

LA FOTOTOXICIDAD: COMPRENDER LOS RIESGOS PARA LA VISTA

Algunas partes del espectro luminoso pueden resultar perjudiciales para la salud ocular y acelerar el envejecimiento del ojo y la aparición de enfermedades. La llegada masiva al mercado de nuevas fuentes de iluminación de longitud de onda corta han hecho que el ojo humano esté sometido a una sobre-exposición a este tipo de luz. John Marshall, catedrático de oftalmología en el University College de Londres, galardonado con el premio Junius-Kuhnt y una medalla por sus trabajos sobre la DMAE, comparte con *Points de Vue* su visión de los riesgos y nos habla de la prevención.

PROFESSEUR JOHN MARSHALL
University College London

Points de Vue : Profesor Marshall, ¿podría describirnos los campos de investigación que forman parte de sus estudios sobre el ojo y la luz?

Prof. John Marshall: Empecé mis estudios sobre el ojo y la luz en 1965, tras obtener una beca de doctorado de la Royal Air Force para estudiar los efectos potencialmente negativos del láser en la retina. En aquella época era necesario comprender mejor la interacción de la luz con la retina y los mecanismos susceptibles de dañarla. Gracias a los trabajos realizados en común con equipos alemanes y americanos se pudo establecer una base de datos que dio lugar a códigos de conducta internacionales destinados a proteger a los individuos de los efectos potencialmente dañinos de los rayos láser. También ampliamos estos trabajos extendiéndolos a la luz incoherente. Estos datos también fueron incorporados en los protocolos de actuación de grandes organismos internacionales, como la Organización Mundial de la Salud (OMS),

PALABRAS CLAVE

UV, luz azul, fototoxicidad, laser, cataratas, retinitis pigmentosa, la prevención, DMAE, RP, IOL, Crizal® Previsión®

el programa medioambiental de Naciones Unidas y Cruz Roja Internacional. Tras estudiar los efectos de la exposición aguda a luz intensa, me interesé por los efectos de la irradiación crónica por luz incoherente, como la luz solar y las fuentes de luz comerciales y domésticas en el Reino Unido. Nuestras investigaciones demostraron que la retina es más sensible a las longitudes de onda cortas de la parte azul del espectro visible y, sorprendentemente, que los conos son más vulnerables que los bastones en el caso de animales diurnos. Los datos anteriores provenían de experimentos con ratas y ratones y habían generado mucha confusión en la literatura, puesto que estos animales tienen una retina formada principalmente por bastones y por lo tanto el daño se evidenciaba en estas células bastones.

¿Fue por motivos personales que decidió orientar sus investigaciones sobre los efectos de la luz incoherente en lugar del láser?

Al principio sí, porque la luz es luz, ya sea emitida por un láser o por una bombilla incandescente. Las fuentes luminosas emiten fotones. Me interesaban las interacciones entre fotones y tejidos biológicos y la forma en que los



fotones producen la sensación de visión. Acabé interesándome por los efectos potencialmente dañinos para el sistema visual derivados de la sobreexposición, ya se trate de una exposición prolongada, de gran intensidad o a dosis elevadas. Desde el punto de vista de la evolución, nuestros ojos están pensados para exponerse alrededor de 12 horas a la luz y 12 a la oscuridad, lo cual se ha visto considerablemente modificado por la vida moderna.

¿Piensa que los cambios producidos en materia de iluminación han incidido en este aspecto?

Sí, porque durante miles de años, la única fuente de luz que el hombre podía controlar era el fuego, ya fuera en forma de candiles, velas u otras mechas encendidas. La etapa siguiente fue la iluminación con gas, donde también se trataba de una llama. Sin embargo, todas estas fuentes generaban calor y, en consecuencia, una gran cantidad de luz suponía asimismo una gran cantidad de calor. Solo con la aparición de la bombilla incandescente a mediados del siglo XIX, se alcanzaron niveles de iluminación de pleno día a cualquier hora del día o de la noche. Además, la llegada de las bombillas fluorescentes en los años 1940

se consiguieron niveles de iluminación elevados sin generar una gran cantidad de calor. Desgraciadamente y al contrario de las bombillas incandescentes que producían luz hacia el extremo rojo del espectro, las emisiones de las bombillas fluorescentes se situaban en las zonas del azul y ultravioleta. En la actualidad, ante el problema medioambiental de la conservación de energía, el mercado ofrece luces LED y fluorocompactas, pero que también emiten luz azul y ultravioleta. Debería haber existido una mayor consulta a la comunidad científica de la visión antes de introducir estas fuentes de luz biológicamente peligrosas.. Solo recientemente se ha creado un comité destinado a examinar los peligros sanitarios inesperados que pueden generar dispositivos de este tipo. Si se les hubiera consultado, los profesionales de la dermatología y la oftalmología habrían podido avisar a los fabricantes de que estos peligros no eran en absoluto inesperados.

¿Cuál será, en su opinión, el impacto que tendrá esta nueva forma de iluminación de baja energía ahora y en el futuro?

Los investigadores en dermatología ya han expresado su preocupación ante el potencial aumento del riesgo de pro-

“Toda radiación de longitud de onda corta va acompañada de fotones de alta energía y puede favorecer el proceso de envejecimiento del ojo”.

blemas dermatológicos ocasionados por la luz azul de alta intensidad y los UV emitidos por la iluminación comercial y doméstica. Lo que me preocupa es el hecho de que **toda radiación de longitud de onda corta va acompañada de fotones de alta energía y puede exacerbar el proceso de envejecimiento del ojo**, lo mismo que una exposición excesiva al sol a lo largo de la vida puede conllevar un envejecimiento, como es la aparición de arrugas en la piel. Algunas longitudes de onda pueden ocasionar un envejecimiento acelerado que provoque una aparición precoz de cataratas o sea susceptible de causar otras afecciones relacionadas con la edad, como la degeneración macular asociada a la edad (DMAE). Son factores de riesgo ambientales a los que no tenemos necesidad de exponernos, puesto que las bombillas incandescentes han iluminado nuestros interiores de forma satisfactoria durante siglos.

¿No se consulta a las agencias gubernamentales sobre los riesgos que implica el uso de bombillas de bajo consumo?

En mi opinión, se tenía que haber formado un comité de expertos que evaluara los riesgos sanitarios que implica la iluminación de bajo consumo antes de introducirla en el mercado, y esto, naturalmente, antes de eliminar las bombillas incandescentes. Por desgracia, es un poco tarde. Para evitar la aparición de posibles problemas, más sensato hubiera sido consultar a estos expertos antes de tomar una decisión.

¿Cómo actúa esta fototoxicidad en los tejidos oculares?

En presencia de oxígeno, los fotones de alta energía generan derivados activos del oxígeno potencialmente peligrosos para las células. Los daños ocasionados por la luz en la piel se minimizan, puesto que las células de la superficie de la epidermis van siendo sustituidas constantemente por células de las capas inferiores. Para simplificar, diremos que el sistema se renueva cada 5 días aproximadamente. En cambio, las células que cubren el interior del ojo, la retina, se pueden considerar una extensión del cerebro y por lo tanto, al igual que todas las neuronas, son incapaces de dividirse. Los conos y los bastones han de absorber la luz y se encuentran en presencia de grandes cantidades de oxígeno. Han desarrollado un mecanismo que permite la renovación diaria de la parte de la célula sensible a la luz. Cada hora del día, se fabrican

entre tres y cinco nuevas membranas sensibles a la luz; y cada mañana, a la hora de despertarse, los bastones pierden alrededor de 30 membranas senescentes fagocitadas por una capa de células denominada Epitelio Pigmentario Retiniano (EPR). Los conos pierden sus membranas senescentes prácticamente cada cuatro horas, mientras dormimos.

A lo largo de una vida, las células del EPR, que tampoco pueden dividirse, han de procesar cantidades considerables de material biológico degradado. A partir de los 35 años, las células del EPR se van quedando obstruidas con productos tóxicos. En una fase posterior, estos residuos generan otros cambios entre las células del EPR y su sistema de riego sanguíneo subyacente. Esta acumulación progresiva de residuos vinculados a la edad, debida a un proceso de protección de las células sensibles a la luz contra los daños que ésta ocasiona a lo largo de la vida, constituye el mayor factor de riesgo de degeneración macular asociada a la edad (DMAE). A mayor estrés luminoso, mayor cantidad de residuos, con el consiguiente riesgo de acelerar el proceso de envejecimiento. Es cierto que para mantener nuestro equilibrio biológico y evitar el trastorno afectivo estacional (TAE) es necesaria una cierta exposición a la luz azul. Sin embargo, esto tiene que ver con las mayores longitudes de onda de la luz azul, mientras que los rayos UV y la luz azul de onda corta no ofrecen ninguna ventaja.

Para profundizar en el tema de la porción azul del espectro, ¿piensa que existe alguna diferencia de fototoxicidad dentro de esta banda?

“Creo que los fundamentos científicos son irrefutables: las longitudes de onda cortas del espectro visible resultan más nocivas que las longitudes de onda más largas”.

Sí, el azul con mayores longitudes de onda es el que estimula el buen humor y el que necesitamos para evitar el trastorno afectivo estacional. La más nociva y la que se debe eliminar es la luz azul-violeta de onda corta, próxima a los rayos UV. **No todas las longitudes de onda preocupan.** Solo los fotones de onda corta son individual-

mente capaces de inducir acontecimientos fotoquímicos y su fuente se encuentra entre los rayos UV y el extremo azul del espectro visible. Desde el extremo rojo del espectro visible hasta los infrarrojos, los fotones no tienen suficiente energía para producir lesiones fotoquímicas; las lesiones producidas se deben a las vibraciones, y por lo tanto al calor producido por altas concentraciones de fotones en los tejidos.

Entrevista

¿Podría hablarnos de daños oculares específicos y de los medios de protección?

Hace tiempo se recomendaba a muchos grupos de pacientes aquejados de afecciones oculares, cuyas células fotorreceptoras o sensibles a la luz eran las más vulnerables, el uso de lentes de protección generalmente tintados en rojo o marrón que permiten filtrar las longitudes de onda nocivas dejando penetrar las que son indispensables para la vista. Importantes grupos de pacientes, especialmente los que sufren retinitis pigmentaria (RP), constituyen un ejemplo de grupos de enfermos para los que este tipo de protección resulta beneficiosa.

En su opinión, ¿cree que unas lentes fotoprotectoras serían útiles en la fase precoz de ciertas afecciones oculares?

Muchos especialistas aconsejan a los pacientes, desde las primeras fases de la DMAE, el uso de gorras con visera y lentes protectoras. El gran problema es que los pacientes no cuentan con el asesoramiento adecuado sobre el tipo de lentes protectoras que les sería de utilidad; se les dice simplemente que bloquean el 100% de los rayos UV, pero en general no les facilitan ninguna información sobre la gran cantidad de luz azul que las atraviesa.

En su opinión ¿qué papel debería desempeñar la práctica clínica en la prevención de las afecciones oculares asociadas a la luz azul-violeta de la que nos ha hablado?

Creo que los fundamentos científicos son irrefutables, las longitudes de onda cortas del espectro visible resultan más nocivas que las longitudes de onda más largas. No hay que olvidar que la fovea no contiene células fotorreceptoras de onda corta (los conos azules) y que la zona macular de la retina está protegida por la presencia de un pigmento amarillo, así que el azul no desempeña ningún papel en los niveles de agudeza visual más elevados. A todos nos afecta la tritanopía foveal, por lo que no perdemos nada de nuestro capital visual al filtrar la luz azul de onda corta. El uso de lentes de protección muy tintadas encuentra muchas reticencias porque las lentes muy amarillas o marrones no siempre gustan a la gente. Por eso **creo que la reciente innovación de Essilor presenta mucho interés, ya que estas lentes (Crizal® Prevencia®), además de ser transparentes, reflejan la luz azul al tiempo que absorben la luz ultravioleta.** Se trata de una innovación bastante interesante, teniendo en cuenta que se dispone ahora de una protección que carece de inconvenientes estéticos.

¿Cree que los profesionales de la visión podrían proponer esta innovación a pacientes jóvenes?

En mi opinión es muy útil porque el uso de lentes protectoras se asemeja a la aplicación de una crema solar. No hace ningún daño, y es probable que resulte beneficioso a lo largo de la vida.

Usted ha hablado de la evolución de la iluminación artificial durante el siglo pasado. ¿Considera que los recientes cambios son un motivo de preocupación?

Sí, tanto en cuanto a iluminación doméstica como comercial. Aunque los fabricantes de iluminación hacen todo lo posible por eliminar las longitudes de onda potencialmente nocivas, todavía no lo han conseguido. Las fuentes luminosas que han producido con filtros contra las radiaciones nocivas son mucho más costosas que las bombillas eléctricas que se utilizan en los hogares. Los tubos fluorescentes, por ejemplo, contienen una raya del sodio que genera cerca del 40% de la luz azul nociva y algo menos del 8% de la luminosidad, pero los fabricantes no pueden eliminarla, por razones de costes y de facilidad de fabricación.

¿Qué debería hacerse para sensibilizar al público sobre la luz azul y sus potenciales perjuicios?

Sería muy útil informar a los optometristas y demás profesionales de la visión de los últimos avances en este campo y asegurarnos que dispongan de las nociones fundamentales básicas. Estarían entonces en una posición en la que podrían aconsejar y ayudar a sus clientes. Más específicamente, en el campo de la cirugía de la catarata, se retira el cristalino amarillo natural y se inserta un implante intraocular artificial; en la actualidad prácticamente todos los implantes intraoculares llevan un filtro UV y en el curso de los últimos años, muchos fabricantes han comercializado implantes que filtran o atenúan la luz azul. Esto se debe al hecho de que cuando se retira el cristalino, la retina queda expuesta a una cantidad aún mayor de luz azul y de rayos UV nocivos.

Los expertos en oftalmología han examinado las ventajas de las LIO amarillas, que filtran el azul. ¿Y usted qué opina?

En Europa, la proporción de LIO que filtran la luz azul varía de un país a otro; Francia cuenta con el índice más elevado de implantes que bloquean la luz azul. Me parece que el 70% de los implantes que se hacen en Francia tienen un filtro amarillo. Esta cifra es menor en muchos países. En el Reino Unido, a veces, los oftalmólogos pre-

Entrevista

fieren los implantes transparentes a los que bloquean la luz azul. Les gustaría disponer de pruebas más sólidas sobre las ventajas que presenta este tipo de implantes. Las opiniones difieren, aunque las pruebas experimentales van en esta dirección. Al final, todo es cuestión de información. La actitud de los oftalmólogos cambia poco a poco, pero requiere su tiempo. Personalmente, cuando me tenga que operar de cataratas, optaré por un implante que filtre la luz azul. •

Entrevista realizada por Andy Hepworth



Professeur John Marshall
University College London



John Marshall es catedrático de oftalmología Frost Truste en el Institute of Ophthalmology, en asociación con el Moorfield's Eye Hospital, University College London.

También es catedrático emérito de oftalmología en el King's College de Londres, catedrático honorario distinguido de la Universidad de Cardiff, catedrático honorario de la City University y catedrático honorario de la Glasgow Caledonian University.

Al principio centró sus investigaciones en los efectos de la luz sobre el envejecimiento, los mecanismos ambientales subyacentes en enfermedades asociadas a la edad, la diabetes y enfermedades hereditarias de la retina, así como el uso del láser en el diagnóstico y la cirugía oftálmica.

Inventó y patentó el sistema de láser Excimer destinado a corregir los errores de refracción.

También le debemos la creación del primer láser de diodos para el tratamiento de los problemas oftálmicos asociados a la diabetes, el glaucoma y el envejecimiento.

Ha sido galardonado con numerosos premios, en especial la Nettleship Medal de la Ophthalmological Society del Reino Unido, la Mackenzie Medal, la Raynor Medal, la Ridley Medal, la Ashton Medal, la Ida Mann Medal, la Lord Crook Gold Medal, la Doyne Medal del Oxford Congress, la Barraquer Medal de la International Society of Cataract and Refractive Surgery y el premio Kelman a la innovación de la American Society for Refractive and Cataract surgery. En 2012, recibió el Junius-Kuhnt Award and Medal por sus trabajos sobre la DMAE.

Es asimismo autor de más de cuatrocientos trabajos de investigación, 41 capítulos de obras y 7 libros.

“El uso de lentes protectoras es semejante a la aplicación de un filtro solar. No puede hacer ningún daño, y es probable que resulte beneficioso a lo largo de la vida”.



INFORMACIÓN CLAVE

- Los fotones interactúan con los tejidos oculares y pueden originar lesiones celulares.
- El extremo rojo del espectro visible (hasta los infrarrojos) puede generar calor, mientras que los fotones de longitudes de onda corta pueden provocar lesiones fotoquímicas y acelerar el proceso de envejecimiento del ojo.
- La luz azul-violeta (con longitudes de onda cortas) puede llegar a acentuar la degeneración macular asociada a la edad (DMAE), y los rayos UV pueden precipitar la aparición de la catarata.
- No todas las longitudes de onda preocupan. Para mantener nuestro equilibrio biológico y evitar trastornos afectivos estacionales (TAE), es necesaria una cierta exposición a la luz azul turquesa, de mayores longitudes de onda.
- Para preservar la salud ocular a largo plazo, es indispensable una fotoprotección selectiva (filtrado de los rayos UV y de la luz azul-violeta).
- Las lentes Crizal® Prevencia® filtran de forma selectiva los rayos UV y la parte nociva del espectro, dejando que penetre la luz azul beneficiosa. Estas lentes son totalmente transparentes.