ISSN(print) 1226-5012
J Korean Ophthalmic Opt Soc. 22(4):291-298, December 2017
http://dx.doi.org/10.14479/jkoos.2017.22.4.291

Effects of Sweat and Heat on Plastic Frames of Eyeglasses

So Ra Kim, Hyung Jun Yoon, A-Young Hyun, Si Yoon Park, and Mijung Park*

Dept. of Optometry, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 01811, Korea
(Received August 28, 2017: Revised November 30, 2017: Accepted December 7, 2017)

Purpose: The present study aimed to investigate the changes of plastic eyeglass frames when the frames were exposed to sweat and heat. **Methods:** Following the exposure of eyeglass frames with trogamid and polyetheride materials to the artificial sweat of the pH of 6.0±0.2 for 4 weeks, tensile strength, hardness and surface change due to sweat and heat were measured after further exposure to the temperature of 25°C, 50°C, and 75°C. **Results:** Eyeglasses frames made of trogamid and polyetherimide showed no change in hardness and tensile strength due to artificial sweat of pH 6.0 however, surface changes were observed. Following the exposure to heat after the exposure to artificial sweat of pH 6.0, there was no significant change in hardness and tensile strength. however, surface change was observed. **Conclusions:** Since surface changes of plastic eyeglass frames were observed when exposed to artificial sweat and heat, it is suggested that management of eyeglass frames is necessary because there is a possibility that the physical characteristics may change during long-term exposure to sweat in daily life.

Key words: Plastic eyeglass frame, Trogamid, Polyetherimide, Sweat, Heat, Tensile Strength, Hardness, Surface change

서 론

시력교정용구로서 안경은 굴절이상 교정이나 유해광선으로부터 눈을 보호하는 기능뿐만 아니라 양안시 교정 기능으로서 중요성이 증대하고 있다. 우리나라의 경우 안경을 착용하는 인구는 1987년 성인 인구 전체의 24.1%에서 2015년 54.6%에 이르는 것으로 나타나 과반수에 가까운 사람들이 안경을 착용하고 있으며, 남녀 모두 50세 이상 연령층에서의 안경 사용률이 가장 높게 나타났다.[1] 또한 2015년 기준 주민등록연앙인구 약 5100만 명 중 40대 이후가 약 2800만 명으로 조사되어 고령화 인구가 증가함에 따라 노안의 비중도 높아질 것임을 알 수 있다.[2] 이러한 노안의 높아진 비중은 근용 안경의 수요 증가와 굴절이상을 가진 인구 증가에 따른 교정 안경의 수요 증가에 의한 안경 사용률의 증가가 이어질 것임을 의미한다.[1]

안경테는 시력교정 및 눈을 보호할 수 있는 안경렌즈를 고정하는 본연의 기능과 더불어 현재에는 이미지 변화와 트랜드가 반영된 패션적인 기능이 부가되어 여러 가지 형태의 안경테가 만들어지고 있다. 안경테는 디자인, 재질, 용도 등에 따라 구분할 수 있으며, 피부에 직접적으로 장기간 접촉하는 안경테의 재질은 안경 렌즈만큼이나 신중히 선택되어야 할 요소가 된다. 하지만, 안경 사용자들 중 안경렌즈를 더 중요하게 생각하는 사람이 63.2%였으며, 안경테를 더 중요하게 생각하는 사람은 11.9%로 착용자는 안경의 선택 기준으로 안경테 보다는 상대적으로 안경렌즈를 더욱 고려하는 것으로 나타났으나, 20대 여성층 및 학생층은 안경테를 중요하게 생각하는 비율이 상대적으로 높게 나타났다.[1]

안경테 재질을 나누는 기준으로 크게는 플라스틱계열과 금속계열의 안경으로 나눌 수 있으며, 거북이 등껍질을 이용한 귀갑테, wood 재질과 같은 천연재료 등으로도 구별할 수 있다. 안경테로 많이 사용되고 있는 금속 재질로는 모넬, 니켈, 양백, 스테인리스, 티타늄 등이 있으며, 플라스틱 재질에는 cellulose acetate, celluloid, optyl, trogamid (TR), polyetherimide 등이 있다.[3] 현재 항공 및 전기 전자통신, 반도체 부품 등에 광범위하게 사용되는 polyetherimide 수지의 ultem resin은 높은 강도, 경도, 내열성 및 내화학성을 지니고 있으며, 가공성에서 우수하며 탁월한 유연성을 제공한다. 또한 투명 및 불투명 색상으로 제작할 수 있기 때문에 안경테 소재로 각광받고 있으며 수요 또한 증가하고 있다.[4]

최근의 안경 구매 양상은 시력교정만의 범주를 넘어 미용과 편리성을 또 다른 구매 요건으로 중요하게 생각하게 되었으므로 안경테 역시 점점 가볍고 다양한 색상 및 디

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

자인을 이용해 개성을 나타낼 수 있는 안경테를 찾는 경우가 많아지게 되었다. 그러나 안경테를 선택할 때 간과해서는 안 되는 것이 피부와 직접 접촉을 하는 안경테에 대한 안전성(safety)과 안정성(stability)이다. 한국에서는 안경테가 공산품으로 분류되기 때문에 KS 규격에 따른 KS G ISO 12870 규정을 따른다. 안경테의 일반적인 요구사항과 시험방법을 나타내는 KS G ISO 12870규정의 생리적 적합성 항목에는 피부와 직접 접촉을 하는 안경테의 재질은 염증, 알레르기, 독성 반응에 대한 안전성이 확보되어야 한다는 내용이 포함되어 있다.[5]

금속안경테의 재질로 많이 사용되는 모넬과 양백은 접촉성 피부 과민반응을 유발시킬 수 있는 니켈을 함유하고 있기 때문에 니켈 방출량을 "0.5 μg.cm^2/week 이하"로 규제 기준을 설정하여 피막 처리를 하고 있다.[6-10] 또한 안경을 사용하면서 피부에 직접적으로 접촉하는 안경다리 및 코 패드는 땀에 의한 이물질 축적과 그로 인한 소재의 부식은 불가피하기 때문에 금속테 같은 경우 피막 처리를 하여 사용되고 있는 실정이다.[10]

그럼에도 불구하고 오랜 시간동안 피부와 접촉하여 사용해야 하는 안경테의 특성상 실제 환경에서는 땀과 같이 안경테의 표면에 영향을 줄 수 있는 물질에 노출될 수 있다. 실제로 김 등[11]의 연구에서 금속 안경테가 인공 땀에 노출되었을 때 표면 부식이 나타남을 밝힌 바 있어 코팅이 되어 있는 안경테라도 일정 시간 이상 사용 시에는 안전성을 보장할 수 없는 것으로 나타났다. 또한, 김 등[11]의 연구에서 땀에 의해 안경테의 경도 및 탄성률에 변화가 유발되어 안경테의 외부 환경 요건에 의해 안정성 역시 변화가 유발되었다는 것을 알 수 있다. 현재 많이 사용되고 있는 플라스틱 안경테가 땀에 의해 어떠한 변화가 유발되는지에 대해서는 연구된 바 없으나 금속 안경테를 대상으로 한 연구에서 금속 안경테의 부식을 유발한 것이 땀의 pH만의 영향이 아니라 요소와 같은 땀 성분에 의해서도 영향을 받은 것이라고 결론지은 것으로 보아 pH에 대해 안정성을 가지고 있는 안경테 소재라 하더라도 땀 성분에 의해 안정성에 영향을 받을 가능성이 있다고 보여진다. 더군다나 여름철 밀폐된 차안이나 찜질방과 같은 고온의 환경하에 땀에 의해 영향을 받은 안경테는 더 큰 손상을 받을 가능성이 있다.[12,13] 선행 연구에서는 금속 안경테가 땀을 많이 흘리는 사람에게 문제가 될 가능성이 있음을 밝힌 바 있으나[11] 플라스틱 안경테에 대한 연구는 진행된 바 없다.

따라서 본 연구에서는 우수한 탄성회복력 및 경량의 특징을 가진 플라스틱 안경테 중 현재 가장 많이 사용되는 trogamid 재질과 polyetherimide 재질의 안경테가 환경적인 변화에 의한 물성의 변화를 알아보고자 하였다. 열과 땀에 가장 많이 노출되는 계절인 여름철을 조건으로 정상적인 신체 온도 조건인 37°C, 4주(672시간) 동안 인공 땀에 노출시켜 표면, 경도 및 인장강도의 변화가 유발되는지 알아보고, 여름철 실생활에서 노출될 수 있는 고온을 포함한 온도 변화에 의해 이러한 물성 변화가 가속되는 지를 알아보고자 하였다. 본 연구를 통해 땀을 많이 흘리거나 고온에서 작업하는 사람에게 플라스틱 안경테가 적절한지에 대해 기초 자료를 제공할 수 있을 것이라 보인다.

대상 및 방법

1. 안경테

Trogamid 재질(템테이션, 대한민국) 및 polyetherimide 재질(템테이션, 대한민국)의 안경테 다리(temple)를 4 cm씩 절단하여 각 실험 조건별로 각각 4개 이상씩 사용하여 땀과 열에 노출시키지 않은 대조군과 구분하여 실험하였다.

2. 인공 땀 제조

25°C의 온도에서 sodium chloride(0.3%), sodium sulphate (0.1%), urea(0.2%), lactic acid(0.2%)의 비율로 인공 땀을 제조하였다.[14] pH농도는 2N 수산화나트륨 용액을 이용하여 조절하였으며, 인공 땀의 pH농도는 pH 6.0±0.2로 제조하여 사용하였다. 인공 땀 제조와 관련된 시약은 모두 Sigma-Aldrich사(USA)의 제품을 사용하였다.

3. 안경테의 인공 땀 노출

Trogamid 및 polyetherimide 재질 안경테 다리를 체온인 36.5°C에서 4주간에 거쳐 인공 땀에 노출시켰다. 4주라는 기간은 땀의 분비가 많은 여름철인 7월과 8월에 하루 11시간씩 착용하였을 때와 동일한 시간으로 설정하였다. 인공 땀의 변질을 막기 위해 매주 새로운 인공 땀을 교체해 주었으며, 총 4주 동안 노출 후 증류수를 사용해 표면을 행군 뒤 24시간 이상 자연건조를 진행하였다.

4. 안경테의 열 노출

4 cm씩 절단된 안경테 다리를 25°C, 50°C, 75°C의 온도로 맞춰진 배양기에 넣어서 4시간 씩 열처리를 진행하였다. 실험 최고 온도인 75°C는 2014년 7월 27일부터 8월 12일까지 5일간 1시간 간격으로 오전 10시부터 오후 4시까지 자동차 실내 온도를 측정하였을 때의 평균인 75.1°C를 기준으로 하였다.[15] 열처리 후 상온에서 24시간 이상 열을 식히는 과정을 진행하였다.

5. 경도 측정

안경테 재질별로 시료를 1 cm 크기로 잘라 열처리된 온

도별로 분류하여 비커스경도계(FM-800, FUTURE-TECH CORP, U.S.A.)를 이용하여 50 gf의 하중으로 경도를 측정하였다. 한 재료에서 다른 세 부분을 측정하여 평균값을 얻었다.

6. 인장강도

만능재료시험기(TO-101, TEST ONE, Korea)를 이용하여 4 cm 크기로 절단된 trogamid, polyetherimide 재질의 안경테 다리를 양쪽 동일한 간격으로 고정하여 200 kgf의 하중으로 인장 강도를 측정하였다.

7. 주사전자현미경을 통한 표면 관찰

주사전자현미경(TESCAN VEGA3, Thermo, U.S.A.)을 이용하여 trogamid, polyetherimide 재질의 안경테 다리를 100배의 배율로 확대하여 표면을 관찰하였다.

8. 통계처리

실험 결과는 One-way ANOVA를 실시하였고, Tukey HSD의 방법으로 사후검정을 실시하여 유의성을 검정하였다. $p<0.05$인 결과를 얻었을 때 유의성이 있는 것으로 하였다.

결과 및 고찰

1. 경도

Trogamid 안경테의 경우 인공 땀에 노출되지 않은 원재질의 평균 경도는 Hv 10.0이며, 인공 땀 처리를 하였을 때에는 Hv 10.4로 차이가 없었으며 통계적으로도 유의하지 않았다($p=0.181$)(Fig. 1). 실온(25°C)에서 4시간 방치 후의 경도는 Hv 10.4로 변함이 없었으며, 50°C에서 4시간 처리 후에는 Hv 9.8, 75°C에서는 Hv 10.3으로 온도 변화에 따른 의미

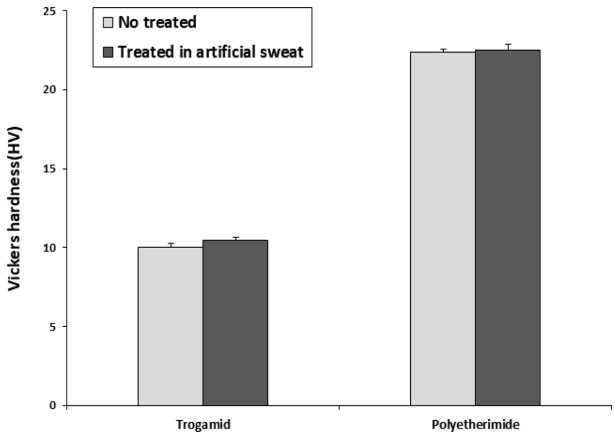

Fig. 1. Hardness of eyeglass frames made of trogamid and polyetherimide after exposed to artificial sweat.

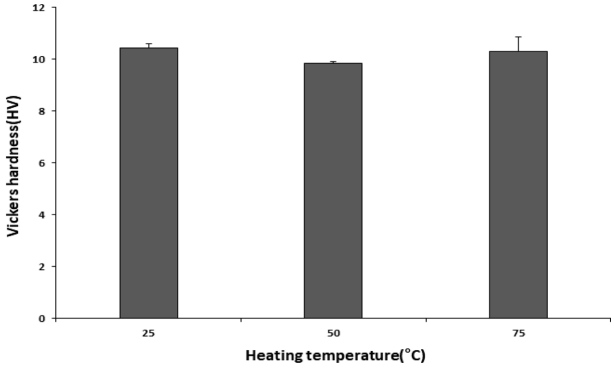

Fig. 2. Hardness of eyeglass frames made of trogamid after exposure to artificial sweat depending on heating temperature.

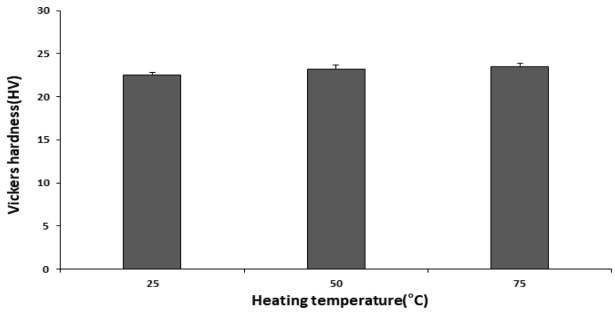

Fig. 3. Hardness of eyeglass frames made of polyetherimide after exposure to artificial sweat depending on heating temperature.

있는 경도변화가 관찰되지 않았다($p=0.025$)(Fig. 2).

인공 땀에 노출되지 않은 polyetherimide 안경테 원재질의 평균 경도는 Hv 22.4이며, 인공 땀에 노출시켰을 때에는 Hv 22.5로 경도 변화가 거의 없었다($p=0.867$)(Fig. 1). 25°C에서 4시간 동안 방치 후의 경도도 변함없이 Hv 22.5였으며, 50°C에서 4시간 동안 열처리 후에는 Hv 23.2, 75°C에서는 Hv 23.5로 측정되었다(Fig. 3). 25, 50, 75°C로 온도가 증가할 때 통계적으로 유의한 경도의 증가가 나타났지만($p=0.001$), 경도 변화 값의 변화가 크지 않았다.

2. 인장강도

Trogamid 재질 안경테 원재료의 평균 인장강도는 7.42 kgf/mm^{2}이었으며, 인공 땀에 노출시켰을 때에는 7.76 kgf/mm^{2}이었으며 통계적으로 유의하지 않은 차이였다($p=0.856$)(Fig. 4). 25°C에서 4시간 동안 방치하였을 때의 인장강도는 7.76 kgf/mm^{2}으로 변함이 없었으며, 50°C에서 7.45 kgf/mm^2, 75°C에서 7.55 kgf/mm^{2}으로 측정되어 실온보다 높은 온도 조건에 의해 다소 감소하는 경향이 있었으나 통계적으로 유의한 차이는 아니었다($p=0.788$)(Fig. 5).

Polyetherimide 재질 안경테 원재료의 평균 인장강도는 11.63 kgf/mm^{2}이었으며, 인공 땀에 노출시켰을 때에는

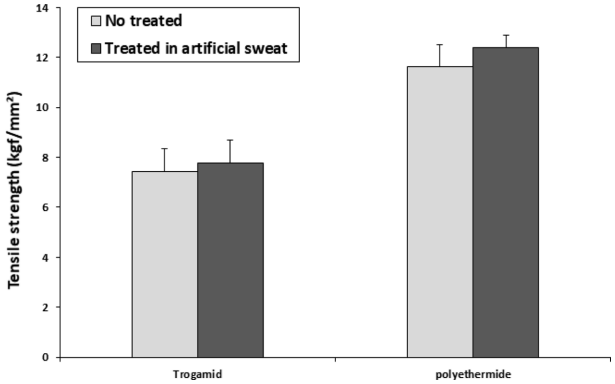

Fig. 4. Tensile strength of eyeglass frames made of trogamid and polyetherimide after exposed to artificial sweat.

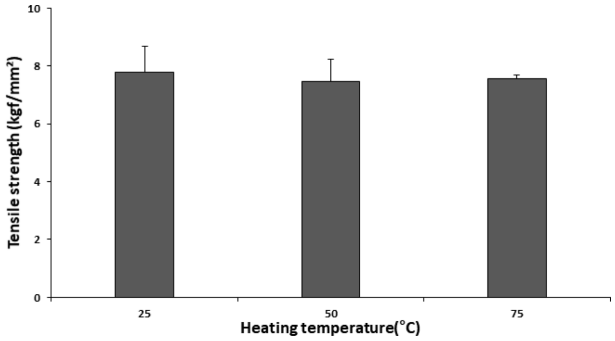

Fig. 5. Tensile strength of eyeglass frames made of trogamid after exposure to artificial sweat depending on heating temperature.

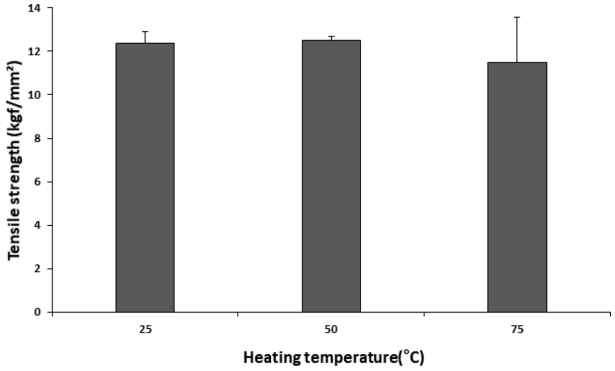

Fig. 6. Tensile strength of eyeglass frames made of polyetherimide after exposure to artificial sweat depending on heating temperature.

12.38 kgf/mm^{2}이었으며 통계적으로 유의하지 않은 차이였다(p=0.753)(Fig. 4). 25°C에서 4시간 동안 방치하였을 때의 인장강도는 12.38 kgf/mm^2, 50°C에서는 12.51 kgf/mm^2, 75°C에서 11.48 kgf/mm^{2}으로 측정되었으며 온도에 따른 인장강도의 변화는 통계적으로 유의하지 않았다(p=0.428)(Fig. 6).

3. 표면상태 변화

Trogamid 및 polyetherimide 재질의 안경테를 인공 땀에 노출시킨 후 열처리를 하여 표면의 상태 변화는 주사전자현미경을 이용하여 관찰하였다. Trogamid 안경테의 경우 원재료와 비교하여 땀에 노출시켰을 때에 표면이 거칠어져 잔무늬가 많아졌으며 굴곡이 더 커졌다(Fig. 7A, 7B). 50°C, 75°C로 열에 노출시켰을 때에는 열을 가하지 않았을 때보다 다소 표면이 매끈해지는 것처럼 관찰되었으나 큰 차이는 없었다(Fig. 7C, 7D).

Polyetherimide 안경테의 경우 원재료와 비교하여 땀에 노출시킨 후 25°C에서 열처리하였을 때 표면이 더욱 거칠어지고 잔무늬가 많아졌으며, 막의 벗겨짐과 같은 형태의 표면의 들림이 나타나는 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 8A, 8B). 하지만 50°C 열에 노출시켰을 때 표면이 매끈해졌지만 굴곡이 좀 더 깊어지고 잔 굴곡이 많아진 것을 확인 할 수 있었다(Fig. 8C). 75°C 열에 노출시켰을 때에는 표면의 거침과 들림이 없어졌으나 굴곡이 있는 잔무늬가 여전히 존재하였다(Fig. 8D).

김 등[11]의 연구에서 금속 재질을 이용하여 실험한 결과 pH 6.0 인공 땀을 기준으로 인공 땀에 3주 동안 노출시켰을 때에는 땀에 의한 경도의 감소가 티타늄 10.25%, 양백 10.50%였으며, 6주 동안 노출시켰을 때에는 각각 12.02%, 13.82%감소하였다. 본 연구에서는 플라스틱테를 pH 6.0의 인공 땀에 4주 동안 노출시켰으며 노출 전에 비해 trogamid 재질은 4%, polyetherimide 재질은 0.45%의 변화를 나타내어 금속테에 비해 변화 정도가 크게 적음을 알 수 있었다. Trogamid와 polyetherimide 재질의 안경테는 땀과 온도 변화에 의한 경도값의 변화가 미미하고 오히려 증가하는 경향을 보여 금속 안경테보다 땀에 의한 자극에 더 안정적이라고 판단되며, 땀과 열에 노출이 많은 고온 환경 작업자에게 적합할 것으로 사료된다.

안경테의 변형을 일으켜 장용자의 착용감을 편하게 해주는 피팅을 하기 위해서는 변형이 가능한 소재를 사용하여야 된다.[15] 힘을 받았을 때 찢겨지지 않고 견딜 수 있는 힘인 인장강도는 안경테 재료가 갖추어야할 물성 중 하나이다. 본 연구에서는 실생활에서 땀과 열에 의해 재료의 세기와 최대 응력을 나타내는 인장강도가 어떠한 영향을 받을지에 대해 알아보았으며, 플라스틱 안경테의 경우는 땀과 열에 의해 인장강도의 변화가 나타나지 않았다. 양백, 모넬 및 티타늄 재질의 안경테를 대상으로 인공 땀에 노출시켰을 때 인장강도를 측정한 김 등[11]의 연구에서도 금속 안경테 세 재질 모두 인장강도의 변화가 유발되지 않았다. 양백, 모넬, 티타늄과 같은 금속 안경테와 마찬가지로 본 연구에서 사용된 trogamid와 polyetherimide 소재의 안경테 또한 땀에 의한 인장강도의 큰 변화가 나타나지 않았기 때문에 현재 많이 사용되고 있는 금속 안경테와 플라스틱 안경테 모두 땀에 의한 인장강도의 변화가

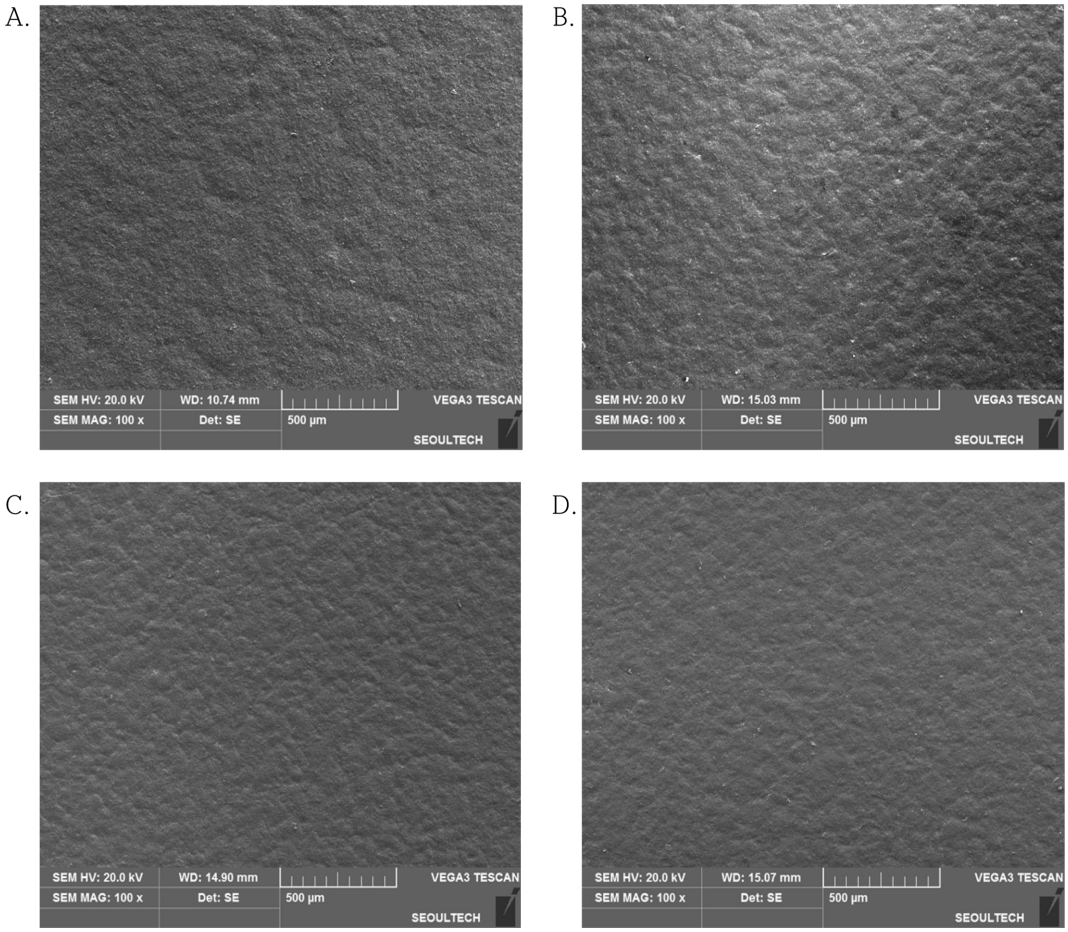

Fig. 7. Representative photographs of eyeglass frames made of trogamid after exposure to artificial sweat depending on heating temperature by scanning electron microscope (x100).
A. non-heated B. 25°C-heated
C. 50°C-heated D. 75°C-heated

유발되지 않음을 알 수 있었다.

Polyetherimide는 trogamid보다 높은 유리전이온도를 가지고 있으며, 고온에서도 기계적 물성이 우수하며, 고 탄성률을 가지고 있는 비결정성 고분자 소재이다.[16,17] 비결정성 고분자 소재는 유리전이과정을 거치는 구조적 특징 때문에 유리전이온도를 경계로 이하의 조건에서는 분자들의 운동성이 감소하여 신장률이 작고 경도가 높게 나타나며, 유리전이온도 이상에서는 분자들의 운동성이 증가하여 신장률이 증가하고, 경도가 감소한다. 즉, Trogamid 와 polyetherimide 재질과 같은 비결정성 고분자 소재는 유리전이온도와 노출되는 온도에 영향을 받아 탄성과 경도가 달라질 수 있다.[18]

본 연구에서는 열에 노출이 많은 여름철 실생활 환경을 반영하여 고온이 가해졌음에도 trogamid와 polyetherimide 재질의 유리전이온도가 상대적으로 높아 경도 및 인장강도의 큰 변화가 나타나지 않은 것으로 판단되었으며, 두 플라스틱 재질은 여름철 자동차 실내온도의 열자극이 가해졌을 때에도 기계적 물성의 변화가 적은 안정성이 높은 재질로 판단된다.

반면 두 플라스틱 재질 안경테 모두 인공 땀에 노출되었을 때 표면의 변화가 유발되어 표면이 거칠어지고 굴곡 및 잔무늬가 많아지는 것으로 나타났다. 또한, 땀 처리 후 50°C, 75°C로 열처리하였을 때 열에 의해 다시 표면변화가 유발되는 것을 확인할 수 있었다. 시중에서 유통되고 있는 안경테는 코팅된 상태이기 때문에 이러한 변화가 플라스틱 재질 위에 처리된 코팅막에 영향을 미쳐 나타나는 것인지 플라스틱 재질 자체의 영향을 미쳐 나타나는 결과인지에 대해서는 추후 연구가 진행되어야 할 것으로 사료되나 두 경우 모두 일상적인 생활에서 착용하고 있는 플라스틱 안경테의 표면 변형을 의미하는 것이므로 본 연구에서 검사한 경도, 인장강도 및 표면의 변화 외에 다른 변화가 유발되었는지에 대해서도 연구가 필요하리라 생각된다.

본 연구에서는 인공 땀의 pH를 6으로 고정하였는데, 그 이유는 인체에서 분비되는 땀은 pH 5~7 범위이며, 평균적

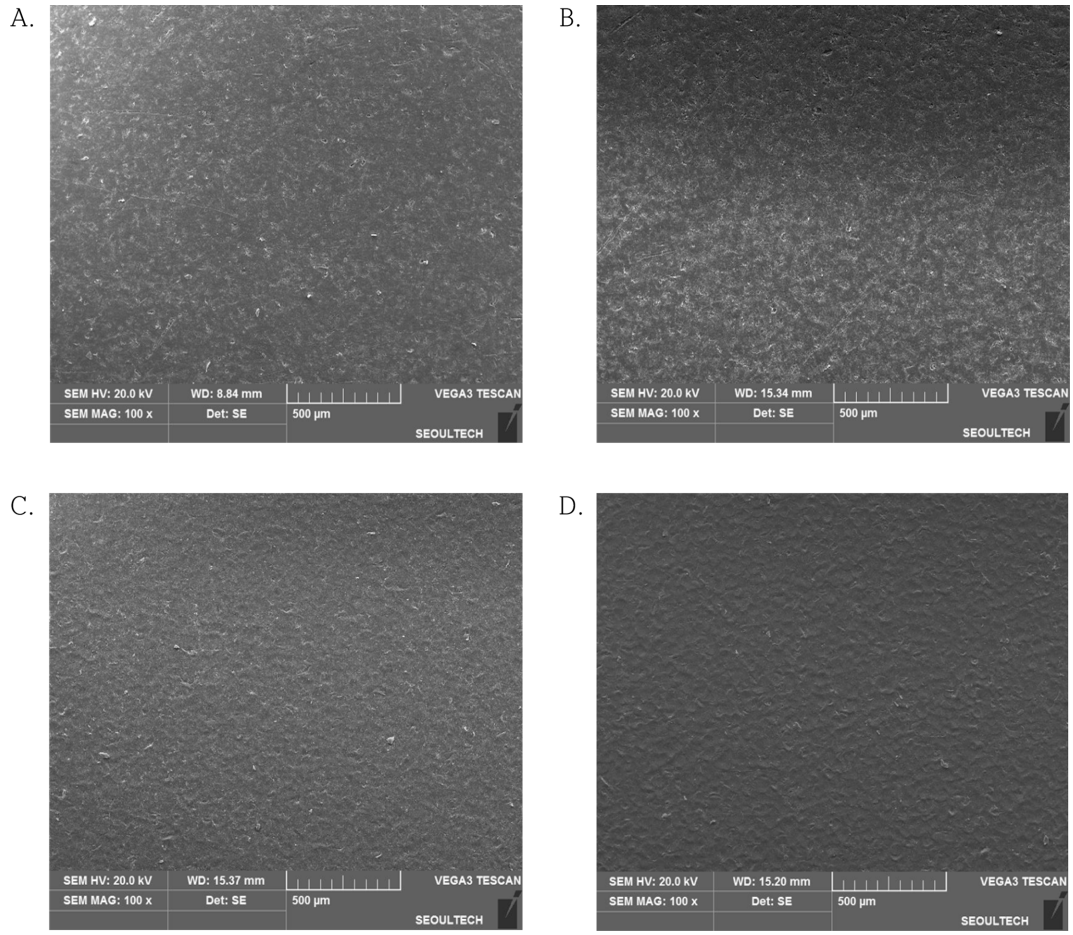

Fig. 8. Representative photographs of eyeglass frames made of polyetherimide after exposure to artificial sweat depending on heating temperature by scanning electron microscope (x100).
A. non-heated, B. 25°C-heated
C. 50°C-heated, D. 75°C-heated

으로는 pH 6이기 때문이다.[19,20] 또한, 땀에 의한 금속테의 변화에 대한 김 등[11]의 연구에서 pH 6.5, 6.0, 5.0으로 변화를 주어 금속테의 강도 및 인장강도를 분석하였을 때, pH 6.0과 pH 5.0 간의 큰 차이가 나타나지 않았기에 본 연구에서는 pH를 6.0으로 고정하여 실험하였다. 본 연구는 김 등[11]의 연구와는 다르게 인공 땀에 노출된 후에 열처리를 하여 일상에서 찜질방이나 여름철 밀폐된 차안과 같이 땀에 노출되어 변형이 일어난 플라스틱 안경테가 열 스트레스를 받았을 때 변형 정도에 차이가 유발되는지를 알아보았다.[12,13] 플라스틱 안경테의 경도 및 인장강도는 의미있는 변화가 나타나지 않았으나 표면에서는 변형이 관찰되었다. 이러한 표면의 변형은 땀의 pH가 산성이라는 것과 땀에 함유되어 있는 sodium chloride, sodium sulphate, urea, lactic acid, glycerol tristearate, sodium stearate 등과 같은 성분들의 작용에 의해 나타난 것으로 보인다.[14] 본 연구결과는 인공 땀에 의한 자극과 열 스트레스를 동시에 받은 경우에도 경도 및 인장강도의 변형은 유발되지 않고 표면의 변화만이 관찰되어 금속 안경테의 경우는 경도와 부식이 심하게 일어난다는 김 등[11]의 연구와 차이가 있었다. 땀에 의한 안경테의 표면 변화는 지속적으로 피부를 자극하여 알레르기 반응을 유발시킬 수 있으며 이물감에 의하여 정상적인 안경 착용을 방해할 수 있고, 지속될 경우 부식을 초래하여 안경테 소재의 물리적인 변성을 유발시킬 수 있는 요인이 될 수 있다. 본 연구에서의 trogamid와 polyetherimide 재질 플라스틱 안경테의 표면변화, 경도와 인장강도 실험결과를 종합하여 보았을 때 금속 안경테에 비해 땀에 의한 부식이 상대적으로 적어 땀에 대한 재질적인 안정성이 더 큰 것으로 보인다.

결 론

플라스틱 안경테 재질 중 trogamid 및 polyetherimide가 땀과 열에 의해 안정적인지를 알아보기 위해 본 연구를 수행하였다. Trogamid와 polyetherimide 재질 안경테 모두

땀에 노출되었을 때 의미있는 경도 및 인장강도의 변화가 나타나지 않았다. Polyetherimide 안경테의 경도가 땀에 노출된 후 열이 가해졌을 때 증가하는 것으로 나타났으나 증가 정도가 미미하였으며, trogamid 재질 안경테의 경우는 땀에 노출 후 열이 가해졌을 때 경도의 변화가 나타나지 않아 선행연구된 금속테 실험 결과에 비해 땀에 의한 자극에 대해 경도의 변화가 안정적이었다. 인장강도의 경우에도 trogamid와 polyetherimide 재질 안경테 모두 땀에 노출 후 열이 가해졌을 때 변화가 없어 선행연구된 금속테 실험 결과에 비해 안정적임을 알 수 있었다. 주사전자현미경을 이용한 표면관찰에서는 두 재질 모두 거칠어졌으며 굴곡 및 잔무늬가 더 크게 나타나는 표면 변화를 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 4주간 인공 땀에 노출시킨 뒤 4시간 동안 열처리 조건 하에서 진행되었으며, 각 재질의 경도와 인장강도의 감소가 나타나지 않았지만 표면변화가 나타났다. 안경테는 1년 이상 착용하는 경우가 많기 때문에 장기간 땀과 열에 노출되는 조건하에서 탄성과 같은 다른 물리적 특성에 대해서도 연구가 추후 필요할 것으로 보인다. 또한, 피부와 직접적으로 접촉하는 안경테의 표면의 거칠어짐은 지속적으로 피부를 자극하여 알레르기반응이나 정상적인 안경 착용을 방해할 수 있고, 지속될 경우 부식을 초래하여 안경테의 물리적인 변성을 유발시킬 수 있는 요인이 될 수 있을 것으로 보인다. 본 연구에서 여름철 땀과 고온에 의해 유발될 수 있는 플라스틱 안경테의 변형에 대해 연구를 진행하여 특히 온도가 높고 땀이 많이 흐르는 여름철에는 금속테에 비해 안경테의 변형이 크게 적을 것으로 보인다. 따라서 땀을 많이 흘리거나 작업환경이 고온일 경우에 금속 안경테보다는 플라스틱 안경테를 권장할 수 있을 것으로 보인다.

REFERENCES

[1] The Korea Optical News. Korean adults, glasses·C / L wear rate 55.5% 1 out of 2 people, 2015. http://www.opticnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=24919(16 April 2016).

[2] Korean Statistical Information Service. Resident midyear population, 2017. http://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=101&tblId=DT_1B040M5&vw_cd=MT_Z TITLE&list_id=A6&seqNo=&lang_mode=ko&language=kor&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=E1(17 May 2017).

[3] Korea Trade Commission. Glasses industry competitiveness survey, 2003. www.ktc.go.kr/file/db/pdf/IC/IC_20031003.pdf(17 May 2017).

[4] MFDS(Ministry of Food and Drug Safety, Korea). Instrument and packaging mass transfer analysis, 2013. http://www.mfds.go.kr/index.do?mid=1162&seq=6681&cmd=v(17 May 2017).

[5] Kim SH, Lim YM. The sight corrective spectacle frames as a medical devices. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2007;12(3):143-149.

[6] Sugiyama T, Uo M, Wada T, Hongo T, Omagari D, Komiyama K et al. Novel metal allergy patch test using metal nanoballs. J Nanobiotechnol. 2014;12(1):51.

[7] Otani S, Onishi K, Mu H, Yokoyama Y, Hosoda T, Okamoto M et al. The relationship between skin symptoms and allergic reactions to Asian dust. Int J Environ Res Public Health. 2012;9(12):4606-4614.

[8] Schmidt M, Goebeler M. Nickel allergies: paying the Toll for innate immunity. J Mol Med. 2011;89(10):961-970.

[9] Bocca B, Forte G, Petrucci F, Cristaudo A. Levels of nickel and other potentially allergenic metals in Ni-tested commercial body creams. J Pharm Biomed Anal. 2007;44(5):1197-1202.

[10] Kang HS. Glasses materials, 5th Ed. Seoul: Shinkwang, 2010;197-200.

[11] Kim SR, Choi MJ, Hwang JW, Kim MS, Chug SY, Park M. Effects of sweat on the metal frames of eyeglasses. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2015;20(1):9-14.

[12] Kim YD. In the summer, cars also heat up, 2015. http://www.yonhapmidas.co.kr/article/150711212210_927452(17 May 2017).

[13] Lee SS. The change of coating film on tinted ophthalmic lenses by thermal stress. Master Thesis. Seoul National University of Science and Technology, Seoul. 2016;13.

[14] Murota H, Matsui S, Ono E, Kijima A, Kikuta J, Ishii M et al. Sweat, the driving force behind normal skin: an emerging perspective on functional biology and regulatory mechanisms. J Dermatol Sci. 2015;77(1):3-10.

[15] Kim HJ, Lee KJ, Mah KC, Chung SJ, Oh HJ. A study on the complaints of spectacle wearers. Korean J Vis Sci. 2000;2(2):197-203.

[16] Echeverria I, Su PC, Simon SL, Plazek DJ. Physical aging of a polyetherimide: Creep and DSC measurements. J Polym Sci B Polym Phys. 1995;33(17):2457-2468.

[17] Amancio-Filho ST, Roeder J, Nunes SP, Dos Santos JF, Beckmann F. Thermal degradation of polyetherimide joined by friction riveting (FricRiveting). Part I: Influence of rotation speed. Polym Degrad Stab. 2008;93(8);1529-1538.

[19] Williams ML, Landel RF, Ferry JD. The temperature dependence of relaxation mechanisms in amorphous polymers and other glass-forming liquids. J Am Chem Soc. 1955;77(14):3701-3707.

[19] Watabe A, Sugawara T, Kikuchi K, Yamasaki K, Sakai S, Aiba S. Sweat constitutes several natural moisturizing factors, lactate, urea, sodium, and potassium. J Dermatol Sci. 2013;72(2):177-182.

[20] Lambers H, Piessens S, Bloem A, Pronk H, Finkel P. Natural skin surface pH is on average below 5, which is beneficial for its resident flora. Int J Cosmet Sci. 2006;28:359-370.

땀과 열이 플라스틱 안경테에 미치는 영향

김소라, 윤형준, 현아영, 박시윤, 박미정*

서울과학기술대학교 안경광학과, 서울, 01811

투고일(2017년 8월 28일), 수정일(2017년 11월 30일), 게재확정일(2017년 12월 7일)

목적: 본 논문에서는 플라스틱 안경테가 땀과 열에 노출되었을 때 나타나는 변화를 알아보고자 하였다. **방법:** Trogamid와 polyetherimide 재질 안경테를 pH 6.0±0.2의 인공 땀에 4주간 노출 시킨 후 온도를 25°C, 50°C, 75°C로 변화를 주어 땀과 열에 의한 인장강도, 경도 및 표면 변화를 측정하였다. **결과:** Trogamid와 polyetherimide 재질 안경테 모두 인공 땀에 의해 경도 및 인장강도의 변화가 나타나지 않았으나 표면 변화는 관찰되었다. 인공 땀에 노출 시킨 후 열이 가해졌을 때에도 경도와 인장강도에서 의미있는 변화가 나타나지 않았지만 표면의 변화는 나타났다. **결론:** 플라스틱 안경테가 인공 땀과 열에 노출되었을 때 표면 변화가 관찰되었기에 일상생활에서 땀에 장기간 노출 시에 물리적 특성이 변화될 가능성이 있으므로 안경을 관리함에 있어 주의가 필요함을 제안한다.

주제어: 플라스틱 안경테, Trogamid, polyetherimide, 땀, 열, 인장강도, 경도, 표면 변화