



Correlation between Tear Volume and Tear Film Stability and Protein Amount Deposited on Soft Contact Lenses in Dry Eyes

Jae Myeong Song¹, Su jin Kwon¹, Eun Jung Cho¹, So Ra Kim², and Mijung Park^{2,*}

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 6, 2018: Revised December 6, 2018: Accepted March 8, 2019)

Purpose: This study was conducted to investigate the effect of tear volume and tear film stability on the amount of protein deposited on soft contact lenses in dry eyes. **Methods:** Non-invasive tear breakup time and Schirmer II test results of 30 dry eyes were examined. Then, 4 kinds of soft contact lenses were placed on the eyes for 7 hours, and the proteins deposited on the lenses were quantified. **Results:** In the correlation analysis between the protein amount deposited on the soft contact lenses and tear volume, a strong positive correlation was seen in both ionic etafilcon A lens ($p = 0.000$; slope = 124.2) and etafilcon A lens with wetting agent ($p = 0.000$, slope = 130.3); however, 78% of high water lens ($p = 0.703$; slope = -6.0) and silicone hydrogel lens ($p = 0.881$; slope = -2.2) showed a negative correlation, indicating that more protein amount was deposited on the soft lens when the tear volume was low. In the correlation analysis between the protein amount deposited on the soft lens and tear film stability, etafilcon A lens ($p = 0.005$; slope = 74.1) showed lesser correlation with the tear volume, and its correlation was different in the presence of wetting factors ($p = 0.155$, slope = 43.8). The protein amount deposited on high water lens tended to increase largely when the tear film stability was low ($p = 0.072$; slope = -34.6). The protein amount deposited on silicone hydrogel lenses was least affected by the tear film stability and tear volume ($p = 0.484$; slope = -8.9). **Conclusions:** In this study, it was revealed that correlation between the protein amount deposited on soft lenses and tear volume was different from the correlation with tear film stability, and the correlation varied with the lens material and presence of wetting agent.

Key words: Soft contact lens, Tear volume, Tear film stability, Dry eyes, Wetting agent

서 론

소프트콘택트렌즈(이하 소프트렌즈)는 각막과 눈물에 접해있어서 외부로부터 기인한 물질이나 눈물 성분의 침착이 유발될 수밖에 없다. 콘택트렌즈 관리용액을 이용한 세척 과정 중에 많은 물질이 제거되지만 눈물 속에 함유되어 있는 단백질 성분의 일부는 제거되지 않은 채 소프트렌즈에 남아있게 되고 착용하고 있는 시간 동안 지속적으로 렌즈에 덧붙여지게 된다.^[1]

소프트렌즈 표면에 침착되는 눈물 성분으로는 크게 단백질, 지방, 점액질, 칼슘과 같은 무기질 등으로 나뉘지며, 소프트렌즈 재질에 따라 침착되는 정도가 다르다. 세척하기 가장 어려운 성분인 눈물 단백질은 대략 100여 종류로 구성되어 있다.^[1] 눈물 단백질들은 세균으로부터 눈을 보호하고 신진대사 및 면역반응 등의 역할을 수행하므로 정상

적인 인체 생리를 위해서 필수적이지만 소프트렌즈 착용자에게는 충혈, 이물감, 건조감 등과 같은 착용감 저하 및 거대유두 결막염 발생 등과 같은 부작용을 유발하는 원인이기도 하다. 또한, 침착된 눈물 단백질에 의해 소프트렌즈의 표면 습윤성 저하, 형태 변화, 광투과율 변화, 굴절력 변화 등과 같은 소프트렌즈 고유 파라미터의 변화를 초래하며,^[2] 주요 눈물 단백질 성분인 라이소자임, 알부민, 글로불린의 침착이 소프트렌즈의 산소 투과도에 영향을 미친다고 보고된 바 있다.^[3]

눈물 단백질의 침착 정도와 각막 생리에 미치는 작용은 눈물 단백질의 종류뿐만 아니라 소프트렌즈 재질에 따라 다르다. 박 등^[4-5]은 눈물 단백질 침착 양에 따라 소프트렌즈에 흡착되는 칸디다균 및 포도상구균의 숫자가 달라지며 렌즈 재질에 따라서도 균의 흡착 정도와 눈물 단백질의 변성 정도가 달라진다고 보고한 바 있다. 또한, 일정 기

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

본 논문의 일부내용은 2018년도 한국안광학회 동계학술대회에서 구연으로 발표되었음.

간이 지나면 단백질이 변성되어 불편함 및 알레르기 반응을 유발하며,^[6] 렌즈 재질에 따라 달라지는 눈물 단백질 침착양은^[4] 착용감 저하나 시력, 콘택트렌즈 파라미터 변화에 다르게 영향을 미칠 수 있다.^[7]

눈물 단백질의 침착 정도는 습도, 온도와 같은 외부 환경이나 음주와 같은 식이적인 요인에 의해 달라지며 이와 관련된 많은 연구 결과들이 보고되고 있다.^[2,8,9] 그러나 이러한 외부적인 요인이 아니더라도 소프트렌즈 사용자의 눈물양이나 눈물막 안정성과 같은 신체 내부적인 요인에 의해서도 눈물 단백질 침착양이 달라질 가능성이 높다. 하지만 현재까지 눈물양이나 눈물막 안정성과 소프트렌즈에 침착되는 단백질양과의 상관관계에 대한 연구는 미비한 실정이다. 특히, 눈물양이 부족한 건성안의 경우 렌즈 표면의 소수성화를 초래하는 눈물 단백질의 침착에 의해 착용감을 비롯한 부작용에 미치는 영향이 크므로 적절한 소프트렌즈 재질의 선택이 필요하다.

이에 본 연구에서는 건성안으로서 소프트렌즈를 사용하였을 때의 눈물양 및 눈물막 안정성, 즉 신체 내부적인 요인과 소프트렌즈에 침착되는 단백질양과의 상관관계를 알아보고 소프트렌즈 재질에 따른 차이를 알아보하고자 한다.

대상 및 방법

1. 대상자 및 대상 소프트렌즈

본 실험은 안질환 및 전신질환이 없으며 비침습성 눈물막 파괴시간(Non-invasive tear break-up time, NIBUT)이 10초 이하인 만 18세 이상(평균 연령 만 23.3세±4.1세)의

성인 남녀 15명 30안을 대상으로 하였으며 대상자 모두 실험 전 과정에 대해 이해하고 동의한 상태에서 실험을 진행하였다(Table 1). 자동굴절곡률측정기(KR-8900, TOPCON, Japan)를 이용하여 대상안의 굴절 이상도 및 각막곡률을 측정하였고, 등기구면굴절력을 적용하여 소프트렌즈를 처방하였다. 피팅 상태를 평가하여 적절한 피검자만을 연구 대상으로 하였다. 소프트렌즈는 근시용 일일 착용 렌즈 4종이었다. A 렌즈는 etafilcon A 재질의 렌즈로 습윤인자(polyvinylpyrrolidone, PVP)가 포함되지 않은 렌즈이고, B 렌즈는 습윤인자가 포함되어 있는 etafilcon A 재질 렌즈였다. C 렌즈는 고탄수 하이드로겔인 nesofilcon A 재질 렌즈이고, D 렌즈는 실리콘하이드로겔인 narafilcon A 재질 렌즈였다(Table 2).

2. 콘택트렌즈 착용 조건

7시간 동안 소프트렌즈를 착용하게 하였다. 모든 대상안에 4종류의 렌즈를 착용하게 하였으며 착용 순서는 무작위로 하였다. 한 종류의 소프트렌즈 착용이 끝난 후에는 5일 이상의 휴식기를 가진 후 다른 소프트렌즈를 착용하게

Table 1. Characteristics and data of the subjects

	Mean±SD (Range)
Age (years)	23.3±4.1
Sex (Male:Female)	7:8
Schirmer II test (mm)	7.57±1.68 (4.5-11)
NIBUT ^a (mm)	5.89±1.87 (2.9-9.8)

NIBUT: non-invasive tear break-up time

Table 2. The specifications of soft contact lenses used in the present study

Lens	A	B	C	D
Product name	1-Day ACUVUE	1-Day ACUVUE MOIST	Biotrue ONEday	1-Day ACUVUE TRUEYE
Manufacturer	Johnson&Johnson	Johnson&Johnson	Bausch+Lomb	Johnson&Johnson
USAN ⁺	etafilcon A	etafilcon A	nesofilcon A	narafilcon A
Monomer	HEMA ^a + MA ^b	HEMA ^a + MA ^b + PVP ^c	HEMA ^a + PVP ^c	HEMA ^a + siloxane + PVP ^c
Diameter (mm)	14.2	14.2	14.2	14.2
Base curve (mm)	8.5	8.5	8.6	8.5
Central thickness (mm)	0.084	0.084	0.10	0.085
Water content (%)	58	58	78	46
Oxygen transmissibility ⁺⁺	25.5*10 ⁻⁹	25.5*10 ⁻⁹	42*10 ⁻⁹	118*10 ⁻⁹
FDA Group	4	4	2	5B

^aHEMA: hydroxyethyl methacrylate

^bMA: methacrylate

^cPVP: poly-vinyl pyrrolidone

⁺United States Adopted Name

⁺⁺Dk/t (cm·mL O₂/sec·mL·mmHg)

하였다. 피검자들을 한 명씩 통제하여 소프트렌즈를 착용하는 동안에는 인공눈물 점안을 금지하였다.

3. NIBUT 및 쉬르머 II 검사

온도(21°C)와 습도(40~60%)가 일정한 검사실에서 모든 실험을 진행하였다. 눈물막 안정성 평가를 위해 NIBUT 검사를 실시하였으며 대상안을 나안상태에서 완전 순목하게 한 후 케라토크미터(OM-4, TOPCON, Japan)의 마이 어상이 찌그러질 때까지의 시간을 3회 측정 후 평균값을 사용하였다.^[10,11] 반사 눈물양을 배제한 상태에서의 실제 눈물양 측정을 위해 쉬르머 II 검사를 실시하였으며 대상안의 나안에 점안 마취제 알카인(염산프로파라카인, Alcon, USA)을 점안한 후 쉬르머 검사지를 하안검 외반부 결막낭에 넣고 5분 후 검사지가 눈물로 젖은 길이를 측정하였다.^[12]

4. 단백질 정량

소프트렌즈를 SDS buffer(2% SDS, 0.1% DL-Dithiothreitol, 0.01M Trizma base, H₂O, pH 8.0)에 넣은 후 15분 동안 95°C에서 끓이는 것을 두 번 반복하여 단백질을 추출하였다. Folin 시약을 환원시켜 청색으로 발색하는 반응을 이용하여 단백질을 정량하는 방법인 Lowry 방법을 사용하여 단백질을 정량하였고, 마이크로플레이트리더(FLx800, BioTek, USA)를 사용하여 490 nm에서 흡광도를 측정하였다.^[13]

5. 통계처리

결과는 평균±표준편차로 표시하였고 SPSS를 사용하여 분석하였다. 통계적 유의성은 대응표본 t-검정(paired t-test)과 반복 측정 분산분석(repeated measure ANOVA)을 실시하여 유의성을 확인하였다. 분석에서 p<0.05일 경우 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 판정하였다.

결과 및 고찰

1. 각 렌즈별 평균 단백질 부착량

각 렌즈별 평균 단백질 부착량은 A 렌즈 619.6 µg/µl, B 렌즈 669.0 µg/µl, C 렌즈 254.0 µg/µl, D 렌즈 198.9 µg/µl 였다.

Sung^[14] 등의 연구에서 보고된 바와 같이 단백질 흡착은 두 물질 간 정전기적 인력에 가장 크게 영향을 받으며 본 연구에서도 이온성인 A 렌즈와 B 렌즈의 단백질 침착이 다른 렌즈에 비해 2.5배 이상 많았다. C 렌즈의 경우는 A 렌즈나 B 렌즈보다 함유율이 약 20% 높았으나 단백질 침착량은 크게 적어 함유율보다는 이온성에 의해 단백질 침착이 더 많아진다는 것을 확인할 수 있었다. 실리콘하이드로겔 재질인 D 렌즈의 단백질 침착이 가장 적어 실리콘하이드로겔 재질의 소수성 특성 때문에 단백질 침착량이 크지 않음을 알 수 있었다. 동일 성분이나 습윤성분인 PVP의 함유 여부만이 다른 A 렌즈와 B 렌즈를 비교하였을 때 습윤성분이 함유된 B 렌즈에서의 단백질 침착량이 다소 많았다(Fig. 1).

2. 눈물양과 눈물막 안정성 간의 상관관계

눈물양을 측정하는 쉬르머 II 검사값과 눈물막 안정성을 나타내는 NIBUT값의 상관성은 추세선 기울기 0.677에 상관계수 R = 0.607로 양의 강한 상관관계가 있었으며, 통계적으로 유의했다(p = 0.000, Fig. 2).

Wang 등^[15]의 연구에서 NIBUT는 하안검 눈물 메니스커스 높이 및 면적과 각각 R = 0.36, 0.37의 상관성을 보이는 것으로 나타나 눈물막 안정성이 눈물양과 중간 정도의 상관성을 보이는 것으로 나타났다. 검사방법이 다르기 때문에 본 연구와 정확하게 비교하기는 어렵지만 눈물양을 측정하는 하안검 눈물 메니스커스 높이 및 면적의 검사값과 눈물막 안정성을 나타내는 NIBUT와의 상관성이 본 연구

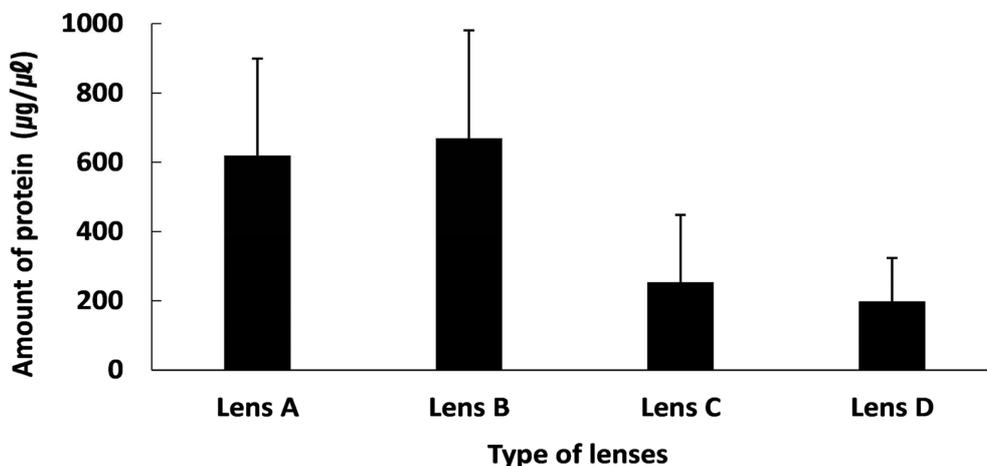


Fig. 1. Deposition of protein on contact lenses.

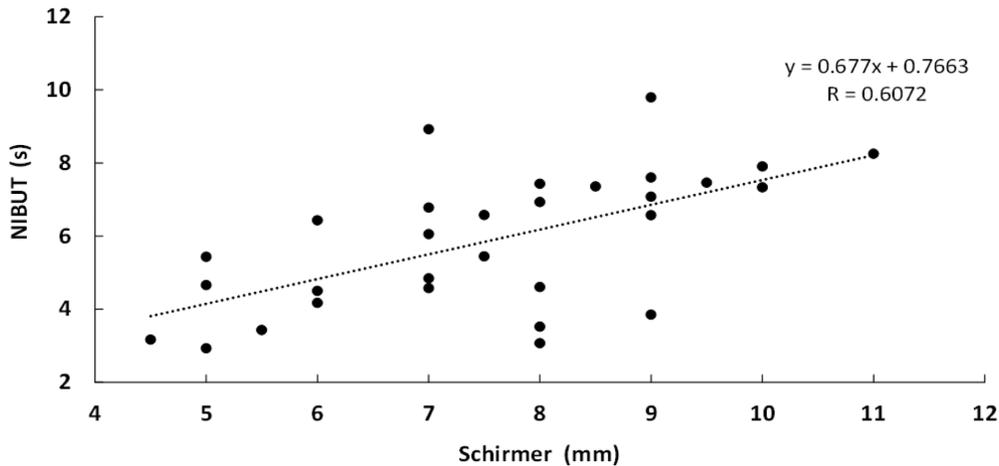


Fig. 2. The correlation between tear volume and tear film stability.

보다 낮은 것은 실험대상안을 건성안으로 국한시키지 않았기 때문으로 보인다. 즉, 건성안을 대상으로 한 본 연구 결과와 정상안을 포함시킨 Wang 등^[15]의 연구결과를 종합하여 보았을 때 건성안의 경우에 눈물량과 눈물막 안정성의 상관성이 훨씬 더 큰 것으로 보인다.

눈물량을 측정하는 쉬르머 검사가 수성층의 양에 절대적인 영향을 받는 것과는 달리 눈물막 안정성을 나타내는 NIBUT 값은 눈물층을 구성하고 있는 지질층, 수성층, 점액층 모두의 양적 및 질적 특성에 의해 영향을 받게 된다. 건성안은 수성층의 분비량이 적어서 발생하는 분비 부족 건성안이거나 지질층의 분비 부족이나 눈꺼풀의 이상으로 인해 눈물막의 증발이 빠르게 일어나서 증상이 나타나는 증발성 건성안으로 나눌 수가 있다. 지질층의 부족으로 인한 건성안의 발생빈도는 연령과 관련이 크며 이는 연령 증가에 따라 마이봄선의 기능이상 발생 정도가 더 커지기 때문이다.^[16] 본 연구에서 눈물량과 눈물막 안정성이 강한 양의 상관성을 보이는 것은 대상안이 모두 20대 전후의 연령대로 지질층의 이상에 의한 건성안이라기보다는 수성층의 분비 부족 이상에 기인한 건성안일 가능성이 큰 것으로 보인다. 중장년층을 대상으로 하였을 경우는 상관성 정도에 차이가 있을 것으로 생각된다.

3. 눈물량과 소프트렌즈에 침착되는 눈물 단백질량의 상관관계

피실험자의 평균 쉬르머 II 검사값과 각 소프트렌즈별 단백질 침착량 간의 상관관계를 분석하였을 때, A 렌즈는 추세선 기울기 124.2, 상관계수 $R = 0.746$ 으로 강한 양의 상관관계가 확인되었으며, 통계적으로도 유의하였다 ($p = 0.000$, Fig. 3A). 기울기가 124.2라는 의미는 쉬르머지 1 mm를 적실 정도의 눈물량에 의해 단백질 침착량 124.2 $\mu\text{g/ml}$ 의 증감이 있다는 의미로 눈물량 대비 상당히

큰 폭의 단백질 침착량 변화가 나타났다. B 렌즈의 경우 추세선 기울기 130.3, 상관계수 $R = 0.701$ 로 강한 양의 상관관계가 확인되었으며, 통계적으로 유의하였다($p = 0.000$, Fig. 3B). A 렌즈와 B 렌즈는 습윤인자의 함유 여부만이 다르며, 습윤인자가 함유된 B 렌즈의 기울기가 더 커 눈물량이 적어짐에 따라 렌즈에 침착되는 단백질량의 감소 폭이 더 큰 것으로 나타났다. 눈물량이 적어지면 눈물 속에 포함되어 있는 총 단백질량도 적어지게 되므로 눈물량과 렌즈에 침착된 단백질량이 양의 상관관계를 나타낸 것으로 보인다.

C 렌즈는 추세선 기울기 -6.0 , 상관계수 $R = 0.052$ 로 상관성이 없었으며, 통계적으로 유의하지 않았다($p = 0.703$, Fig. 3C). D 렌즈는 역시 추세선 기울기 -2.2 , 상관계수 $R = 0.030$ 으로 상관성이 없었으며, 통계적으로도 유의하지 않았다($p = 0.881$, Fig. 3D). C와 D 렌즈는 etafilcon A 재질인 A 및 B 렌즈와는 달리 눈물량의 증감에 따른 눈물 단백질 침착량의 변화가 거의 없었다. C와 D 렌즈는 비록 상관성은 없었지만 추세선의 기울기가 (-)값을 가져 etafilcon A 재질 렌즈와는 달리 오히려 눈물량이 적은 경우에 단백질 침착량이 다소 많은 경향을 보였다. 이러한 결과는 고탍수이지만 비이온성 하이드로겔 재질인 C 렌즈와 실리콘하이드로겔 재질인 D 렌즈의 재질 특성상 일정 정도 이상의 눈물단백질이 침착되게 되면 눈물량이 더 많아져 노출되는 총 단백질량이 더 많더라도 더 이상 단백질 침착량이 증가하지 않게 된다는 것을 의미하는 것이다.

4. 눈물막 안정성과 소프트렌즈에 침착되는 눈물 단백질량의 상관관계

피실험자의 평균 NIBUT 값과 각 소프트렌즈별 단백질 침착량 간의 상관관계를 분석하였을 때, A 렌즈는 추세선 기울기 74.1, 상관계수 $R = 0.496$ 으로 상관성이 있었으며,

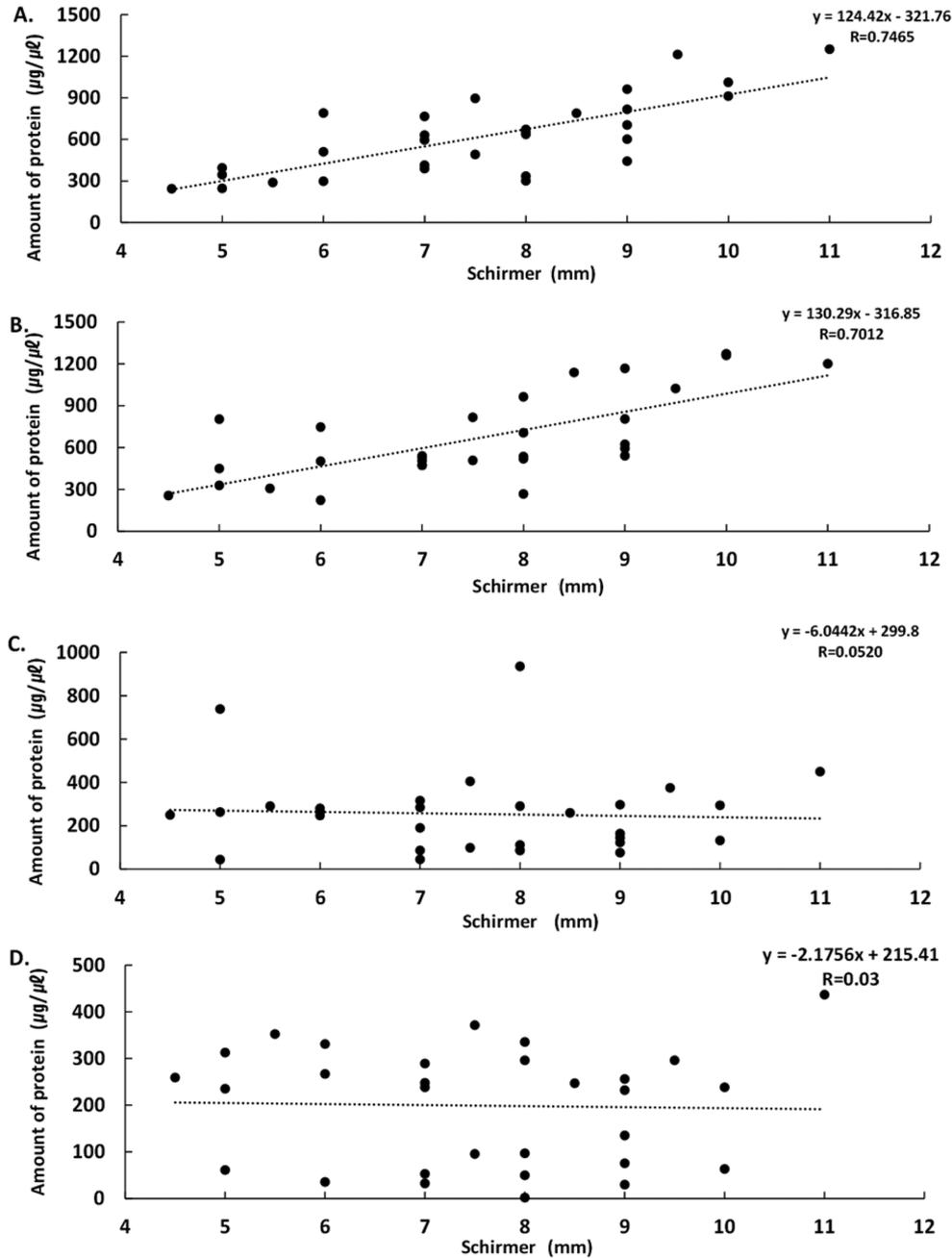


Fig. 3. The correlation between tear volume and protein amount deposited on soft contact lenses. A, B, C, and D indicate lens types.

통계적으로 유의하였다($p = 0.005$, Fig. 4A). B 렌즈는 추세선 기울기 43.8, 상관계수 $R = 0.263$ 으로 약한 양의 상관성이 확인되었지만, 통계적으로 유의하지는 않았다 ($p = 0.155$, Fig. 4B). C 렌즈는 추세선 기울기 -34.6 , 상관계수 $R = 0.109$ 로 상관성이 없었으며, 통계적으로 유의하지 않았다($p = 0.072$, Fig. 4C). D 렌즈는 추세선 기울기 8.9, 상관계수 $R = 0.013$ 으로 상관성이 없었으며, 통계적으로도 유의하지 않았다($p = 0.484$, Fig. 4D).

A 렌즈와 B 렌즈는 눈물양과 침착 단백질양의 상관성 분석에서와 마찬가지로 눈물막 안정성과 침착 단백질양의

상관성 분석에서 양의 상관성이 나타났다. 그러나 눈물양과의 상관성에서 A 렌즈와 B 렌즈의 추세선 기울기가 거의 유사하였고, 강한 양의 상관성을 보인 반면에 눈물막 안정성과의 상관성 분석에서는 두 렌즈의 추세선 기울기가 큰 차이가 있었으며 상관성도 B 렌즈의 경우는 약한 것으로 나타났다. Fig. 1에서 나타난 것과 같이 눈물양과 눈물막 안정성은 강한 양의 상관관계를 가지고 있어 눈물양이 감소하면 눈물막 안정성도 감소하므로 Fig. 3에서 NIBUT 값이 감소하는 경우는 눈물양도 감소하는 상태라고 여겨진다. A 렌즈의 경우는 이러한 눈물양과 눈물막

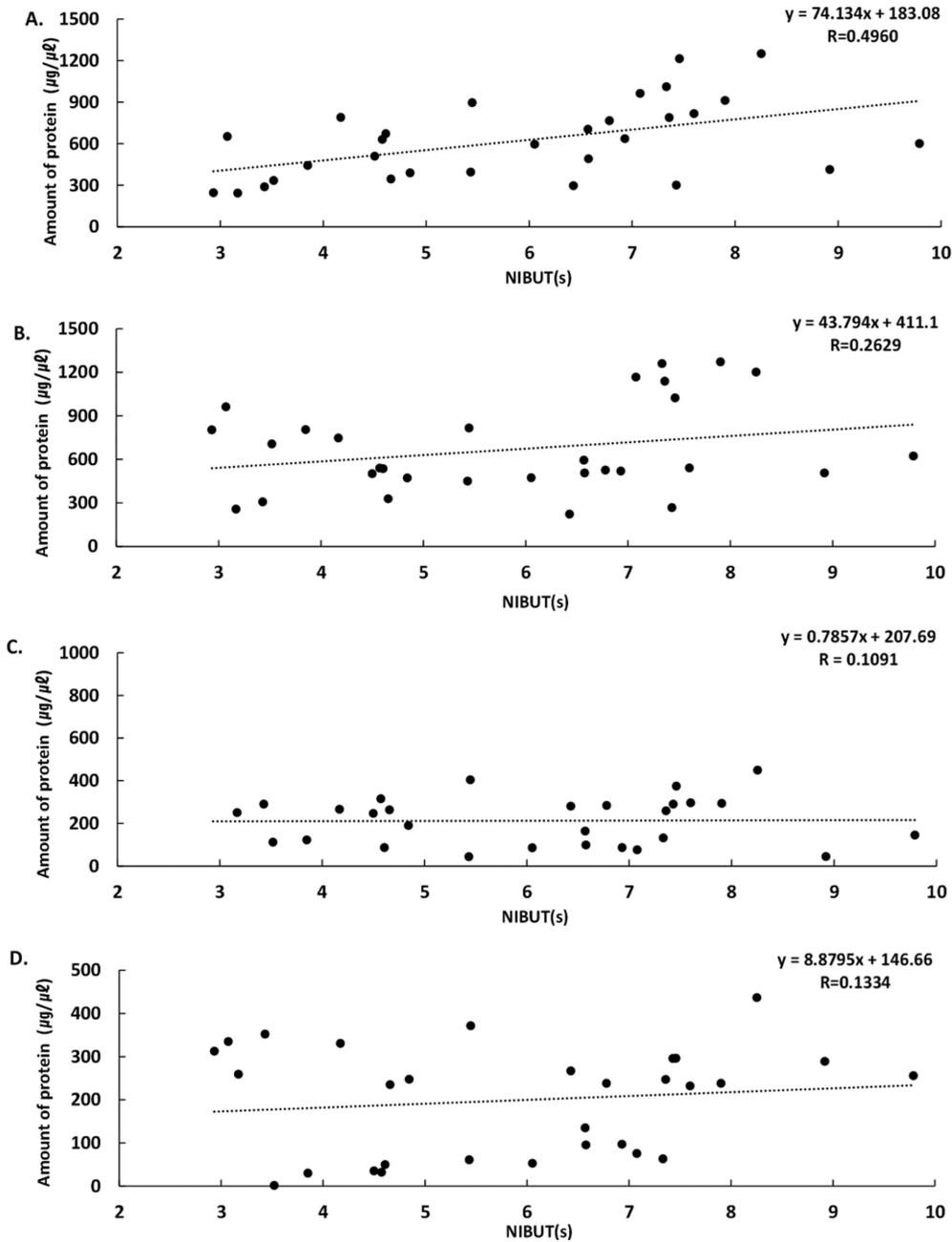


Fig. 4. The correlation between tear film stability and protein amount deposited on soft contact lenses. A, B, C, and D indicate lens types.

안정성과의 상관관계가 그대로 반영된 결과를 보였다. 그러나, 눈물량의 감소에 의하여 침착될 수 있는 총 단백질 양이 감소되는 동일한 조건임에도 불구하고 B 렌즈의 경우는 NIBUT 값 감소에 따른 단백질양의 감소 정도가 적게 나타나, 침착 단백질양은 눈물에 포함되어 있는 총 단백질양 만의 변수가 아닌 것으로 보인다. 즉, 눈물막 불안정으로 인해 렌즈의 마름이 빠르게 진행되고 이미 침착되어 있는 단백질의 물성이 변하거나 단백질-지질 복합체의 형성을 초래하여 추가로 침착되는 단백질 양의 증가가 초래되었을 가능성도 하나의 변수로 작용하였을 것으로 보

인다. 본 연구결과로 보아 이러한 변수에 소프트렌즈의 습윤인자 함유 여부가 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 습윤인자인 PVP는 소프트렌즈에 침착되는 단백질뿐만 아니라 지질 침착량에도 영향을 미치며^[17] 단백질 중에서도 특정 단백질의 흡착량이 PVP 함유 여부에 따라 달라진다고 보고되었다.^[18] 이러한 습윤인자의 작용이 A 렌즈와 B 렌즈의 눈물막 안정성에 영향을 미친 것으로 사료된다.

C 렌즈는 비록 상관성은 적었지만 추세선 기울기가 -34.6으로 크게 나타나 눈물막 안정성이 적을 경우에 침착되는 단백질의 양이 비교적 큰 폭으로 증가하는 경향을

보였다. C 렌즈는 HEMA와 PVP로 공중합된 합수율 78%의 고합수렌즈로 눈물막 안정성이 불량하여 눈물막 깨짐이 잦을 때 단백질 침착량이 증가하여 건성안의 경우 더 큰 문제점이 발생할 수 있다고 보여진다. 단백질 침착이 일어나게 되면 콘택트렌즈 표면의 소수성화 뿐만 아니라 형태가 스틱해져서¹⁹⁾ 착용감면에서 더 큰 불편감을 초래하게 될 것이며 건성안 정도가 심할수록 고합수렌즈로 인해 유발되는 불편감이 더 커질 수 있음을 알 수 있었다.

D 렌즈의 경우는 Fig. 3의 눈물양과 침착 단백질량의 상관성 결과에서와 마찬가지로 눈물막 안정성과 침착 단백질량의 상관성 역시 변화가 크지 않아 실리콘하이드로겔 재질 렌즈가 눈물양 뿐만 아니라 눈물막 안정성에 의한 영향을 가장 적게 받음을 확인할 수 있었다. 실리콘하이드로겔 렌즈와 눈물막의 안정성을 평가한 선행 연구에서도 건조와 수화를 반복적으로 처리한 렌즈를 착용하였을 때 새 렌즈에 비해서 눈물막 파괴시간이 더 빠르게 진행됨을 밝힌 바 있고,¹²⁰⁾ Sengor 등¹²¹⁾은 역시 하이드로겔렌즈 뿐만 아니라 실리콘하이드로겔 재질 렌즈도 장시간 착용 시 NIBUT 값이 감소한다고 밝혔다.

Khan¹²²⁾의 연구에서 렌즈를 미착용한 상태에서 눈물막 안정성을 나타내는 NIBUT는 자각증상과 상관성이 있었으나, 눈물양을 나타내는 슈르머 II 검사값은 자각증상과 상관성이 없다고 보고한 바 있다. 이런 결과를 통해 눈물양과 눈물막 안정성은 자각증상에 미치는 영향이 다르며 자각증상에 눈물막 안정성의 영향이 더 크다고 하였다. 본 연구에서는 눈물양과 눈물막 안정성이 소프트렌즈에 침착되는 단백질량과 다른 상관성을 가짐을 밝혀 눈물양과 눈물막 안정성이 각막 생리에 미치는 영향이 달라질 수 있음을 밝혔다. 또한, 본 연구에서는 건성안이 착용한 소프트렌즈에 침착된 단백질량과 눈물양 또는 눈물막 안정성과의 상관성이 소프트렌즈 재질에 따라 다른 양상을 보인 것으로 나타났다. 더불어 PVP가 함유된 습윤렌즈라 하더라도 기본 재질의 차이에 의해 눈물막 및 눈물막 안정성과의 상호작용이 달라질 수 있음을 밝혔다. 또한, Itokawa 등¹²³⁾의 각막내 온도가 증가함에 따라 소프트렌즈 착용시의 눈물막 간섭 양상 등급이 낮아지며, PVP 함유 여부에 따라 소프트렌즈가 각막내 온도 변화에 의한 NIBUT 안정성에 영향을 미친다는 연구결과와 Schafer 등¹²⁴⁾의 PVP를 함유하였지만 조성이 다른 실리콘하이드로겔 렌즈에서 extended break time이 증가된다는 연구결과와 같이 눈물막과 관련된 상호 작용에 여러 요인들이 작용한다는 것을 알 수 있다.

Wang 등¹²⁵⁾은 렌즈 앞 눈물양이 3.7~4.2 μm , 렌즈와 각막 사이는 4.5~4.7 μm 라고 보고한 바 있으며 이 정도의 눈물양은 순목과 순목 사이에 콘택트렌즈를 덮기에 충분

하지 않아 콘택트렌즈의 마름 현상이 쉽게 나타나며 건성안인 경우는 더 빠른 속도로 콘택트렌즈가 마르게 된다. 소프트렌즈 착용 부적격자로 눈물막의 불안정이 뚜렷한 사람, 쉽게 이물질이 부착되는 사람, NIBUT가 10 초 이내인 사람 등으로 제안할 수 있지만 최근들어 습윤성이 보장된 렌즈나 저합수율이면서 산소투과도가 높은 실리콘하이드로겔 렌즈 등이 개발되면서 건성안들이 불편감을 최소화시키면서 착용할 수 있는 렌즈들에 대한 선택의 폭이 넓어지게 되었다. 하지만 습윤렌즈나 실리콘하이드로겔 렌즈라도 각 렌즈의 재질 특성에 따라서도 큰 차이가 있으므로 이런 재질적 특성과 건성안에서의 생리작용과 같은 연구들이 지속적으로 수행될 필요가 있다. 본 연구와 같이 건안과 콘택트렌즈 착용시의 생리적인 특성이나 콘택트렌즈 재질과 관련된 연구들을 통해 궁극적으로는 건성안들에게 적합한 소프트렌즈의 선택이 더 쉬워질 수 있을 것으로 기대한다.

결 론

본 연구에서는 건성안에서 소프트렌즈에 침착되는 단백질 양과 눈물양 및 눈물막 안정성의 상관관계를 알아보았다.

Etafilcon A 재질의 렌즈는 눈물양이 적은 경우에 단백질 양이 더 적었고 강한 상관성을 보여 눈물양에 비례하여 소프트렌즈에 침착되는 단백질 양이 증가하였다. 습윤인자가 포함된 etafilcon A 재질 렌즈에서 눈물양이 적어짐에 따른 렌즈 침착 단백질 양의 감소폭이 더 큰 것으로 나타나 접촉되는 눈물 단백질 양의 많아짐이 그대로 반영되는 결과가 나타났다. 합수율 78%로 실험에 사용한 렌즈 중 가장 합수율이 높은 nesofilcon A 재질 렌즈와 실리콘하이드로겔 재질인 narafilcon A 재질 렌즈는 눈물양과 침착단백질 간의 상관성이 없었고 기울기가 작았지만 음의 상관관계를 보여 눈물양이 적은 경우에 오히려 소프트렌즈에 침착되는 단백질량이 더 많은 경향을 보였다.

눈물막 안정성과 소프트렌즈에 침착되는 단백질량의 상관관계는 눈물양과의 관계와 다른 양상을 보였다. Etafilcon A 재질 렌즈에서 눈물양의 경우보다 상관성이 적어 중간 이하의 상관성을 나타냈고 추세선 기울기 역시 크게 작았다. 또한, 습윤인자의 함유여부에 따른 차이가 눈물양에서 보다 더 크게 나타나 습윤인자가 함유된 etafilcon A 재질 렌즈에 침착되는 단백질량은 눈물막 안정성에 더 큰 영향을 받는 것으로 보인다. 78% 합수율의 렌즈는 비록 상관성은 적었지만 추세선 기울기가 큰 음의 값을 보여, 눈물막 안정성이 적을 경우에 침착되는 단백질의 양이 큰 폭으로 증가하고 눈물막 안정성에 대한 영향이 눈물양에 비해 더 큰 것을 확인할 수 있었다. 실리콘하이드로겔 재질

렌즈는 눈물막 안정성과 침착 단백질양의 상관성이 적은 것으로 나타났다.

본 연구에서는 소프트렌즈에 침착되는 단백질양과의 상관성이 눈물양과 눈물막 안정성에서 다르게 나타남을 밝혔다. 이는 콘택트렌즈 착용과 관련된 생리적인 변화에 눈물양과 눈물막 안정성이 다르게 영향을 미친다는 것을 의미하는 것이다. 또한, 본 연구에서는 건성안이 착용한 소프트렌즈에 침착된 단백질양과 눈물양 또는 눈물막 안정성과의 상관성이 소프트렌즈 재질에 따라 확연하게 다른 양상을 보인다는 것을 밝혔다. 더불어 PVP가 함유된 습윤 렌즈라 하더라도 기본 재질의 차이에 의해 눈물막 및 눈물막 안정성과의 상호작용이 달라질 수 있음을 밝혔다. 본 연구의 결과는 소프트렌즈 간에 나타나는 미세한 자각증상의 차이의 원인 규명 및 건성안에게 적절한 소프트렌즈의 선택을 위한 기초자료로 사용될 수 있을 것으로 보인다.

REFERENCES

- [1] de Souza GA, Godoy LM, Mann M. Identification of 491 proteins in the tear fluid proteome reveals a large number of proteases and protease inhibitors. *Genome Biol.* 2006; 7(8):R72.
- [2] Kim SR, Lim SG, Bae SC, Choi JH, Park SH, Park M. The change in the amounts of proteins and lipids deposited on soft contact lens caused by drinking. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2012;17(2):233-239.
- [3] Lee SE, Kim SR, Park M. Influence of tear protein deposition on the oxygen permeability of soft contact lenses. *J Ophthalmol.* 2017;2017:5131764.
- [4] Park SH, Kim SR, Park M. Relationship between the deposition of tear constituents and the adherence of candida albicans according to soft contact lens materials and pigmentation. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2016;21(3): 215-225.
- [5] Park SH, Park I, Kim SR, Park M. 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.
- [6] Michaud L, Giasson CJ. Overwear of contact lenses: increased severity of clinical signs as a function of protein adsorption. *Optom Vis Sci.* 2002;79(3):184-192.
- [7] Choi JY, Park JS, Kim SR, Park M. 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.
- [8] Kidane A, Szabocsik JM, Park K. Accelerated study on lysozyme deposition on poly(HEMA) contact lenses. *Biomaterials.* 1998;19(22):2051-2055.
- [9] Altinors DD, Akça S, Akova YA, Bilezikçi B, Goto E, Dogru M et al. Smoking associated with damage to the lipid layer of the ocular surface. *Am J Ophthalmol.* 2006;141(6):1016-1021.
- [10] Madden RK, Paugh JR, Wang C. Comparative study of two non-invasive tear film stability techniques. *Curr Eye Res.* 1994;13(4):263-269.
- [11] Mengher LS, Bron AJ, Tonge SR, Gilbert DJ. A non-invasive instrument for clinical assessment of the pre-corneal tear film stability. *Curr Eye Res.* 1985;4(1):1-7.
- [12] Horwath-Winter J, Berghold A, Schmut O, Floegel I, Solhdju V, Bodner E et al. Evaluation of the clinical course of dry eye syndrome. *Arch Ophthalmol.* 2003;121(10): 1364-1368.
- [13] Byun HY, Sung HK, Moon JS, Lee AY, Kim SR, Park M. The correlation between critical micelle concentration/surface of contact lens care solution tension and their cleaning efficacy. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2017;19(1):23-30.
- [14] Sung YJ, Ryu GC, Jun J. Adsorption properties of the lysozyme and albumin with physicochemical properties of the contact lens. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2013; 18(3): 261-270.
- [15] Wang J, Palakuru JR, Aquavella JV. Correlations among upper and lower tear menisci, noninvasive tear break-up time, and the Schirmer test. *Am J Ophthalmol.* 2008; 145(5):795-800.
- [16] Sullivan DA, Sullivan BD, Evans JE, Schirra F, Yamagami H, Liu M et al. Androgen deficiency, meibomian gland dysfunction and evaporative dry eye. *Ann N Y Acad Sci.* 2002;966:211-222.
- [17] Jones L, Evans K, Sariri R, Franklin V, Tighe B. Lipid and protein deposition of N-vinyl pyrrolidone-containing group II and group IV frequent replacement contact lenses. *CLAO J.* 1997;23(2):122-126.
- [18] Garrett Q, Laycock B, Garrett RW. Hydrogel lens monomer constituents modulate protein sorption. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2000;41(7):1687-1695.
- [19] 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 Ophthalmic Opt Soc.* 2005;10(3): 165-171.
- [20] Kim SR, Kang BH, Jung IP, Park M. The change in the parameters of silicone hydrogel lens and objective/subjective symptoms induced by repetitive dryness of lens. *J Korean Ophthalmic Opt Soc.* 2012;17(4):381-388.
- [21] Sengor T, Aydin Kurna S, Ozbay N, Ertek S, Aki S, Altun A. Contact lens-related dry eye and ocular surface changes with mapping technique in long-term soft silicone hydrogel contact lens wearers. *Eur J Ophthalmol.* 2012;22(7): S17-S23.
- [22] Khan NE. Schirmer tear test 2 and tear break-up time values in a South African young black adult population. MS thesis. University of KwaZulu-Natal, Durban. 2013;27-40.
- [23] Itokawa T, Okajima Y, Suzuki T, Kakisu K, Iwashita H,

- Murakami Y et al. Association between ocular surface temperature and tear film stability in soft contact lens wearers. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2018;59(2):771-775.
- [24] Schafer J, Reindel W, Steffen R, Mosehauer G, Chinn J. Use of a novel extended blink test to evaluate the performance of two polyvinylpyrrolidone-containing, silicone hydrogel contact lenses. Clin Ophthalmol. 2018;12:819-825.
- [25] Wang J, Fonn D, Simpson TL, Jones L. Precorneal and pre- and postlens tear film thickness measured indirectly with optical coherence tomography. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2003;44(6):2524-2528.

건성안에서 소프트콘택트렌즈에 침착되는 단백질양과 눈물양 및 눈물막 안정성의 상관관계

송재명¹, 권수진¹, 조은정¹, 김소라², 박미정^{2,*}

¹서울과학기술대학교 안경광학과, 학생, 서울 01811

²서울과학기술대학교 안경광학과, 교수, 서울 01811

투고일(2018년 11월 6일), 수정일(2018년 12월 6일), 게재확정일(2019년 3월 8일)

목적: 본 연구에서는 건성안에서 눈물양 및 눈물막 안정성이 소프트렌즈에 침착되는 단백질양에 미치는 영향을 알아보았다. **방법:** 30안을 대상으로 비침습성 눈물막 파괴시간 및 쉬르머 II 검사를 실시하였다. 4종의 소프트콘택트렌즈를 각각 7시간 동안 착용시키고 소프트콘택트렌즈에 침착된 단백질의 양을 측정하였다. **결과:** 소프트렌즈에 침착되는 단백질양과 눈물양의 상관성 분석에서 이온성인 etafilcon A 렌즈($p=0.000$, slope = 124.2)와 습윤인자가 포함된 etafilcon A 렌즈($p=0.000$, slope = 130.3)는 모두 강한 양의 상관관계를 보였으나 78% 고풍수 렌즈($p=0.703$, slope = -6.0) 및 실리콘하이드로겔 렌즈($p=0.881$, slope = -2.2)는 눈물양이 적은 경우에 오히려 소프트렌즈에 침착되는 단백질양이 더 많은 음의 상관관계를 보였다. 소프트렌즈에 침착되는 단백질양과 눈물막 안정성의 상관성 분석에서 etafilcon A 렌즈는 눈물양과 비교하여 더 적은 상관관계를 보였으며($p=0.005$, slope = 74.1) 습윤인자의 함유여부에 따라서도 차이가 있었다($p=0.155$, slope = 43.8). 고풍수 렌즈는 눈물막 안정성이 적을 경우에 침착되는 단백질의 양이 큰 폭으로 증가하는 경향을 보였다($p=0.072$, slope = -34.6). 실리콘하이드로겔 렌즈에 침착되는 단백질 양은 눈물양 뿐만 아니라 눈물막 안정성에 대해 가장 적게 영향을 받았다($p=0.484$, slope = -8.9). **결론:** 본 연구에서는 소프트렌즈에 침착되는 단백질양과의 상관성이 눈물양과 눈물막 안정성에서 다르며 소프트렌즈 재질 및 습윤성분 함유 여부에 따라 다름을 밝혔다.

주제어: 소프트콘택트렌즈, 눈물양, 눈물막 안정성, 건성안, 습윤인자