

# Gaceta Optica

## critérios para la elección de una

# Protección solar adecuada (I) :

## EFFECTOS OCULARES DE LA RADIACIÓN SOLAR

DAVID PABLO PIÑERO LLORENS • OC Nº 11.103 - ANDRÉS GENÉ SAMPEDRO • OC Nº 3.983 -  
MOISÉS SÁNCHEZ PARDO • OC Nº 11.718 - JUAN CARLOS MONTAÏT RODRIGO • OC Nº 3.086

DEPARTAMENTO DE ÓPTICA • UNIDAD DE OPTOMETRÍA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN • UNIVERSIDAD DE VALENCIA.

**En el presente trabajo se lleva a cabo un análisis detallado de la radiación solar y de las complicaciones que puede generar a nivel ocular. En primer lugar, se describen los distintos tipos de radiaciones, con importancia a nivel visual, que componen el espectro solar (ultravioleta, visible, infrarrojo) y los factores de riesgo para la aparición de complicaciones, siendo situaciones en las que la exposición solar resulta excesiva o se prolonga de forma considerable en el tiempo. Es importante conocerlos para saber a qué individuos es conveniente recomendarle el uso de protección solar.**

**Por último, se analiza qué efectos puede provocar la radiación solar a nivel de diferentes estructuras oculares (córnea, conjuntiva, cristalino y retina), comentando además la existencia de fármacos que potencian el efecto nocivo de algunas radiaciones (fármacos fotosensibilizadores).**

### Palabras clave

Complicaciones oculares, exposición, infrarrojo, protección solar, radiación, ultravioleta.

### Introducción

En numerosas ocasiones el sistema visual está sometido a exposiciones solares excesivas, ya sea por los nuevos hábitos de vida (bronceado, deportes marinos, esquí...) o por las características del trabajo que se desempeña. A pesar de que la mayor parte de la radia-

ción nociva que proviene del sol es absorbida por la atmósfera, a la superficie terrestre llega suficiente radiación ultravioleta (longitudes de onda entre 180 y 380 nm del espectro solar) como para causar quemaduras<sup>1</sup> y cánceres de piel<sup>2</sup>. Esto hace necesario un análisis profundo sobre los efectos de una exposición solar excesiva a la radiación solar a todos los niveles. De esta manera se podrá conocer en qué situaciones se está ante más riesgo y así utilizar en dichos casos protecciones solares mayores. En concreto, en este artículo se analizarán los efectos de la radiación solar a nivel ocular.

### La radiación solar

Las radiaciones que recibimos diariamente provienen principalmente de forma directa del sol y para su estudio las clasificamos en función de la longitud de onda. Este parámetro es inversamente proporcional a la energía, de manera que cuanto mayor es la longitud de onda, menos energética es la radiación. De todo el espectro solar, destacamos a continuación tres tipos de radiaciones por ser las que producen los efectos más importantes a nivel ocular (figura 1).

### La radiación ultravioleta (UV)

El efecto fotoquímico desencadenado por la radiación UV produce daños oculares tras un período latente. Los síntomas no son generalmente inmediatos, siendo consecuencia del efecto acumulativo de la radiación tras un tiempo de exposición.

Este tipo de radiación se subdivide en tres:

- **UVC (180-280 nm):** es una radiación peligrosa en la medida en que es la radiación más energética de las que vamos a estudiar. En principio, es casi totalmente eliminada por la atmósfera, puesto que ésta ab-

sorbe las longitudes de onda inferiores a 288 nm, pero puede ser emitida por otras fuentes artificiales como las lámparas germicidas o el "golpe de arco" producido por la soldadura eléctrica.

- **UVB (280-315 nm):** entre un 30 y un 10% de esta radiación, dependiendo del grado de filtración de la atmósfera (capa de ozono), llega a la superficie terrestre. Puede ocasionar lesiones en el ojo, aunque en condiciones normales es absorbida totalmente por córnea y cristalino, no alcanzando, por tanto, la retina.

- **UVA (315- 380 nm):** se trata de longitudes de onda próximas a la región del espectro visible. Se encarga del bronceado producto de la síntesis de vitamina D por la piel, pudiendo provocar alteraciones oculares y problemas cutáneos. Menos del 1% de esta radiación alcanza la retina, ya que es absorbida por las distintas estructuras oculares que realizan la función de filtro (córnea y cristalino principalmente), protegiéndola así de posibles complicaciones.

## El espectro visible

Abarca todas aquellas longitudes de onda que son capaces de estimular los fotorreceptores retinianos, dando lugar a una sensación visual. Asimismo, pueden generar complicaciones a nivel ocular. Aunque los límites no son muy precisos, ya que dependen de las características de cada individuo, se considera que el espectro visible está constituido por las longitudes de onda comprendidas entre 380 y 780 nm. Un factor que puede hacer variar estos límites son los cambios en la transparencia de los medios intraoculares (cristalino, vítreo).

## La radiación infrarroja (IR)

Al igual que la radiación UV, también se subdivide en tres tipos: IRA (780-1400 nm), IRB (1400-3000 nm) e IRC (3000-10000 nm). Una gran proporción de IRA alcanza la superficie terrestre, mientras que la atmósfera absorbe casi por completo el IRB e IRC. En general, las únicas complicaciones que pueden generar son debidas a un efecto térmico sobre los tejidos, dependiendo de la intensidad a la que se esté expuesto. Las lesiones térmicas causadas por la radiación IR son instantáneas, manifestándose los síntomas de las lesiones inmediatamente después de la exposición. Por encima de las longitudes de onda de la radiación IR se hallan las microondas y las ondas radar. Éstas pueden provocar complicaciones oculares como cataratas, siempre que las dosis sean realmente elevadas<sup>3</sup>.

## Factores de riesgo para la aparición de complicaciones oculares

El efecto que pueden provocar las distintas radiaciones que componen el espectro solar depende de dos factores principalmente: la intensidad y el tiempo de exposición. La intensidad de la radiación es un pará-

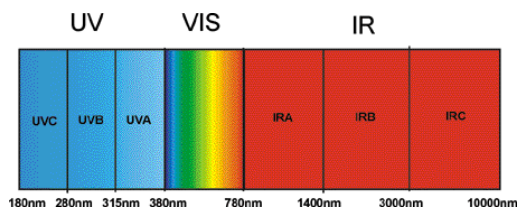


Figura 1. Regiones del espectro electromagnético comprendidas entre 180 y 10000 nm.

metro que depende de la geografía (latitud y longitud), de la altitud y de las características del medio. En aquellas zonas terrestres donde los niveles de ozono disminuyen serán más numerosos los casos de complicaciones oculares debidas al UV<sup>4</sup>, ya que el ozono es el responsable de filtrar gran parte de estas radiaciones. En cuanto a la altitud, hay que mencionar que la proporción de UV a la que estamos sometidos aumenta un 10% por cada mil metros de altura que ascendemos. Por otra parte, es de suma importancia el tipo de medio ambiente en el que nos hallamos, puesto que existen superficies que presentan una gran reflexión, lo que supone una cantidad adicional de radiación que alcanzará el ojo. En concreto, la nieve refleja un 80% de los rayos solares, el agua un 20% y la arena de la playa un 1,5%<sup>5</sup>. Además se ha de considerar el horario en el que se produce la exposición, ya que el 70% de la luz UV, que es la que produce más complicaciones, llega a la superficie terrestre entre las 10 de la mañana y las 2 del mediodía, puesto que el trayecto de los haces luminosos es menor, incidiendo más próximos a la normal, y la filtración, por tanto, también.

El tiempo de exposición es crucial, puesto que cuanto mayor sea, se incrementa el riesgo de sufrir alteraciones. La prolongación de la exposición a la luz solar va a depender, entre otros factores, del modo de vida que lleve el sujeto. Por ejemplo, las personas que no trabajan al aire libre tienen una exposición 20 veces inferior a las que sí que lo hacen. De ello se deduce que el tipo de trabajo que se realice es un factor de riesgo. En el caso de que se desarrolle la actividad laboral en exteriores se deberá recomendar el uso de una protección solar, que además de evitar la aparición de complicaciones, proporcione confort al individuo, evitando los deslumbramientos. Como protección se puede recomendar el uso de un sombrero y unas gafas de sol adecuadas<sup>6</sup>. Cuando la actividad laboral se desempeña en interiores hay que tener en cuenta si existen focos emisores de radiaciones nocivas, como son las UV, para así recomendar el uso de una protección adecuada.

En general, la protección UV es necesaria siempre que se esté expuesto a este tipo de radiación, pero resulta especialmente importante en los siguientes casos, puesto que se trata de situaciones de riesgo:

1.- Afáquicos, para prevenir la retinitis solar, ya que falta el filtro UV fisiológico que supone el cristalino.



Figura 2. Cuadro explicativo de la formación del edema corneal por efecto de la radiación ultravioleta.

- 2.- Pacientes con cataratas, para disminuir la dispersión de la luz.
- 3.- Individuos que están bajo medicación fotosensibilizante, para evitar reacciones fototóxicas.
- 4.- Gente que pasa mucho tiempo bajo el sol.
- 5.- Trabajadores expuestos diariamente a UV: soldadores, electrónica, artes gráficas e investigadores.
- 6.- Pacientes con pinguécula, pterigium y degeneración macular, para no potenciar su afección.
- 7.- Actividades de ocio con exposición abundante al UV: alta montaña, esquí, tomar el sol...
- 8.- Gente que usa solariums.
- 9.- Niños que pasan mucho tiempo al aire libre o están expuestos a excesiva cantidad de UV, para evitar alteraciones en los medios oculares.
- 10.- En general, para mantener la salud ocular y minimizar los problemas corneales, las cataratas corticales y las retinopatías solares inducidas por el UV<sup>7</sup>.

## Complicaciones oculares debidas a la exposición solar

La luz solar que llega al ojo atraviesa la córnea, el cristalino y el vítreo para alcanzar finalmente la retina. De este modo, todas estas estructuras, junto con la conjuntiva, están expuestas a sufrir posibles alteraciones inducidas por el espectro solar, sobre todo si la exposición es excesiva. Debemos tener en cuenta, de acuerdo con la ley de Grotthus y Draper, que sólo aquellas radiaciones que sean absorbidas por los tejidos tendrán la capacidad de poder modificarlos o alterarlos<sup>5</sup>. Por tanto, las longitudes de onda que no sean absorbidas por ninguna de las estructuras oculares no podrán causar ninguna transformación sobre las mismas. A continuación se analiza con detalle cómo puede afectar la luz solar a cada una de estas estructuras, poniendo especial atención a los efectos a nivel ocular de la radiación UV, pues suele ser la que ocasiona mayor número de problemas<sup>8,9</sup>.

### La córnea

Entre los efectos que puede producir la radiación solar a nivel corneal, podemos destacar, en principio, la "oftalmía de las nieves", que consiste en una quemadura a nivel del epitelio corneal causada por la exposición excesiva a la radiación UV, altamente reflejada por la nieve. Se caracteriza por aparecer horas después de la exposición y por provocar dolor intenso,

lagrimeo, blefaroespasmos, gran fotofobia, enrojecimiento ocular y edema. En principio, remite sin dejar secuelas, pero si no se cuida la lesión, ésta puede infectarse, desarrollándose úlceras. El período latente de aparición podría ser debido a la disminución de la sensibilidad corneal tras la exposición, teniendo en cuenta que se ha demostrado que disminuye dicha sensibilidad después de estar durante un tiempo bajo la influencia de la luz UV<sup>10</sup>.

A nivel general, una exposición aguda a luz solar puede ocasionar una fotoqueratitis en sólo 30 segundos<sup>11</sup>. Asimismo, la recepción por parte de la córnea de pequeñas dosis de UV de forma constante puede ser el factor desencadenante de degeneraciones corneales, que dan lugar a la queratopatía bullosa ambiental o degeneración esférica<sup>12</sup>.

Si bien, la radiación UV afecta al epitelio corneal provocando incluso su degeneración y muerte celular, también puede alterar el estroma y el endotelio. Se ha establecido una correlación entre la exposición a la radiación UV ambiental y el desarrollo del polimegastismo endotelial<sup>13,14</sup>. También se ha tratado de determinar un umbral de luz UV a partir del cual comienza a generarse daño en el endotelio (0,03-0,08 J/cm<sup>2</sup> para la longitud de onda de 300 nm)<sup>15</sup>. Estos problemas a nivel endotelial pueden ser la causa del edema corneal apreciado tras exposiciones al ultravioleta (figura 2). La explicación se basa en el hecho de que en tales condiciones la bomba endotelial, responsable de mantener la hidratación óptima de la córnea, falla, provocando un aumento de la permeabilidad del endotelio y un incremento en el paso de sustancias al interior de la misma, alterando el metabolismo corneal.

Por lo que respecta a la radiación IR, ésta puede ocasionar un calentamiento de la córnea, acompañado de la consecuente desecación de la película lagrimal, y una opacificación a nivel del estroma (IRC), si es persistente en el tiempo.

### La conjuntiva

La relación entre la radiación UV y la formación de la pinguécula y el pterigium es un tema de controversia. Parece ser que la evidencia de desarrollo de pinguécula tras exposiciones al UV no está muy clara y se basa en un escaso número de estudios epidemiológicos<sup>16</sup>. En cambio, se han establecido estrechas relaciones entre el pterigium y la magnitud de la exposición<sup>17-20</sup>, como una explicación de su formación, teniendo en cuenta la radiación solar. Se ha postulado que la luz tangencial recibida en el limbo temporal cruza la cámara anterior para concentrarse en el limbo nasal, lugar donde con más frecuencia se forma el pterigium. De todos modos, otros factores influyen también en su formación: ambientes polvorientos, inflamaciones, infecciones...

## El cristalino

Mientras que la córnea absorbe las longitudes de onda más cortas, el cristalino absorbe principalmente casi toda la radiación comprendida entre 295 y 400 nm (figura 3). Este proceso desencadena una alteración de las proteínas del cristalino y una acumulación de sustancias fluorescentes, que reducen la cantidad de UV y visible que llega a la retina, actuando como un filtro eficaz, e incrementando el color amarillento del núcleo. Este fenómeno puede evolucionar hacia una catarata si la exposición solar es excesiva.

Numerosos estudios corroboran la correlación entre cataratas y UV. Se ha apreciado una mayor incidencia de cataratas en zonas cálidas, donde la exposición solar es más intensa, que en zonas templadas<sup>21, 22</sup>. Las cataratas subcapsulares posteriores y las corticales han sido asociadas con la exposición a luz UVB<sup>23-29</sup>. Asimismo, existe algún indicio de que un adelanto en la aparición de la presbicia podría ser debido a la radiación UV, ya que ésta generaría una aceleración en el proceso de pérdida de elasticidad del cristalino<sup>30</sup>.

El proceso de formación de la catarata, sobre todo corticales posteriores o subcapsulares, también se ha asociado a la luz IR, observándose, por ejemplo, su desarrollo en algunos individuos que trabajan en ambientes con calores intensos (sopladores de vidrio, trabajadores de siderurgia).

## La retina

A nivel retiniano, la luz solar puede provocar dos tipos de lesiones: fotoquímicas y térmicas. Dentro de las lesiones fotoquímicas se incluye la degeneración macular asociada a la edad; en las lesiones térmicas destaca la retinopatía solar (por ejemplo, por visión de un eclipse sin la protección adecuada).

La degeneración macular asociada a la edad ha sido relacionada con la exposición a la luz solar, encontrándose una mayor incidencia en aquellos individuos que trabajan y pasan mucho tiempo al aire libre<sup>31</sup>. También se ha asociado con los individuos con escasa pigmentación<sup>32</sup>, iris azul<sup>33</sup>, y con los afáquicos (ante la ausencia del cristalino no se filtra correctamente el UV). Todo el proceso de instauración de esta patología podría ser debido a un efecto de estrés fotooxidante, ocasionado por las radiaciones, que genera un cúmulo de radicales libres que resulta nocivo para las células retinianas. A ello habría que añadir las consecuencias del proceso normal de envejecimiento de la retina. De todos modos, son necesarios más estudios que confirmen esta correlación.

Las lesiones térmicas pueden ser causadas tanto por la luz UV como por la visible. La exposición a bajos niveles de las mismas de forma prolongada en el tiempo puede originar lesiones en la retina, sobre todo en los

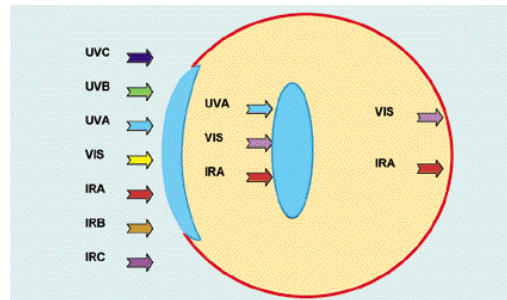


Figura 3. Absorción de las regiones del espectro comprendidas entre 180 y 10000 nm por parte de los medios oculares.

conos y en el epitelio pigmentario. No obstante, la luz visible ocasiona lesiones retinianas en condiciones de fuerte intensidad. Así, la retinopatía solar suele producirse tras observaciones directas del sol o del cielo y supone una quemadura retiniana con edema, que evoluciona hacia la mejoría. Algunas de estas quemaduras se han asociado al efecto térmico de las radiaciones IR. Asimismo, se ha documentado un incremento en el número de casos de retinitis en zonas donde la capa de ozono es más reducida<sup>34</sup>.

## Fármacos fotosensibilizadores

Se ha demostrado<sup>35, 36</sup> que existen ciertos fármacos que pueden absorber la radiación UV, potenciando la acción de ésta. Esto conlleva una serie de lesiones en el cristalino (cataratas corticales anteriores y posteriores) y en la retina. Podemos destacar como fármacos fotosensibilizadores los siguientes: tetraciclinas, sulfamidas, fenotiacinas, antipsoriásicos, anticonceptivos orales, antihistamínicos, antialérgicos y antipalúdicos.

## Conclusiones

La radiación solar puede afectar negativamente al ojo en función del entorno en el que nos desenvolvemos o cómo es la actividad que se piensa realizar. Es imprescindible conocer qué situaciones suponen un riesgo para el desencadenamiento de complicaciones oculares por efecto de la radiación, debiendo ser mayor la protección cuanto mayor sea el riesgo. Son situaciones de riesgo todas aquellas circunstancias en las que la exposición solar es prolongada o la intensidad de la radiación es elevada, puesto que llega una mayor proporción de UV al ojo, como es el caso de la práctica de deportes de alta montaña, trabajos prolongados al aire libre (sobre todo al mediodía), el uso de lámparas artificiales que emiten UV, la toma de sol en la playa o la práctica de deportes acuáticos. El tipo de protección a recomendar depende de las circunstancias concretas de la exposición, siendo una condición indispensable la protección UV, puesto que esta radiación se ha relacionado con una gran parte de las complicaciones oculares, como, por ejemplo, la fotoqueratitis, el pterigium, las cataratas corticales o la degeneración macular. La ingesta de ciertos fármacos también es un factor de riesgo, por lo que en el caso de que se esté bajo este tipo de medicación se debe

tener precaución y usar la protección adecuada. También se ha observado que la exposición prolongada a la luz UV puede ser un factor de riesgo en patologías como la displasia epitelial, tanto en la conjuntiva como en la córnea, el carcinoma de células basales y escamosas, e incluso en los melanomas intraoculares<sup>37</sup>.

Por todo ello es importante el uso de una gafa con lentes solares de calidad con la protección adecuada para el entorno y las necesidades en las que se desenvuelve el sujeto.

## Bibliografía

1. **Hausser KW, Vahle W. En Urbach F(trad):** Sunburn and sun-tanning. En Urbach F(ed): Biological effects of ultraviolet radiation. Oxford, Pergamon Press, 1969: 3-21.
2. **Jones RR.** Ozone depletion and cancer risk. *Radiat Res* 1987; 2:443-6.
3. **Florida M.** Optometría medioambiental y ocupacional. Suplemento de Gaceta Óptica nº 320. 1998: 1-67.
4. **Pitts DG.** Sunlight as an ultraviolet source. *Optom Vis Sci* 1990; 67(6): 401-6.
5. **Coloma P.** Características que deben tener las lentes solares en función de que estemos ante un ojo normal o con determinadas patologías. *Gaceta Óptica* 1999; 323: 10-4.
6. **Young RW.** The family of sunlight-related eye diseases. *Optom Vis Sci* 1994; 71(2): 125-44.
7. **Pitts DG.** Ultraviolet radiation: when and why. *Probl Optom* 1990; 2: 95.
8. **Dolin PJ, Johnson GJ.** Solar ultraviolet radiation and ocular disease: a review of the epidemiological and experimental evidence. *Ophthalmic Epidemiol* 1994; 1(3): 155-64.
9. **Strzhizhovskii AD.** Ultraviolet radiation as a risk factor on the Earth and outer space. *Aviaskosm Ekolog Med* 1998; 32(1): 4-13.
10. **Millodot M, Earlam RA.** Sensitivity of the cornea after exposure to ultraviolet light. *Ophthalmic Res* 1984; 16(6): 325-8.
11. **Wittenberg S.** Solar radiation and the eye: a review of knowledge relevant to eye care. *Am J Optom Physiol Opt* 1986; 63: 676-89.
12. **Taylor HR, West SK, Rosenthal FS, Munoz B, Newland HS, Emmett EA.** Corneal changes associated with chronic UV irradiation. *Arch Ophthalmol* 1989; 107(10): 1481-4.
13. **Karai L, Matsumura S, Takise S, Horiguchi S, Matsuda M.** Morphological change in the corneal endothelium due to ultraviolet radiation in welders. *Br J Ophthalmol* 1984; 68: 544-8.
14. **Good GW, Schoessler JP.** Chronic solar radiation exposure and endothelial polymegethism. *Curr Eye Res* 1998; 7(2): 157-62.
15. **Cullen AP, Chou BR, Hall MG, Jany SE.** Ultraviolet-B damages corneal endothelium. *Am J Optom Physiol Opt* 1984; 61(7): 473-8.
16. **Perkins ES.** The association between pinguecula, sunlight and cataract. *Ophthalmic Res* 1985; 17(6): 325-30.
17. **Threlfall TJ, English DR.** Sun exposure and pterygium of the eye: a dose-response curve. *Am J Ophthalmol* 1999; 128: 280-7.
18. **Mackenzie FD, Hirst LW, Battistutta D, Green A.** Risk analysis in the development of pterygia. *Ophthalmology* 1992; 99: 1056-61.
19. **Moran DJ, Hollows FC.** Pterygium and ultraviolet radiation: a positive correlation. *Br J Ophthalmol* 1984; 68: 343-6.
20. **Bueno I, Montés R, España E, Ferrer MT, Diez MT.** Evaluación del pterigion en una población saharahuí. *Gaceta óptica* 1999; 325: 20-6.
21. **Leske MC, Sperduto RD.** The epidemiology of senile cataracts: a review. *Am J Epidemiol* 1983; 118(2): 152-65.
22. **Mohan M, Sperduto RD, Angra SK, Milton RC, Mathur RL, Underwood BA, Jaffery N, Pandya CB, Chhabra VK, Vajpayee RB et al.** India-US case-control study of age-related cataracts. *Arch Ophthalmol* 1989; 107(5):670-6.
23. **Barlow TW, West SK, Azar A, Munoz B, Sommer A, Taylor HR.** Ultraviolet light exposure and risk of posterior subcapsular cataracts. *Arch Ophthalmol* 1989; 107: 369-72.
24. **Pitts DG, Cullen AP, Hacker PD.** Ocular effects of ultraviolet radiation from 295 to 365 nm. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1977; 16(10): 932-9.
25. **Cruickshanks KJ, Klein BE, Klein R.** Ultraviolet light exposure and lens opacities: the Beaver Dam Eye Study. *Am J Public Health* 1992; 82(12): 1658-62.
26. **Dolin PJ.** Assessment of epidemiological evidence that exposure to solar ultraviolet radiation causes cataract. *Doc Ophthalmol* 1994-95; 88(3-4): 327-37.
27. **Taylor HR.** Ocular effects of UV-B exposure. *Doc Ophthalmol* 1994-95; 88(3-4): 285-93.
28. **West SK.** Daylight, diet and age-related cataract. *Optom Vis Sci* 1993; 70(11): 869-72.
29. **Hodge WG, Whitcher JP, Satariano W.** Risk factors for age-related cataracts. *Epidemiol Rev* 1995; 17(2): 336-46.
30. **European Sunglass Association.** Sunglass guide. Diciembre 1999.
31. **Cruickshanks KJ, Klein R, Klein BE.** Sunlight and age-related macular degeneration. The Beaver Dam Eye Study. *Arch Ophthalmol* 1993; 111(4): 514-18.
32. **Weiter JJ, Delori FC, Wing GL, Fitch KA.** Relationship of senile macular degeneration to ocular pigmentation. *Am J Ophthalmol* 1985; 99(2): 185-7.
33. **Mitchell P, Smith W, Wang JJ.** Iris color, skin sun sensitivity, and age-related maculopathy. The Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology* 1998; 105(8): 1359-63.
34. **Yanuzzi LA, Fisher YL, Kreuger A, Slakter J.** Solar rethinitis: a photobiological and geophysical analysis. *Am J Ophthalmol Soc* 1987; 85: 120-58.
35. **Lerman S.** Potential ocular complications of psoralen-UV-A therapy. *Derm Beruf Umwelt* 1980; 28(1): 5-7.
36. **Lerman S, Megaw J, Willis I.** Potential ocular complications from PUVA therapy and their prevention. *J Invest Dermatol* 1980; 74(4): 197-9.
37. **Hu H.** Effects of ultraviolet radiation. *Med Clin North Am* 1990; 74(2): 509-14.