

소프트콘택트렌즈의 재료에 따른 광학적 특성에 관한 연구

손병호 · 정주현

건양대학교 안경광학과

투고일(2009년 4월 28일), 수정일(2009년 5월 25일), 게재확정일(2009년 6월 4일)

목적: 현재 판매되어지고 있는 SCL의 건조 및 젖음 상태에 따라 UV 및 가시광선 투과율을 측정하였다. **방법:** 시중에 유통 중인 5가지 종류의 재료를 건조 및 젖음 상태에 따라 Spectrophotometer로 측정하여, SCL의 광학적 특성을 조사하였다. **결과:** 5가지 재료 중에서 젖음 및 건조 상태의 구별없이 일정한 투과값을 가진 재료도 있었다. 측정된 SCL의 가시광선 범위 투과율은 약 80% 이상의 투과율이 나와 광학적으로 우수하였다. 또한 대다수 SCL의 경우 UV에서 젖음 상태의 투과율이 건조 상태보다 높은 투과율을 나타냈다. **결론:** 측정된 SCL의 재료 중에는 가시광선 범위에서 우수한 광학적 성능을 보였지만 대다수 SCL의 경우 UV 범위에서 높은 투과율이 나타났다. 그러므로 앞으로 UV를 차단 기능이 있는 신소재 개발의 필요성이 강조될 것이다.

주제어: 소프트 콘택트렌즈, 투과율, UV

서 론

어떤 물체를 볼 수 있게 하는 가시광선은 많이 통과하게 하고 각막과 망막에 손상을 입히는 유해광선인 UV를 100% 차단할 수 있는 보조기구로 안경렌즈, 콘택트렌즈 등이 있다^[1].

그러나 그동안에는 소프트 콘택트렌즈(Soft contact lens, SCL)에 대한 정보는 렌즈 재료, 곡률, 굴절력, 선형치수, 산소투과율, 형상과 외관 및 물리화학적 성질 등으로 나타낸다. 유통된 콘택트렌즈의 경우 굴절력, 곡률반경, 전체 직경, 재료, 중심두께, 함수율, 산소투과성 등은 제품포장으로부터 일부 또는 전부를 알 수 있으나^[2], SCL가 얼마의 광투과율을 가지고 UV 차단의 능력이 있는지는 중요한 문제가 되지 않았다. 또한 SCL 관련서적에도 SCL의 광투과율을 가지고 얼마의 UV를 차단하는지는 충분한 자료가 없다. 다만 얼마만큼의 착용시간과 그 시간동안의 착용감에 대한 자료만이 있을 뿐이다. 하지만 염화불화탄소 물질들(Chlorofluorocarbons, CFS)에 의해 오존층 파괴가 심각히 대두되면서 UV에 관한 관심이 높아지는 지금 UV의 양이 증가하면 피부암과 피부병, 설안병, 백내장, 근남개, 각막 이영양증, 일광 망막염증, 황반부 변성 등의 질환이 증가하는 것으로 보고 하였다^[3]. 특히 290 nm보다 짧은 파장의 UV영역에서는 UV이 미생물을 죽이는 살균력이 있으며 파장이 짧아질수록 입자성이 강해진다. 사람

눈으로 UV를 볼 수 없는 이유는 각막이 UV를 흡수하기 때문이다.

특히 UV-A(320 nm~380 nm)는 눈에 수정체 색소를 변화시켜 황색 및 일광 백내장을 유발하고 앞서 설명한 기타 각막 황반부 질환들을 동반한다.

플라스틱 안경렌즈에서는 TiO₂와 ZnO를 사용하고 유리렌즈에서는 CeO₂를 사용하고 있다^[4]. 하지만 소프트 콘택트렌즈에서는 몇몇 회사에서 UV 차단효과가 있다고 말하는 것이 전부이다.

본 연구는 현재 안경원에서 판매되어지고 있는 SCL의 건조 및 젖음 상태의 UV 및 가시광선 투과율을 UV-Spectrophotometer로 측정하여, SCL의 광학적 특성을 조사하였다.

실험 방법

안경원에서 취급되어지고 있는 SCL 재료별로 광투과율 분석을 실시하였다. 광투과율 분석은 Shimadzu사의 UV-2450 Spectrophotometer로 행하였으며 200~900까지 1 nm 간격으로 측정하였다. 광투과율은 가시광선영역에서 ANSI Z80.3-1986 규정에 의해서 380~780 nm까지 CIE(1931) Standard Colorimetric Observer의 Photopic Luminous Efficiency의 일련의 세로좌표(ordinate)와 Standard Illuminant C의 Spectral Intensity에 의해 측정된 렌즈의 Spectral

Transmittance로 표현했다^[5]. 렌즈의 광투과율(τ_V)는 다음과 같은 수학적 함수로 표현된다.

$$\tau_V = \frac{\int_{380}^{780} \tau(\lambda)V(\lambda)S_C(\lambda)d\lambda}{\int_{380}^{780} V(\lambda)S_C(\lambda)d\lambda}$$

여기에서

$\tau(\lambda)$ = 렌즈의 Spectral Transmittance

$V(\lambda)$ = CIE(1931) Standard Colorimetric Observer의 Photopic Luminous Efficiency Distribution [$\bar{v}(\lambda)$]의 스펙트럼 세로좌표

$S_C(\lambda)$ = Standard Illuminant C의 Spectral Intensity

투과율은 ANSI Z80.3-1986 규정에 의해서 UV-C, UV-B, UV-A영역을 각각 UV-C(200-280 nm), UV-B(280-320 nm), UV-A(320-380 nm), Visible(380-780 nm)으로 분류하여 계산하였다. 측정된 소프트 콘택트렌즈의 굴절력은 -2.00D, 함수율은 36~38%로 행하였다. 샘플은 재료별로 분류하여 측정하였고, 샘플은 다시 건조기안 상온에서 완전히 건조 후 다시 광투과율을 측정하였다. 측정에 필요한 콘택트렌즈홀더는 자체 제작한 홀더(9×9 mm)를 사용하였고, 렌즈가 구겨지지 않도록 펴서 넣은 다음 측정하였고, 비교군인 토릭 렌즈는 프리즘 부분이 측정 되지 않도록 측정하였다.

결과 및 고찰

시중에 판매되어지고 있는 SCL(Soft contact lens)의 재료를 젖은 상태 및 건조 상태로 만들어 광투과율을 측정하였다.

Fig. 1의 경우 광투과율은 230 nm 이하에서는 낮은 투과율을 유지하다가 점점 증가하여 가시광선에서는 80% 이상의 투과율을 보여주었다. 그리고 함수율은 포함하고 상

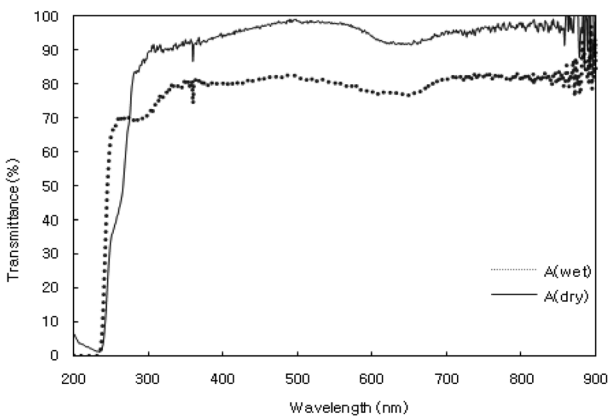


Fig. 1. UV-visible spectra of A-materials.

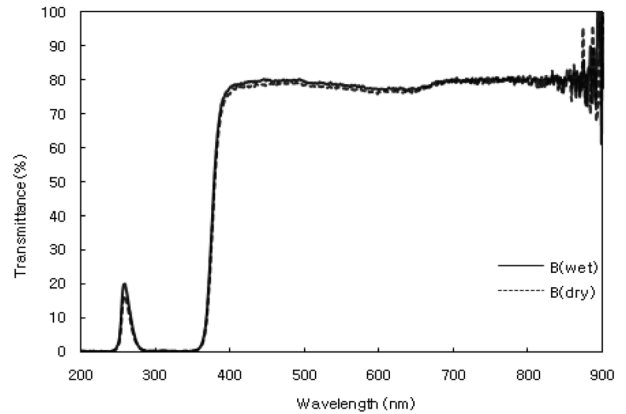


Fig. 2. UV-visible spectra of B-materials.

태가 건조한 상태보다 투과율이 낮았다. UV 평균투과율은 UV-A일때 80, 92%로 높은 값을 가졌다. 특히 우리 눈에 직접적으로 영향을 주는 UV-A, UV-B의 투과율이 UV-C보다 훨씬 높은 값을 보여주었다.

Fig. 2의 경우 전반적으로 UV영역에서 낮은 투과율은 가졌으나, 260 nm 부근에서 높은 투과율을 가졌다. 360 nm에서 점점 증가하여 가시광선의 투과율은 78% 정도를 보여주었다. 이는 측정된 재료 중에서 가장 낮은 투과율을 보여 주었다. 이는 UV를 차단하기 위하여 UV-A까지 차단으로 인해서 가시광선 영역의 투과율이 낮은 것으로 판단된다. UV 평균투과율은 UV-A일때 7, 6%로 낮은 값을 가졌다. UV 중에서는 UV-A - UV-C - UV-B순으로 투과율이 낮은 값을 보여주었다. 젖은상태와 건조상태의 광투과율의 변화가 거의 없는 것이 특징이었다.

Fig. 3의 경우 투과율은 UV영역에서 높은 투과율은 가졌으며, 240 nm 부근에서 점진적으로 투과율을 증가하였다. 특히 C재료는 측정 재료 중에서 가시광선 영역에서 가장 높은 투과율을 보여주었다. UV 평균투과율은 UV-A일때 가장 높았고 UV-C일 때 가장 낮았다. 또한 수분에 상관없이 UV-A에서 80% 이상의 투과율을 보여 주었다. 이 재료는 젖은 상태가 건조상태보다 UV 투과율이 높은

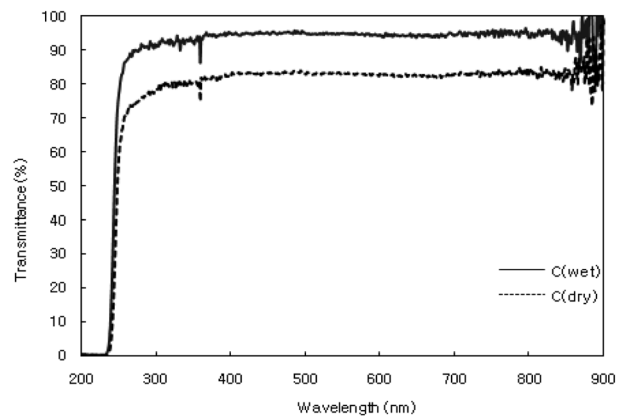


Fig. 3. UV-visible spectra of C-materials.

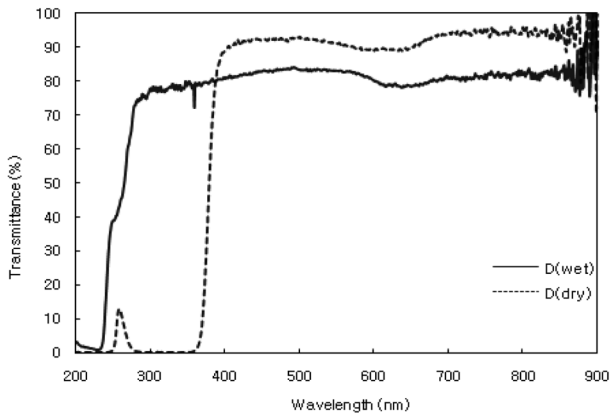


Fig. 4. UV-visible spectra of D-materials.

값을 보여주었다.

Fig. 4의 경우 투과율은 UV영역에서 젖어 있는 상태에서는 UV-C, UV-B, UV-A의 투과율이 각각 24%, 76%, 79%를 가졌으며, 건조상태에서는 UV-C, UV-B, UV-A의 투과율이 각각 2%, 0%, 5%를 가졌다. 특히 D재료는 260에서 UV 최대 투과율을 보여주었다. 건조상태에서는 D재료는 젖어 있는 상태보다 UV 투과율이 더 낮았고, 가시광선은 더 높은 투과율을 보여주었다.

Fig. 5의 경우 투과율은 UV영역에서 젖어 있는 상태에서는 UV-C, UV-B, UV-A의 투과율이 각각 9%, 44%, 72%를 가졌으며, 건조상태에서는 UV-C, UV-B, UV-A의 투과율이 각각 5%, 36%, 66%를 가졌다. 특히 E재료는 240 nm에서 점진적으로 증가하는 투과율을 보여주었다. E재료는 A재료와 비슷하게 UV-A의 투과율이 높게 나왔다.

Table 1은 현재 시중에 판매되어지고 있는 SCL의 재료를 UV와 가시광선 투과율에 대해 재료별로 조사하여 젖음 및 건조상태의 투과율을 평가한 결과를 나타내었다. 단지 UV 영역 UV-A에서는 B재료의 경우 7%로 A, C재료 경우 각각 80%, 93%로 차단 효과가 훨씬 좋은 것으로 평가되었다. 또한 물을 제외한 건조 상태에서 B재료의 경우 6%로 A, C재료 경우 각각 92%, 81%로 순수 재료에서

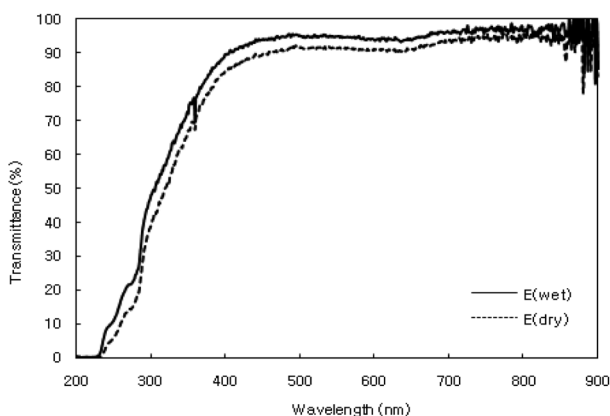


Fig. 5. UV-visible spectra of E-materials.

Table 1. Mean transmittance amount of soft lens material

	UV-C(%)	UV-B(%)	UV-A(%)	Visible(%)
A(wet)	32	72	80	81
A(dry)	24	88	92	96
B(wet)	4	0	7	78
B(dry)	3	0	6	78
C(wet)	39	92	93	95
C(dry)	30	78	81	83
D(wet)	24	76	79	81
D(dry)	2	0	5	91
E(wet)	9	44	72	95
E(dry)	5	36	66	91

도 훨씬 좋은 것으로 평가되었다. UV-B에서는 B재료가 UV-A와 같이 A, C보다 우수한 재료로 평가되었고, D재료의 경우에는 젖음과 건조상태에 따라 가장 큰 변화를 나타내었다. SCL의 경우 재료에 따라 조금 다르게 측정되었지만 대다수의 SCL은 UV를 차단하지 못 하였다. UV의 경우 태양광으로부터 지표면에 도달하는 UV는 대부분 UV-A와 UV-B로 이 영역에서 차단효과가 중요하다⁶⁾.

유 등²⁾(2007), “콘택트렌즈의 광투과율 특성 평가”에서 SCL UV 투과율은 90% 이상 보였다. 그러나 본 연구에서 측정된 SCL경우에서는 5~90%의 다양한 투과율을 보여주었다. 2007년 “콘택트렌즈 광투과율 특성 평가²⁾”에서 나온 연구의 결과보다 UV 차단, 가시광선 투과율은 발전된 모습이 나타났다. 그러므로 앞으로도 UV를 차단 기능이 있는 새로운 소재 개발의 필요성이 강조될 것이다.

결론

1. B 재료의 가시광선 투과율은 78% 수준이었고, 젖음 상태와 건조 상태에서 거의 동일한 UV 차단을 유지함을 알 수 있었다.
2. 측정된 대다수의 SCL의 경우 UV에서 젖음 상태의 투과율이 건조상태보다 높은 투과율을 알 수 있었다.
3. 측정된 SCL의 경우 가시광선 영역에서 젖음 상태, 및 건조상태에서도 약 80% 이상의 투과율을 나타냈으며, 우수한 광학재료로 평가되었다.

참고문헌

- [1] 김봉환, 임현선, 지택상, “안경렌즈의 광학적 성능에 관한 연구”, 한국안광학회지, 2(1):31-43(1997).
- [2] 유동식, 문병연, 김도형, 백선옥, “콘택트렌즈의 광투과율

- 특성 평가”, 한국안광학회지, 12(2):37-45(2007).
- [3] 김상문, 심문식, 심현석, 임용무, “비파괴식 검사를 통한 선글라스의 품질에 관한 연구”, 한국안광학회지, 6(1):125-131(2001).
- [4] American National Standard for Ophthalmics, “Nonprescription Sunglasses and Fashion Eyewear-Requirements”, ANSI Z80.3(1986).
- [5] Jeffery K. Hovis, David Cranton and B. Ralph Chou, “Tinted Lenses and the ANSI Standards for Traffic Signal Transmittances”, Optometry and Vision Science, 68(9): 750-755(1991).
- [6] Kostkowski H. J., Saunders R. D., Ward J. F., Popenoe C. H., and Green A. E. S., “Measurement of solar terrestrial spectral irradiance in the ozone cut-off region, in F.E. Nicodemus (ed.), Self Study Manual on Optical Radiation Measurements: Part III-Application”, National Bureau of Standards, Gaithersburg, Maryland pp.1-80(1982).

A Study on the Optical Properties by Material of Soft Contact Lens

Byeong-Ho Son and Ju-Hyun Jeong

Department of Optometry, Konyang University, Korea

(Received April 28, 2009: Revised May 25, 2009: Accepted June 4, 2009)

Purpose: Transmittance at UV-visible spectra range was measured to confirm the effect of wet/dry state of commercially available SCL on human eyes. **Method:** Commercially available five SCLs fabricated by different materials were selected to measure optical properties according to humidity. **Results:** A relatively high transmittance above about 80% in the visible spectra range of the SCLs were observed. In the UV spectra range, the wet samples showed higher transmittance than those dried except an unusual case. **Conclusions:** All the samples having a high optical properties in the visible spectra range exhibit a high transmittance in the UV region. Further research will be needed to develop new materials having a sharp absorption edge in the UV spectra range.

Key words: Soft contact lens, Transmissivity, Ultraviolet rays