

Effects of Cleansing Products on the Parameters and Pigmentation of Circle Soft Contact Lenses

Jae Won Jeong^{1,a}, Rang Son^{1,b}, Chae Won Heo^{1,c}, Jun Ha Lee^{1,d}, Mijung Park^{2,e}, and So Ra Kim^{2,f,*}

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 15, 2025; Revised December 8, 2025; Accepted December 12, 2025)

Purpose: This study aimed to evaluate the effects of cleansing products on the parameters and pigmentation of circle soft contact lenses (hereafter, circle lenses). **Methods:** Circle lenses made of hilafilcon B and etafilcon A were exposed for 30 minutes to phosphate-buffered saline (PBS; control), cleansing foam, and cleansing oil. Changes in water content, central thickness, back vertex power, total diameter, and base curve were measured. Pigmentation patterns were also evaluated based on whether the lenses were cleaned with a lens care solution after exposure. **Results:** Compared with the PBS as the control, both lens materials exhibited significant changes in all parameters after exposure to cleansing foam and cleansing oil. Greater changes in parameters and pigmentation patterns were observed in lenses exposed to cleansing foam than in those exposed to cleansing oil. Without cleaning, residual cleansing products remained on the lens surface, appearing as cracks or thin films over the pigmentation. However, after cleaning with a lens care solution, no residues were observed on the lens surface. **Conclusions:** The parameters and pigmentation patterns of circle lenses were more affected by cleansing foam than by cleansing oil. These findings suggest that prolonged exposure to cleansing products may lead to improper lens fit due to parameter changes and compromise safety through changes in pigmentation patterns.

Key words: Circle soft contact lenses, Cleansing products, Lens parameters, Pigmentation pattern

서 론

지속적인 콘택트렌즈 착용자의 증가로 2025년 전 세계 콘택트렌즈 시장 수익은 약 198억 달러에 이르며, 2029년까지 연평균 성장률이 3.81%로 예상되어 콘택트렌즈 시장이 꾸준히 성장세를 보일 것으로 예측되고 있다.^[1-2] 특히 뷰티 산업의 성장과 함께 미용에 관심이 집중되면서 콘택트렌즈를 미용 목적으로 사용하는 사람들 또한 증가하고 있으며^[3-5], 콘택트렌즈를 미용 목적으로 착용한 경험이 있다고 답한 비율이 약 70%로 적지 않은 수치임을 알 수 있다.^[6]

국내 뷰티산업은 2024년부터 2033년까지 향후 10년간 연평균 7.8%의 성장률을 보일 것으로 전망되며,^[7] 화장품 세안의 중요성이 강조됨에 따라 클렌징 제품 시장 또한 동반 성장할 것으로 생각된다. 한국보건산업진흥원의 보고에 따르면 2018년 한국 클렌징 제품 생산 규모는 약 2,202억 원을 기록했으며, 전년도 대비 약 19% 증가하였

다.^[8] 클렌징 제품은 폼, 오일, 워터 등 다양한 제형으로 출시되고 있다. 300명의 국내 여성 소비자 대상의 클렌징 제품 사용에 대한 설문조사에서 클렌징폼(73.7%), 클렌징 오일(44.0%), 클렌징티슈(28.0%), 클렌징크림·로션·젤(26.7%), 클렌징워터(24.7%) 등의 순서로 클렌징폼과 클렌징오일의 높은 사용률이 확인되었다.^[9]

콘택트렌즈는 외부 환경에 민감한 반응을 보이는 제품으로, 사용 및 관리 시 적절한 방법으로 다루지 않을 경우 파라미터 변화에 따른 불편감 및 안과적 부작용이 초래될 수 있음에도 불구하고,^[10] 콘택트렌즈를 물에 보관하거나 착용한 상태에서 샤워를 하는 등 올바르게 사용하지 않는 사용 습관을 지닌 착용자들이 있는 것으로 확인되었다.^[11] 또한 콘택트렌즈가 화장품에 노출되었을 때의 파라미터 변화에 관한 연구는 선행된 바 있으나,^[12] 클렌징 제품이 컬러 소프트콘택트렌즈(이하 써클렌즈)에 미치는 영향을 직접 비교한 연구는 미미한 실정이다. 이에 본 연구는 클렌징폼과 클렌징오일에 노출되기 전후 써클렌즈의 파라미터를 측정

본 논문의 일부내용은 「한국안광학회 창립 30주년 기념 학술대회」에서 구연으로 발표되었음.

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

Authors ORCID: ^a<https://orcid.org/0009-0006-4413-2197>, ^b<https://orcid.org/0009-0001-5061-0718>, ^c<https://orcid.org/0009-0002-8233-3169>, ^d<https://orcid.org/0009-0000-7836-9201>,

^e<https://orcid.org/0000-0002-4645-7415>, ^f<https://orcid.org/0000-0001-8786-2815>

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

Brand name	Naturelle	Define
Manufacturer	Bausch & Lomb	Johnson & Johnson
USAN	Hilafilcon B	Etafilcon A
Pigmentation method	Micro-encapsulation	Sandwich
Water content(%)	59	59
Total diameter(mm)	14.2	14.2
Center thickness(mm)	0.09	0.084
Base curve(mm)	8.6	8.5
FDA Group	2	4
Monomer	HEMA ^a + NVP ^b	HEMA ^a + MA ^c + PVP ^d

^ahydroxy-ethyl methacrylate

^bN-vinyl pyrrolidone

^cmethacrylate

^dpoly-vinyl pyrrolidone

하여 이의 변화 여부를 확인하고자 하였으며, 또한 주사전 자현미경을 이용하여 착색 패틴에는 어떠한 영향을 미치는가를 알아보하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 콘택트렌즈 및 클렌징 제품 사용 실태 조사

본 연구의 목적을 이해하고, 연구 참여에 자발적으로 동의한 총 222명을 대상으로 2025년 1월 11일부터 23일까지 콘택트렌즈 및 클렌징 제품의 사용 실태를 온라인으로 설문 조사하였다. 설문 내용은 ‘사용하는 콘택트렌즈 및 클렌징 제품 종류’, ‘콘택트렌즈 착용 중 클렌징 제품 사용 여부 및 증상’에 대한 질문으로 구성되었다.

2. 실험 대상

실험에 사용된 렌즈는 국내 시판 중인 일회용 콘택트렌즈(daily disposable contact lens)로 -3.00 D의 hilafilcon B(FDA 2군) 및 etafilcon A(FDA 4군) 재질의 써클렌즈이었다(Table 1). 각 실험 조건 당 써클렌즈는 6개씩 사용하였고, 모든 측정값은 3회 반복 측정 후 평균값을 사용해 분석하였다.

클렌징 제품은 사용 빈도가 높은 것으로 조사되었던^[9] 클렌징폼(SENKA speedy perfect whip, Shiseido, Japan)과 클렌징오일(ma:nyo pure cleansing oil, Manyo Factory, Republic of Korea)을 선택하였고(Table 2), pH 미터기(PM-1 PLUS, China)를 사용하여 두 제품의 pH를 측정하였다.

3. 실험 방법

써클렌즈 2종을 인산완충용액(PBS, pH 7.4, ISO 18369)에 24시간 동안 수화시킨 후 2 ml의 클렌징오일, 클렌징폼

Table 2. Ingredients of the cleansing foam and cleansing oil

	Ingredients
Cleansing foam	water, sorbitol, glycerin, butylene glycol, dipropylene glycol, sodium methyltaurate, lauryl betaine, lauric acid, arginine cocoate, myristic acid, fragrance, pentasodium pentetate, polyquaternium-7, sodium benzoate, sodium metabisulfite, potassium hydroxide, bis-ethoxydiglycol cyclohexane 1,4-dicarboxylate, citric acid, sodium acetylated hyaluronate, sodium hyaluronate, sericin, potassium sorbate, tocopherol, limonene
Cleansing oil	glycine soja oil, <i>Corylus avellana</i> seed oil, sorbeth-30 tetraoleate, <i>Vitis vinifera</i> seed oil, vegetable oil, <i>Olea europaea</i> (olive) fruit oil, caprylic/capric triglyceride, <i>Citrus aurantium dulcis</i> (orange) peel oil, <i>Olea europaea</i> (olive) husk oil, <i>Simmondsia chinensis</i> (jojoba) seed oil, <i>Lavandula angustifolia</i> (lavender) oil, squalane, <i>Melaleuca alternifolia</i> (tea tree) leaf oil, water (aqua), butylene glycol, tocopherol, <i>Helianthus annuus</i> (sunflower) seed oil, <i>Oenothera biennis</i> (evening primrose) oil, <i>Camellia japonica</i> seed oil, <i>Orbignya oleifera</i> seed oil, <i>Oryza sativa</i> (rice) bran oil, <i>Argania spinosa</i> kernel oil, isoamyl laurate, <i>Aloe barbadensis</i> leaf extract, glycerin, decyl glucoside, <i>Ginkgo biloba</i> leaf extract, <i>Saponaria officinalis</i> leaf extract, maltodextrin, <i>Camellia sinensis</i> leaf extract, 1,2-hexanediol, rice ferment filtrate (sake), limonene, linalool

또는 PBS에 각각 담그고 향온습기(습도 95%, 온도 35°C)에서 약 5분간 교반(Compact Rocker CR300, FINEPCR Co., Ltd., Republic of Korea)한 뒤 1분간 정지하는 과정을 총 5회 반복하였다. 이후 PBS로 써클렌즈를 1회 흔들어 행균 다음에 1개의 렌즈마다 모든 파라미터를 3회씩 반복 측정 후 평균값을 취하여 분석하였다.

써클렌즈의 클렌징 제품 노출 후 세척 여부에 따른 렌즈 표면의 차이를 알아보기 위하여 각 용액에 노출한 렌즈를 PBS로 1회 행균 것을 미세척군으로 하였으며, 클렌징 제품에 노출 후 ReNu(Bausch & Lomb, USA) 용액에 5분간 교반(Compact Rocker CR300, FINEPCR Co., Ltd., South Korea)한 뒤 1분간 정지하는 과정을 총 5회 반복한 것을 세척군으로 하였다. 세척군의 경우 ReNu 용액은 1회 교반 종료 시마다 새로운 용액으로 교체한 후 5회 반복 진행하였다. 미세척군과 세척군 모두 주사전자현미경으로 써클렌즈의 착색 패틴을 관찰하기 전 렌즈 표면의 탈이온화를 위하여 증류수에 30분간 담가두는 과정을 4회 실시하였다.^[13]

4. 써클렌즈 파라미터의 측정^[14]

4.1. 함수율

써클렌즈를 건조하기 전 KIMTECH Science Wipers(Yuhan-kimberly, Korea)를 이용하여 렌즈 표면의 물기를 제거한

후 전자저울(MW-120, CAS, Korea)의 드래프트 쉘드로 실내 기류를 제한한 상태에서 렌즈 무게를 0.0001g 단위로 측정하였다. 이후 렌즈를 건조기(WOF-105, Daihan, Korea)에서 온도 65°C로 24시간 동안 완전히 건조한 후 렌즈 무게를 0.0001g 단위로 측정하였다. 건조 전후 썬클렌즈의 무게 변화로부터 흡수율을 계산하였다.

4.2. 후정점굴절력

자동 렌즈미터(CL-300, Topcon, Japan)를 사용하여 클렌징 제품에 노출 후 썬클렌즈의 후면 정점 굴절력을 0.125 D 단위로 측정하였다.

4.3. 중심두께

클렌징 제품에 노출 후 썬클렌즈의 후면이 위를 향하도록 전자두께측정장치(Model ET-3, Createch, USA)의 렌즈 거치대에 올린 후 중심을 맞추어 0.001 mm 단위로 측정하였다.

4.4. 전체직경 및 베이스커브

직경 및 곡률반경 측정장치(Model TC20, Optimec, England)에 PBS 용액을 채운 뒤 렌즈 후면이 위를 향하게 올리고 클렌징 제품에 노출 후 전체직경과 베이스커브를 측정하였다.

4.5. 가시광선 투과율

가시광선 투과율 측정기(TM-1, Topcon, Japan)에 렌즈 광학부를 맞추고 클렌징 제품에 노출 전후 380~780 nm의 가시광선 영역의 투과율을 1 nm 단위로 측정하였다.

5. 썬클렌즈의 착색부 관찰

주사전자현미경(VEGA3, Tescan, Czech)을 사용하여 클렌징 제품 노출 후 썬클렌즈의 착색부 변화를 관찰하였다. 썬클렌즈 전면을 각각 50배와 500배로 촬영하여 관찰하였으며, 착색부 관찰은 세척군과 미세척군으로 나누어 진행되었다.

6. 통계 분석

모든 실험 결과값은 평균±표준편차로 표시하였으며, 클렌징 제품에 노출된 썬클렌즈의 파라미터 변화에 대한 통계적 유의성은 IBM SPSS ver. 27을 이용하여 분석하였다. PBS, 클렌징폼, 클렌징오일에 노출에 따른 세 개 군의 비교는 Kruskal-Wallis test를 실시하여 분석하였으며, 유의한 차이가 발견되는 경우 Mann-Whitney U 검정을 사용하여 각 그룹 간의 차이를 비교하였다. 이때 세 개 군의 분석이므로 사후검정의 유의확률이 0.017 미만인 경우 통계적

유의성이 있다고 판단하였다.

결과 및 고찰

1. 콘택트렌즈 및 클렌징 제품의 사용 실태

총 222명 대상의 콘택트렌즈와 클렌징 제품의 사용 실태 설문조사 결과, 주로 사용되는 콘택트렌즈는 일회용 렌즈가 약 73.0%, 다회용 렌즈는 약 39.2%로 나타났다(Table 3). 한편, 주로 사용하는 제품으로는 클렌징폼(80.6%)이 가장 많았으며, 클렌징오일(44.1%), 클렌징위더(18.9%), 클렌징티슈(15.8%), 기타(14.0%) 순으로 나타나 선행 연구 결과^[9]와 유사하였다. 설문 응답자의 67.6%가 콘택트렌즈를 착용한 상태에서 클렌징 제품을 사용한 경험이 있었던 것으로 조사되었으며, 78.4%의 응답자가 이때 불편함의 증상을 느꼈던 것으로 나타났다. 가장 많이 느꼈던 불편함 증상은 따가움(59.3%)이었는데, 본 연구에 사용된 클렌징폼과 오일의 pH가 각각 9.0±0.1과 6.2±0.1로 측정되었으므로 두 제품 모두 눈에 접촉되었을 때 자극감을 유발하였을 가능성이 있음을 알 수 있었다. 또 다른 불편함은 이물감(50.4%), 흐릿함(49.6%), 뻑뻑함(44.7%)의 순으로 나타났다. 설문 결과를 통하여 일회용 콘택트렌즈의 착용자가 많고, 콘택트렌즈를 착용한 채로 클렌징폼과 클렌징 오일 등의 제품을 사용하여 불편함을 느끼는 착용자가 적지 않음을 알 수 있었다.

2. 클렌징 제품 노출에 의한 썬클렌즈의 파라미터 변화

2.1. 흡수율

Hilafilcon B 재질 썬클렌즈의 흡수율을 측정된 결과, 클

Table 3. Survey responses on the usage of contact lenses and cleansing products

Category	Answer	No. of subjects (%)
Types of contact lenses most commonly used	Disposable	162 (73.0)
	Reusable	87 (39.2)
Types of cleansing products most commonly used	Foam	179 (80.6)
	Oil	98 (44.1)
	Water	42 (18.9)
	Tissue	35 (15.8)
Experience using cleansing products while wearing contact lenses	Yes	150 (67.6)
	No	72 (32.4)
Experience of subjective symptoms after exposure to cleansing products	Yes	174 (78.4)
	No	48 (21.6)
Types of subjective symptoms due to cleansing products	Stinging	132 (59.3)
	Irritating	112 (50.4)
	Blurry	110 (49.6)
	Dryness	99 (44.7)

렌징폼과 클렌징오일에 노출된 후 PBS 노출의 대조군 대비 각각 평균 18.2%p와 4.4%p 가량 흡수율이 감소함이 확인되었고, 클렌징오일에 비해 클렌징폼에서 상대적으로 높은 흡수율 변화가 확인되었다(Fig. 1). 통계 분석 결과 대조군 대비 통계적으로 유의한 흡수율의 차이가 보임을 알 수 있었다($p < 0.001$).

Etafilcon A 재질 렌즈의 흡수율 또한 대조군과 비교 시 클렌징폼과 오일에서 평균 약 22.2%p와 약 6.9%p 가량 통계적으로 유의한 흡수율의 감소를 보였다($p < 0.001$).

Hilafilcon B와 etafilcon A 재질 써클렌즈 모두 클렌징폼과 클렌징오일에 각각 노출되었을 때 나타난 흡수율의 변화는 International Organization for Standardization(이하 ISO)의 허용오차 기준($\pm 2\%$)을 벗어나는 결과이었다($p < 0.001$).

2.2. 중심두께

Hilafilcon B 재질 써클렌즈의 중심두께를 측정한 결과, 클렌징폼에서의 중심두께는 대조군과 비교하였을 때 평균 0.0055 mm 가량 얇은 것으로, 클렌징오일에서는 평균 0.0015 mm 가량 두꺼운 것으로 측정되었으며, 이는 통계적으로 유의한 차이이었다($p < 0.001$). 그러나 이는 모두 ISO 허용오차 기준(± 0.019 mm) 이내의 변화이었다.

Etafilcon A 재질 써클렌즈의 경우는 클렌징폼과 클렌징오일 간의 중심두께의 차이는 평균 0.002 mm로 통계적으로 유의하였으나($p < 0.001$), 대조군과 비교 시에는 통계적으로 유의한 중심두께의 차이를 관찰할 수 없었다(Fig. 2). 통계적인 유의성을 보였던 클렌징폼과 클렌징오일 간 중심두께 차이는 경우 ISO 허용오차 기준(± 0.0184 mm) 이내의 변화이었다.

Hilafilcon B와 etafilcon A 재질 써클렌즈 모두 클렌징폼에 노출된 경우 클렌징오일 대비 중심두께의 차이가 크게 나타났으나 변화 양상은 재질에 따라 순서대로 각각

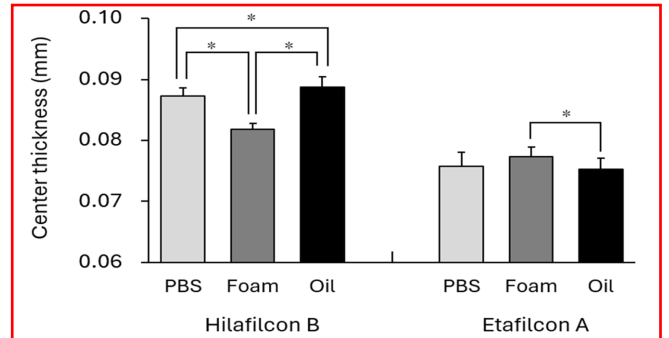


Fig. 2. Center thickness of the circle soft contact lenses after exposure to cleansing products.

*: $p < 0.017$, significant difference in measured values between lenses exposed to each solution

감소와 증가로 상이하였다.

2.3. 굴절력

Hilafilcon B 재질 써클렌즈의 굴절력은 클렌징폼과 오일에 노출된 후 대조군 대비 각각 약 0.50 D와 0.17 D의 근시성 변화를 나타내었는데, 클렌징폼에서 나타난 굴절력의 근시성 변화는 ISO 허용오차 기준(± 0.25 D)을 초과하였다(Fig. 3). 통계 분석 결과 클렌징폼($p < 0.001$)과 오일($p < 0.002$)의 실험군을 대조군과 비교하였을 때 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다.

Etafilcon A 재질 써클렌즈의 경우, 대조군 렌즈와 비교했을 때 클렌징폼과 오일에서 각각 약 0.37 D와 0.16 D의 근시성 변화를 나타내었으며, 특히 클렌징폼의 경우는 ISO 허용오차 기준을 벗어나는 변화이었다(Fig. 3). 대조군 써클렌즈와 비교하였을 때 클렌징폼($p < 0.001$)과 클렌징오일($p < 0.010$)에서는 통계적으로 유의한 차이가 관찰되었다.

2.4. 전체직경

Hilafilcon B 재질 써클렌즈의 전체직경은 대조군 렌즈

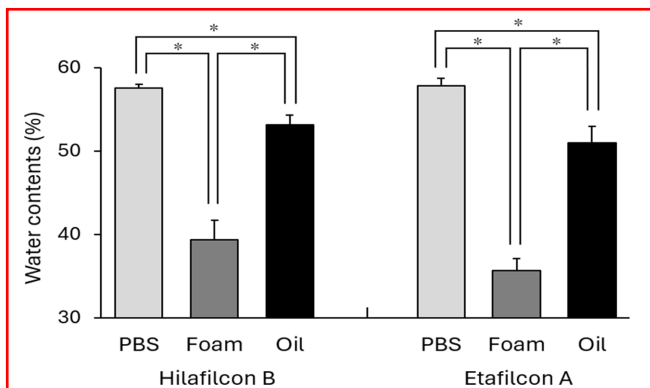


Fig. 1. Water contents of the circle soft contact lenses after exposure to cleansing products.

*: $p < 0.017$, significant difference in measured values between lenses exposed to each solution

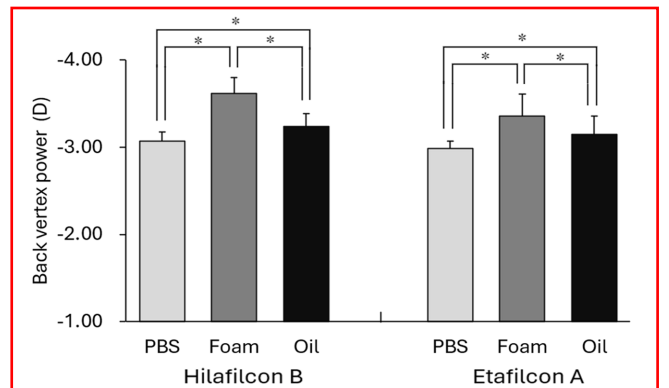


Fig. 3. Refractive power of the circle soft contact lenses after exposure to cleansing products.

*: $p < 0.017$, significant difference in measured values between lenses exposed to each solution

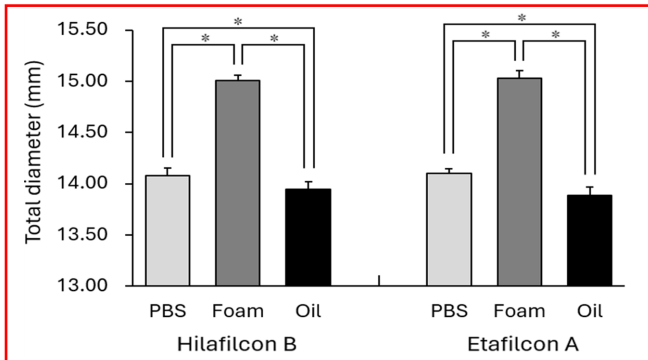


Fig. 4. Total diameter of the circle soft contact lenses after exposure to cleansing products.

*: $p < 0.017$, significant difference in measured values between lenses exposed to each solution

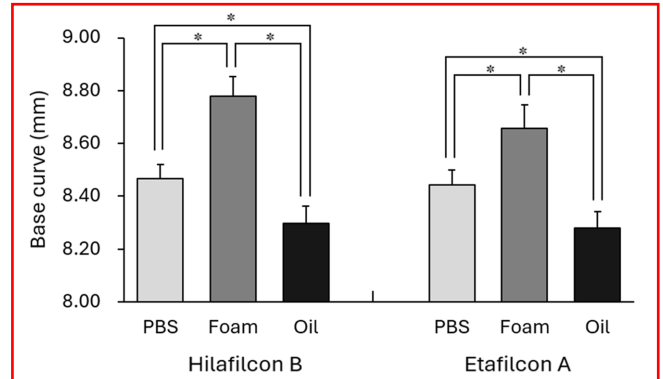


Fig. 5. Base curve of the circle soft contact lenses after exposure to cleansing products.

*: $p < 0.017$, significant difference in measured values between lenses exposed to each solution

와 비교 시 클렌징폼과 오일에서 각각 약 0.93 mm의 증가와 0.13 mm의 감소함을 알 수 있었다(Fig. 4). 클렌징 제품 유형에 따라 전체직경의 변화 양상이 상이하였으며, 변화 폭은 클렌징폼의 경우에서 큰 것으로 나타났다. 통계 분석 시 실험군 렌즈와 대조군 렌즈 간 전체직경은 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.001$).

Etafilcon A 재질 써클렌즈의 전체직경 또한 대조군 대비 클렌징폼에서 약 0.94 mm의 증가, 오일에서 약 0.21 mm의 감소가 확인되었으며, 이는 통계적으로 유의한 차이 ($p < 0.001$)였다(Fig. 4).

클렌징폼과 클렌징오일에 노출된 후 나타난 전체직경의 변화는 렌즈 재질과 관계없이 ISO 허용오차 기준(± 0.2 mm)을 벗어나는 변화였으며 대조군과 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다($p < 0.001$).

2.5. 베이스커브

Hilafilcon B 재질 써클렌즈의 베이스커브 측정 결과, 클렌징폼과 오일에 노출된 실험군 렌즈를 대조군과 비교하였을 때 각각 0.32 mm의 증가와 0.17 mm의 감소를 나타내어 클렌징 제형에 따른 변화 양상이 상이함을 알 수 있었다(Fig. 5). 통계분석 결과 실험군과 대조군 사이의 베이스커브 차이에서 통계적인 유의성이 확인되었다($p < 0.001$).

Etafilcon A 재질 써클렌즈의 베이스커브 또한 클렌징폼과 오일에서 대조군 렌즈와 비교하여 각각 0.21 mm의 증가와 0.18 mm의 감소를 보였는데(Fig. 5), 이러한 차이는 통계적으로도 유의한 차이였다($p < 0.001$). 렌즈 재질과 관계없이 클렌징폼에서의 베이스커브는 ISO 허용 기준치 (± 0.2 mm)를 벗어나는 변화를 나타내었다.

2.6. 가시광선 투과율

Hilafilcon B 및 etafilcon A 재질 써클렌즈의 가시광선 투과율은 클렌징 제품에 노출되었을 때 제품 유형과 관계

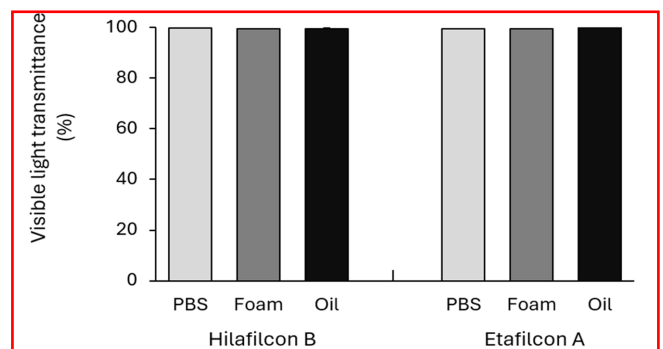


Fig. 6. Visible light transmittance of the circle soft contact lenses after exposure to cleansing products.

*: $p < 0.017$, significant difference in measured values between lenses exposed to each solution

없이 대조군 렌즈의 경우와 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며, ISO 허용오차 기준($\pm 5\%$) 이내의 변화를 나타내었다(Fig. 6).

3. 클렌징 제품 노출과 세척 여부에 따른 써클렌즈의 착색 패턴

Hilafilcon B 및 etafilcon A 재질 써클렌즈의 착색 패턴을 PBS 또는 클렌징 제품에 침지시킨 후 주사전자현미경으로 관찰하였다.

대조군 써클렌즈에서는 뚜렷하고 선명한 착색 패턴과 깨끗한 렌즈 표면을 관찰할 수 있었다. 한편, 클렌징 제품에 노출 후 세척을 거치지 않은 미세척균의 경우에는 hilafilcon B 및 etafilcon A 재질 써클렌즈의 표면에서 모두 갈라진 형태의 균열이 관찰되었다(Fig. 7). 또한 착색 패턴이 없는 투명부에서는 클렌징폼의 잔여물이 남아있는 불규칙한 얼룩이 관찰되었고, 클렌징오일에서는 오일의 잔여물이 남아 얼룩 또는 얇은 막과 같은 형태가 렌즈 표면에서 관찰되었다(Fig. 7).

그러나 클렌징 제품에 노출 후 관리 용품으로 세척한 세

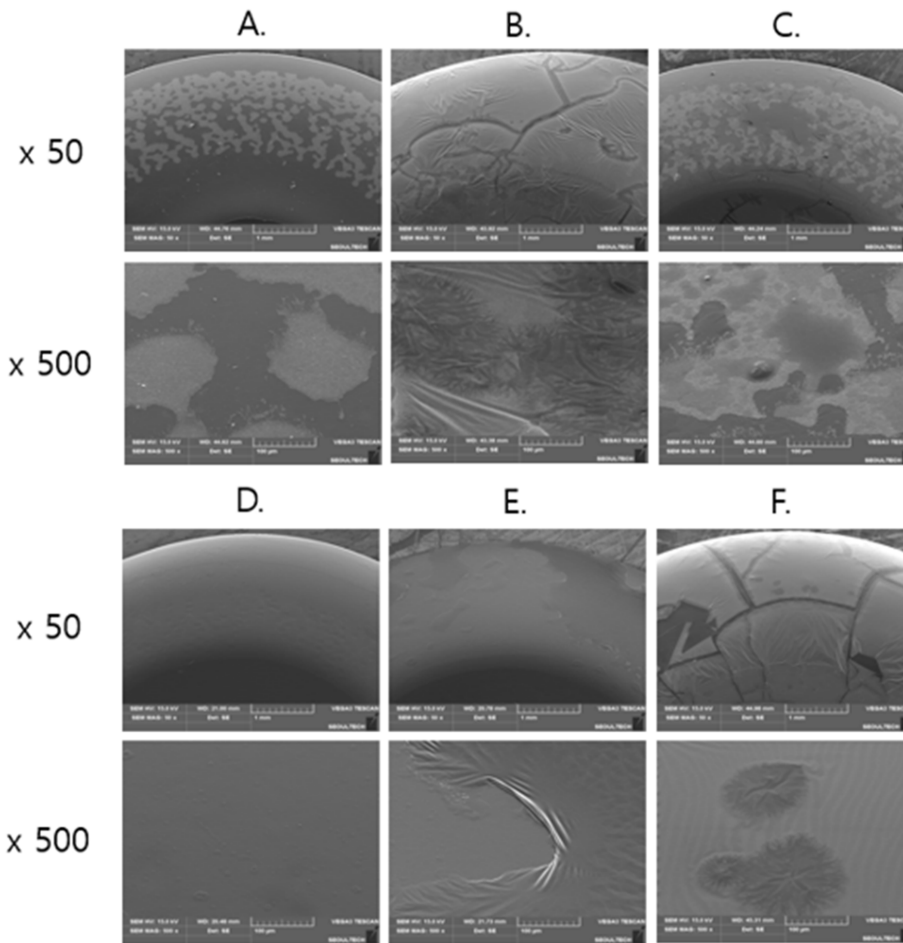


Fig. 7. Representative SEM images of the pigmentation patterns and surface of the circle soft contact lenses after exposure to cleansing products followed by rinsing with PBS.

A. Hilafilcon B exposed to PBS, B. Hilafilcon B exposed to cleansing foam, C. Hilafilcon B exposed to cleansing oil, D. Etafilcon A exposed to PBS, E. Etafilcon A exposed to cleansing foam, F. Etafilcon A exposed to cleansing oil

척균의 경우에는 hilafilcon B 및 etafilcon A 재질 써클렌즈에서 클렌징 제품의 잔여물 부착은 관찰되지 않았으나 착색 패턴에서는 조건별로 상이한 결과가 관찰되었다(Fig. 8). 즉, hilafilcon B 재질 써클렌즈는 클렌징폼 노출 후 세척하였을 때 착색 패턴의 중심부 흐려짐이 관찰되었으며, 클렌징오일에서는 세척 후 착색 패턴의 경계가 흐려져 번져 보임이 확인되었다. 반면 etafilcon A 재질 써클렌즈에서는 모든 배율의 관찰에서 표면 변화가 나타나지 않았다.

이러한 결과를 통해 클렌징 제품에 노출 후 관리 용품으로 세척 과정을 거치더라도 써클렌즈의 착색 공법에 따라 착색 패턴에 영향을 미칠 수 있으며, 특히 클렌징폼이 클렌징오일의 경우보다 더 큰 패턴 변화를 야기함을 알 수 있었다.

본 연구에서 설문조사 결과, 클렌징폼과 클렌징오일을 클렌징 제품 가운데 가장 많이 사용하며, 렌즈 착용 상태에서 클렌징 제품을 사용한 경우가 약 68%로 나타났으므로 렌즈가 클렌징 제품에 노출될 가능성을 알 수 있었고,

재질이 상이한 두 써클렌즈가 클렌징폼과 클렌징오일에 침지되었을 때 함수율, 중심두께, 굴절력, 전체직경 및 베이스커브와 써클렌즈의 착색 패턴에 변화가 발생함을 알 수 있었다.

Lee 등의 연구에 따르면 hilafilcon B 재질 렌즈는 pH 6.0-8.0의 상대적으로 넓은 범위 내에서 평형수분함량(EWC), 지름, 굴절률 등의 변화가 안정적임을 알 수 있다.^[15] 반면 etafilcon A 재질 렌즈는 pH 7.0-7.4에서 안정적이며, 이보다 pH가 낮아졌을 경우 렌즈의 팽윤도가 감소하여 수축 경향을 보이고, 반대로 pH가 8.0 이상이면 팽윤도 증가로 렌즈가 팽창하는 경향을 보이는 것으로 보고된 바 있다. 본 연구에서도 선행 연구 결과와 마찬가지로 hilafilcon B 재질의 경우 클렌징 제품에 노출되었을 때 etafilcon A 재질에 비해 상대적으로 적은 변화를 보였으며, hilafilcon B 재질이 pH 6.2의 클렌징오일에 침지되었을 경우 나타낸 변화는 pH 8.9의 클렌징폼의 경우에 비해 상대적으로 적음을 알 수 있었다. 특히 etafilcon A 재질의 경우, pH가

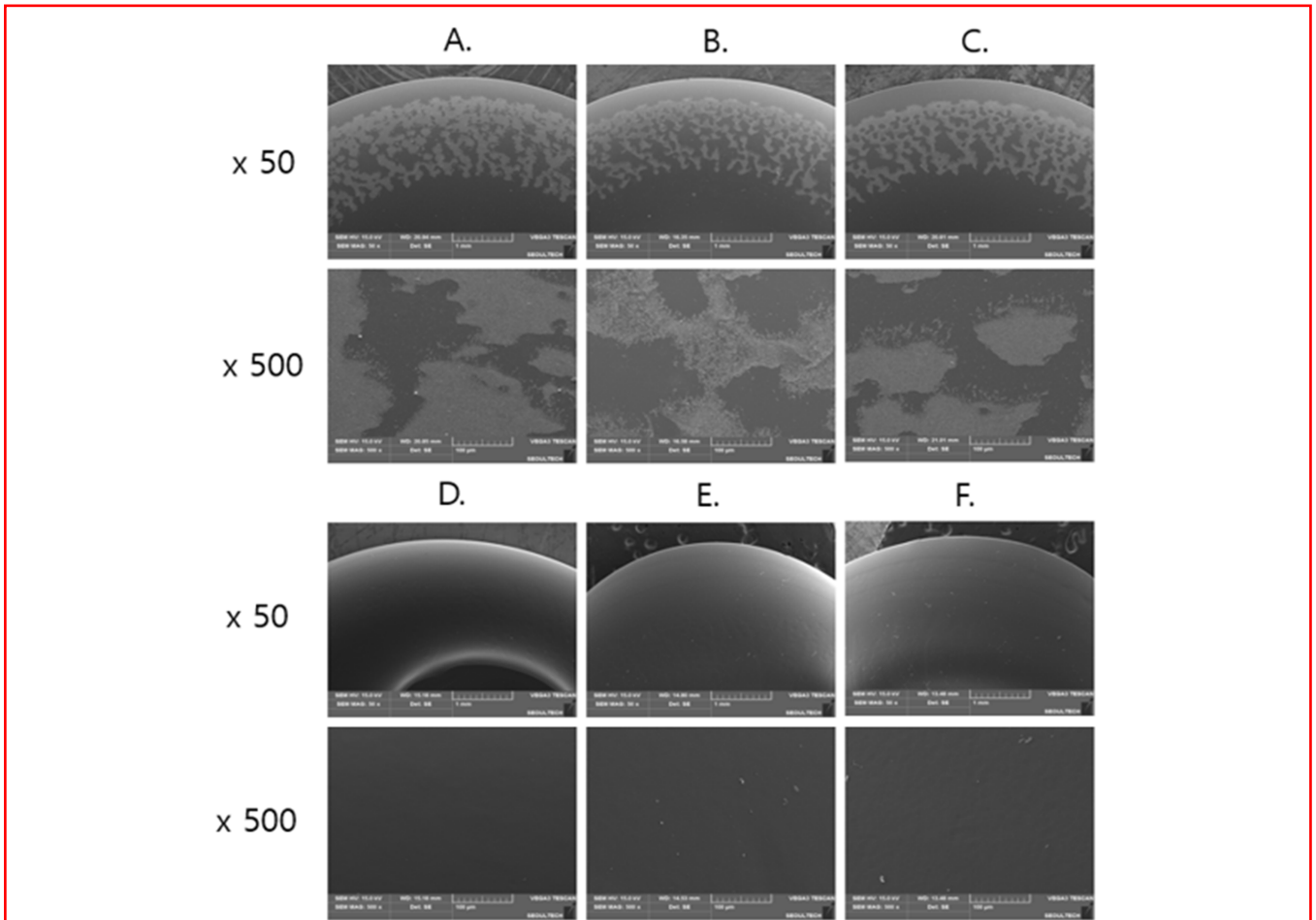


Fig. 8. Representative SEM images of the pigmentation patterns and surface of the circle soft contact lenses after exposure to cleansing products followed by cleaning with a lens care product.

A. Hilafilcon B exposed to PBS, B. Hilafilcon B exposed to cleansing foam, C. Hilafilcon B exposed to cleansing oil, D. Etafilcon A exposed to PBS, E. Etafilcon A exposed to cleansing foam, F. Etafilcon A exposed to cleansing oil

7.0보다 낮은 클렌징오일에서 함수율 감소, 중심두께 감소, 전체직경 감소, 베이스커브 감소가 나타났는데 이는 렌즈의 수축으로 인한 것이며, pH가 8보다 높은 클렌징폼에서는 중심두께 증가, 전체직경 증가, 베이스커브 증가가 나타났던 것은 반대로 렌즈의 팽윤으로 인한 것으로 생각할 수 있다. 따라서 이온성, 비이온성 하이드로겔 렌즈의 pH 변화에 따른 변화 차이로 인해 클렌징폼과 클렌징오일에 따른 렌즈의 파라미터 변화 양상에 차이가 나타났던 것으로 생각된다.

Paugh 등의 연구에서는 하이드로겔 렌즈(nelfilcon A, etafilcon A), 실리콘하이드로겔 렌즈(lotrafilcon A, balafilcon A)를 저, 중, 고삼투성 완충체에 노출했을 때 모든 삼투 조건에서 etafilcon A 재질이 전체직경, 베이스커브, 굴절력에 유의한 변화를 보이는 것으로 나타났다.^[16] 사용된 렌즈 재질 중 etafilcon A 재질의 파라미터 변화폭이 가장 큰 것으로 나타났으며, 특히 굴절력은 ISO 기준을 초과하는 변화를 보였다. Hilafilcon B 재질과 동일한 FDA 그룹인

alphafilcon A 재질의 경우 etafilcon A 재질 다음으로 큰 변화폭을 보였으며, 직경 변화가 ISO 기준을 초과한 것으로 나타났다. Table 2에 제시된 클렌징폼의 구성 성분 중 sorbitol, glycerin, butylene glycol, dipropylene glycol은 고삼투성 계면활성 성분으로,^[17-20] 이는 상대적으로 크게 변하는 etafilcon A 재질의 파라미터의 원인일 가능성이 있다. 클렌징오일의 경우 소수성 성질을 띠는 용액으로 그에 따라 클렌징폼에 비해 변화가 적은 것으로 생각된다.

함수율은 pH가 증가할수록 비선형적으로 감소한다고 알려져 있다.^[21] 본 연구에 사용된 클렌징폼의 pH는 평균 9.0 ± 0.1 , 클렌징오일의 pH는 6.2 ± 0.1 이었으므로 클렌징오일보다 클렌징폼에 노출되었을 때 함수율이 상대적으로 크게 변화하였음을 알 수 있다.

클렌징 제품의 pH는 씨클렌즈의 구조 변형뿐만 아니라 착색 패턴에도 영향을 미칠 수 있다. Ahn 등의 연구에 따르면 알칼리성 환경이 폴리머 매트릭스의 화학 결합을 약화시킬 수 있음을 시사하였다.^[22] 이에 따라 본 연구 결과

또한 클렌징폼의 알칼리성으로 인해 콘택트렌즈의 폴리머 결합력에 영향을 주었고, 따라서 클렌징폼이 렌즈 염료와 반응하거나 안정성을 손상했을 가능성을 배제할 수 없다. 또한 본 연구에서 클렌징오일에 노출된 렌즈도 착색 염료의 경계가 흐릿해지고 번지는 현상이 관찰되었으나, pH가 더 높은 클렌징폼의 경우에서 착색 패턴의 중심부가 더 흐려졌으며 주변부에서 중심부로 갈수록 착색 염료가 더 많이 지워짐을 알 수 있었다. 본 연구에 사용된 etafilcon A 재질 써클렌즈는 샌드위치 공법, hilafilcon B 재질은 micro-encapsulation 공법으로 제조된다. 샌드위치 공법으로 제조된 렌즈는 색소층이 외부와 접촉하지 않아 -20°C 와 80°C 의 온도에 노출되어도 착색 패턴에 변화가 적고, 균열이나 변형이 발생하지 않았던 반면, micro-encapsulation 공법으로 제조된 렌즈는 80°C 에서 색소가 서로 응집되는 현상을 보여 제조 방식에 따라 착색 패턴의 변화가 다름이 보고된 바 있다.^[23] 본 연구에서도 이러한 결과와 유사하게 hilafilcon B 재질 써클렌즈에서 상대적으로 더 큰 착색 패턴의 변화가 나타난 것으로 판단된다. 일반적으로 렌즈 착색 염료로 사용되는 성분에는 titanium dioxide, iron oxide, D & C yellow No. 10 등이 있으며, 이는 모두 미국 FDA와 국내 식품의약품안전처에서 써클 콘택트렌즈 착색제로 사용 허가된 염료들이다.^[24,25] 그 중 D & C Yellow No. 10(Quinoline Yellow)는 음전하를 띠는 수용성 염료로 알려져 있으며, 이 염료가 포함된 써클렌즈를 사용할 경우 양전하를 띠는 계면활성 성분과 정전기적 상호작용을 일으켜 더 민감하게 반응할 가능성이 있다. 본 연구에서 사용된 클렌징 제품들은 비이온성 혹은 음이온성 계면활성 성분이 포함되어 있으나,^[26-28] 만약 양이온성 계면활성제 성분의 클렌징 제품을 사용하게 된다면 렌즈의 변형이 유발될 가능성을 완전히 배제할 수 없다.

결 론

본 연구에서는 설문조사 결과 클렌징폼이 상대적으로 많이 사용되며, 콘택트렌즈를 착용한 상태에서 클렌징 제품을 사용한 경험이 많다는 것을 확인하였다. 써클렌즈를 클렌징 제품에 노출하였을 때 유의한 파라미터 변화가 야기되었는데 특히 클렌징오일보다 클렌징폼에서 변화가 더욱 컸으며, 중심두께와 가시광선 투과율을 제외한 모든 파라미터에서 ISO 허용오차 기준을 초과하는 변화가 유발되었다. 또한 재질에 따른 파라미터 변화량의 차이와 착색 패턴의 변화가 상이함을 알 수 있다. 본 연구에서의 실험 조건이 콘택트렌즈를 착용한 상태에서 세안을 하는 일상 생활에서의 조건과 동일하지는 않았으나 콘택트렌즈가 클렌징 제품에 반복적으로 노출된다면 파라미터의 변화로

렌즈 안정성이 저하될 가능성이 있음을 시사하며 이러한 변화는 적절치 않은 피팅, 착용감과 시력교정 만족도의 저하로 이어질 가능성이 있다. 특히 써클렌즈에서 클렌징 제품으로 인한 착색 패턴의 변화는 렌즈의 안전성에도 영향을 미칠 수 있으므로 클렌징 제품 사용 시에는 반드시 눈에서 렌즈를 제거한 뒤 사용할 것을 권장하며, 만약 착용한 상태로 세안을 한 경우라면 렌즈 관리 용품을 이용하여 세척한 후 보관 및 사용할 것을 제안한다.

본 연구는 클렌징폼과 클렌징오일에 각각 노출하여 변화를 관찰하였으나, 세안 할 때 클렌징 폼과 클렌징 오일을 병행하여 사용하는 경우에 대한 추가적인 연구의 필요성이 있다.

References

- [1] Morgan PB, Woods CA, Tranoudis IG, et al. International contact lens prescrib-ing in 2010. *Contact Lens Spectr.* 2010; 26(1):30-35.
- [2] Statista. Contact Lenses-Worldwide, 2026. <https://www.statista.com/outlook/cmo/eyewear/contact-lenses/worldwide> (11 September 2025).
- [3] Morgan PB, Woods CA, Tranoudis IG, et al. International contact lens prescrib-ing in 2011. *Contact Lens Spectr.* 2012;27:26-32.
- [4] Morgan PB, Woods CA, Tranoudis IG, et al. International contact lens prescrib-ing in 2012. *Contact Lens Spectr.* 2013;28:31-38, 44.
- [5] Morgan PB, Woods CA, Tranoudis IG, et al. International contact lens prescrib-ing in 2013. *Contact Lens Spectr.* 2014;29:30-35.
- [6] Sakr SI, Nayel AA, Khattab AL, et al. Impact of contact lens hygiene risk factors on the prevalence of contact lens-related keratitis in Alexandria-Egypt. *J Ophthalmic Inflamm Infect.* 2024;14:40. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12348-024-00421-1>
- [7] Custom Market Insights. Korea Cosmetic Market 2024-2033, 2026. [https://www.custommarketinsights.com/report/korea-cosmetic-market\(16 March 2026\)](https://www.custommarketinsights.com/report/korea-cosmetic-market(16 March 2026)).
- [8] Korea Health Industry Development Institute. 2019 cosmetics industry analysis report, 2019. <https://www.khidi.or.kr/board/view?linkId=48809330&menuId=MENU00085> (24 March 2026).
- [9] Cosmetic Insight. [Consumer research report (2) - cleansing & face wash] Types of cleansing & face wash products used, 2023. [https://cosinkorea.com/news/article.html?no=47870\(12 September 2025\)](https://cosinkorea.com/news/article.html?no=47870(12 September 2025))
- [10] Lee SG, Ahn SH, Kim SR, et al. Changes in the parameters of soft contact lenses by exposure to different solutions in daily life. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2020; 25(2): 119-130. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2020.25.2.119>
- [11] Cope JR, Collier SA, Rao MM, et al. Contact lens wearer

- demographics and risk behaviors for contact lens-related eye infections—United States, 2014. *Morb Mortal Wkly Rep.* 2015;64(32):865-870. DOI: <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6432a2>
- [12] Park M, Kim SH, Gu BK, et al. Comparisons of the change in soft contact lenses parameters and the cleaning efficiency after eyeliner deposition. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2013; 18(2):107-115. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2013.18.2.107>
- [13] Kim NH, Hwang SD, Kim SR, et al. Effects of artificial tear containing chlorhexidine gluconate on the stability of soft contact lenses. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2024;29(4): 191-201. DOI: <https://doi.org/10.14479/jkoos.2024.29.4.193>
- [14] 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>
- [15] 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>
- [16] Lum E, Perera I, Ho A. Osmolality and buffering agents in soft contact lens packaging solutions. *Cont Lens Anterior Eye.* 2004;27:21-26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clae.2003.11.002>
- [17] Wiktor A, Chadzyska M, Rybak K, et al. The influence of polyols on the process kinetics and bioactive substance content in osmotic dehydrated organic strawberries. *Molecules.* 2022;27(4):1376. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27041376>
- [18] Blomberg A. Yeast osmoregulation—glycerol still in pole position. *FEMS Yeast Res.* 2022;22(1):foac035. DOI: <https://doi.org/10.1093/femsyr/foac035>
- [19] Cichowska J, Żubernik J, Czyżewski J, et al. Efficiency of osmotic dehydration of apples in polyols solutions. *Molecules.* 2018;23(2):446. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules23020446>
- [20] Davis DJ, Burlak C, Money NP. Osmotic pressure of fungal compatible osmolytes. *Mycol Res.* 2000;104(7):800-804. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0953756299002087>
- [21] Lattimore MR. An apparent pH-induced effect on extended wear hydrogel lens water content. *Optom Vis Sci.* 1996; 73(11):689-694. DOI: <https://doi.org/10.1097/00006324-199611000-00003>
- [22] Ahn JH, Jeon YS, Chung DJ, et al. Preparation and swelling behavior of stimuli-responsive PHEMA hybrid gels. *Polymer.* 2011;35(1):94-98. DOI: <https://doi.org/10.7317/pk.2011.35.1.94>
- [23] 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>
- [24] Gupta VK, Mittal A, Gajbe V. Adsorption and desorption studies of a water soluble dye, Quinoline Yellow, using waste materials. *J Colloid Interface Sci.* 2005;284(1):89-98. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2004.09.055>
- [25] ChemicalBook. Quinoline Yellow Product Information, 2026. https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB6123583.htm(24 March 2026).
- [26] SpecialChem. Technical datasheet-Sodium Lauroyl Methyl Taurate, 2025. <https://www.specialchem.com/cosmetics/product/huzhou-ouli-biotechnology-sodium-lauroyl-methyl-taurate>(24 March 2026).
- [27] SpecialChem. Sorbeth-30 Tetraoleate, 2023. <https://www.specialchem.com/cosmetics/inci-ingredients/sorbeth-30-tetraoleate>(12 September 2025).
- [28] SpecialChem. Decyl Glucoside, 2022. <https://www.specialchem.com/cosmetics/inci-ingredients/decyl-glucoside>(24 March 2026).

클렌징 제품이 써클 소프트콘택트렌즈의 파라미터와 착색에 미치는 영향

정재원¹, 손랑¹, 허채원¹, 이준하¹, 박미정², 김소라^{2,*}

¹서울과학기술대학교 안경광학과, 학생, 서울 01811

²서울과학기술대학교 안경광학과, 교수, 서울 01811

투고일(2025년 11월 15일), 수정일(2025년 12월 8일), 게재확정일(2025년 12월 12일)

목적: 본 연구는 클렌징 제품이 써클 소프트콘택트렌즈(이하 써클렌즈)의 파라미터와 착색에 미치는 영향을 평가하고자 하였다. **방법:** hilafilcon B 및 etafilcon A 재질의 써클렌즈를 PBS(대조군), 클렌징폼, 클렌징오일에 각각 30분간 노출시킨 후 합수율, 중심두께, 후정점 굴절력, 전체직경, 베이스커브의 변화를 측정하였다. 또한 렌즈 관리 용품을 이용한 세척 여부에 따른 착색 패턴 변화를 관찰하였다. **결과:** PBS에 노출된 대조군과 비교할 때, 클렌징폼과 클렌징오일에 노출된 두 재질의 렌즈 모두에서 모든 파라미터가 유의하게 변화하였다. 특히 클렌징폼에 노출된 렌즈에서 파라미터 변화와 착색 패턴의 변형이 더 크게 나타났다. 세척을 실시하지 않은 경우 렌즈 표면에 잔여물이 남아 균열과 얇은 막이 관찰되었으나, 렌즈 관리 용품으로 세척한 후에는 잔여물은 관찰되지 않았다. **결론:** 본 연구 결과 써클렌즈의 파라미터와 착색 패턴은 클렌징오일보다 클렌징폼에 더 큰 영향을 받음이 확인되었다. 따라서 클렌징 제품에 장기간 노출된 써클렌즈 착용 시 파라미터 변화로 인하여 부적절한 피팅이 발생할 수 있으며, 착색 패턴 변화로 인하여 렌즈 안전성에도 영향을 미칠 가능성이 있음을 시사한다.

주제어: 써클렌즈, 클렌징 제품, 렌즈 파라미터, 착색 패턴