아이라이너 침착에 의한 소프트 콘택트렌즈 파라미터의 변화 및 세척효과의 비교

박미정, 김사현, 구보경, 김소라*

서울과학기술대학교 안경광학과, 서울 139-743

투고일(2013년 5월 13일), 수정일(2013년 6월 8일), 게재확정일(2013년 6월 15일)

목적: 본 연구에서는 눈 화장품인 아이라이너에 노출시킨 소프트 콘택트렌즈의 파라미터가 어떻게 변하는가를 알아보고, 세척방법을 달리하여 세척하였을 때의 세척효과와 렌즈 파라미터의 회복정도를 비교하고자 하였다. **방법:** 서로 다른 재질로 제조된 3종류의 소프트 콘택트렌즈에 각각 1시간, 4시간 및 6시간 동안 아이라이너를 침착시킨 후 안경용 초음파 세척 및 손 세척을 시행하였으며, 세척 전후 렌즈의 가시광선 투과도, 직경 및 표면의 변화를 비교하였다. **결과:** 소프트 콘택트렌즈의 가시광선 투과도는 아이라이너의 침착시간이 길어질수록 감소하였다. 렌즈의 표면을 관찰한 결과 아이라이너의 침착 양상은 렌즈재질의 물성에 따라 다르게 나타나 narafilcon A 재질 렌즈에서 가장 침착이 큼을 알 수 있었다. 렌즈 직경은 hilafilcon B 및 etafilcon A 재질 렌즈는 감소하였으나, narafilcon A 재질 렌즈는 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 아이라이너의 침착은 안경용 초음파 세척기를 이용한 세척보다는 다목적 용액을 이용한 손 세척 시 세척효율이 우수한 것으로 나타났으나 렌즈의 직경이나 가시광선 투과도, 렌즈 표면 등 렌즈 파라미터가 원래 상태로 회복되는 데에는 한계가 있었다. **결론:** 이상의 결과로 소프트렌즈를 착용한 상태에서 눈 화장 하는 것을 최소화하는 것이 옳으며, 반복적으로 눈 화장을 할 때에는 렌즈 파라미터의 변화를 고려한 착용시간의 단축이나 빠른 렌즈의 교체주기가 필요하다고 사료된다.

주제어: 소프트 콘택트렌즈, 눈 화장품, 안경용 초음파 세척기, 손 세척, 가시광선 투과도, 렌즈 직경, 렌즈 표면

서 론

현재 콘택트렌즈는 본래 목적인 시력교정 뿐만 아니라 미용 목적의 사용으로 인하여 지속적으로 사용인구가 늘고 있는 추세이다. 그러나 안경에 비해 표면에 이물질이 부착되기 쉬우며, 세척이나 보관이 어렵기 때문에 그에 따른 문제점도 많이 발생하고 있다. 나안이거나 안경을 착용한 경우라면 이물질의 대부분은 순목이나 눈물의 항균작용에 의해 제거가 되는데 반해 콘택트렌즈를 착용하였을 경우에는 이러한 이물질의 제거가 용이하지 않아 렌즈의 표면이나 재질 속(pore)에 남아 부착물들을 형성하게 되며, 일단 형성된 부착물은 잘 제거가 되지 않는다. 또한 이물질을 빠른 시간 내에 올바르게 세척을 하지 않으면 침전물이 형성되어 착용감저하나 시력저하, 염증질환, 세균감염, 렌즈변색 등의 부작용이 유발될 수 있다.^[1,2]

특히, 여성들은 콘택트렌즈를 착용한 채 마스크라나 아이라이너, 아이섀도우와 같은 눈 화장을 하는 경우가 많다. 색조화장품은 착색안료, 백색안료, 체질안료, 필안료 등의

분제와 이를 분산시키는 기제로 구성되어 있는데, 기제는 유동과라핀, 바세린, 왁스류, 스쿠알란, 합성세스테르 등과 같은 유분과 글리세린, 프로필렌글리콜 등의 보습제, 계면활성제 등으로 이루어져 있다.^[3] 이들 눈 화장품은 렌즈에 부착되는 이물질이 되기 쉬워 눈에 직, 간접적으로 영향을 줄 뿐만 아니라 콘택트렌즈의 습윤성 및 가시광선 투과도, 곡률반경 등에도 직접적인 영향을 미친다. 즉, 마스크라나 아이라이너와 같은 눈 화장품에는 보존제와 같은 자극적인 화학성분과 왁스, 바세린 등의 유분이 많이 있으며 특히 알콜류나 파라벤 등과 같은 휘발성 유기화합물질은 눈에 염증을 심각하게 유발할 수 있다고 보고된 바 있다.^[4,5] 또한 마스크라에 포함되어 있는 색소와 계면활성제는 눈물막의 안정성을 변화시켜 눈물막 파괴시간을 감소시키며, 마스크라의 중합체는 그 함량이 높을수록 결막 및 혈관에 대한 자극이 심하다고 보고되었다.^[6,7] 장기간의 마스크라나 아이라이너 사용은 결막충혈, 안구건조증 및 눈물점막 개 주위에 색소침착과 같은 영향을 주고 마스크라 색소는 보통 하부 원개결막에 침착될 수 있는 것으로 알려졌다.^[8,9]

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

따라서 콘택트렌즈 착용 시 이물질의 적절한 제거가 필수적이라 하겠다.

콘택트렌즈에 부착된 이물질을 제거하는 방법은 기본적으로 세척액, 다목적용액, 단백질 제거제 등의 화학적 세제를 이용한 손 세척 방법과 초음파를 이용한 물리적 세척방법이 있다. 일반적으로 소비자들은 세척의 용이성 때문에 다목적 용액을 이용한 손 세척을 선호하는 것으로 보고되었다.^[10] 다목적 용액은 세척제, 보존제, 소독제 및 헹굼액 역할을 하는 성분들을 모두 포함하고 있으며, 최근에는 Polyquad(polyquaternium-1), Dymed(polyaminopropyl biguanide) 등과 같은 독성이 적고, 살균력이 높은 성분들이 방부제로 포함되어 있다.^[11] 폴록사민, 트윈스 등의 비이온성 계면활성제는 렌즈 표면에 약하게 부착되어 있는 지방, 단백질 침전물 세척에 도움을 주는 역할을 한다.^[12] 그러나 이러한 다목적 용액을 이용한 손 세척은 사용이 간편하지만 렌즈에 부착된 침전물이 단백질인 경우, 제거 효과는 초음파 세척보다 떨어진다.^[13] 반면 초음파 세척은 세척용액과 렌즈표면의 밀도를 증가시켜 콘택트렌즈의 표면에서 초음파가 교차될 때 렌즈의 표면과 침전물의 결합이 깨어지는 원리를 이용하여 세척효과를 높이기 때문에 세척과 소독이 효과적으로 이루어져 안전하고 편리하고 관리 비용 또한 절감되는 장점이 있어 많은 안경원에서 안경용 초음파 세척기를 이용하여 소프트렌즈를 세척관리하고 있는 것으로 조사되었다.^[11,13] 그러나 반복적인 초음파 처리는 렌즈 표면변화를 초래하는 요소로 작용하는 단점이 있다.^[13]

이에 본 연구에서는 소프트 콘택트렌즈(이하 소프트렌즈)에 눈 색조화장품인 아이라이너를 인위적으로 부착시킨 후 동일한 조건 하에서 안경용 초음파 세척기를 이용한 초음파 세척과 다목적용액을 이용한 손 세척을 각각 시행하고 두 가지 세척법의 세척효과를 세척 전 후의 렌즈직경과 렌즈표면, 가시광선투과도 등을 비교한 후 어떠한 방법이 아이라이너의 세척에 효율적인지를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 실험재료 및 시약

본 연구에서는 서로 다른 재질로 제조된 3 종류의 소프트렌즈를 이용하였다. FDA 분류상 group I인 narafilcon A 재질의 Acuvue TruEye(Johnson & Johnson Inc.), group II인 hilafilcon B 재질의 SofLens Daily(Bausch & Lomb Inc.) 및 group IV인 etafilcon A 재질의 Acuvue 1 day(Johnson & Johnson Inc.)를 각각 사용하였다(Table 1).

라이소자임, NaH_2PO_4 , SDS, NaCl, KCl, NaHCO_3 , Biuret

Table 1. The general properties of soft contact lenses

Contact Lens	Acuvue True eye	SofLens Daily	Acuvue 1day
Manufacturer	Vistacon	Bausch & Lomb	Vistacon
USAN	Narafilcon A	Hilafilcon B	Etafilcon A
Water content	46%	59%	58%
FDA group	Group I	Group II	Group IV
Diameter	14.2 mm	14.2 mm	14.2 mm
Back vertex power	-3.00 D	-3.00 D	-3.00 D

Reagent, Folin and Ciocalteu's Phenol Reagent는 SIGMA(St. Louis, USA)사 제품을, 알부민, CaCl_2 , Na_2HPO_4 는 AMRESCO(Solon, USA)사 제품을 사용하였다. 생리식염수는 유니린스 염화나트륨액(유니제약)을, 다목적 용액은 Bausch & Lomb사의 Re-nu Fresh®(hydroxyalkylphosphonate, boric acid, edetate disodium, poloxamine, sodium borate and sodium chloride; DYMED 0.0001% 함유)를 사용하였다.

2. 아이라이너 침착

세 가지 재질의 렌즈를 각각 두 군으로 분류하여 한 쪽은 3 ml의 인공누액(알부민 0.54 g, 뮤신 0.18 g, 글로불린 0.18 g, 리소자임 0.18 g, CaCl_2 0.001 g in 100 ml 인산완충용액[pH7.0, 0.01 M])^[14]에 넣어 침착시켰으며, 다른 한 군은 3ml의 인공누액에 평소 아이라이너(에코 젤 라이너, 이니스프리, 한국)^[15] 1회 분량인 0.03 g^[1]을 섞은 후 콘택트렌즈를 넣어 침착시켰다. 두 군 모두 세 가지 재질의 렌즈를 실험조건 별로 각각 6개씩 사용하여 1시간, 4시간 및 6시간 동안 침착시켰다.

3. 소프트렌즈의 가시광선 투과도 측정

렌즈의 가시광선 투과도를 측정하기 위해서 UV spectrometer(CL-100, TM-1, Topcon, Japan)를 사용하였다. 화장품을 침착시킨 그룹과 인공누액만을 침착시킨 그룹의 투과도를 각각 측정하였으며, 아이라이너를 침착시킨 그룹의 경우 세척 전 후를 비교하기 위해서 렌즈 세척 후 투과도를 다시 한 번 측정하였다. 측정하기 전에 콘택트렌즈의 물기를 제거 하였으며, slide glass위에 부착시키고 측정하였다.

4. 소프트렌즈의 표면 관찰

주사전자 현미경(Hitachi S-4200, Hitachi, Japan)을 이용하여 30배 확대한 후 렌즈 표면의 부착물을 관찰하였다.

5. 소프트렌즈의 직경 측정

눈금자가 있는 받침대에 렌즈를 올려두고 세극등 현미

경(TOPCON, SL-7E, JAPAN)을 이용하여 사진을 찍고 파일로 변환한 후 포토샵 프로그램의 격자를 이용하여 렌즈의 직경을 측정하였다.

6. 소프트렌즈의 세척 실험

본 실험에서는 다목적 용액을 이용한 손 세척과 안경용 초음파 세척기를 이용하여 초음파 세척을 각각 시행하였다. 안경용 초음파 세척기(SH-1025(주파수 28 kHz), 새한 초음파산업사)를 이용한 세척의 경우 유리병 렌즈용기에 다목적용액(Re-nu Fresh)을 3 ml 채우고 아이라이너에 노출시킨 콘택트렌즈를 넣은 다음 안경용 초음파 세척기 중앙에 고정시킨 후 기존의 연구결과를 참고하여^[13] 1분 간 세척시켰다. 안경용 초음파 세척기에는 총 600 ml의 물을 채워 넣었으며, 초음파에 의한 온도 상승을 우려하여 실험 시 수온을 일정하게 유지시켰다.

손 세척은 제조회사의 권장사항에 따라 다목적 용액(Re-nu Fresh) 3~4방울을 렌즈에 떨어뜨리고 20초 동안 부드럽게 문질러서 손 세척을 하였다. 손 세척 시 20~25회 정도 일정한 횟수로 문질렀으며, 렌즈 손상을 우려하여 최대한 부드럽게 문질렀다.

7. 통계처리

실험 결과는 $\text{mean} \pm \text{SD}$ 로 표시하였으며, 동일 재질의 렌즈에서 침착시간에 따른 렌즈 파라미터 변화의 통계적

유의성은 one-way ANOVA test로, 재질의 종류나 세척 전후의 렌즈 파라미터 변화는 paired t-test로 검증하였으며, p값이 0.05이하일 경우 통계적으로 유의한 것으로 판단하였다.

결과 및 고찰

1. 아이라이너가 침착된 소프트렌즈의 가시광선 투과도

콘택트렌즈 침착에 영향을 주는 요인들은 렌즈의 재질, 부적절한 렌즈의 피팅, 눈물의 양과 성분의 차이, 렌즈의 올바른지 못한 관리 등이 있다. 이 중 누액 유래 단백질이나 지방의 침착에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 렌즈의 재질이다.^[16,17] 이에 본 연구에서는 서로 다른 재질인 narafilcon A, hilafilcon B 및 etafilcon A의 소프트렌즈에 인공누액과 아이라이너를 각각 침착시킨 후 렌즈 재질 및 아이라이너 침착시간에 따른 가시광선 투과도의 변화를 측정하였다.

인공누액이나 아이라이너 침착시간에 따른 렌즈의 가시광선투과도를 살펴보면 침착시간이 증가할수록 렌즈의 가시광선 투과도는 모두 감소하는 양상을 보였으며(Fig. 1), 아이라이너 침착에 따른 투과도의 감소는 통계적으로도 유의한 변화이었다($p < 0.001$ by one-way ANOVA).

소수성 재질이 많이 함유된 아이라이너의 침착으로 인한 가시광선 투과도의 감소가 같은 시간 동안 인공누액의

Fig. 1. The representative photographs of soft contact lenses after the exposure to eyeliner for 4 hours by scanning electron microscope($\times 30$).

Fig. 2. Change in exposure light transmissions of soft contact lenses by the exposure of artificial tear(A) and eyeliner(B).

침착으로 인한 렌즈의 투과도 감소보다 컸으며, 이러한 변화는 etafilcon A 및 lotrafilcon B 재질 렌즈에 아이메이크업을 침착시킨 후 가시광선 투과도의 변화를 보고한 선행 연구의 결과와 비교하였을 때 매우 유사한 양상을 나타내었다.^[1] 즉, 1시간 동안 아이라이너에 침착시킨 narafilcon A, hilafilcon B 및 etafilcon A 재질 렌즈의 투과도는 각각 $86.5 \pm 3.1\%$, $88.1 \pm 2.6\%$ 및 $90.2 \pm 2.5\%$ 로 침착 전에 비하여 각각 9.2%, 7.4% 및 6.3% 감소하였다. 반면 인공누액에 1시간 동안 침착시킨 경우는 동일 순서대로 각각 $92.2 \pm 2.0\%$, 93.6 ± 1.0 및 $94.2 \pm 1.4\%$ 의 투과도를 보였으나 유의한 차이는 아니었다. 6시간 동안 아이라이너를 침착시킨 narafilcon A, hilafilcon B 및 etafilcon A 재질 렌즈의 가시광선 투과도는 $78.4 \pm 3.5\%$, $82.3 \pm 2.6\%$ 및 $87.7 \pm 2.7\%$ 로 깨끗한 렌즈의 투과도와 비교하여 각각 17.1%, 14.3% 및 9.3% 감소하였다. 반면 동일 시간 동안 인공누액에 침착시킨 경우는 순서대로 각각 8.1%, 7.2% 및 6.0% 감소함을 보였다. 이상의 결과로 가시광선 투과도는 동일한 시간조건이라면 인공누액의 단백질보다는 아이라이너의 소수성 재질의 침착에 영향을 크게 받는 경향이 있는 것으로 나타났으며, 특히 아이라이너에는 탈크 등 불투명화제로 사용되는 물질이 함유되어 있기 때문에 침착시간이 길어질수록 가시광선 투과도의 감소가 컸던 것으로 생각할 수 있었다.^[15]

렌즈의 재질적 특성을 고려할 때 비이온성인 narafilcon A와 hilafilcon B 재질에서 아이라이너 침착에 따른 가시광선투과도의 감소 경향은 비슷하였으나 실리콘 하이드로겔 렌즈인 narafilcon A의 가시광선투과도의 감소가 HEMA를 기초로 한 hilafilcon B 재질의 경우보다 더 컸다. 그러나 두 렌즈 간의 가시광선 투과도의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p=0.197$ by paired t-test). 하이드로겔 렌즈인 hilafilcon B와 etafilcon A 재질의 투과도를 비교했을 때에는 비이온성 재질인 hilafilcon B 렌즈에 비해 이온성 재질인 etafilcon A에 아이라이너를 침착시켰을 때 가

시광선 투과도의 감소가 더 적었으며 이는 통계적으로 유의한 차이이었다($p=0.029$ by paired t-test). 렌즈 재질에 따른 가시광선 투과도 변화의 통계적인 유의성은 etafilcon A와 narafilcon A 사이에서 가장 큰 것으로 나타났다($p=0.001$ by paired t-test). 이러한 차이는 본 실험에 사용한 아이라이너 성분 중 소수성인 실릴카실릴레이트, 왁스 형태인 세레신 등^[15]이 친수성을 가지는 HEMA 재질 보다 소수성인 실리콘 하이드로겔에 더 많이 침착됨으로써 발생한 것으로 보인다. 세 개의 재질을 1시간 동안 짧게 아이라이너에 침착시킨 경우에도 실리콘의 소수성으로 인하여 narafilcon A 재질의 가시광선 투과도가 HEMA 재질인 다른 두 재질에 비해 가장 낮은 것으로 측정되었다.

2. 아이라이너가 침착된 소프트렌즈의 표면

아이라이너를 침착시켜 가시광선 투과도의 감소가 관찰된 narafilcon A, hilafilcon B 및 etafilcon A 재질의 렌즈 표면을 주사전자현미경으로 30배 확대하여 관찰하였으며 아이라이너를 침착시키지 않은 새 렌즈의 표면과 비교하였다(Fig. 2).

저함수/비이온성의 실리콘 하이드로겔인 narafilcon A 재질은 아이라이너가 덩어리진 형태로 두껍게 로 침착된 것을 확인할 수 있었다. 비이온성 재질인 hilafilcon B 재질의 렌즈 표면에도 역시 아이라이너의 침착을 확인할 수 있었으나 narafilcon A 재질 렌즈에서 보였던 덩어리진 형태의 침착은 아니었고 얇으면서 넓게 퍼진 형태의 침착이었다. 세 렌즈 가운데 가장 적은 가시광선 투과도의 감소를 보였던 etafilcon A 재질의 렌즈표면에서는 적은 부위의 아이라이너 침착이 관찰되었다. 즉, 아이라이너는 소수성 재질이 다량 함유되어 있기 때문에 이온성 재질인 etafilcon A에서 가장 적은 침착이 나타남을 알 수 있었다.

3. 아이라이너에 침착된 소프트렌즈의 직경 변화

아이라이너를 침착시킨 소프트렌즈의 직경을 측정한 후

Fig. 3. Change in the lens diameters of soft contact lenses by the deposition of artificial tear(A) and eyeliner(B).

침착되지 않은 새 렌즈 및 인공누액에 동일시간 동안 침착시킨 렌즈의 직경과 비교해 보았다. 인공누액에 침착시킨 세 종류의 렌즈 직경은 모두 다소 감소하는 경향을 보였다(Fig. 3A). 이러한 결과는 etafilcon A 재질의 렌즈에 누액단백질을 인위적으로 침착시켰을 때 침착시간이 증가함에 따라 렌즈의 직경이 감소한다는 기존의 연구결과와 일치하였다.^[18]

세 종류의 렌즈는 아이라이너의 침착시간이 증가할수록 직경이 변화하여 통계적으로도 유의한 차이를 보였다(Fig. 3B, $p=0.001$ by one-way ANOVA). HEMA를 기초로 한 소프트렌즈인 hilafilcon B와 etafilcon A 재질의 렌즈는 아이라이너에 침착 후 직경이 새 렌즈의 직경에 비해 줄어든 것으로 측정되었다(Fig. 3B). 즉, 4시간 동안 아이라이너를 하이드로겔 렌즈에 침착시킨 경우 hilafilcon B 재질 렌즈의 전체직경은 14.20 ± 0.11 mm에서 13.58 ± 0.20 mm로, etafilcon A재질 렌즈의 직경은 14.20 ± 0.23 mm에서 14.01 ± 0.18 mm로 감소하여 새 렌즈의 직경 보다 각각 0.62 mm 및 0.19 mm 감소함을 보였다. 아이라이너 침착 후 비이온성인 hilafilcon B와 이온성인 etafilcon A 재질 렌즈의 전체직경 차이는 통계적으로도 유의한 차이였다($p=0.008$ by paired t-test).

반면 실리콘 하이드로겔 렌즈인 narafilcon A의 경우 아이라이너에 침착시키는 시간이 길어질수록 렌즈의 전체직경이 오히려 증가하는 양상을 보였다. 즉, 4시간 동안 아이라이너에 침착된 렌즈의 직경은 14.60 ± 0.30 mm로 측정되어 새 렌즈의 직경인 14.20 ± 0.34 mm에 비하여 0.40

Fig. 4. The representative photograph of narafilcon A exposed to the eyeliner for 4 hours.

mm증가하였다. 이는 렌즈에 아이라이너가 덩어리 채 두 겹게 달라붙어 렌즈의 형태가 변형되어 전체직경이 증가한 것으로 생각되었다(Fig. 4).

3. 세척 후 소프트렌즈의 가시광선 투과도 변화

아이라이너가 침착된 소프트렌즈를 각각 손 세척 및 안경용 초음파 세척기를 이용하여 세척을 하였으며, 세척 후 렌즈의 가시광선 투과도를 측정하여 세척 방식에 따른 가시광선 투과도의 변화를 비교해 보았다(Tables 2 and 3).

안경용 초음파 세척기로 세척한 군 보다 손 세척을 한 렌즈 군의 가시광선 투과도가 세척 전 렌즈의 가시광선 투과도에 비해 더 많이 증가하였으며 이는 통계적으로도 유의한 차이였다($p=0.029$ by one-way ANOVA). 즉, 아이라이너를 4시간 동안 침착시킨 소프트렌즈를 손 세척 하였을 때에는 세척 전에 비해 narafilcon A, hilafilcon B 및

Table 2. Change in visible light transmissions of soft contact lenses after the ultrasonic cleaning

Exposure time	1 hour		4 hour		6 hour	
Lens condition	Before cleaning	After cleaning	Before cleaning	After cleaning	Before cleaning	After cleaning
Lens material						
Narafilcon A	87.0 $\pm$ 3.0%	89.5 $\pm$ 2.4%	82.1 $\pm$ 3.9%	84.6 $\pm$ 3.8%	79.8 $\pm$ 4.1%	82.0 $\pm$ 4.0%
Hilafilcon B	89.0 $\pm$ 2.7%	91.8 $\pm$ 2.7%	83.8 $\pm$ 3.8%	86.9 $\pm$ 3.7%	83.3 $\pm$ 5.2%	85.3 $\pm$ 4.7%
Etafilcon A	91.0 $\pm$ 2.6%	94.0 $\pm$ 1.7%	88.5 $\pm$ 1.8%	92.0 $\pm$ 2.2%	88.8 $\pm$ 2.1%	90.0 $\pm$ 2.4%

Table 3. Change in visible light transmissions of soft contact lenses after cleaning with the rubbing by hands

Exposure time	1 hour		4 hour		6 hour	
Lens condition Lens material	Before cleaning	After cleaning	Before cleaning	After cleaning	before cleaning	After cleaning
Narafilcon A	86.0±3.2%	92.0±2.2%	79.5±5.2%	86.3±3.1%	77.0±6.2%	81.2±5.1%
Hilafilcon B	87.3±2.3%	94.1±2.3%	82.5±3.4%	91.2±3.9%	80.9±5.7%	87.4±3.8%
Etafilcon A	89.4±1.9%	92.2±2.1%	87.3±2.3%	94.3±1.7%	86.4±3.5%	91.0±2.9%

etafilcon A 재질렌즈의 가시광선 투과도는 각각 6.8%, 8.7% 및 7.0%증가한 반면, 초음파 세척 후에는 2.5%, 3.0% 및 3.5% 증가하였는데 이러한 두 세척방법에 의한 가시광선 투과도 회복은 통계적으로 유의한 차이였다 (narafilcon A, $p=0.021$; hilafilcon B, $p=0.042$; etafilcon A, $p=0.031$ by paired t-test). 한편 본 실험에서 가장 긴 침착 시간이었던 6시간 동안 아이라이너를 침착시켰던 렌즈의 경우 narafilcon A, hilafilcon B 및 etafilcon A 재질의 렌즈 가시광선 투과도가 각각 4.2%, 6.5% 및 4.6% 가량 회복되어 4시간 동안 침착시킨 렌즈보다 가시광선 투과도의 회복 정도가 작았으며(Table 3), 이는 초음파 세척군의 투과도와 비교하여도 유의한 차이는 아니었다(narafilcon A, $p=0.578$; hilafilcon B, $p=0.273$; etafilcon A, $p=0.280$ by paired t-test).

아이라이너를 침착시킨 세 재질의 렌즈 모두 세척을 하더라도 가시광선 투과도가 깨끗한 렌즈의 투과도에 미치

지 못하였다. 특히, narafilcon A 재질의 경우 침착 시간이 길어질수록 렌즈표면에 화장품 덩어리가 강하게 부착이 되었으며, 이로 인해 세척 후에도 화장품 덩어리가 완벽하게 제거되지 않았으며, 같은 비이온성 렌즈인 hilafilcon B 재질 렌즈와 비교하여 보더라도 아이라이너의 세척효율이 떨어졌다. ANSI Z80.20 규정에 따르면 투명한 소프트렌즈의 경우 가시광선 투과도는 88%이상으로 규정되어 있다.^[19] 본 실험의 결과로 1시간 정도 아이라이너를 침착시킨 렌즈는 적절한 세척으로 가시광선 투과도가 회복되었으나, 4시간 이상 아이라이너를 침착시킨 경우 비이온성의 hilafilcon B재질 렌즈와 실리콘 하이드로겔인 narafilcon A 재질의 렌즈는 다목적 용액으로 이용하여 손으로 문질러 세척을 하더라도 88% 이상의 가시광선 투과도로 회복되지 않았으므로 ANSI Z80.20 규정에 적합하지 않는다고 판단되었다. 뿐만 아니라 적은 침착량을 보였던 이온성의 etafilcon A 재질 렌즈는 세척 후 ANSI Z80.20 규정에 적

Fig. 5. The representative photographs of soft contact lenses exposed to the eyeliner for 4 hours and cleaned contact lenses with two cleaning methods($\times 30$).

합한 가시광선 투과도로 회복되었으나 대조군인 새 렌즈의 가시광선 투과도(97%)에 비해 적지 않은 차이를 보임을 알 수 있었다.

4. 세척 후 소프트렌즈 표면의 변화

세척 방법에 따라 소프트렌즈의 표면에 부착된 아이라이너의 제거 정도를 확인하기 위하여 주사전자현미경을 이용하여 렌즈 표면을 관찰하였다. 4시간 동안 아이라이너를 침착시킨 렌즈의 표면을 전체적인 렌즈의 표면을 확인하기 위해서 30배율로 확대하여 촬영하였다. 세 개의 재질 모두 표면에 아이라이너가 부착된 모습을 관찰할 수 있었다(Fig. 5).

다목적 용액을 이용하여 손 세척을 한 렌즈의 경우 세 재질 모두 세척 전보다 렌즈표면의 이물질이 제거되었지만, 아이라이너로 추정되는 이물질이 조금 남아있었다. 반면에 초음파를 이용하여 세척을 하였을 때, 세 종류의 렌즈가 모두 손 세척에 비해 이물질이 깨끗하게 제거되지 않았으며, narafilcon A 재질 표면에서는 세척 후에도 화장품이 덩어리째 남아 있는 모습을 관찰할 수 있었으며, hilafilcon B의 경우에도 세척 전과 비교하여 렌즈 표면에 이물질이 많이 남아 있었다. Etafilcon A는 상대적으로 세척 전에 비해서 화장품이 많이 제거 되었지만, 손 세척에 의한 세척 방법보다는 깨끗하게 제거되지 않았다. 두 가지 세척방법 모두化妆품을 깨끗하게 제거할 수 없었음이 렌즈의 표면관찰로 확인되었다.

실리콘 하이드로겔 렌즈인 narafilcon A는 화장품 침착 후 렌즈 형태가 다른 두 재질에 비해서 심하게 변형된 모

습을 육안으로 볼 수 있었는데 주사전자현미경 사진에서도 렌즈가 울퉁불퉁하게 변형된 모습을 관찰할 수 있었으며 손 세척을 하더라도 원래의 형태로 회복되지 않음을 알 수 있었다. 렌즈에 남아 있는 이러한 화장품 성분은 착용감의 저하나 렌즈의 투명도 저하, 색소의 침착 등과 같은 눈에 좋지 않은 영향을 줄 수도 있을 것이다.

5. 세척 후 소프트렌즈의 직경 변화

아이라이너를 침착시킨 소프트렌즈를 각각 손 세척 및 안경용 초음파 세척기를 이용하여 세척을 하였으며, 세척 후 렌즈의 직경을 측정하여 세척방식에 따른 직경의 변화를 비교해 보았다(Tables 4 and 5).

HEMA 재질인 hilafilcon B 및 etafilcon A재질 렌즈의 경우 아이라이너의 침착으로 인하여 줄어 들었던 렌즈 직경이 안경용 초음파 세척기를 이용한 세척방식과 손 세척방식 모두 세척 후에는 세척 전에 비하여 증가함을 알 수 있었다. 반면 narafilcon A 재질 렌즈의 경우 아이라이너 침착으로 인하여 늘어났던 직경이 세척 후에는 감소함을 확인할 수 있었다.

즉, 4시간 동안 아이라이너를 침착시킨 세 재질의 렌즈를 손 세척 하였을 때에는 narafilcon A, hilafilcon B 및 etafilcon A 재질 렌즈의 직경은 각각 14.25 ± 0.24 mm, 14.11 ± 0.10 mm 및 14.14 ± 0.18 mm로 측정되어 세척 전보다 -0.39 mm, $+0.58$ mm 및 $+0.15$ mm 가량 변화함을 알 수 있었다(Table 5). 반면에 초음파 세척 후 측정한 narafilcon A, hilafilcon B 및 etafilcon A 재질 렌즈의 직경은 14.50 ± 0.49 mm, 13.77 ± 0.14 mm, 및 14.09 ± 0.22

Table 4. Change in lens diameters of soft contact lenses exposed to the eyeliner after ultrasonic cleaning

unit: mm

Exposure time	1 hour		4 hour		6 hour	
Lens condition Lens material	Before cleaning	After cleaning	Before cleaning	After cleaning	Before cleaning	After cleaning
Narafilcon A	14.12 ± 0.19	14.14 ± 0.19	14.65 ± 0.38	14.50 ± 0.49	14.66 ± 0.17	14.50 ± 0.22
Hilafilcon B	13.98 ± 0.19	14.15 ± 0.25	13.61 ± 0.14	13.77 ± 0.14	13.50 ± 0.16	13.60 ± 0.24
Etafilcon A	14.17 ± 0.18	14.27 ± 0.09	14.03 ± 0.23	14.09 ± 0.22	13.81 ± 0.06	13.98 ± 0.10

Table 5. Change in lens diameters of soft contact lenses exposed to the eyeliner after cleaning with the rubbing by hands

unit: mm

Exposure time	1 hour		4 hour		6 hour	
Lens condition Lens material	Before cleaning	After cleaning	Before cleaning	After cleaning	Before cleaning	After cleaning
Narafilcon A	14.00 ± 0.18	14.11 ± 0.34	14.64 ± 0.12	14.25 ± 0.24	14.62 ± 0.01	14.43 ± 0.39
Hilafilcon B	14.06 ± 0.17	14.13 ± 0.18	13.54 ± 0.27	14.11 ± 0.10	13.44 ± 0.18	14.00 ± 0.32
Etafilcon A	14.09 ± 0.26	14.20 ± 0.42	14.00 ± 0.17	14.14 ± 0.18	13.85 ± 0.06	13.98 ± 0.07

mm로 측정되어 세척 전 보다 각각 -0.15 mm, $+0.16$ mm 및 $+0.06$ mm 변화하였다(Table 4). 이렇듯 손 세척 후 렌즈직경이 초음파 세척 후 측정한 렌즈의 직경보다 더 크게 변화하는 경향을 보였지만 통계적으로는 유의하지 않았다($p=0.608$). 이는 아이라이너에 침착된 렌즈는 형태가 변형되어 세척 후에 아이라이너가 어느 정도 제거 되더라도 렌즈의 직경이 원래 상태로 돌아가지 못하는 경우가 발생하였기 때문인 것으로 생각된다. 이러한 렌즈 직경의 감소나 증가는 렌즈의 피팅에 영향을 미쳐 hilafilcon B나 etafilcon A 재질의 렌즈의 경우는 초기의 피팅보다 스틱하게 피팅이 되고, narafilcon A재질의 렌즈는 플랫하게 피팅이 될 수 있다. 뿐만 아니라 렌즈에 맞닿은 각막부위에 물리적인 자극이 더 가해지게 되어 충혈을 유발할 수도 있으며 중심잡기에도 영향을 미칠 것으로 생각되었다. 아이라이너가 침착된 세 개의 재질 렌즈는 모두 세척을 하더라도 깨끗한 렌즈의 직경에 미치지 못하는 한계가 있었다. 따라서 아이라이너와 같은 눈 화장품의 반복적인 노출은 적절한 세척을 거친다하더라도 렌즈 직경의 변화를 유발할 수 있으며 이는 착용감 저하나 시력의 질 저하의 원인 중 하나로 작용할 것으로 사료된다.

결 론

소프트렌즈에 눈 화장품인 아이라이너를 침착시켰을 때 비이온성 재질인 narafilcon A와 hilafilcon B 재질 렌즈에 아이라이너가 많이 침착되어 있었으며 etafilcon A에는 다른 두 렌즈에 비해서 침착량이 적었으나, 아이라이너에 침착되는 시간이 길어질수록 소프트렌즈의 가시광선 투과도는 점점 감소하였다. 렌즈 직경의 변화는 hilafilcon B와 etafilcon A 재질 렌즈는 감소하는 경향을 보였으며, narafilcon A 재질 렌즈는 오히려 증가하는 것으로 나타났다. Narafilcon A의 경우 아이라이너가 덩어리로 뭉쳐있었으며, 특히 렌즈의 edge부분에 원형으로 띠를 이루어 침착이 되어 있어서 렌즈의 형태가 변형이 컸다. 이러한 아이라이너의 침착은 안경용 초음파 세척기를 이용한 세척보다는 다목적 용액을 이용한 손 세척 시 세척효율이 우수한 것으로 나타났으나 렌즈의 관리를 철저히 시행한다 하더라도 아이라이너 침착으로 인한 렌즈의 직경이나 가시광선 투과도, 렌즈 표면 등 렌즈 파라미터 회복에는 한계가 있음을 알 수 있었다. 이에 소프트렌즈를 착용한 상태에서는 눈 화장하는 것을 최소화하는 것이 옳으며, 반복적으로 눈 화장을 할 때에는 렌즈 파라미터의 변화를 고려한 착용시간의 단축이나 빠른 렌즈의 교체 주기가 필요하다고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2013년 서울과학기술대학교 교내 연구비의 지원으로 수행되었습니다.

The study was supported by Seoul National University of Science and Technology.

REFERENCES

- [1] Kim JE, Jung BY, Noh HR. Changes in optical and surface properties of contaminated soft contact lenses. J Korean Oph Opt Soc. 2012;17(1):83-89.
- [2] Kim SR, Shin SM, Park JA, Park M. The contamination level of lens cases by various wearing and storage periods of soft contact lens and the actual condition of lens cases care. J Korean Oph Opt Soc. 2011;16(2):135-145.
- [3] Kim JD, Kim SJ, Kim HS, Park KH, Lee HS, Jin SE. New cosmetics, 2nd Ed. Seoul: Dong Hwa Eng, 2007;479-480.
- [4] Ciolino JB, Mills DM, Meyer DR. Ocular manifestations of long-term mascara use. Ophthal Plast Reconstr Surg. 2009;25(4):339-341.
- [5] Malik A, Clauou C. Transport and interaction of cosmetic product material within the ocular surface: Beauty and the beastly symptoms of toxic tears. Cont Lens Ant Eye. 2012;35(6):247-259.
- [6] Choi SH, Kim SY. The effects of the mascara on the tear film break-up time. J Korean Ophthalmol Soc. 1994; 35(3):229-234.
- [7] Kim SM, Kim JH, Kim JC, Joo CK, Koh JS, Lee H, et al. Safety study of hypoallergenic mascara for human eyes. J Korean Oph Opt Soc. 1995;36(12):2074-2080.
- [8] Jang S, Koh YM, Kim HJ, Kang BH, Lee EH. The ingredients of mascara causing effects on the eyes. J Korean Oph Opt Soc. 2009;14(4):83-87.
- [9] Davis LJ, Paragina S, Kincaid MC. Mascara pigmentation of the bulbar conjunctiva associated with rigid gas permeable lens wear. Optom Vis Sci. 1992;69(1):66-71.
- [10] Efron N, Morgan PB. Soft contact lens care regimens in the UK. Cont Lens Ant Eye. 2008;31(6):283-284.
- [11] Ju EH, Lee KJ, Leem HS. The effects of ultrasonic cleaner for eyeglasses on protein deposits and parameters in soft contact lens. J Korean Oph Opt Soc. 2010;15(3): 227-234.
- [12] Choi KS. The contact lens manual. 3rd Ed. Seoul: Daehak publishing company, 2010;201-220.
- [13] Koo SB, Cho SB, Park M, Kim SR. The investigation on ultrasonic cleaning of soft contact lenses in local optical shops and the protein removal effect by lens containers. J Korean Oph Opt Soc. 2011;16(1):31-40.
- [14] Song JO, Choi JS, Kim DS, Park M. The change of soft contact lens after being exposed to fundamental cosmetics. J Korean Oph Opt Soc. 2006;11(2):99-107.

- [15] Innisfree. Eco gel liner, 2012. <http://innisfree.co.kr/productView.do?method=productView&seq=4125> (10 August 2012).
- [16] Dart JK, Stapleton F, Minassian D. Contact lenses and other risk factors in microbial keratitis. *Lancet*. 1991;338 (8768):650-653.
- [17] Jones L, Mann A, Evans K, Franklin V, Tighe B. An in vivo comparison of the kinetics of protein and lipid deposition on group II and group IV frequent replacement contact lenses. *Optom Vis Sci*. 2000;77(10):503-510.
- [18] Park M, Cho GT, Shin SH, Lee HS, Kim DS. The diameter and base curve changes of soft contact lens by protein deposition, *J Korean Oph Opt Soc*. 2005;10(3):165-171.
- [19] ANSI Z80.20. Ophthalmics-Contact hydrogel lenses, Standard Terminology, Tolerances, Measurements and Physicochemical Properties, 2010 (published Dec 6 2010 by American National Standards Institute).

Comparisons of the Change in Soft Contact Lenses Parameters and the Cleaning Efficiency after Eyeliner Deposition

Mijung Park, Sa Hyun Kim, Bo Kyoung Ku, and So Ra Kim*

Dept. of Optometry, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 139-743, Korea

(Received May 13, 2013; Revised June 8, 2013; Accepted June 15, 2013)

Purpose: This study was conducted to investigate the change of soft contact lens parameters after eyeliner deposition and compare the cleaning efficiency and the recovery rate of lens parameters by different cleaning methods. **Methods:** The eyeliner was deposited on three types of soft contact lenses made of different materials for 1 hour, 4 hours and 6 hours and those lenses were washed by the eyeglasses ultrasonic cleaning and by hands. The changes in visible light transmittance, diameter and surface of those lenses were compared before and after cleaning of the lens. **Results:** The visible light transmittance of soft contact lenses decreased along with the deposition time of eyeliner. The patterns of the eyeliner deposition on soft contact lens appeared differently depending on the physical properties of the lens material. Thus, the largest eyeliner deposition was found on narafilecon A lens. The diameters of hilafilcon B and etafilcon A lenses were decreased, however, the diameter of narafilecon A lens was increased. The cleaning efficiency of the eyeliner deposition was greater with the multi-purpose solution by hands than with the eyeglasses ultrasonic cleaner. However, the recovery of lens parameters such as the lens diameter, visible light transmittance and lens surface due to the eyeliner deposition to its original state was limited. **Conclusions:** From these results, it is suggested to minimize eye makeup when wearing soft contact lens. Furthermore, the reduced wearing time and shorter cycle of lens replacement may be needed by considering a change of lens parameter when the repeat eye makeup is applied.

Key words: Soft contact lens, Eye makeup, Ultrasonic cleaner for eyeglasses, Washing by hands, Visible light transmittance, Lens diameter, Lens surface