장하였는데 첫 번째는 사용법을 준수하여 사용할 경우 렌즈 종류에 관계없이 매일 사용이 가능하다는 것과, 두 번째는 보관할 경우 2주 간격으로 관리하여야 한다는 것이다.^[16] 이에 본 연구에서는 AOSsept Plus®의 두 번째 권장사항인 2주 1회 관리 및 보관이 아닌 1주 1회 관리 및 보관을 주기로 하여 렌즈 교체주기에 따라 써클렌즈를 AOSsept Plus®에 반복적으로 관리하도록 설정하여 이를 관리법 미준수로 간주하였다. 즉, 10 ml의 AOSsept Plus®에 대상 써클렌즈를 담구고 6시간동안 일련(세척, 소독, 중화)의 과정을 거친 후 소프트렌즈 파라미터 측정 시의 기준용액인 인산완충용액(PBS, ISO 18369) 2 ml에 보관하였으며 매일 동일 시간대에 렌즈의 교체주기에 따라 2회(etafilcon A 재질 렌즈), 4회(교체주기 1개월, polyacon(1) 재질 및 polyacon(2) 재질 렌즈) 및 12회(교체주기 3개월, poly-HEMA 재질 및 polyacon(3) 재질 렌즈)씩 반복하여 관리하였다. 관리횟수를 제외한 모든 과정은 제조사의 권장사항을 따라 관리하였다(Fig. 1).

관리횟수를 미준수하여 AOSsept Plus®으로 반복관리한 각 써클렌즈의 중심두께, 직경, 곡률반경, 가시광선 투과율 및 흡수율 등의 파라미터를 측정하였으며, 착색패턴의 변화는 주사전자현미경(VEGA3, TESCAN, CZ)으로 렌즈 전면을 촬영하여 확인하였다. 이 때 개봉 후 흐르는 증류

수로 세척하고 PBS에서 보관한 써클렌즈를 대조군으로 하여 측정된 파라미터와 렌즈 전면의 변화를 비교하였다. 모든 측정값은 3회 반복 실험 후 평균값을 사용하였다.

4. 정기교체용 써클렌즈의 파라미터 측정

1) 중심두께

전자두께측정장치(Model ET-3, Cretech, USA)에 렌즈의 후면이 위로 가도록 올린 후 중심을 맞추어 0.001 mm단위로 측정하였다.^[15]

2) 전체직경 및 곡률반경

직경 및 곡률반경 측정 장치(Model TC20, Optimec, England)에 PBS 용액을 채운 후 렌즈의 후면이 위로 가도록 하여 올린 후 직경과 곡률반경을 각각 3회 반복 측정 후 평균값을 사용하였다.^[15]

4) 가시광선투과율

분광광도계(Mega-U600, Scinco, China)를 이용하여 가시광선 영역인 380~780 nm 영역의 광투과율을 측정하였다.^[15]

5) 흡수율

전자저울(MW-120, CAS, Korea)을 사용하여 건조시키기 전 사이언스 와이퍼를 이용하여 렌즈 표면의 물기를 제거하고 렌즈의 무게를 0.0001 g 단위로 측정하였다. 이후 렌즈를 건조기(WOF-105, Daihan, Korea)에서 65°C로 완전 건조시킨 후의 렌즈의 무게를 0.0001 g 단위로 다시 측정하고, 건조 전후의 렌즈 무게로부터 흡수율을 구하였다.^[17]

5. 정기교체용 써클렌즈의 착색부 관찰

과산화수소 활용 관리용액의 관리법 미준수에 따른 써클렌즈 착색부위의 변화는 주사전자현미경(VEGA3, TESCAN, CZ)으로 렌즈 전면을 각각 50배, 500배 및 2,000배로 촬영한 후 대조군의 렌즈 전면과 비교하여 알아보았다.^[15]

6. 통계 분석

본 연구의 결과는 평균±표준편차로 표시하였으며, SPSS 23.0 프로그램을 사용하여 통계적인 유의수준을 결정하였다. AOSsept Plus®의 관리횟수를 미준수하여 관리한 써클렌즈의 파라미터 변화에 대한 통계적 유의성은 비모수 검정(Wilcoxon signed ranks test)을 실시하여 검증하였으며, 렌즈 파라미터 간 반복관리 전후 비교는 Kruskal-Wallis H 방법을 사용하여 one-way ANOVA 비모수 검정을 실시하

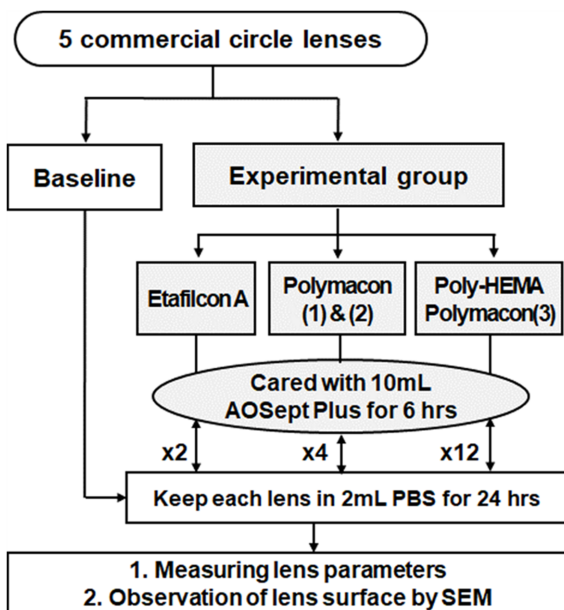


Fig. 1. Flow chart of experimental design.

였으며, Bonferroni 방법을 사용하여 사후검정 실시 후 유의성을 결정하였다. p 값이 0.05 미만일 때 통계적으로 유의하다고 판단하였다.

결과 및 고찰

1. 콘택트렌즈 및 관리용품의 사용 실태조사

설문 응답자 238명 가운데 82.4%(196명)가 콘택트렌즈를 착용해 본 경험이 있거나 현재 착용 중인 것으로 나타났으며, 착용렌즈로는 일반 투명렌즈가 57.1%(112명), 써클렌즈가 35.7%(70명), 일반 투명 하드렌즈가 7.1%(14명)로 나타났다. 콘택트렌즈 교체주기는 착용자의 92.9%인 182명이 준수하고 있는 것으로 나타났으며, 관리용품 사용 경험 유무를 묻는 항목에서는 콘택트렌즈 착용자 196명 가운데 72.4%인 142명이 콘택트렌즈 관리용품을 사용해 본 적이 있다고 응답하여 일회용 콘택트렌즈 사용 비율이 높지 않음을 예상할 수 있었다. 과산화수소 활용 관리용액의 사용 경험 유무를 묻는 항목에서는 관리용품 사용 경험자 142명 중 30.3%인 43명이 사용 경험이 있었다고 답변하였으며, 이를 이용한 렌즈 관리주기는 1주 1회가 60.5%(26명)로 가장 높게 나타났으며, 1주 2회 이상 관리하는 경우가 27.9%(12명)에 이르는 것으로 나타났다. 정기교체용 렌즈를 착용하는 경우에는 제조사의 권장사항에 따르면 AOSept Plus[®]로 매일 관리가 가능함에도 불구하고 응답자의 대부분이 주 1~2회 사용함을 알 수 있었으

나 이러한 관리횟수는 응답자들이 렌즈를 매일 착용하지 않아 매일 관리가 필요치 않아 나타났을 가능성을 완전히 배제할 수 없다. 또한 16~39세 남녀 231명 중 렌즈 관리용액의 정확한 사용법을 모른다고 답한 응답자가 50.6%에 달한다고 보고한 김 등^[18]의 선행연구결과로 미루어 볼 때 해당 관리용액의 권장 사용법을 충분히 숙지하지 못한 상태였을 가능성도 있을 것으로 생각되었다. 이로부터 관리용품의 부정확한 사용으로 부작용을 겪는 사례가 있을 것으로 생각되었으며, 실제로 본 설문조사에서도 과산화수소 활용 관리용액의 사용 경험자 가운데 10%에 해당하는 4명이 '눈 따가움' 등의 부작용을 경험한 바 있다고 답변하였다(Table 3).

이에 본 설문조사 결과를 바탕으로 국내 유통되고 있는 5종의 정기교체용 써클렌즈를 대상으로 실제 렌즈를 착용하여 매일 관리가 가능한 조건이 아닌 관리 및 보관만을 필요로 하는 실험실 조건에서 과산화수소 활용 관리용품 중 하나인 AOSept Plus[®]로 반복관리하였을 때 렌즈 파라미터와 착색에 유의한 변화가 유발되는지 알아보고자 하였다.

2. 과산화수소 활용 관리용액의 관리법 미준수에 따른 정기교체용 써클렌즈의 파라미터 변화

1) 중심두께

5종의 정기교체용 써클렌즈를 각 렌즈의 교체주기에 따라 AOSept Plus[®]의 관리횟수를 미준수하여 반복관리한

Table 3. Survey results of the experience of wearing contact lenses and the use of lens care products

Category	Answers	No. of subjects (%)	Classification of answerers
Type of contact lenses	Clear soft lenses	112 (57.1)	
	Clear hard lenses	14 (7.1)	
	Circle lenses	70 (35.7)	
	Total	196 (100.0)	
Experience in using lens care products	Yes	142 (72.4)	All of contact lens wearers
	No	54 (27.6)	
	Total	196 (100.0)	
Experience of using hydrogen peroxide-based care solution	Yes	43 (21.9)	
	No	153 (78.1)	
	Total	196 (100.0)	
Lens caring cycle using hydrogen peroxide-based care solution	At least twice a week	12 (27.9)	Contact lens wearers who have only experience using hydrogen peroxide-based care solution
	Once a week	26 (60.5)	
	At least twice every 3 weeks	1 (2.3)	
	Once every 3 weeks	1 (2.3)	
	At least twice a month	1 (2.3)	
	Once a month	2 (4.7)	
	Total	43 (100.0)	

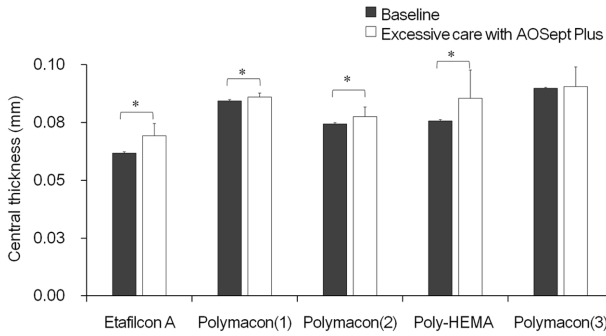


Fig. 2. Changes in the central thickness of circle contact lenses after excessive care with hydrogen peroxide-based care solution.

*, significantly different from the baseline value at the level of $p < 0.05$

후 중심두께 변화를 알아본 결과, 모든 써클렌즈의 중심두께가 증가하는 것으로 나타났다(Fig. 2). 즉, etafilcon A 재질 렌즈의 경우, AOSept Plus[®]로 관리하지 않은 새 렌즈의 중심두께는 0.062±0.001 mm이었으나 2주 렌즈 교체주기에 따라 2회 반복관리한 후에는 중심두께가 0.069±0.005 mm로 측정되어 약 12.2% 가량 변화하였으며 이는 통계적으로 유의하게 증가한 것으로 나타났다($p=0.000$ by Kruskal-Wallis test). 한편 polymacon(1) 및 polymacon(2) 재질 렌즈의 AOSept Plus[®] 관리 전 중심두께는 각각 0.084±0.001 및 0.074±0.001 mm이었으나 교체주기에 따라 4회 반복관리한 후에는 각각 0.086±0.002 및 0.078±0.004 mm로 측정되어 각각 1.9($p=0.001$) 및 4.3%($p=0.000$ by Kruskal-Wallis test) 가량 변화함을 보였으며 이는 통계적으로 유의한 증가임을 알 수 있었다. Poly-HEMA 및 polymacon(3) 재질 렌즈의 중심두께는 AOSept Plus[®] 관리 전에는 각각 0.076±0.001 및 0.090±0.001 mm이었으나 렌즈 교체주기에 따라 12회 반복관리한 후에는 각각 0.085±0.012 및 0.091±0.009 mm로 측정되어 12.8 및 0.8%의 증가를 나타내었으나, poly-HEMA 재질 렌즈에서만 통계적인 유의성이 관찰되었다($p=0.005$ by Kruskal-Wallis test). 5종의 정기교체용 써클렌즈 가운데 poly-HEMA 재질 렌즈의 중심두께의 변화가 가장 큰 것으로 나타났으나, 써클렌즈의 중

심두께 변화는 중심두께 값이 제공되지 않아 판단이 불가능한 poly-HEMA 및 polymacon(3) 재질 렌즈를 제외하고 모두 식약처 허용오차기준인 $\pm\{0.010+(\text{표기값} \times 0.1)\}$ mm^{*} 이내의 변화로 판단되었다(Table 4).

2) 전체직경

AOSept Plus[®]로 관리횟수를 미준수하여 관리된 써클렌즈의 전체직경은 모든 렌즈에서 통계적으로 유의한 감소가 관찰되었다(Fig. 3). 즉, etafilcon A 재질 렌즈의 전체직경은 AOSept Plus[®] 관리 전 13.9±0.00 mm에서 2회 반복관리 후에는 13.6±0.39 mm로 측정되어 약 1.8% 가량 통계적으로 유의하게 감소($p=0.019$ by Kruskal-Wallis test)함을 알 수 있었으며, 이는 식약처 허용오차기준(표기값±0.2 mm)을 벗어난 변화이었다. Polymacon(1) 및 polymacon(2) 재질 렌즈의 전체직경은 AOSept Plus[®] 관리 전 각각 14.0±0.06 및 14.4±0.00 mm이었으나 4회 반복관리한 후에는 각각 13.9±0.06 및 14.3±0.13 mm로 측정되어 0.6% 및 1.0% 감소를 나타내었으며 Kruskal-Wallis 검정 결과, p 값은 모두 0.000으로 통계적 유의성을 가짐을 알 수 있었으나 식약처 허용오차기준 이내의 변화이었다(Table 4). 3개월 교체주기의 poly-HEMA 및 polymacon(3) 재질 렌즈의 전체직경은 AOSept Plus[®] 관리 전에는 14.1±0.06 및 14.0

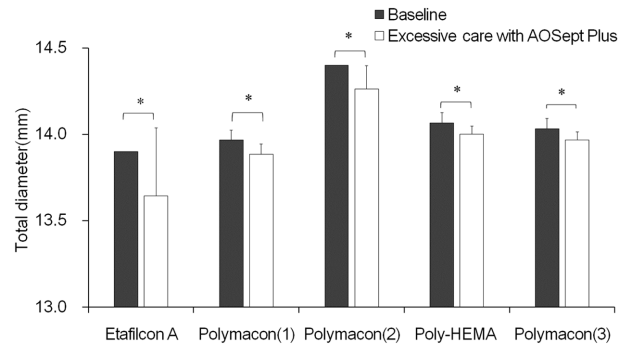


Fig. 3. Changes in the total diameters of circle contact lenses after excessive care with hydrogen peroxide-based care solution.

*, significantly different from the baseline value at the level of $p < 0.05$

Table 4. Lens parameters change by the excessive care with hydrogen peroxide-based care solution when analyzed by the standards of Korea Food and Drug Safety

Parameters	Lens (USAN)				
	Etafilcon A	Polymacon(1)	Polymacon(2)	Poly-HEMA	Polymacon(3)
Center thickness (mm)	○	○	○	N/A	N/A
Total diameter (mm)	×	○	○	○	○
Base curve (mm)	×	×	×	○	○
Visible light transmittance (%)	○	○	○	○	○
Water content (%)	×	×	×	×	×

○, within allowable KFSA criteria; ×, out of allowable KFSA criteria; N/A, not available

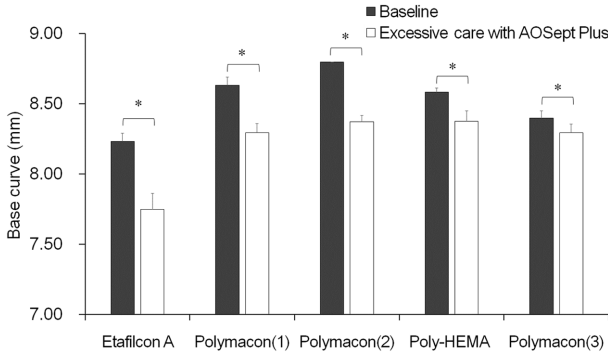


Fig. 4. Changes in the base curves of circle contact lenses after excessive care with hydrogen peroxide-based care solution.
*, significantly different from the baseline value at the level of $p<0.05$

± 0.06 mm이었으나 12회 반복관리 후에는 각각 14.0 ± 0.05 및 13.9 ± 0.05 mm로 모두 0.5% 가량 통계적으로 유의한 감소($p=0.000$ by Kruskal-Wallis test)를 나타내었으나 이들 렌즈의 전체직경 변화 또한 식약처 허용오차기준 이내의 변화이었다.

3) 곡률반경

AOSsept Plus[®]으로 관리횟수 미준수 상태로 관리된 써클렌즈의 곡률반경 변화를 Kruskal-Wallis 방법으로 분석한 결과, 모든 정기교체용 써클렌즈에서 p 값이 0.000으로 나타나 통계적으로 유의한 감소를 가짐을 알 수 있었으며, 이로부터 전체직경의 감소 결과와 더불어 렌즈가 스틱해졌음을 알 수 있었다(Fig. 4). 즉, etafilcon A 재질 렌즈의 곡률반경은 AOSsept Plus[®] 관리 전 8.23 ± 0.06 mm에서 2번 반복관리 후 7.75 ± 0.11 mm로 측정되어 약 5.9%의 감소를 보였는데 이는 표기값 ± 0.2 mm이어야 하는 식약처 허용오차기준을 벗어나는 변화이었다(Table 4). 한편 1개월 교체주기를 가지는 polymacon(1) 및 polymacon(2) 재질 렌즈의 곡률반경은 관리 전 각각 8.63 ± 0.06 및 8.80 ± 0.00 mm이었으나 4번 반복관리 후에는 각각 8.29 ± 0.07 및 8.37 ± 0.05 mm로 측정되어 약 3.9 및 4.9% 가량 식약처 허용오차기준을 벗어나는 감소를 나타내었다(Table 4). Poly-HEMA 및 polymacon(3) 재질 렌즈의 곡률반경은 관리 전 각각 8.58 ± 0.03 및 8.40 ± 0.05 mm이었으나 12회 반복관리 후에는 각각 8.38 ± 0.07 및 8.29 ± 0.06 mm로 측정되어 약 2.4 및 1.3% 가량 감소됨을 보였으나 두 렌즈 모두 식약처 허용오차기준 범위를 벗어나는 곡률반경의 변화는 아니었다(Table 4).

4) 가시광선투과율

AOSsept Plus[®]의 관리횟수 미준수가 정기교체용 써클렌

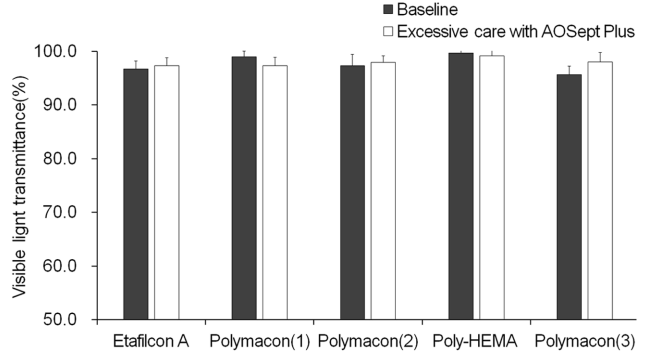


Fig. 5. Changes in visible light transmittance of circle contact lenses after excessive care with hydrogen peroxide-based care solution.

즈의 가시광선투과율에 미치는 영향을 알아본 결과, 모든 써클렌즈의 종류에 따라 상이한 변화 양상을 나타내었으며 통계적 유의성 또한 관찰되지 않았다(Fig. 5). 즉, etafilcon A 재질 렌즈의 가시광선투과율은 관리 전에는 $96.7\pm 1.5\%$ 이었으나 2회 반복관리 후에는 $97.3\pm 1.5\%$ 로 약 0.7%의 증가를 나타내었다. 한편 1개월 교체주기의 polymacon(1) 및 polymacon(2) 재질 렌즈는 관리 전 가시광선투과율은 각각 99.0 ± 1.0 및 $97.3\pm 2.1\%$ 에서 4회 반복관리 후에는 각각 97.3 ± 1.6 및 $97.9\pm 1.3\%$ 로 약 1.7% 감소와 0.6% 증가의 상반된 변화 양상을 나타내었다. Poly-HEMA 및 polymacon(3) 재질 렌즈의 가시광선투과율은 관리 전에는 각각 99.7 ± 0.6 및 $95.7\pm 1.5\%$ 에서 12회 반복관리 후 각각 99.1 ± 1.5 및 $98.0\pm 1.7\%$ 로 측정되어 약 0.6% 감소와 2.4% 증가의 상반된 결과를 나타내었다. 이러한 가시광선투과율의 변화는 식약처 모두 허용오차기준인 표기값 $\pm 5\%$ ^[19] 이내의 변화이었으므로 광투과율에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 판단되었다(Table 4).

5) 함수율

AOSsept Plus[®]로 관리하기 전의 각 써클렌즈 함수율을 100%로 하여 관리횟수를 미준수한 후의 변화 정도를 상

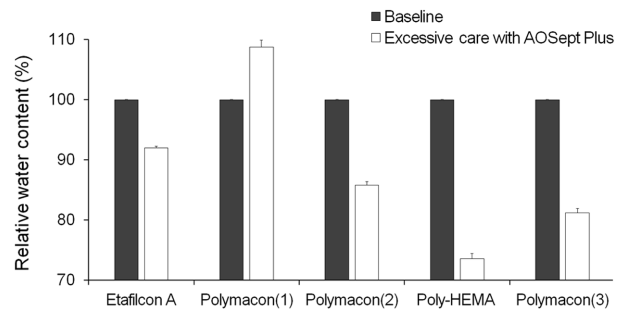


Fig. 6. Relative change in water content of circle contact lenses after excessive care with hydrogen peroxide-based care solution.

대적으로 알아보았다. 그 결과, polymacon(1) 재질 렌즈를 제외한 모든 씨클렌즈에서 함수율은 감소의 변화를 보이는 것으로 나타났다(Fig. 6). 즉, etafilcon A 재질 렌즈의 함수율은 2회 반복관리 후 약 8.0%의 감소를 나타내었으며, polymacon(2) 재질 렌즈의 경우는 4회 반복관리 후 약 14.2%의 감소를 보였고, poly-HEMA 재질 및 polymacon(3) 재질 렌즈의 경우는 12회 반복관리 후 각각 약 26.4 및 18.8%의 감소를 나타내었던 반면, polymacon(1) 재질 렌즈의 경우는 4회의 반복관리 후 약 8.8%의 함수율 증가를 나타내었다. 모든 씨클렌즈의 함수율 변화는 식약처 허용 오차기준(표기값±2%)을 벗어난 것(Table 4)으로 나타났고, 12회 반복관리한 3개월 교체주기의 씨클렌즈에서 가장 큰 변화를 나타내었다. 그러나 함수율의 변화 정도가 AOSsept Plus®의 관리법을 미준수한 횟수에 비례하는 것은 아니었다.

3. 과산화수소 활용 관리용액의 관리법 미준수에 따른 정기 교체용 씨클렌즈의 착색부위 변화

AOSsept Plus®의 관리횟수 미준수가 정기교체용 씨클렌즈의 착색에는 어떠한 영향을 미치는가를 알아보았다. 즉, AOSsept Plus®를 이용한 정기교체용 씨클렌즈의 반복관리 전후 렌즈 전면의 착색부위를 주사전자현미경으로 각각 50배, 500배 및 2,000배의 배율로 관찰하여 비교하였다(Fig. 7). AOSsept Plus®로 관리하지 않은 씨클렌즈의 착색부위를 관찰한 결과, etafilcon A 및 poly-HEMA 재질 렌즈는 모든 배율의 관찰에서 전면의 착색패턴이 관찰되지 않아 샌드위치 공법으로 제조되었음을 알 수 있었다(Fig. 7A and G). 한편, etafilcon A 및 poly-HEMA 재질 렌즈를 제외한 나머지 씨클렌즈의 전면에서는 모두 착색패턴이 관찰되었다. Polymacon(1) 재질 렌즈는 미세캡슐법으로 제조된 렌즈로 전면에서 미세한 캡슐로 이루어진 씨클라인

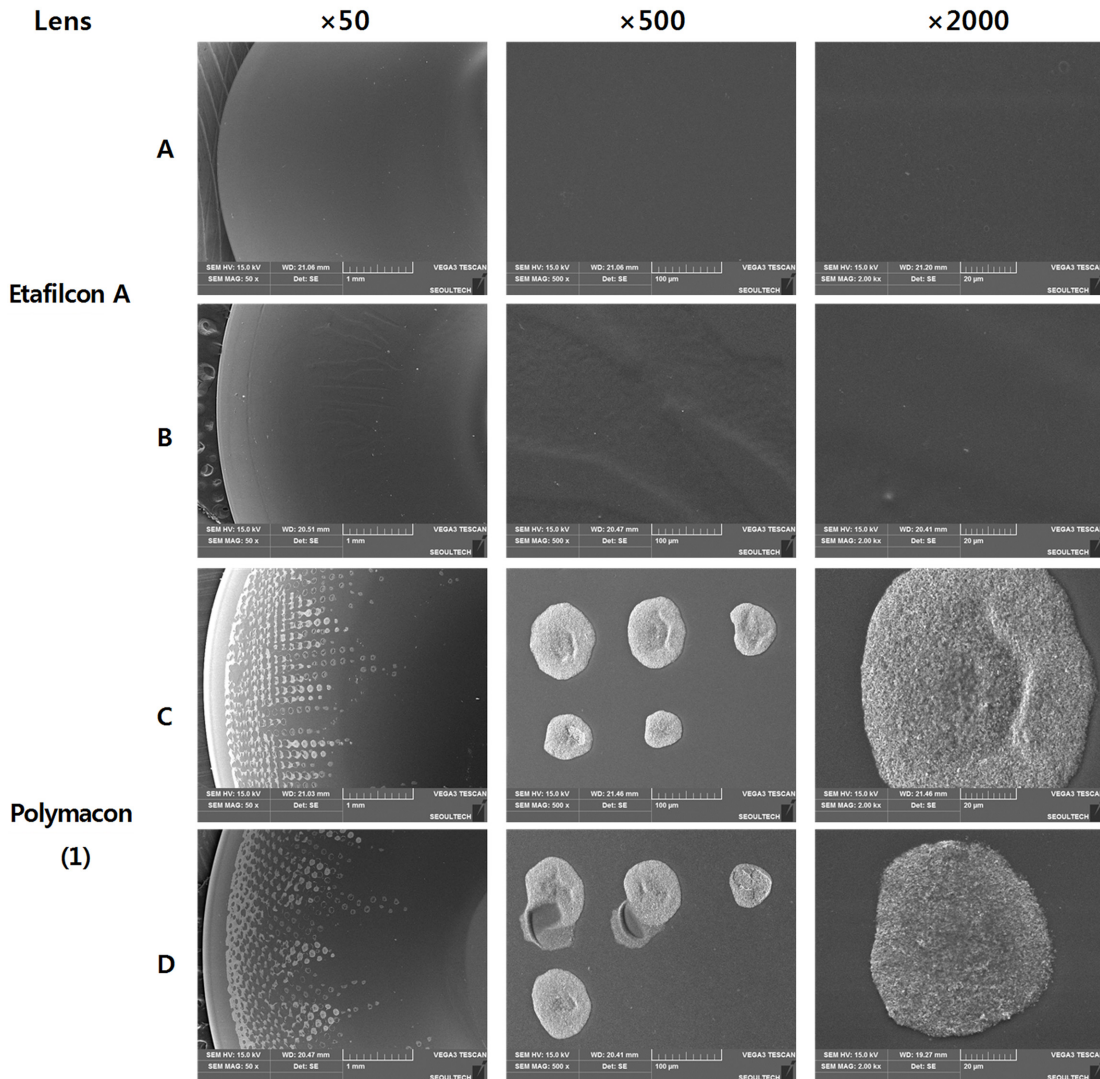


Fig. 7. Pigmented area in the frontal surface of circle soft contact lenses visualized by a scanning electron microscope. A, C, E, G, and I are the new circle lenses un-cared; B, D, F, H, and J are the circle lenses that have been excessively cared with H₂O₂-based care solution.

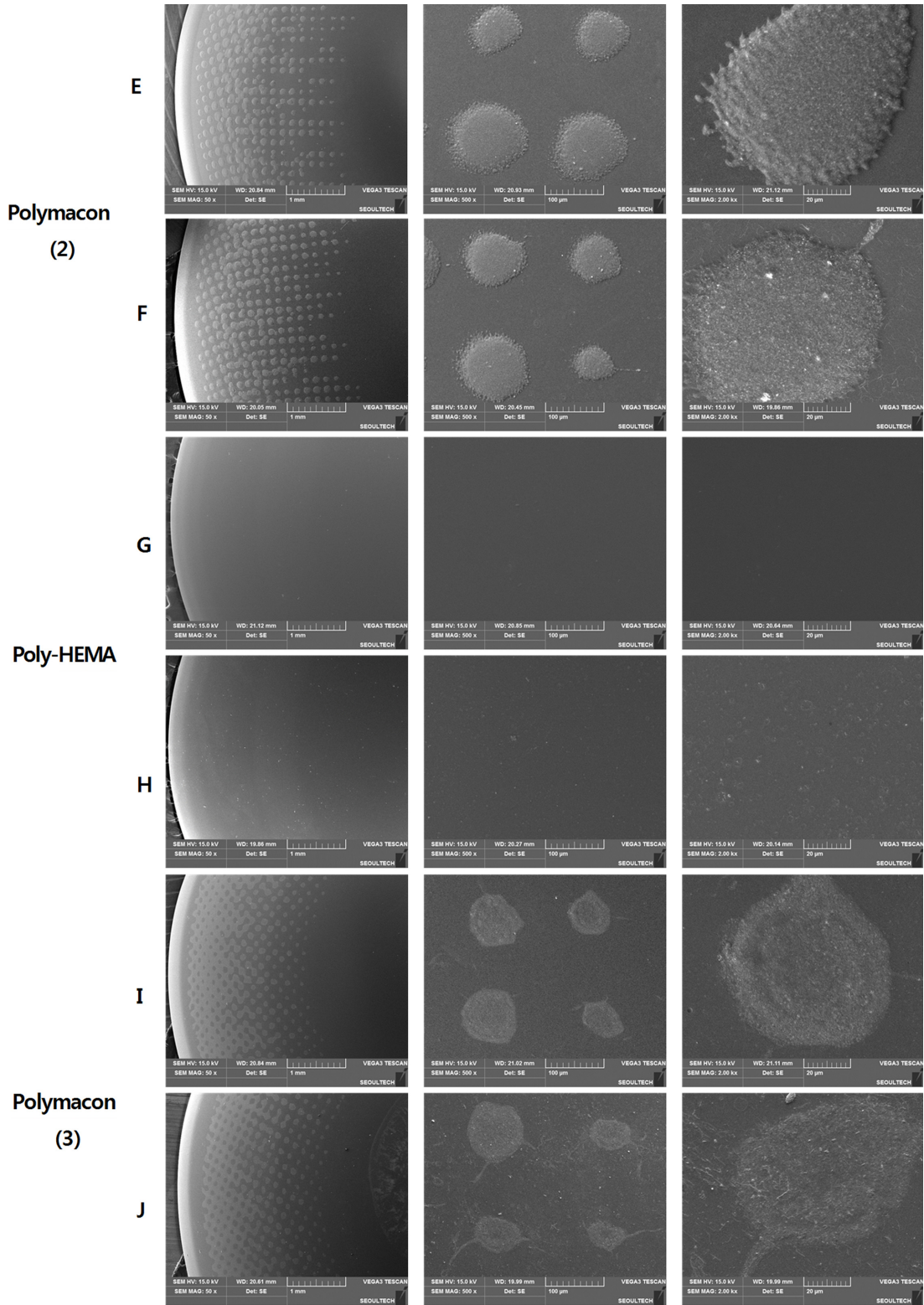


Fig. 7. Continued.

을 확인할 수 있었으며(Fig. 7C), 이중안전방어공법으로 제조된 polymacon(2) 재질 렌즈에서도 polymacon(1) 재질 렌즈와 유사한 착색패턴을 가지는 씨클라인을 관찰할 수 있었다(Fig. 7E). 착색공법이 제시되지 않은 polymacon(3)

재질 렌즈의 전면에서도 polymacon(1) 및 polymacon(2) 재질 렌즈와 유사한 착색패턴이 관찰되었으나, 500배와 2,000배로 확대 관찰을 통한 착색패턴 비교를 통하여 polymacon(3) 재질 렌즈는 불분명한 착색염료의 경계를

보여 뚜렷한 착색염료 경계를 보이는 polyacon(1) 재질 렌즈와는 다른 공법으로 제조되었음을 예상할 수 있었다 (Fig. 7I).

샌드위치 공법으로 제조된 씨클렌즈를 AOSep Plus[®]의 관리횟수 미준수로 관리한 후 착색부위를 관찰한 결과, etafilcon A 재질 렌즈는 50배율에서도 전면으로 용기된 씨클라인의 돌출이 관찰되었으며, 500배와 2,000배율에서는 더욱 뚜렷한 착색부위의 돌출을 관찰할 수 있었다(Fig. 7B). 반면 poly-HEMA 재질 렌즈의 경우는 50배와 500배율의 관찰에서는 과다 관리로 인한 착색패턴의 변화가 관찰되지 않았으나 2,000배율 관찰 시에는 etafilcon A 재질 렌즈의 경우와는 다른 렌즈 표면의 거칠어짐이 관찰되었다 (Fig. 7H). 한편 렌즈 전면에서 미세한 캡슐을 가진 착색 패턴이 관찰되었던 polyacon(1) 2,000 재질 렌즈는 AOSep Plus[®]의 관리횟수를 미준수한 후 500배율로 관찰하였을 때에는 캡슐에 밀봉된 염료가 밀려진 착색패턴이 관찰되었으며, 2,000배율의 관찰 시에는 미세캡슐의 경계가 불분명해지는 부분이 존재함을 알 수 있었다(Fig. 7D). 이중안 전방어공법으로 제조된 polyacon(2) 재질 렌즈의 경우, AOSep Plus[®]의 관리횟수 미준수 후 50배율 관찰에서는 뚜렷한 착색부위의 변화가 관찰되지 않았으나 500배율의 관찰에서는 착색염료의 경계가 불분명해지고 가장자리와 주변으로의 번짐이 확인되었고, 2,000배율 관찰에서는 염료가 흘러나온 흔적을 확인할 수 있었다(Fig. 7F). Polyacon(3) 재질 렌즈는 AOSep Plus[®]로 12회 반복관리 후 500배율 관찰 시 polyacon(2) 재질 렌즈와 유사한 흐려진 착색패턴과 가장자리 번짐이 관찰되었으나, 2,000배율 관찰에서는 염료의 주변 번짐이 polyacon(2) 재질 렌즈보다 더 심하게 관찰되었으며, 착색부위 표면의 요철로 인한 거칠어짐이 뚜렷하게 관찰되었다(Fig. 7J).

본 연구는 우리나라 성인의 콘택트렌즈 착용 및 관리용품의 사용실태를 조사하고, 과산화수소 활용 관리용액의 관리법 미준수에 해당되는 과다 반복관리가 씨클렌즈의 파라미터와 착색에 어떠한 영향을 미치는가를 렌즈를 착용한 임상환경이 아닌 실험실 환경에서 알아보기 위하여 수행되었다. 사용실태의 설문조사 결과, 국내 콘택트렌즈 시장은 여전히 렌즈 관리를 요구하는 정기교체용 렌즈의 사용이 적지 않음을 예측할 수 있었으며, 다목적용액을 이용한 렌즈 관리가 높은 비율을 차지하나 상대적으로 긴 관리시간이 요구되는 과산화수소 활용 관리용액을 통한 관리 또한 적지 않음을 알 수 있었다. 렌즈 종류에 무관하게 매일 세척 및 소독에 사용이 가능하며, 보관할 경우 2주 간격으로 관리하여야 하는 대표적인 과산화수소 활용 관리용액인 AOSep Plus[®]의 사용법은 실제 착용한 렌즈의 종류, 착용패턴(매일 또는 비정기적 착용)이나 착용시간

뿐만 아니라 눈물막 안정성 등과 같이 개인차가 큰 생리적 요인들이 자세하게 반영되어 있지 않다. 이에 본 연구에서는 착용자의 생리적 요인에 따른 영향을 배제하고 착용패턴에 따른 렌즈 관리의 적절성을 알아보고자 하였고, 콘택트렌즈의 매일 착용이 아닌 불규칙한 비정기적 착용을 고려하여 AOSep Plus[®]로 2주가 아닌 1주 간격으로 반복관리하는 것을 관리법 가운데 관리횟수 미준수로 간주하였다.

5종의 국내 유통 씨클렌즈를 실험실 조건에서 AOSep Plus[®]로 렌즈 교체주기에 따라 1주 1회 주기로 반복관리한 후 렌즈 파라미터의 변화를 알아본 결과, 함수율을 제외하고 가장 큰 파라미터의 변화율(Fig. 2~6)과 가장 많은 식약처 허용오차를 벗어나는 변화(Table 4)를 보인 씨클렌즈는 2회 반복관리한 2주 교체주기의 etafilcon A 재질 렌즈인 것으로 나타났다. AOSep Plus[®]로 가장 많이 관리한 씨클렌즈는 3개월 교체주기에 따라 12회 반복관리한 poly-HEMA 및 polyacon(3) 재질 렌즈이었으나 이들 두 렌즈는 함수율에서만 가장 큰 변화율을 나타내었으므로 렌즈 파라미터의 변화 정도가 관리법 미준수의 횟수에 단순 비례하는 것은 아님을 의미한다. 본 연구에서 사용된 etafilcon A 재질 렌즈는 고함수 이온성인 FDA IV군으로 분류되는 렌즈로써, 포장용액의 삼투압 및 완충제로 인한 렌즈 파라미터 변화를 알아보았을 때 고함수 이온성 렌즈에서 가장 큰 변화가 나타났다고 한 선행 연구결과^[20]와도 부합되는 결과이다. 본 연구에서 사용된 나머지 씨클렌즈는 모두 저함수 비이온성인 FDA I 군에 해당되는 렌즈로써 상대적으로 많은 관리횟수인 4회(polyacon(1) 및 polyacon(2) 재질 렌즈)와 12회로 반복관리 하였음에도 함수율을 제외한 파라미터에서 FDA IV군 렌즈 대비 상대적으로 작은 파라미터의 변화율을 나타내었다. 이러한 결과는 24시간 동안 AOSep Plus[®]를 사용하고 중화시킨 하이드로겔 렌즈 가운데 고함수 비이온성인 FDA II군보다 고함수 이온성인 FDA IV군에서 나타난 더 큰 굴절률의 변화가 함수율 변화에 비례함을 보였던 Lira 등의 연구 결과와 유사하다.^[21] 한편, 미착용 상태의 씨클렌즈를 AOSep Plus[®]로 과다 반복관리하였을 때 본 연구에서 나타난 파라미터 변화의 원인으로는 관리용액의 pH와 삼투압을 고려할 수 있겠다. Park 등은 선행연구에서 상대적으로 산성을 띄는 관리용액은 콘택트렌즈의 산성화를 유발하여 렌즈의 탈수, 삼투압 및 새그값과 같은 일부 파라미터의 변화를 초래한다고 보고한 바 있다^[22]. AOSep Plus[®]의 pH는 눈에 자극감을 유발하지 않은 범위인 6.6~7.8 이내에 속하나 약 6.8의 약산성이므로^[23] 대부분 중성 범위의 pH를 가지는 렌즈 포장용액의 pH보다는 낮은 값에 해당되어 렌즈 파라미터 변화를 유발하는 원인이 될 것으로 생각되었다.

본 연구에서는 제조사 제공의 사용법 가운데 권장횟수만을 미준수한 상태로 관리하였고 요구 중화시간을 준수하였음에도 불구하고 렌즈 파라미터의 변화가 나타났고, Lira 등의 선행연구에서는 과도한 중화시간으로 관리한 결과 유의미한 파라미터의 변화가 관찰된 바 있으므로 일상 생활에서 충분한 중화시간을 준수하지 않는다면 과도한 중화시간을 가지게 된다면 파라미터의 변화 정도는 더욱 커질 것으로 예상된다. 일부 식약처의 허용오차기준을 벗어나는 써클렌즈의 파라미터 변화는 눈물대사 또는 콘택트렌즈의 피팅상태 등에 영향을 미칠 수 있으므로^[24-25] 보다 자세한 주의사항이 제공되어야 할 것으로 생각되었다.

또한 AOSept Plus[®]로 과도하게 관리한 써클렌즈 착색부에서 변화가 관찰되었는데 이 또한 과산화수소 활용 관리용액에 의한 렌즈 산성화의 결과로 생각되었다. 선행연구 결과, 산도가 낮아져 안정범위를 과도하게 벗어나면 렌즈가 깨지기 쉽고 변색되며, 여러 물질치가 달라지게 되므로 렌즈를 산화된 용액 속에 보관한 후 착용을 하게 되면 눈에 자극감 및 부작용이 초래된다고 보고한 바 있다.^[19] 실제로 본 연구에서도 약산성을 띄는 AOSept Plus[®]에 과다 관리된 써클렌즈의 착색부에서 용기, 경계의 번짐 및 염료의 용출이 의심되는 양상이 나타났고, 일부 써클렌즈에서는 렌즈 변형에 해당되는 표면의 요철 및 거칠어짐 등 표면 손상이 확인되었다. 본 연구에서의 이러한 써클렌즈 표면 변화는 12시간 동안 AOSept Plus[®] 용액을 사용하고 중화한 모든 하이드로겔 및 실리콘하이드로겔 렌즈에서 통계적으로 유의한 접촉각의 증가가 확인되었다고 보고한 Lira와 Silva의 선행연구 결과에 부합된다 할 수 있다.^[26] 따라서 염료 용출이 진행된 써클렌즈를 임상에서 착용하게 된다면 착색제로 인한 염증반응, 안질환 유발과 같은 부작용이 나타날 수 있다.^[10-11]

결 론

본 연구에서는 우리나라 성인의 콘택트렌즈 착용과 관리용품 사용 실태를 조사하고, 과산화수소 함유 관리용액의 관리법 미준수에 해당하는 과다 반복관리가 써클렌즈의 파라미터 및 착색부위에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보았다. 설문을 통한 렌즈 및 관리용품의 사용실태 조사 결과, 콘택트렌즈 착용 경험자의 92.8%가 소프트렌즈를 교체주기를 잘 준수하며 착용하였으며, 72.4%가 관리용품을 사용한 적이 있었고, 그 중 30.3%가 과산화수소 활용 관리용액의 사용 경험이 있는 것으로 나타났으나 이를 이용한 관리주기는 1주 1회가 60.5%로 가장 높게 나타나 제조사 제공의 ‘세척 및 소독을 위한 매일 사용 가능’과 ‘보존 시 2주 간격 관리’의 관리주기에 모두 해당되지

않은 상태임을 알 수 있었다.

이에 과산화수소수를 함유한 관리용액인 AOSept Plus[®]로 미착용 상태의 5중 써클렌즈를 관리횟수를 미준수하여 반복관리하였을 때 렌즈 파라미터 및 착색부위의 변화 유무를 확인한 결과, 모든 써클렌즈의 함유율이 감소되었으며, 통계적으로 유의하게 증가된 중심두께와 감소된 전체 직경 및 곡률반경의 결과로부터 렌즈가 두꺼워지고 스틱해지는 현상이 나타났음을 알 수 있었으나 가시광선투과율에는 큰 영향을 미치지 않았다. 고함수 이온성 재질의 렌즈에서 함유율을 제외한 파라미터의 더 큰 변화율이 관찰되었으며, 식약처 허용오차기준을 벗어나는 변화를 보이는 렌즈 파라미터 또한 가장 많은 것으로 나타났다. 한편 상대적으로 낮은 파라미터의 변화율을 보인 동일한 FDA I군이라 하더라도 함유율과 착색공법에 따른 변화율의 차이는 존재하였다. 주사전자현미경을 이용한 써클렌즈 표면의 관찰을 통하여 착색부위의 변화를 알아본 결과, AOSept Plus[®]의 관리횟수를 미준수한 결과 샌드위치 공법으로 제조된 써클렌즈에서는 착색부의 용기가 관찰되었고, 미세캡슐법으로 제조된 렌즈에서는 미세캡슐의 밀림이 관찰되었고, 이중안전방어공법과 이와 유사공법으로 제조된 것으로 보이는 렌즈에서는 표면 요철 및 가장자리 경계의 번짐이 관찰되어 염료용출의 가능성이 확인되었다.

이상의 결과로부터 과산화수소 활용 관리용액을 통하여 써클렌즈를 관리할 때 제조사의 권장 관리법을 미준수하고 과도하게 반복관리할 경우 파라미터 변화 뿐만 아니라 써클렌즈 착색부위가 변화가 유발됨이 확인되었으므로 써클렌즈의 교체주기를 앞당겨야 할 필요가 있는 것으로 생각되었다. 그러나 본 연구는 미착용 상태에서의 보관에 해당되는 관리만이 반영된 제한적인 연구로 실제로 써클렌즈를 매일 착용하여 착용 중에 침착되는 눈물 단백질의 세척이나 미생물의 살균 등의 관리가 요구되는 임상환경을 반영하지 못하였다는 한계점을 가지므로 정기교체용 써클렌즈를 착용하면서 AOSept Plus[®]로 매일 관리하는 것이 렌즈 파라미터와 착색패턴의 변화를 유발할 것이라 판단해서는 안 될 것이다. 따라서 본 연구결과로부터 착용자가 써클렌즈 착용을 일시 중단하여 보관 중인 경우라면 제조사의 제공하는 ‘보관 시 사용주기’를 준수하여 관리하여야 하며, 미준수가 과다관리의 경우라면 원래 교체주기보다 빠른 교체를 하여야 함을 권장할 수 있겠다. 써클렌즈 착용자에게 과산화수소 활용 관리용액의 보다 자세한 관리법이 제공되어야 할 필요가 있다고 생각되었으며 이를 위하여 추후 실생활의 착용패턴과 착용자의 생리적 요인을 고려한 추가적인 연구가 뒷받침되어야 할 것이다.

REFERENCES

- [1] Grosvenor TP. Primary Care Optometry, 5th Ed. London: Butterworth-Heinemann, 2007;302-303.
- [2] Contact Lens Spectrum. Contact lenses 2019: a mostly quiet year of steady growth ended with an FDA decision that could prove to be the tipping point in how practitioners manage young progressive myopes, 2020. [https://www.clspectrum.com/issues/2020/january-2020/contact-lenses-2019\(21 March 2022\)](https://www.clspectrum.com/issues/2020/january-2020/contact-lenses-2019(21%20March%202022)).
- [3] Contact Lens Spectrum. International contact lens prescribing in 2011: this year, we analyzed data from more than 22,000 prospective contact lens fits in 29 countries, 2012. [https://www.clspectrum.com/issues/2012/january-2012/international-contact-lens-prescribing-in-2011\(21 March 2022\)](https://www.clspectrum.com/issues/2012/january-2012/international-contact-lens-prescribing-in-2011(21%20March%202022)).
- [4] Contact Lens Spectrum. International contact lens prescribing in 2015: our 15th annual report in CLS provides information about 23,000 fits in 34 markets, 2016. [https://www.clspectrum.com/issues/2016/january-2016/international-contact-lens-prescribing-in-2015\(21 March 2022\)](https://www.clspectrum.com/issues/2016/january-2016/international-contact-lens-prescribing-in-2015(21%20March%202022)).
- [5] Choi HJ, Yum JH, Lee JH, et al. Clinical features and compliance in patients with cosmetic contact lens-related complications. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2014;55(10):1445-1451. DOI: <https://doi.org/10.3341/jkos.2014.55.10.1445>
- [6] Park SJ, Lee SM, Kim MK, et al. Cosmetic contact lens-related complications: 9 cases. *J Korean Ophthalmol Soc.* 2009;50(6):927-935. DOI: <https://doi.org/10.3341/jkos.2009.50.6.927>
- [7] Ko M, 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>
- [8] Choi JY. A study of antimicrobial substances for contact lens multipurpose solution. PhD Thesis. Jeju National University, Jeju. 2017;11-12.
- [9] Nichols JJ, Chalmers RL, Dombleton K, et al. The case for using hydrogen peroxide contact lens care solutions: a review. *Eye Contact Lens.* 2019;45(2):69-82. DOI: <https://doi.org/10.1097/ICL.0000000000000542>
- [10] Saxena M, Warshaw E, Ahmed DDF. Eyelid allergic contact dermatitis to black iron oxide. *Am J Contact Dermat.* 2001;12(1):38-39. DOI: <https://doi.org/10.1053/ajcd.2000.18398>
- [11] Palazzolo MJ, DiPasquale LC. The sensitization potential of D & C Yellow No. 11 in guinea pigs. *Contact Dermatitis.* 1983;9(5):367-371. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1983.tb04430.x>
- [12] Kim DH, Oh SJ, Hwang JH, et al. The analysis of physicochemical properties of cosmetic color contact lenses. *Korean J Vis Sci.* 2008;10(3):239-259.
- [13] Kim JM, Lee YH, Cho SK, et al. Relationship between care system and bleaching effect on cosmetic contact lenses. *Korean J Vis Sci.* 2000;2(2):229-235.
- [14] Kim H. Bleaching observation of cosmetic color lenses according to multipurpose contact lens solutions. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2014;19(3):295-303. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2014.19.3.295>
- [15] Choi HD, Kim YJ, Choi S, 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>
- [16] Alcon. Safe usage of Clear Care® and Clear Care® Plus cleaning & disinfecting solution, 2018. <https://clearcaresolution.myalcon.com/contact-lens-solution/clear-care/faq/> (21 May 2021).
- [17] Kim SR, Lee KE, Lee SJ, et al. The change of circle contact lenses exposed to indoor swimming pool water. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2016;21(4):341-350. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2016.21.4.341>
- [18] Kim SR, Park SH, Lee GR, et al. The effects of lens care solution instillation on tear film stability of soft contact lens wearers with dry eyes. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2018;23(2):85-95. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2018.23.2.85>
- [19] MFDS(Ministry of Food and Drug Safety). Notice of revision of medical device standard, 2007. [https://www.mfds.go.kr/brd/m_207/view.do?seq=2364\(1 October 2018\)](https://www.mfds.go.kr/brd/m_207/view.do?seq=2364(1%20October%202018)).
- [20] Yu DS, Moon BY. Evaluation of oxygen permeability of soft contact lenses based on thickness. *J Korea Acad Industr Coop Soc.* 2009;10(8):2157-2163. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2009.10.8.2157>
- [21] Lira M, Franco S, Vazquez-Dorrio JB, et al. Surface roughness and refractive index changes in contact lens induced by lens care systems. *Eye Contact Lens.* 2014;40(3):140-147. DOI: <https://doi.org/10.1097/icl.0000000000000023>
- [22] Park M, Ha JR, Lee YM, et al. Changes of multi-purpose solutions for soft contact lens depending on using period or keeping temperature. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2004;9(2):381-389.
- [23] Carney LG, Hill RM. Human tear pH: diurnal variations. *Arch Ophthalmol.* 1976;94(5):821-824. DOI: <https://doi.org/10.1001/archophth.1976.03910030405011>
- [24] Young G, Holden B, Cooke G. Influence of soft contact lens design on clinical performance. *Optom Vis Sci.* 1993;70(5):394-403. DOI: <https://doi.org/10.1097/00006324-199305000-00010>
- [25] Young G. Evaluation of soft contact lens fitting characteristics. *Optom Vis Sci.* 1996;73(4):247-254. DOI: <https://doi.org/10.1097/00006324-199604000-00006>
- [26] Lira M, Silva R. Contact lens care solutions and their influence on contact lens hydrophobicity. *Cont Lens Anterior Eye.* 2018;41(1):15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clae.2018.04.124>

과산화수소 활용 관리용액의 관리횟수 미준수가 정기교체용 썬클 소프트콘택트렌즈의 파라미터 및 착색에 미치는 영향

김채윤¹, 김승수¹, 황소담¹, 박미정², 김소라^{2,*}

¹서울과학기술대학교 안경광학과, 학생, 서울 01811

²서울과학기술대학교 안경광학과, 교수, 서울 01811

투고일(2022년 1월 24일), 수정일(2022년 1월 29일), 게재확정일(2022년 2월 3일)

목적: 본 연구에서는 콘택트렌즈 착용 및 관리용품 사용에 대한 실태를 조사하고, 과산화수소 활용 관리용액의 관리횟수 미준수가 썬클 소프트콘택트렌즈(이하 썬클렌즈)의 파라미터 및 착색부위에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. **방법:** 콘택트렌즈와 관리용액의 사용 실태는 만 15~40세 성인 대상의 설문조사를 통하여 알아보았다. 사용하지 않은 5종의 국내 유통 썬클렌즈를 대상으로 AOSept Plus[®]를 사용하여 1주 1회 주기로 반복관리하여 관리횟수 미준수가 되도록 하였다. 관리 전후에 렌즈 파라미터 측정하여 변화 여부를 확인하였고, 착색부위의 변화는 주사전자 현미경을 이용하여 관찰하였다. **결과:** AOSept Plus[®]의 관리횟수를 미준수한 모든 썬클렌즈에서 함수율의 감소가 나타났으며, 중심두께는 증가하였고, 전체직경 및 곡률반경은 통계적으로 유의하게 감소하는 것으로 나타났으나 가시광선투과율에는 유의한 변화가 없었다. 고탍수 이온성 재질 렌즈에서 대부분 파라미터의 변화율이 크게 나타났으며, 식약처 허용오차기준을 벗어나는 변화를 보이는 파라미터도 가장 많았다. 썬클렌즈 착색부위의 변화를 알아본 결과, AOSept Plus[®]의 관리횟수 미준수 후에는 착색공법에 따라 착색부의 용기, 미세캡슐의 밀립과 렌즈표면 요철 및 가장자리 경계의 번짐이 상이하게 관찰되어 염료용출의 가능성이 확인되었다. **결론:** 이상의 결과로부터 썬클렌즈 착용을 일시 중단하여 보관 중인 경우라면 제조사의 권장횟수를 준수하여 관리하고 과다하게 관리하지 않아야 함을 권장할 수 있다. 추후 실생활의 착용패턴이 고려된 연구가 뒷받침된다면 보다 자세한 과산화수소 활용 관리용액의 관리법 제공이 가능할 것이다.

주제어: 썬클 소프트콘택트렌즈, 과산화수소 활용 관리용액, 렌즈 파라미터, 착색패턴