단 신

Benzophenone계를 함유한 안의료용 재료의 자외선 차단 효과

김태훈 · 예기훈 · 성아영*
대불대학교 안경광학과
(2009. 4. 21 접수)

UV-Blocking Effect of Ophthalmic Material Containing Benzophenone

Tae-Hun Kim, Ki-Hun Ye, and A-Young Sung*
Department of Ophthalmic Optics, Daebul University, Jeonnam 526-702, Korea
(Received April 21, 2009)

주제어: UV-차단, Benzophenone, 콘택트렌즈

Keywords: UV-blocking, Benzophenone, Contact lens

서 론

최근 환경문제의 대두와 건강에 대한 관심이 증가되면서 태양광선 중의 자외선에 대한 관심이 점차 증가하고 있다. 자외선은 살균 및 소독, 비타민 D의 합성 등 생명활동에 중요한 작용을 하지만¹ 피부노화, 홍반, 멜라닌 색소 침착을 통한 피부 손상의 원인으로 지적되고 있으며,² 특히 중요 장기가 피부로부터 보호되는 것과 달리 인체의 시각기관은 그 광학적 특성상 특별한 보호 장치 없이 자외선에 그대로 노출될 수밖에 없다. 그로 인해 각막과 망막, 수정체에 손상을 줄 수 있으며, 백내장, 광선황반 병증을 유발한다.^{3,4}

자외선으로부터 눈을 보호하기 위해 착색렌즈는 물론이고 일반 안경렌즈도 자외선을 차단할 수 있는 렌즈가 사용되고 있다. 그러나 안경을 대신하여 최근 시력교정을 위해 사용하는 콘택트렌즈의 경우 일부 disposable contact lens를 제외하고 자외선 차단을 하지 못하는 경우가 대부분이다.⁵ 일반 및 착색렌즈의 경우 그 재질적 특성과 표면 코팅을 통해 자외선을 차단할 수 있으나 콘택트렌즈의 경우 가장 많이 사용되는 표면 코팅의 어려움과 재질적 특성 때문에 자외선 차단이 어렵다. 콘택트렌즈 재질의 기능성을 높이기 위한 연구가 계속해서 진행되고 있으나 자

외선 차단 콘택트렌즈 재질에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다.⁶⁻⁸

Benzophenone계 자외선 흡수제는 benzotriazole계와 함께 자외선 흡수제로 많이 사용되는 물질이며, 필름이나 병 등에 첨가되어 자외선을 차단하는 내광안정제이다. 이에 본 연구는 콘택트렌즈 재료에 benzophenone계 자외선 흡수제를 첨가하여 자외선을 차단할 수 있는 콘택트렌즈를 제조하여 자외선과 가시광선 영역에서의 투과율을 측정하고, 기존 콘택트렌즈와 비교를 통해 benzophenone계 자외선 흡수제의 콘택트렌즈 적용의 유용성을 알아보고자 하였다.

실 험

시약 및 재료

본 실험에 사용된 2-hydroxy-4-methoxy-benzophenone 및 2,4-dihydroxy-benzophenone은 모두 Aldrich사 제품을, ethylene glycol dimethacrylate (EGDMA)는 Acros사 제품을, 또한 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA) 및 azobisisobutyronitrile (AIBN)은 JUNSEI사 제품을 구입하여 더 이상의 정제 과정 없이 즉시 사용하였다. 실험에 사용된 benzophenone계 UV 차단용 물질의 화학구조를 Fig. 1에 나타내었다.

Fig. 1. UV-blocking benzophenone derivatives

기기

광투과율은 TOPCON TM₂를 사용하였으며, 광투과율은 가시광선 영역과 UV-A, UV-B를 측정하였다. 특정 파장 λ_1 에서 λ_2 까지의 평균 투과율(τ)은 다음 식(1)으로 적분 계산하여 구하였다.

$$\tau(\lambda_1, \lambda_2) = \frac{1}{\lambda_2 - \lambda_1} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \tau(\lambda) d\lambda \quad (1)$$

콘택트렌즈 제조

실험에 사용한 콘택트렌즈 제조는 배합한 재료들을 mould에 주입시키고 oven에서 70 °C에서 40분, 80 °C에서 40분, 100 °C에서 40분간 가열하여 중합 제조하였으며, 개시제로 AIBN (azobisisobutyronitrile) 0.1wt%를 사용하였다. 제조된 콘택트렌즈는 0.9%의 염화나트륨 생리 식염수에 24 시간 동안 흡수시킨 후 광투과율(optical transmit-

tance)과 함수율(water content)을 측정하였으며, 함수율 측정은 ISO 18369-4:2006, Ophthalmic optics-Contact lenses-Part 4: Physicochemical properties of contact lens materials의 gravimetric method를 사용하여 측정하였다. 함수율은 실온에서 0.9%의 염화나트륨의 생리 식염수에서 완전히 수화시킨 후, 수화된 재질중의 물의 무게를 수화된 재질의 무게로 나누어 백분율로 표시하였다. 렌즈 표면의 수분 제거는 Whatman #1 filter paper를 사용한 Wet blotting 방법으로 하였으며, 수화된 시험시료를 CaSO₄가 반쯤 채워진 specimen jar에 넣고 oven에서 110 °C의 온도로 16시간 동안 완전 건조 시킨 후 무게를 측정하였다.

결과 및 고찰

일정량의 HEMA와 교차결합제인 EGDMA에 자외선 흡수제(2-hydroxy-4-methoxy-benzophenone과 2,4-dihydroxy-benzophenone)를 각각 첨가 배합하여 UV 차단 정도를 실험하였다. 실험에 사용된 배합비를 Table 1에 나타내었으며, HEMA와 EGDMA만을 배합한 것을 blank, blank에 2-hydroxy-4-methoxy-benzophenone을 첨가한 것을 HMB, blank에 2,4-dihydroxy-benzophenone을 첨가한 것을 DHB로 각각 분류하여 명명하였으며, 광투과율을 서로 비교하였다.

2-Hydroxy-4-methoxy-benzophenone를 첨가한 콘택트렌즈의 UV-Visible 투과율 및 함수율 측정 결과

UV 흡수제를 넣지 않은 blank와 2-Hydroxy-4-methoxy-benzophenone을 첨가한 HMB의 함수율과 UV-Visible 투과율의 결과를 Table 2와 Fig. 2에 각각 나타내었다.

Table 1. Percent compositions of samples

	HEMA	EGDMA	2-Hydroxy-4-methoxy-benzophenone	2,4-Dihydroxy-benzophenone
Blank	99.54	0.46	-	-
HMB	94.78	0.45	4.77	-
DHB	94.77	0.44	-	4.79

(Unit : %)

Fig. 2. Optical transmittance of contact lens samples (Blank and HMB)

Fig. 2에서 나타난 바와 같이 UV-A 파장 영역인 315~400 nm에서 Blank는 높은 투과율을 나타냈으며, HMB는 매우 낮은 투과율을 나타내었다. 식 (1)에 의한 투과율은 Blank가 85%, HMB가 4%로 나타나 2-hydroxy-4-methoxy-benzophenone를 첨가한 콘택트렌즈에서 UV-A를 차단하는 것을 알 수 있었다. UV-B 파장 영역인 280~315 nm에서 Blank는 높은 투과도를 나타냈으며, HMB는 거의 투과를 시키지 않는 것으로 나타났다. 식 (1)에 의한 투과율은 Blank가 80%, HMB가 0%로 나타나 UV-B를 역시 차단하는 것을 알 수 있었다. 가시광선 투과율의 경우 Blank가 92%, HMB가 87%로 자외선 흡수제가 첨가된 콘택트렌즈가 다소 낮은 값을 나타냈으나 전체적으로 콘택트렌즈의 가시광선 투과율에 적합한 투과율을 보였다. 함수율 역시 두 시료가 36% 정도로 나타나 자외선 흡수제가 함수율에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

Table 2. Water content and UV-Visible transmittance of Blank and HMB

	(Unit : %)			
	Water content	UV-A	UV-B	Visible
Blank	36.11	85	80	92
HMB	36.26	4	0	87

2,4-Dihydroxy-benzophenone를 첨가한 콘택트렌즈의 UV-Visible 투과율 및 함수율 측정 결과

UV 흡수제를 넣지 않은 Blank와 2,4-Dihydroxy-benzophenone를 첨가한 DHB의 함수율 및 UV-Visible 투과율의 결과를 Table 3과 Fig. 2에 각각 나타내었다.

Fig. 3에서 나타난 바와 같이 DHB는 UV-A 파장 영역인 315~400 nm와 UV-B 파장 영역인 280~315 nm에서 매우 낮은 투과율을 나타내었다. DHB의 식 (1)에 의한 투과율은 UV-A 4%, UV-B 0%로 나타나 2,4-dihydroxy-benzophenone를 첨가한 콘택트렌즈에서 자외선 차단효과가 있는 것으로 나타났다. 가시광선 투과율은 90%로 나타나 HMB 보다 다소 증가한 수치를 나타냈으나 3가지 시료 모두 높은 가시광선 투과율을 나타냈으며, 콘택트렌즈로 사용 가능한 가시광선 투과율 조건을 만족하였다.

Table 3. Water content and UV-Visible transmittance of Blank and DHB

	(Unit : %)			
	Water content	UV-A	UV-B	Visible
blank	36.11	85	80	92
DHB	36.08	4	0	90

Fig. 3. Optical transmittance of contact lens samples (Blank and DHB)

결론

본 연구는 안의료용 재료로 많이 사용되는 HEMA에 benzophenone계 자외선 흡수제인 2-hydroxy-4-methoxy-benzophenone과 2,4-dihydroxy-benzophenone를 첨가하여 자외선을 차단할 수 있는 콘택트렌즈 재료를 연구하였다. 제조된 콘택트렌즈를 자외선과 가시광선 영역에서의 투과율을 측정하고, 기존 콘택트렌즈와 비교를 통해 benzophenone계 자외선 흡수제의 콘택트렌즈 적용의 유용성을 알아보려고 하였으며, 추가적으로 흡수율의 변화도 측정하였다.

그 결과, 자외선 흡수제를 넣지 않은 콘택트렌즈에서는 UV-A, UV-B, 가시광선 투과율이 각각 85%, 80%, 92%로 나타나 자외선 투과율이 매우 높았으나, 2-hydroxy-4-methoxy-benzophenone와 2,4-dihydroxy-benzophenone 넣은 콘택트렌즈의 경우, 각각 UV-A 4%, UV-B 0%의 투과율을 나타내 모두 자외선 차단 효과가 있는 것으로 나타났다. 가시광선 투과율은 87~90%로 콘택트렌즈의 가시광선 투과율의 조건에 만족하는 것으로 나타났다. 또한 자외선 흡수제를 첨가하여도 흡수

율에서는 많은 변화를 나타내지 않았다.

Acknowledgments. This research was financially supported by the Ministry of Education, Science Technology (MEST) and Korea Industrial Technology Foundation (KOTEF) through the Human Resource Training Project for Regional Innovation.

인용문헌

1. Kang, M. J.; Kwon, Y. A. *J. Korean Soc. Clothing and Textiles* **2001**, 25, 925.
2. Pathak, M. A.; Fitzpatrick, T. B.; Greiter, F. J.; Kraus, E. W. *J. Dermatol. Surg. Oncol.* **1985**, 11, 575.
3. Zuclich, J. A. *Health Phys.* **1989**, 56(5), 671.
4. Wegener, A. R. *Doc. Ophthalm.* **1994**, 88, 221.
5. Harris, M. G.; Chin, R. S.; Lee, D. S.; Tam, M. H.; Dobkins, C. E. *Contact lens and Anterior Eye* **2000**, 23, 1.
6. Ye, K. H.; Kim, T. H.; Sung, A. Y. *J. Korean Oph. Opt. Soc.* **2008**, 13(3), 29.
7. Ye, K. H.; Kim, T. H.; Sung, A. Y. *Korean J. Vis. Sci.* **2008**, 9, 459.
8. Kim, T. H.; Ye, K. H.; Kwon, Y. S.; Sung, A. Y. *J. Korean Oph. Opt. Soc.* **2006**, 11(3), 259.