

PHOTOTOXIZITÄT: BESSERES VERSTÄNDNIS DER RISIKEN FÜR UNSER AUGE

Bestimmte Teile des Lichtspektrums können für die Augengesundheit schädlich sein und den Alterungsprozess des Auges oder das Auftreten von Augenerkrankungen beschleunigen. Seitdem neue kurzwellige Beleuchtungsquellen auf den Markt drängen, wird das menschliche Auge einem höheren Expositionsrisiko ausgesetzt. John Marshall, Professor für Augenheilkunde am University College London, Träger des Junius-Kuhnt-Preises und einer Medaille für seine Arbeiten zur altersbedingten Makuladegeneration, vermittelt in *Points de Vue* seine Sicht auf phototoxische Risiken und die Notwendigkeit der Prävention.

PROFESSOR JOHN MARSHALL
University College London

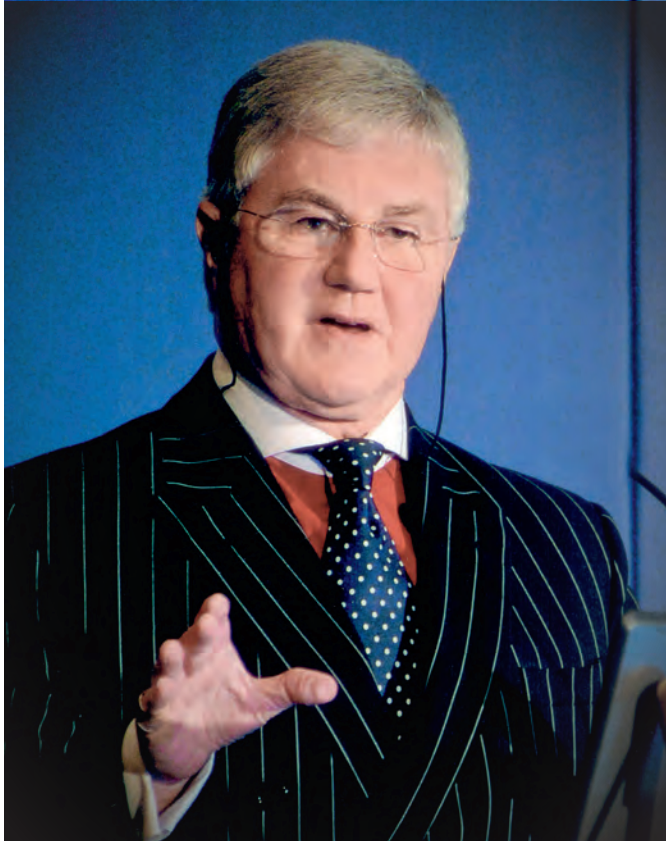
Points de Vue : Professor Marshall, könnten Sie uns die Forschungsgebiete beschreiben, die seit Jahren Teil Ihrer Untersuchungen zum Thema 'Sehen und Licht' sind?

Prof. John Marshall: 'Das Thema 'Sehen' beschäftigt mich seit 1965, nachdem ich ein Doktoratsstipendium von der Royal Air Force zur Untersuchung der potenziell schädlichen Auswirkungen von Laserstrahlung auf die Netzhaut erhalten hatte. Damals war ein besseres Verständnis der Wechselwirkung zwischen Licht und Netzhaut und der Mechanismen, die letztere schädigen können, vonnöten. Die gemeinsam mit deutschen und amerikanischen Teams durchgeführten Arbeiten haben zum Aufbau einer Datenbank geführt, aus der internationale Verfahrenseitsätze zum Schutz von Einzelpersonen vor den potenziell schädlichen Wirkungen von Laserstrahlung abgeleitet wurden. Zusätzlich wurden die potentiell schädlichen Wirkungen von inkohärentem Licht erfaßt. Diese Daten wurden ebenfalls in die Verfahrenseitsätze aufgenommen,

die von großen internationalen Organisationen wie der Weltgesundheitsorganisation (WHO), dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen und dem Internationalen Roten Kreuz zur Anwendung gebracht wurden. Nachdem ich mich mit den Folgen akuter, intensiver Lichteinwirkung befaßte, richtete sich mein Interesse auf die Auswirkungen chronischer Bestrahlung durch inkohärentes Licht wie Sonnenlicht oder Lichtquellen in Geschäften und Haushalten in Großbritannien. Unsere späteren Forschungsarbeiten haben gezeigt, dass die Netzhaut besonders empfindlich auf die kurzwellige, sichtbare Strahlung im blauen Bereich des Spektrums reagiert; erstaunlich ist, dass die Zapfen bei tagaktiven Tieren empfindlicher waren als die Stäbchen. Frühere Daten, die in verschiedenen Publikationen für Verwirrung gesorgt hatten, waren aus Experimenten an Ratten und Mäusen hervorgegangen, deren Netzhaut hauptsächlich aus Stäbchen bestand und die folglich Schädigungen der Stäbchen aufwiesen.

SCHLÜSSELWÖRTER

UV, blaues Licht, Phototoxizität, Laser, Katarakt, AMD, Retinitis pigmentosa, RP, IOL, Crizal® Previncia® Prävention



Haben Sie sich aus persönlichem Interesse dafür entschieden, Ihre Forschungsarbeiten auf die Auswirkungen von inkohärentem Licht und nicht auf Laserstrahlen zu konzentrieren?

Ursprünglich ja, da das Licht, unabhängig davon, ob es von einem Laser oder einer Glühbirne kommt, trotzdem Licht bleibt. Die Lichtquellen senden Photonen aus. Ich habe mich für die Wechselwirkungen zwischen den Photonen und dem biologischen Gewebe sowie für die Art und Weise interessiert, wie die Photonen eine Sehempfindung erzeugen. Und schließlich ging ich der Frage nach, inwieweit eine übermäßige Exposition, ob hochintensiv oder länger andauernd, möglicherweise das Sehsystem schädigt. Aus evolutionärer Sicht sind unsere Augen für einen normalen Hell-Dunkel-Wechsel von ca. 12 Stunden ausgelegt, was sich im modernen Leben erheblich verändert hat.

„Kurzwellige Strahlung beinhaltet hochenergetische Photonen und kann den Alterungsprozess des Auges beschleunigen.“

Sind Sie der Ansicht, dass veränderte Beleuchtungsmittel und -praktiken in diesem Bereich Auswirkungen zeigen?

Ja, denn über Jahrtausende war die einzige Lichtquelle, die der Mensch beherrschte, das Feuer, entweder in Form von Öllampen, Kerzen oder anderen entzündeten Dochten. Die nächste Stufe war die Gasbeleuchtung, wobei es sich ebenfalls um eine Flamme handelte. Alle diese Lichtquellen erzeugten jedoch auch Wärme, daher bedeutete eine große Menge Licht auch eine große Menge Wärme. Erst mit der Einführung der Glühbirne Mitte des 19. Jahrhunderts wurde ein mit dem Tageslicht vergleichbares Beleuchtungsniveau zu jeder beliebigen Tages- oder Nachtzeit erreicht. Die Einführung der Kompaktleuchtstofflampen in den 1940er Jahren hat höhere Beleuchtungsstärken ermöglicht, ohne dass gleichzeitig große Wärmemengen erzeugt wurden. Leider liegen die Emissionen der Kompaktleuchtstofflampen im Gegensatz zu den Glühbirnen, die ein primär auf das rote Ende des Spektrums beschränktes Licht erzeugen, im blauen und ultravioletten Bereich. Im Sinne des Umweltschutz- und Energieeinspargebots bietet der Markt gegenwärtig LED- und Kompaktleuchtstofflampen an, die jedoch blaues und ultraviolettes Licht ausstrahlen. Vor der Einführung dieser biologisch schädlichen Lichtquellen wäre eine eingehendere Befragung der Augenspezialisten vonnöten gewesen. Erst jetzt wurde ein Ausschuss etabliert, der sich mit den unvorhersehbaren Gesundheitsgefährdungen dieser Lichtquellen befaßt. Wenn sie gefragt worden wären, hätten Haut- und Augenärzte die Hersteller vor diesen potenziellen Gefahren gewarnt.

Wie sehen Ihrer Ansicht nach die gegenwärtigen und künftigen Auswirkungen dieser neuen Energiesparlampen aus?

Dermatologen äußerten sich bereits besorgt über UV- und hochintensives Blaulicht in Geschäften und Haushalten, was zu einer Zunahme von Hautproblemen führen dürfte. Meine Sorge ist, dass kurzwellige Strahlung hochenergetische Photonen beinhaltet und den Alterungsprozess des

„Die wissenschaftlichen Grundlagen sind meiner Ansicht nach unstrittig: Kurzwellige sichtbare Strahlung ist schädlicher als langwellige sichtbare Strahlung“

Auges beschleunigen kann, und zwar genau so, wie übermäßige Sonneneinstrahlung zu einer vorzeitigen Hautalterung und Faltenbildung führen kann. Bestimmte Wellenlängen können sehr wohl den Alterungsprozess des Auges beschleunigen, der zu einem vorzeitigen Auftreten von Katarakt führen sowie andere altersbedingte Erkrankungen wie die altersabhängige Makuladegeneration (AMD) verschärfen kann. Sie stellen umweltbezogene Risikofaktoren dar, denen wir uns beileibe nicht auszusetzen bräuchten, da die Glühbirnen unsere Wohnungen jahrhundertlang zufriedenstellend beleuchtet haben.

Werden die Regierungsstellen nicht zu den mit dem Einsatz von Energiesparlampen verbundenen Risiken befragt?

Meiner Ansicht nach hätte man einen Expertenausschuss beauftragen sollen, die gesundheitlichen Risiken von Energiesparlampen vor deren Markteinführung, auf jeden Fall aber vor dem Verbot der Glühbirnen zu bewerten! Leider ist es dafür jetzt zu spät. Um solche nachträglich auftretenden potenziellen Probleme zu vermeiden, wäre es besser gewesen, man hätte die Experten vor der Entscheidung befragt.

Wie wirkt die Phototoxizität auf das Augengewebe?

In Verbindung mit Sauerstoff erzeugen hochenergetische Photonen für die Zellen potenziell gefährliche reaktive Sauerstoffspezies. Die von Licht auf der Haut angerichteten Schäden sind geringer, da die Oberflächenzellen der Haut ständig durch Zellen der darunter liegenden Schichten ersetzt werden. Einfacher ausgedrückt, das System wird ca. alle 5 Tage erneuert. Die Zellen, die das Augeninnere auskleiden, d.h. die Netzhaut, sind im Wesentlichen „Auswüchse“ des Gehirns. Folglich sind sie wie alle Neuronen nicht in der Lage, sich zu teilen. Die Zapfen und Stäbchen müssen Licht absorbieren und binden dabei hohe Sauerstoffmengen. Sie haben einen Mechanismus entwickelt, der eine tägliche Erneuerung des lichtempfindlichen Teils der Zelle ermöglicht. Zu jeder Tageszeit werden drei bis fünf neue lichtempfindliche Membrane produziert und jeden Morgen werden von den Stäbchen ca. 30 alte Membranstapel zu einer Zellschicht,

dem retinalen Pigmentepithel (PRE), abtransportiert. Die Zapfen verlieren ihre alten Membranstapel ca. alle vier Stunden, während wir schlafen.

Im Laufe eines Lebens müssen die PRE-Zellen, die sich ebenfalls nicht teilen, riesige Mengen an abgebautem biologischen Material verarbeiten. Ab Mitte Dreißig werden die PRE-Zellen zunehmend durch toxische Stoffe verstopft. In einem späteren Stadium führen diese Abfallstoffe zu weiteren Veränderungen zwischen den PRE-Zellen und dem darunter liegenden Blutversorgungssystem. Diese progressive, altersbedingte Anhäufung von Abfallprodukten als Folge des dauerhaften Bestrebens, die lichtempfindlichen Zellen vor den schädlichen Auswirkungen des Lichts ein Leben lang zu schützen, stellt den größten Risikofaktor der altersbedingten Makuladegeneration (AMD) dar. Höherer Lichtstress führt zu mehr Zellschutt und beschleunigt möglicherweise den Alterungsprozess. Ein gewisses Maß an blauem Licht ist jedoch für die Aufrechterhaltung unseres biologischen Gleichgewichts notwendig, um jahreszeitlich bedingte Verstimmungen zu vermeiden. Dieser Anspruch bezieht sich jedoch nur auf längerwelliges Blaulicht, denn kurzwelliges Blau- und UV-Licht hat keinerlei positiven Auswirkungen.

Eine Frage zum blauen Anteil im Spektrum: Gibt es Unterschiede bei der Phototoxizität innerhalb der Wellenlängenbänder?

Ja, denn langwelligeres blaues Licht hat eine stimmungsaufhellende Wirkung und wir brauchen es, um jahreszeitenabhängige Verstimmungen zu vermeiden. Blaulicht im UV-nahen sichtbaren Bereich bzw. Blau-Violett-Licht ist am schädlichsten und es gilt, diese Wellenlängen auszuschalten. Nicht alle Wellenlängen geben Anlass zu Bedenken. Nur die kurzwelligen Photonen sind einzeln in der Lage, photochemische Ereignisse hervorzurufen, die tendenziell zwischen dem kurzwelligen blauen Ende des sichtbaren Spektrums und dem UV-Bereich verortet sind. Vom roten Ende des sichtbaren Spektrums bis hin zum Infrarot-Bereich haben die Photonen nicht genug Energie zur Auslösung photochemischer Schäden; die Schädigungen sind eher auf Schwingungsmodi und damit auf Wärme zurückzuführen, die durch hohe Photonenkonzentrationen im Gewebe erzeugt werden.

Könnten Sie uns genau sagen, welche Augenerkrankungen Ihnen Sorgen bereiten?

In der Vergangenheit hat man vielen Patientengruppen, deren Fotorezeptoren oder lichtempfindliche Zellen erheblich beeinträchtigt waren, empfohlen, Schutzbrillen mit der üblichen Rot- bzw. Brauntönung zu tragen, die die schädlichen Wellenlängen herausfiltern und nur die für das Sehen unerlässlichen Wellenlängen hindurchlassen. Für stärker repräsentierte Gruppen von Patienten, nament-

interview

lich Patienten mit Retinitis pigmentosa (RP), ist ein solcher Schutz von Vorteil.

Sind Sie der Ansicht, dass Lichtschutzgläser in einem frühen Stadium anderer Augenerkrankungen nützlich sein können?

Zahlreiche Spezialisten raten den Patienten, schon im frühen Stadium einer altersbedingten Makuladegeneration (AMD) Schirmmützen sowie Sonnenbrillen zu tragen. Das große Problem ist allerdings, dass diese Patienten keine angemessene Beratung zur Art der für sie geeigneten Schutzgläser erhalten; man erklärt ihnen nur, dass diese Brillen 100 % der UV-Strahlen blockieren, aber im Allgemeinen läßt man sie im Unklaren darüber, wieviel blaues Licht hindurchgelassen wird.

Welche Rolle sollte die klinische Praxis Ihrer Meinung nach bei der Prävention Blauviolett-Licht-bedingter Augenerkrankungen spielen?

„Ich denke, die wissenschaftlichen Grundlagen sind unstrittig: Kurzwellige sichtbare Strahlung ist schädlicher als langwellige sichtbare Strahlung.“ Man darf nicht vergessen, dass die Fovea keine Fotorezeptoren für kurzwelliges Licht (blaue Zapfen) enthält und der Makulabereich der Netzhaut durch ein gelbes Pigment geschützt ist. Folglich spielt das blaue Licht beim hochauflösenden Sehen keine Rolle. Wir haben alle eine foveale Tritanopie (Blaublindheit) und daher verschlechtert sich unsere Sehschärfe nicht, wenn wir das kurzwellige blaue Licht herausfiltern. Das Tragen von stark getönten Schutzgläsern stößt auf Vorbehalte, da auffällige Gelb- oder Braun-Tönungen weniger beliebt sind. Daher bin ich der Ansicht, dass die neueste Innovation von Essilor recht interessant ist, da diese Gläser (Crizal® Previncia®) offensichtlich farblos bleiben, obwohl sie blaues Licht reflektieren und gleichzeitig das ultraviolette Licht absorbieren. Es handelt sich dabei um eine ausgesprochen interessante Innovation, da sie einen Schutz ohne ästhetische Nachteile bietet.

Sind Sie der Ansicht, dass diese Innovation von Augenoptikern auch sehr jungen Patienten angeboten werden könnte?

Ich denke, dass sie einen hohen Nutzen bietet, da das Tragen von Schutzgläsern mit dem der Anwendung eines Sonnenschutzmittels vergleichbar ist. Das kann nicht schaden und wird sich im Laufe des Lebens als ein echter Vorteil erweisen.

Sie haben die Entwicklung der Innenraumbelichtung in den letzten hundert Jahren angesprochen. Geben die jüngsten Veränderungen Anlass zu Besorgnis?

Ja, sowohl bei der Beleuchtung im Haushalt als auch in Geschäften. Obwohl die Beleuchtungshersteller alles tun, um die potenziell schädlichen Wellenlängen auszuschalten, haben sie es noch nicht geschafft. Die Lichtquellen, die sie mit Filtern gegen schädliche Strahlungen entwickelt haben, sind weitaus teurer als die elektrischen Glühbirnen für den Hausgebrauch. Leuchtstoffröhren zum Beispiel strahlen eine Natriumlinie ab, deren 'Blue Light Hazard-Effekt' mit fast 40 % zu Buche schlägt und die in der Regel weniger als 8 % des Lichts ausmacht, doch die Hersteller sind aus Kosten- und Fertigungsgründen nicht in der Lage, dieses schädliche Licht endgültig auszuschalten.

Was können wir tun, um die Öffentlichkeit für das Thema 'Blaues Licht' und seine potenziellen schädlichen Auswirkungen zu sensibilisieren?

Sinnvoll wäre es, Optometristen und Augenoptiker über die neuesten Entwicklungen in diesem Bereich zu informieren und darauf zu achten, dass sie über ausreichendes Basiswissen verfügen, um ihre Patienten und Kunden beraten zu können. Im Bereich der Kataraktchirurgie entfernen wir die natürliche gelbe Linse und setzen eine Intraokularlinse (IOL) ein; heute weisen praktisch alle Intraokularlinsen einen UV-Filter auf, und in den letzten Jahren haben zahlreiche IOL-Hersteller Implantate mit Blaulichtfilter auf den Markt gebracht. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Netzhaut nach erfolgter Linsenextraktion einer noch größeren Menge an blauem Licht und schädlichen UV-Strahlen ausgesetzt wird.

Die Vorteile der Blaufilter-IOL's ('Gelbe Linsen') sind von Ophthalmologen untersucht worden. Wie stehen Sie dazu?

In Europa variiert der Anteil der IOL's mit Blaufilter von Land zu Land, wobei in Frankreich der Anteil an Blaufilter-IOL's am höchsten ist. Ich meine, dass dort 70 % der Implantate einen Gelbfilter haben. Diese Zahl ist in vielen anderen Ländern geringer. In Großbritannien ziehen es die Augenärzte oft vor, farblose Linsen statt Linsen mit Blaufilter einzusetzen. Sie warten noch auf weitere gesicherte Nachweise für den Nutzen der Blaufilter-IOL's. Die

Meinungen gehen bei diesem Thema stark auseinander, obwohl die experimentellen Ergebnisse deutlich in diese Richtung weisen. Letztendlich ist alles eine Frage der Aufklärung und Information. Zwar setzt unter den Augenärzten langsam ein Umdenken ein, aber dieser Prozess braucht Zeit. Persönlich würde ich mich, wenn ich mich am Katarakt operieren lassen müsste, für ein Blaufilter-Implantat entscheiden. •

Dieses Gespräch führte Andy Hepworth

BIO

Professor John Marshall
University College London



John Marshall ist Professor für Augenheilkunde beim Frost Trust des Institute of Ophthalmology, in Zusammenarbeit mit dem Moorfield's Eye Hospital, University College London.

Er ist außerdem emeritierter Professor für Augenheilkunde am King's College in London, Ehrenprofessor der University of Cardiff, Ehrenprofessor der City University und Ehrenprofessor der Glasgow Caledonian University.

Er konzentrierte sich bei seinen Forschungsarbeiten zunächst auf die Wechselbeziehungen zwischen Licht und Alterung sowie auf die den altersbedingten diabetischen bzw. vererbten Netzhauterkrankungen zugrundeliegenden Umweltmechanismen und last but not least auf den Einsatz von Lasern bei der Früherkennung von Augenerkrankungen und in der Augen Chirurgie.

Er erfand und patentierte den bahnbrechenden Excimerlaser, der die Korrektur von Fehlsichtigkeiten ermöglicht.

Wir verdanken ihm außerdem die Entwicklung des ersten Diodenlasers für die Behandlung von Augenerkrankungen, die auf Diabetes, Glaukom und den Alterungsprozess zurückzuführen sind.

Er erhielt zahlreiche Auszeichnungen, namentlich die Nettleship Medal der Ophthalmological Society Großbritanniens, Mackenzie Medal, Raynor Medal, Ridley Medal, Ashton Medal, Ida Mann Medal, Lord Crook Gold Medal, Doyné Medal des Oxford Congress, Barraquer Medal der International Society of Cataract and Refractive Surgery sowie den Kelman-Innovationspreis der American Society for Refractive and Cataract surgery. 2012 gewann er den Junius-Kuhnt Award sowie die gleichnamige Medaille für seine Arbeiten zur altersbedingten Makulardegeneration (AMD).

Er ist Autor von mehr als vierhundert Forschungsarbeiten, 41 Buchkapiteln und 7 Büchern.

„Das Tragen von Schutzgläsern ist mit der Anwendung eines Sonnenschutzmittels vergleichbar. Das kann nicht schaden und wird sich im Laufe des Lebens als ein echter Vorteil erweisen“



DIE KERNPUNKTE

- Die Photonen interagieren mit dem Augengewebe und können die Augengesundheit möglicherweise gefährden
- Das rote Ende des sichtbaren Spektrums bis zum Infrarotbereich kann Wärme erzeugen, wohingegen die kurzwelligen Photonen zu photochemischen Schädigungen führen und den Alterungsprozess des Auges beschleunigen können
- Kurzwelliges Blau-Violett-Licht kann die altersbedingte Makuladegeneration (AMD) verstärken und UV-Strahlung kann das frühere Auftreten eines Katarakts begünstigen
- Nicht alle Wellenlängen sind bedenklich. Langwelliges Blaulicht ist für die Aufrechterhaltung unseres biologischen Gleichgewichts notwendig, um jahreszeitlich bedingten Verstimmungen vorzubeugen.
- Ein selektiver Lichtschutz (mit UV- und Blau-Violett-Filter) ist für die langfristige Gesunderhaltung der Augen ein Muß
- Crizal® Previncia® -Gläser ermöglichen ein gezieltes Herausfiltern von UV-Strahlen und schädlichen Wellenlängen des Spektrums und lassen gleichzeitig unschädliches blaues Licht hindurch. Dabei bleibt ihre Transparenz vollkommen erhalten