

## 소프트콘택트렌즈 건조로 인한 렌즈 형태 및 TBUT의 변화

박미정 · 이유나 · 강규은 · 이민하

서울산업대학교 안경광학과

투고일(2008년 5월 2일), 수정일(2008년 5월 20일), 게재확정일(2008년 6월 10일)

**목적:** 본 연구에서는 건안에 착용되어 지속적으로 건조한 상태에 노출되거나 관리 부주의로 건조한 상태가 되었던 소프트콘택트렌즈(soft contact lens, SCL)에 발생하는 렌즈의 형태 및 렌즈 착용시의 누액 안정성에 나타나는 변화를 알아보고자 하였다. **방법:** 함수율과 두께, 재질이 상이한 소프트콘택트렌즈들을 각각 인위적으로 2회 또는 4회 건조시키고 다시 수화시킨 후 렌즈 전체직경 및 곡률반경을 측정하였다. 또한, 소프트콘택트렌즈 착용시의 눈물과 괴시간(tear film break-up time, TBUT)의 변화를 측정하였다. **결과:** 건조과정에 의하여 함수율 70% 소프트콘택트렌즈와 59% 소프트콘택트렌즈 모두에서 전체직경의 감소가 나타났으며, 함수율 59% 소프트콘택트렌즈의 전체직경의 변화 정도가 더 컸다. 함수율 59%의 소프트콘택트렌즈는 건조횟수가 증가함에 따라 곡률반경이 증가하였다. 그러나, 함수율 70%의 소프트콘택트렌즈는 2회 건조시에는 곡률반경에 변화가 없었으며, 4회 건조시에는 곡률반경이 크게 증가하였다. -1.00 D 소프트콘택트렌즈는 -9.00 D 소프트콘택트렌즈 보다 직경의 감소 정도가 더 컸다. 또한, -1.00 D 소프트콘택트렌즈는 건조횟수가 증가하면 곡률반경의 증가정도가 커지는 반면, -9.00 D 소프트콘택트렌즈는 2회 건조시나 4회 건조시에 곡률반경의 차이가 없었다. 실리콘 하이드로겔 렌즈 재질인 lotrafilcon B의 직경 및 곡률반경 변화는 HEMA와 N-vinyl pyrrolidone의 공중합체인 hilafilcon B보다 더 적었다. 렌즈를 착용하였을 때의 TBUT는 건조되었던 소프트콘택트렌즈를 착용시 감소하였다. **결론:** 소프트콘택트렌즈가 건조되었을 때 수화 과정을 거치더라도 렌즈의 전체직경 및 곡률반경이 변하였으며, 렌즈 착용시의 TBUT가 감소하였으며, 이러한 변화는 건조되었던 소프트콘택트렌즈를 착용하였을 때의 착용감 저하의 주요 원인으로 작용할 것이다. 건조로 인한 소프트콘택트렌즈의 형태 변화 및 TBUT 변화는 함수율, 두께, 재질에 따라 상이하였다.

**주제어:** 소프트콘택트렌즈, 건조, 함수율, 재질, 두께, 전체직경, 곡률반경, TBUT

### 서 론

콘택트렌즈는 하드렌즈에 사용된 PMMA(poly(methyl methacrylate))재질의 개발 이후로 친수성 재질인 PHEMA(poly(hydroxyethyl methacrylate)) 및 그 외 친수성 및 산소투과도를 향상시킬 수 있는 재질의 공중합체를 소프트콘택트렌즈(soft contact lens, SCL)에 사용하고 산소투과성을 증가시키기 위해 실리콘 성분을 PMMA재질과 결합시켜 만든 RGP(rigid gas permeable) 렌즈까지 개발하는 등 눈의 생리학적 문제점을 최소화시키기 위해 많은 개발과 발전이 있어 왔다<sup>1</sup>.

가장 최근엔 산소 투과율을 증가시키고 습윤성을 높여 편안한 착용감을 유지시키기 위한 목적으로 소프트콘택트렌즈의 친수성 성분과 RGP렌즈의 실리콘 성분을 결합시킨 실리콘하이드로겔 렌즈까지 개발되었다. 친수성 성분인 HEMA 재질은 수분을 통한 산소 전달성을 높여주고

실리콘 성분은 산소투과율을 높여주기 때문에 착용감과 성능면에서 우수할 뿐만 아니라 점차 늘어나는 연속착용렌즈 사용자들에게 산소 부족의 문제점을 크게 해소시켜 줄 수 있는 장점을 가지고 있다<sup>2,4</sup>.

이렇듯 착용자의 눈 건강과 편의를 위해 렌즈의 종류, 재질을 끊임없이 발전해 왔지만 아직도 착용자의 다수는 올바른 렌즈 관리방법에 대해서 모르는 경우가 많다<sup>4,5</sup>. 소프트콘택트렌즈 사용 시에 발생하는 문제는 대부분 관리의 부주의에 의한 것이다. 잘못된 세척 방법, 오염된 관리용액 및 렌즈케이스, 단백질 및 지방 등의 이물질 부착, 화장과정에서 오염이 발생할 수 있을 뿐만 아니라 관리 부주의로 인한 렌즈 건조가 유발되어 착용자에게 심각한 피해를 유발할 수 있다<sup>6-10</sup>.

대부분의 렌즈 사용자가 렌즈 관리를 위해서 케이스에 보존용액을 채운 후, 렌즈를 담가두는 데 간혹 렌즈가 건조되는 경우가 생긴다. 예를 들면, 렌즈 사용 후, 케이스에

용액을 채워 렌즈를 담가두는 것이 일반적이지만 장기간 사용하지 않아 용액이 증발하거나, 케이스의 손상 또는 부주의로 인한 용액의 흐름으로 렌즈가 건조되는 경우도 발생한다. 이 경우, 렌즈 사용자의 대부분은 렌즈를 다시 용액이나 식염수에 담가두게 되고 렌즈는 수화되어 표면적으로는 원상태를 찾는 것처럼 보인다. 하지만, 건조되었던 렌즈를 다시 수화시킨 후, 렌즈 착용자의 다수는 불편함을 느낀다. 이를 단순한 심리적 불편함만으로 여기기는 어렵다.

관리부주의로 인한 렌즈 및 렌즈 케이스의 오염이 사용자에게 어떤 영향을 미치는지는 이미 많은 논문을 통해 연구된바 있다<sup>11-13</sup>. 하지만 렌즈의 건조로 인해 발생하는 여러 가지 문제점에 대한 연구결과가 미비한 실정이다.

이에 본 연구에서는 소프트콘택트렌즈 건조 및 수화과정의 반복으로 인한 렌즈 자체의 형태 변화 여부와 착용 시에 유발되는 누액층의 안정성에 대해 알아보았다. 본 연구결과는 소프트콘택트렌즈 관리부주의로 인한 문제점 유발뿐만 아니라 건성안에서 간헐적으로 오랜 시간 소프트콘택트렌즈가 건조한 상태로 있을 때의 변화에 대해서도 적용될 수 있는 결과로 소프트콘택트렌즈 사용자에게 렌즈 관리와 관련된 정확한 정보를 제공하고 올바른 관리 방법을 주지시키는데 도움이 되고자 하였다.

## 실험방법

### 1. 실험에 사용한 소프트콘택트렌즈

각각의 소프트콘택트렌즈는 함수율, 두께, 재질에 따라 비교하였으며, 실험에 사용한 4종의 소프트콘택트렌즈는 다음과 같다(Table 1).

### 2. 소프트콘택트렌즈의 처리

본 연구에 사용한 모든 소프트콘택트렌즈는 8시간 건조 후 10시간 수화과정을 거치는 것을 1회 건조 및 수화로 하였다. 소프트콘택트렌즈는 종류별로 각각 10개씩 2회 및 4회 건조 및 수화시켰고, 별도의 과정을 거치지 않은 건조하지 않은 렌즈와 비교하였다. 수화는 다목적용액을 이용하여 하였다. 피검자에게 건조 및 수화과정을 거친 소프트콘택트렌즈를 착용시키기 전에 AOSep(CIBAVision,

USA)을 이용하여 6시간 소독과정을 거쳤다<sup>14</sup>.

### 3. 소프트콘택트렌즈의 형태 변화 측정

건조와 수화과정을 거친 소프트콘택트렌즈의 변화는 초고속 촬영기(FASTCAM ultima 1024, Germany)를 사용하여 촬영하였으며, FASTCAM Control Soft Ware 프로그램을 이용하여 소프트콘택트렌즈의 직경과 곡률반경을 측정하였다<sup>7</sup>.

### 4. 누액층파괴시간(TBUT, tear film break-up time) 측정

누액의 안정성을 평가하기 위하여 안질환이 없고 시기능에 이상이 없는 20대 5명을 대상으로 좌안 및 우안 모두 각각 3회씩 렌즈 착용 5분 후에 케라토크미터(JP/SO-21, SHIN-NIPPON, Japan)로 TBUT를 측정하였다<sup>15,16</sup>. 소프트콘택트렌즈 착용 후에도 동일한 방법으로 측정하였다.

### 5. 통계처리

실험 결과는 mean±S.D.로 표시하였으며, student T-test 또는 one-way ANOVA test에 의해 p<0.05인 결과를 얻었을 때 유의성이 있는 것으로 하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 소프트콘택트렌즈 건조 및 수화 시 형태 변화

소프트콘택트렌즈를 건조시키면 렌즈에 따라 약간씩의 차이는 있으나 대략적으로 약 2/3 정도 크기로 감소하고 이를 다시 수화시키면 옛지 부분이 툇니바퀴 모양의 형태를 이루는 과정을 거치고 일정 시간 후에는 건조하기 전과 비슷하게 크기로 되돌아왔다(Fig. 1). 수화가 끝난 후에는 육안으로 관찰하기에는 소프트콘택트렌즈 중심부나 옛지 부분에 특이할 만한 변화가 관찰되지는 않았다.

### 2. 소프트콘택트렌즈 전체직경 및 곡률반경 변화

#### 1) 소프트콘택트렌즈의 함수율에 따른 변화

함수율 59% 소프트콘택트렌즈와 70% 소프트콘택트렌즈의 건조횟수에 따른 전체 직경과 곡률반경의 변화를 측정하였다. 70% 함수율을 가진 소프트콘택트렌즈의 직경은 2회 건조 시에 0.01 mm, 4회 건조 시 0.05 mm 감소하였고, 59%의 함수율을 가진 소프트콘택트렌즈는 2회 건조 시 0.03 mm, 4회 건조 시 0.08 mm 감소하여 함수율이 더 낮은 소프트콘택트렌즈에서 직경의 변화가 더 컸다(Fig. 2A).

함수율 59% 소프트콘택트렌즈는 건조횟수가 증가함에 따라 렌즈의 곡률반경이 증가하여 렌즈의 형상이 플랫폼졌음을 알 수 있었으며, 함수율 70% 소프트콘택트렌즈는

Table 1. SCLs used in the experiment

materials	water content (%)	dioptr (D)
hilafilcon A	70	-1.00
hilafilcon B	59	-1.00
hilafilcon B	59	-9.00
lotrafilcon B	33	-1.00

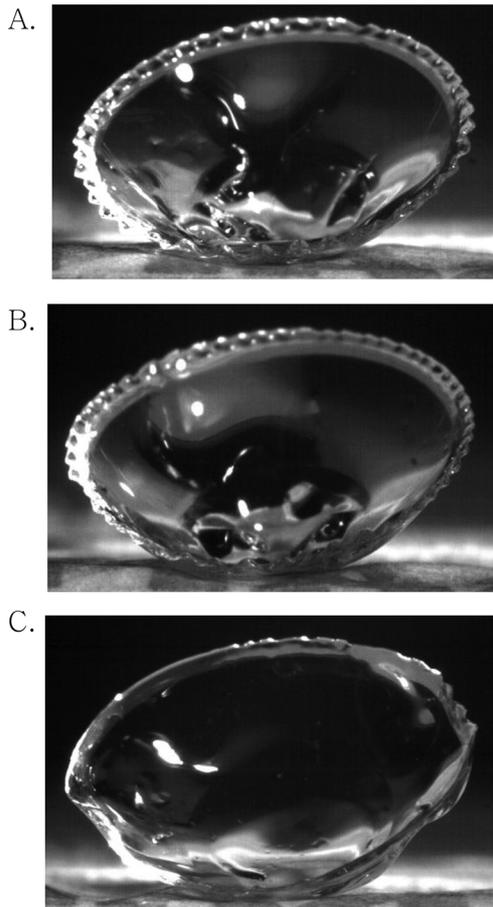


Fig. 1. The change of dehydrated SCL during rehydration.  
 A. after 1 min-rehydration  
 B. after 1.3 min-rehydration  
 C. after 2.3 min-rehydration

2회 건조시에는 렌즈의 곡률반경에 변화가 없었으나 4회 건조시에 크게 증가하여 렌즈의 형상이 건조횟수에 따라 플랫폼해지는 정도에 차이가 있음을 알 수 있었다(Fig. 2B). 전체직경의 감소에도 불구하고 렌즈의 곡률반경이 커졌다는 것은 렌즈가 건조에 의해 새그값의 감소정도가 전체직경의 감소정도보다 더 컸다는 것을 의미하는 것으로 건조에 의해 전체적으로 렌즈가 크게 수축하였거나 옛지 디자인 등에 변형이 유발되었을 가능성이 크다는 것을 의미한다. 건조횟수가 2회일 때는 렌즈의 전체직경과 곡률반경 변화가 함수율이 높은 소프트콘택트렌즈에서 더 적은 것으로 보아 건조에 의한 저항성이 함수율이 높은 소프트콘택트렌즈에서 더 강한 것으로 여겨진다. 그러나 건조횟수가 증가하여 4회에 이르면 함수율 70% 소프트콘택트렌즈에서의 전체직경 감소정도가 더 낮음에도 불구하고 렌즈의 곡률반경은 함수율 59% 소프트콘택트렌즈 보다 다소 크게 변하여 렌즈의 건조횟수가 더 증가하여 일정 자극이상이 주어져 한계치를 넘어서게 되면 함수율이 높은 소프트콘택트렌즈의 변형이 더 심하게 나타날 수 있음을 알

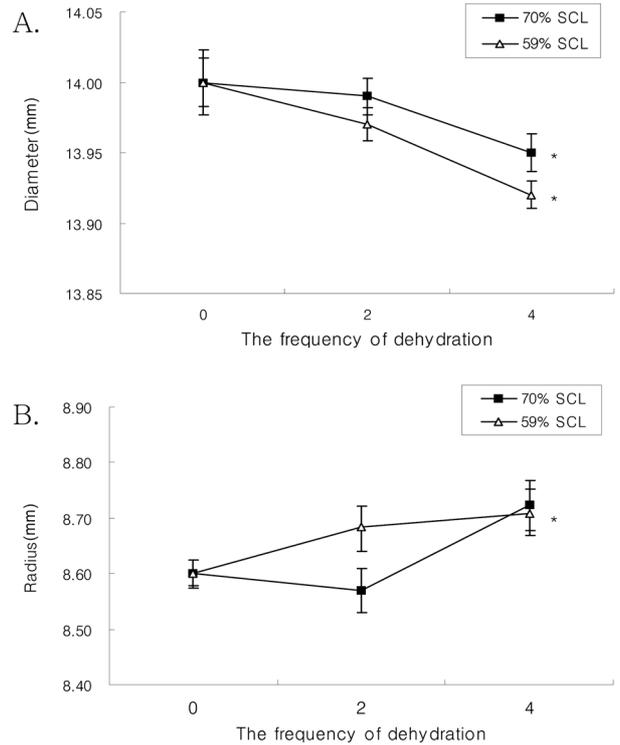


Fig. 2. The diameter and radius changes of SCLs having different percentile of water content.

A. Diameter, B. Radius

Values are expressed as mean  $\pm$  SD. (n=10)

\*Significantly different at  $p < 0.05$  (one-way ANOVA test)

수 있었다.

또한 본 연구에서는 소프트콘택트렌즈의 건조 후 수화 과정을 거친 후에 전체직경과 렌즈의 곡률반경을 측정하는 것으로 이상의 결과는 건조 후에 충분한 수화과정을 거치더라도 원래의 소프트콘택트렌즈 형태로 회복되지 않는다는 것을 의미하며 이로 인하여 착용감 및 시력 교정 효과에 변화가 있을 것으로 사료된다.

2) 중심두께에 따른 변화

건조로 인한 소프트콘택트렌즈의 형태 변화가 렌즈의 중심두께에 따라 달라지는지를 알아보기 위하여 같은 재질의 -1.00 D 소프트콘택트렌즈 및 -9.00 D 소프트콘택트렌즈의 직경 및 곡률반경을 비교하여 보았다. -1.00 D 렌즈와 -9.00 D 렌즈 모두 2회 건조 시 직경이 0.03 mm 감소하였고, 4회 건조 시에는 각각 0.08 mm, 0.07 mm 감소하였다. 4회 건조 시에 -1.00 D 렌즈의 직경 감소 정도가 더 컸으며, -1.00 D와 -9.00 D의 건조횟수에 따른 직경의 변화는 ANOVA test 시 유의하게 차이가 나타났다 (Fig. 3A). 즉, 건조된 소프트콘택트렌즈는 수화과정을 거치더라도 직경이 감소하며 디오퍼가 낮을수록 직경의 감소 정도가 더 컸는데 이는 디오퍼가 낮을수록 렌즈의 두

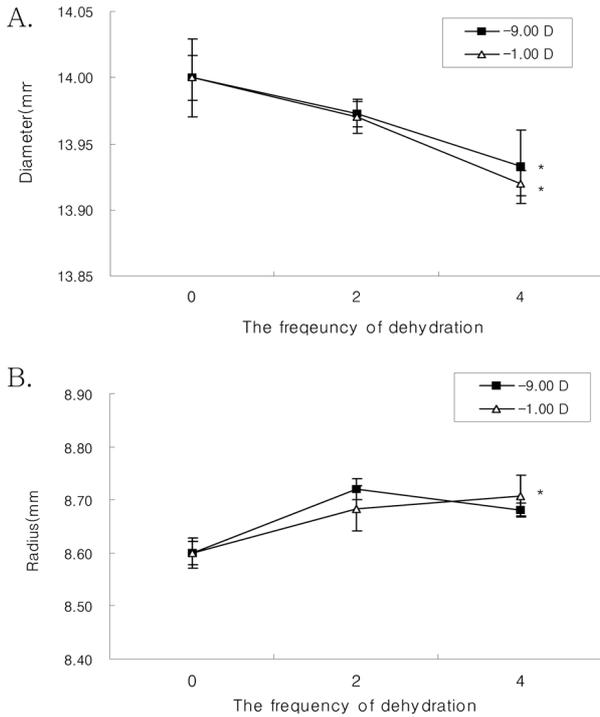


Fig. 3. The diameter and radius changes of SCL having different thickness.

A. Diameter B. Radius

Values are expressed as mean  $\pm$  SD. (n=10)

\*Significantly different at  $p < 0.05$  (one-way ANOVA test)

께가 얇아져서 나타나는 결과로 여겨진다. 또한, -1.00 D와 -9.00 D 소프트콘택트렌즈 모두에서 건조횟수가 증가함에 따라 직경이 통계적으로 유의하게 감소였다.

렌즈의 곡률반경은 건조횟수가 증가함에 따라 -1.00 D 렌즈의 곡률반경의 증가정도가 커지는 반면, -9.00 D 렌즈는 2회 건조시나 4회 건조시에 곡률반경의 차이가 없었다(Fig. 3B). 디오퍼에 따라 형태변화에 차이가 나타나는 것은 중심부 및 주변부 두께의 차이에 의해 형태변화가 달라질 수 있음을 의미하는 것으로 건조횟수가 4회 이상 일 때는 두꺼운 소프트콘택트렌즈의 변화가 상대적으로 더 적을 수 있다고 사료된다.

이상에서 -1.00 D 렌즈나 -9.00 D 렌즈 모두 건조에 의해 형태 변화가 나타났으나 그 정도에서 차이가 나타나 중심두께에 따라 각기 다른 변화가 유발되었음을 알 수 있었다.

### 3) 재질에 따른 변화

일반 HEMA 재질의 소프트콘택트렌즈인 hilafilcon B와 실리콘 하이드로겔 렌즈 재질인 lotrafilcon B를 비교한 결과, hilafilcon B 렌즈의 직경이 2회 건조 시에 0.03 mm 만큼, 4회 건조 시 0.08 mm 감소하여 건조횟수에 따라 통계적으로 유의하게 감소하였다. 2회 건조시에 lotrafilcon B

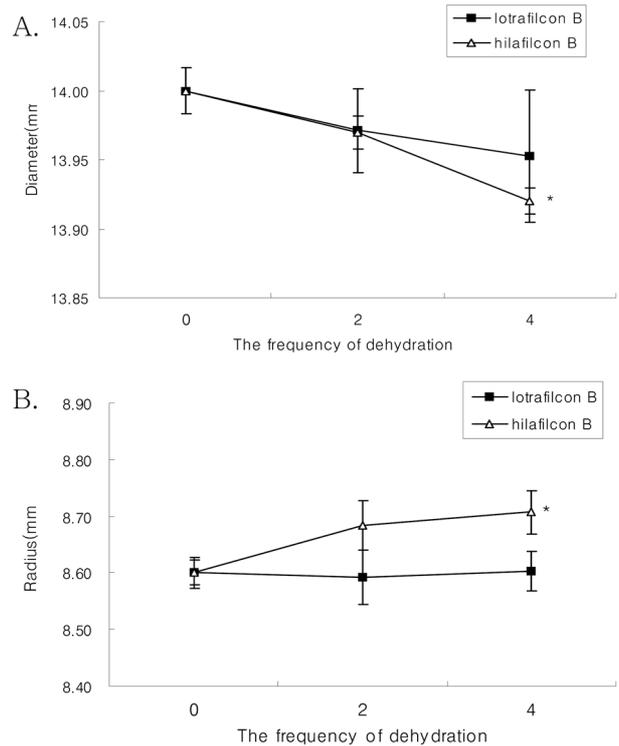


Fig. 4. The diameter and radius changes of SCLs of different materials.

A. Diameter B. Radius

Values are expressed as mean  $\pm$  SD. (n=10)

\*Significantly different at  $p < 0.05$  (one-way ANOVA test)

렌즈의 직경은 0.03 mm, 4회 건조 시 약 0.05 mm 감소하여 건조횟수에 따라 감소하는 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다(Fig. 4A).

렌즈의 곡률반경은 hilafilcon B 재질이 건조횟수에 따라 증가하는 반면 lotrafilcon B는 변화가 거의 없어(Fig. 4B). 실리콘하이드로겔 렌즈인 lotrafilcon B가 건조의 형태 변화에 대해 더 저항성이 크다는 것을 알 수 있었다. 렌즈가 건조되었을 때 유발되는 렌즈의 변화에 대한 연구는 건조로 인한 함수율 변화에 대한 연구 결과만 보고되고 있을 뿐<sup>17</sup> 내부 구조의 변화에 대한 연구결과는 보고된 바가 없으나 본 연구에서는 완전히 수화 후에도 형태변화가 지속되는 것으로 보아 건조로 인하여 폴리머의 내부 조직에서의 비가역적인 변화가 유발될 가능성이 있어 이에 대한 연구가 필요하리라 사료된다.

### 3. 건조되었던 소프트콘택트렌즈 착용 시 TBUT 변화

건조로 유발된 소프트콘택트렌즈의 형태 변화가 렌즈 착용시 어떠한 영향을 미치는 지를 알아보기 위해 렌즈 착용 후 TBUT를 측정하여 보았다.

소프트콘택트렌즈를 착용하지 않았을 때의 피검자의 TBUT는 평균 11.5 초 이었다. 소프트콘택트렌즈를 착용

Table 2. TBUT on the eye wearing different SCLs which were not dehydrated

Lens	TBUT (sec)
control <sup>†</sup>	11.5±2.9
hilafilcon A, 70%, -1.00 D	7.4±1.9*
hilafilcon B, 59%, -1.00 D	8.0±2.0*
hilafilcon B, 59%, -9.00 D	7.3±2.2*
lotrafilcon B, -1.00 D	8.3±2.8*

Values are expressed as mean±SD. (n=5)

<sup>†</sup>Group which does not wear SCL.

\*Significantly different from control at p<0.05 (T-test).

시킨 후에는 모든 종류의 렌즈에서 착용 전에 비해 TBUT 값이 통계적으로 유의하게 감소하였는데 이는 누액과 각막 사이에 소프트콘택트렌즈가 끼어들어가 있는 상황에서 렌즈 표면의 누액층이 얇아져 나타나는 결과로 여겨진다 (Table 2). 각 렌즈의 함수율별, 두께별, 재질별 간에는 통계적으로 유의한 차이는 없어 건조된 모든 렌즈에서 흐릿한 시야와 관련된 불편감을 초래할 것으로 보인다.

함수율 70%의 소프트콘택트렌즈는 건조되지 않은 소프트콘택트렌즈 착용시의 TBUT와 비교하여 보았을 때 2회, 4회 건조시 TBUT 값이 각각 107.6%, 79.4%로 감소하였다. 즉, 건조된 소프트콘택트렌즈의 착용으로 누액층이 깨지는 시간이 빨라져 렌즈의 표면이 더 잘 마르게 되는 결과를 초래하였다. 함수율이 59%인 소프트콘택트렌즈는 TBUT의 변화폭이 더 증가하여 각각 82.7%, 59.4%에 달하였다(Fig. 5A). 함수율 59% 렌즈가 건조로 인해 렌즈의 전체직경 및 곡률반경의 변화 폭이 더 크다는 Fig. 2의 결과와 일치하는 결과로 렌즈의 형태변화에 의해 TBUT가 영향을 받을 가능성이 있는 것으로 여겨진다.

소프트콘택트렌즈의 두께에 따라서는 -9.00 D 및 -1.00 D의 렌즈가 2회 건조로 인해 TBUT가 각각 79.1%, 82.7%로 -9.00 D 렌즈에서 다소 감소 정도가 컸으나, 4회 건조시에는 각각 64.1%, 59.4%로 -1.00 D 렌즈의 감소정도가 더 컸다(Fig. 5B). 비록 더욱더별로 커다란 차이가 있지는 않았지만 TBUT의 변화는 렌즈의 곡률반경의 변화와 유사한 양상을 보였다.

HEMA와 N-vinyl pyrrolidone의 공중합체인 hilafilconB 재질의 렌즈와 실리콘 하이드로겔 렌즈인 lotrafilcon B 재질의 렌즈에서도 건조 횟수가 2회, 4회로 증가함에 따라 모두 TBUT가 비슷한 정도로 감소하였다(Fig. 5C). 전체 직경 및 곡률반경의 변화 정도는 lotrafilcon B 렌즈가 더 적었으나, TBUT 변화는 hilafilcon B와 별다른 차이가 없는 것으로 보아 건조로 인해 단순히 직경 또는 곡률반경의 변화만 초래된 것이 아니라 렌즈 표면의 습윤성질의

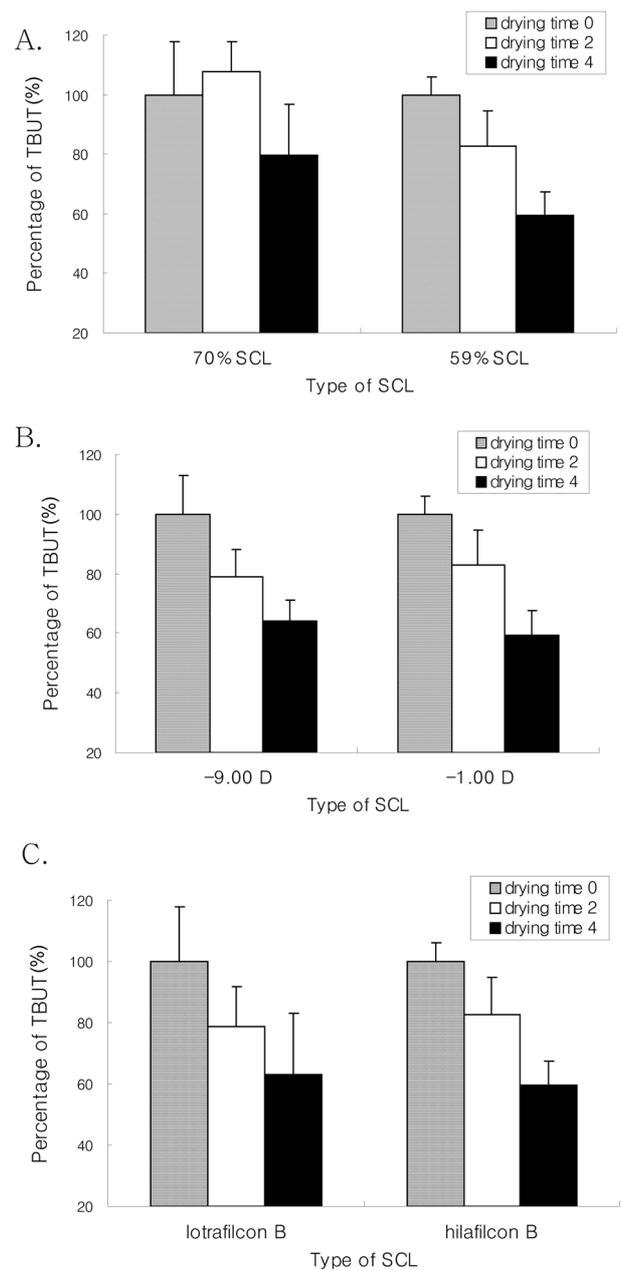


Fig. 5. The change of TBUT depending on drying time.

- A. SCL with different water contents
- B. SCL with different thickness
- C. SCL of different materials

변화를 유발하거나 렌즈 엣지의 변화등과 같은 변화들도 유발되었을 가능성이 있다.

이러한 렌즈 착용으로 인한 TBUT의 감소는 대비감도를 감소시켜 착용자가 흐릿한 시야를 호소하게 하며 순목횡수 증가를 자극하게 되며<sup>18,19</sup>, 본 연구 결과 어떠한 변화에 의해 TBUT의 감소가 나타난 것인지와 관계없이 건조되었던 소프트콘택트렌즈를 착용하였을 때 렌즈 표면이 건조하게 되어 착용감 저하의 가속화시킬 것으로 사료된다.

이상에서와 같이 소프트콘택트렌즈가 건조되었을 때 수화 과정을 거치면 겉보기에는 원래상태로 돌아온 듯 보이거나 실제로는 렌즈의 전체직경과 곡률반경이 변하는 결과를 초래하였다. 또한 건조되었던 렌즈를 착용시에는 TBUT가 감소하여 렌즈 표면의 습윤상태의 변화가 초래되는 것으로 밝혀졌다. 실제로 건조되었던 렌즈를 착용시에는 이러한 여러 요인들이 복합되어 불편감을 느끼게 되는 것이라 여겨진다.

본 연구는 인위적으로 건조 및 수화상태를 반복시켜 건조한 상태에 있는 렌즈의 형태변화를 알아보았다. 이러한 건조한 환경은 렌즈의 관리적인 측면에서 유발될 수 있을 뿐만 아니라 콘택트렌즈를 장시간 착용하였을 때와 더 나아가 누액양이나 질에서 문제가 있는 콘택트렌즈 착용자의 경우에 더 심하게 나타날 수 있다. 콘택트렌즈를 착용시에 콘택트렌즈의 앞뒤면의 누액이 마르는 현상이 나타나게 되고<sup>20,21</sup>, 이로 인하여 대비감도의 저하<sup>22</sup>, 누액양의 부족으로 인한 불편감 및 부작용<sup>23,24</sup> 등이 나타나는 것 이외에도 렌즈의 형태변화로 인한 피팅상태의 변화가 유발될 가능성이 있으며 건강한 콘택트렌즈의 착용을 위하여 이에 대한 연구가 필요하리라 여겨진다.

## 결 론

건조 및 수화과정을 거친 소프트콘택트렌즈는 전체직경이 감소하며, 곡률반경이 감소하여 렌즈의 형태에 변화가 초래되었다. 이러한 변화는 정도의 차이는 있으나 함수율의 차이, 렌즈 두께의 차이, 재질의 차이와 무관하게 본 연구에 사용한 모든 소프트콘택트렌즈에서 동일하게 나타나는 현상이었다. 이러한 건조로 인한 소프트콘택트렌즈의 형태 변화는 렌즈의 착용시에 TBUT의 변화를 초래하여 착용감에 문제를 유발시킬 수밖에 없다. 소프트콘택트렌즈의 건조는 착용자의 관리 부주의로 인하여 발생 외에 누액의 양 및 질에 문제가 있는 콘택트렌즈 착용자에게서도 유발되는 문제이므로 이를 방지하기 위한 노력이 경주되어야 할 것이다.

## 참고문헌

1. 김대수, 박미정, "콘택트렌즈물리", 초판, 북스힐, 서울, pp. 1-13(2007).
2. Efron N., Morgan P. B., Cameron I. D., Brennan N. A., and Goodwin M., "Oxygen permeability and water content of silicone hydrogel contact lens materials", *Optom. Vis. Sci.*, 84(4):328-337(2007).
3. Key J. E., "Development of contact lenses and their worldwide use", *Eye Contact Lens*, 33(6):343-345(2007).
4. Bergenske P., Long B., Dillehay S., Barr J. T., Donshik P., Secor G., Yoakum J., and Chalmers R. L., "Long-term clinical results: 3 years of up to 30-night continuous wear of lotrafilcon A silicone hydrogel and daily wear of low-Dk/t hydrogel lenses", *Eye Contact Lens*, 33(2):74-80(2007).
5. 유근창, 김인숙, "콘택트렌즈 착용에 따른 실태조사", *한국안광학회지*, 7(1):15-20(2002).
6. 송자옥, 최진숙, 김대수, 박미정, "기초화장품에 노출시 나타나는 소프트콘택트렌즈의 변화", *한국안광학회지*, 11(2):99-107(2006).
7. 박미정, 조규태, 신성환, 이흥숙, 김대수, "단백질 침착에 의한 소프트콘택트렌즈의 직경 및 곡률반경 변화", *한국안광학회지*, 10(3):165-171(2005).
8. Snyder C., "Lens care complications-where's the rub?", *Cont. Lens Anterior Eye*, 29(4):161-162(2006).
9. Boost M. V. and Cho P., "Microbial flora of tears of orthokeratology patients, and microbial contamination of contact lenses and contact lens accessories", *Optom. Vis. Sci.*, 82(6):451-458(2005).
10. 박상일, 이연진, 이흥숙, 박미정, "순목에 의한 소프트콘택트렌즈의 순간적인 움직임: 착용시간의 증가에 따른 움직임의 변화", *한국안광학회지*, 12(1):1-7(2007).
11. Yung M. S., Boost M., Cho P., and Yap M., "Microbial contamination of contact lenses and lens care accessories of soft contact lens wearers (university students) in Hong Kong", *Ophthalmic Physiol. Opt.*, 27(1):11-21(2007).
12. 이상미, 최을제, 정동일, "콘택트렌즈 보존액 및 보존용기에서의 Acanthamoeba에 의한 오염", *한국안과학회지*, 38(5):54-59(1997).
13. Chang D. C., Grant G. B., O'Donnell K., Wannemuehler K. A., Noble-Wang J., Rao C. Y., Jacobson L. M., Crowell C. S., Sneed R. S., Lewis F. M., Schaffzin J. K., Kainer M. A., Genese C. A., Alfonso E. C., Jones D. B., Srinivasan A., Fridkin S. K., and Park B. J., "Multistate outbreak of Fusarium keratitis associated with use of a contact lens solution", *JAMA.*, 296(8):953-963(2006).
14. Mowrey-McKee M., Sills A., and Wright A., "Comparative cytotoxicity potential of soft contact lens care regimens", *CLAO J.*, 28(3):160-164(2002).
15. 이병준, 홍재현, 정다이, 박미정, "건성안 검사 방법의 신뢰도에 대한 연구", *한국안광학회지*, 13(1):15-20(2008).
16. Maruyama K., Yokoi N., Takamata A., and Kinoshita S., "Effect of environmental conditions on tear dynamics in soft contact lens wearers", *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 45(8):2563-2568(2004).
17. Quesnel N. M. and Giasson C. J., "On-eye dehydration of proclear, resolution 55G and acuvue contact lenses", *Cont. Lens Anterior Eye*, 24(3):88-93(2001).
18. Al-Abdulmunem M., "Relation between tear breakup time and spontaneous blink rate", *Int. Contact Lens Clin.*, 26(5):117-120(1999).
19. Koh S., Maeda N., Hori Y., Inoue T., Watanabe H., Hirohara Y., Mihashi T., Fujikado T., and Tano Y., "Effects of suppression of blinking on quality of vision in borderline

- cases of evaporative dry eye”, *Cornea* 27(3):275-278 (2008).
20. Fornasiero F., Prausnitz J. M., and Radke C. J., “Post-lens tear-film depletion due to evaporative dehydration of a soft contact lens”, *J. Membr. Sci.*, 275:229-243(2006).
  21. Nichols J. J., Mitchell G. L., and King-Smith P. E., “Thinning Rate of the Precorneal and Prelens Tear Films”, *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 46(7):2353-2361(2005).
  22. Thai L. C., Tomlinson A., and Ridder W. H., “Contact Lens Drying and Visual Performance: The Vision Cycle with Contact Lenses”, *Optom. Vis. Sci.*, 79(6):381-388 (2002).
  23. Sindt C. W. and Longmuir R. A., “Contact lens strategies for the patient with dry eye”, *Ocul. Surf.*, 5(4):294-307 (2007).
  24. Lemp M. A. and Bielory L., “Contact lenses and associated anterior segment disorders: dry eye disease, blepharitis, and allergy”, *Immunol. Allergy Clin. North Am.*, 28(1):105-117(2008).

## Changes of Lens Morphology and TBUT by Dehydration of Soft Contact Lens

Mijung Park, Yu-Na Lee, Kyu Eun Kang and Min Ha Lee

Department of Visual Optics, Seoul National University of Technology  
(Received May 2, 2008; Revised May 20, 2008; Accepted June 10, 2008)

**Purpose:** This study was performed to evaluate the changes of lens morphology and tear stability during wearing soft contact lenses (SCLs) which were kept in drying condition like dry eye or became to be dried due to heedless care. **Method:** SCLs having different water content, thickness or material were rehydrated after being dehydrated artificially 2 or 4 times, and estimated their diameter and radius. Furthermore, the changes of tear film break-up time (TBUT) during SCL wearing were also measured. **Result:** Due to the dryness, the diameter of both 70% water content SCL and 59% water content SCL decreased, but the decrement was larger in 59% water content SCL. The more 59% water content SCL was dehydrated, the more its radius changed. However, the radius of 70% water content SCL did not change by 2 times dehydration and increased greatly by 4 times dehydration. The reduction of diameter of  $-1.00$  D SCL was greater than that of  $-9.00$  D SCL. Moreover, the radius of  $-1.00$  D SCL increased depending on the frequency of dehydration but that of  $-9.00$  D SCL did not change. The diameter and radius changes of lotrafilcon B, silicone hydrogel lens, were less than those of hilafilcon B, copolymer of HEMA and N-vinyl pyrrolidone. TBUT during wearing SCLs decreased by wearing dehydrated SCLs. **Conclusion:** The diameter and radius of dehydrated SCLs as well as TBUT during wearing them were changed in spite of rehydration, which would be the important cause of uncomfortable feeling when people wore dehydrated SCL. The changes of SCL morphology and TBUT differed according to the water content, lens thickness and material.

**Key words:** soft contact lens, dehydration, water content, material, thickness, diameter, radius, TBUT