



La necessità di utilizzare una protezione oculare contro la radiazione UV



THE VISION CARE
INSTITUTE®
of
Johnson & Johnson
MEDICAL S.P.A.

Dobbiamo consigliare ai nostri portatori la necessità di utilizzare una protezione oculare contro la radiazione ultravioletta? Il Professor James Wolffsohn esamina gli ultimi risultati della ricerca.

È molto importante per i professionisti innanzitutto esaminare nella letteratura peer-reviewed il livello e il tipo di evidenza sugli effetti del danno oculare che si verifica dopo un'esposizione ai raggi ultravioletti. Questa evidenza ci aiuterà a capire la necessità di accrescere la consapevolezza sull'esposizione degli occhi ai raggi UV e sui problemi che dovremo in seguito risolvere con i nostri portatori per aiutarli a proteggere i loro occhi.

Lo scorso anno, sulla rivista scientifica *Eye and Contact Lens* è stata pubblicata in merito a questo argomento una serie di articoli di 13 autori tra i più rinomati, che trattavano, tra gli altri, i seguenti temi: aspetti della salute pubblica riguardanti l'esposizione alla radiazione UV e la necessità di utilizzare una protezione, riduzione dello strato di ozono, variazioni diurne e stagionali registrate nell'esposizione oculare alla radiazione ultravioletta, condizioni indotte dai raggi UV sul segmento anteriore oculare e il fattore di focalizzazione della luce periferica, fototossicità e retina, il ruolo della radiazione ultravioletta nella degenerazione maculare (AMD) correlata all'età e la migliore protezione oculare per la radiazione UV. Gli autori sono stati tutti invitati a partecipare ad un simposio sponsorizzato dalla rivista e dalla CLAO (*Contact Lens Association of Ophthalmologists*), finanziato da una borsa di studio concessa dalla Johnson & Johnson Vision Care.

Questa Newsletter mira a delineare i punti chiave estrapolati dalle 104 pagine di evidenza raccolta e da alcuni articoli pubblicati dalla data del simposio.

SALUTE PUBBLICA

I professionisti della visione ricoprono un ruolo importante non solo nella correzione dell'errore refrattivo e nel fornire informazioni sulla gamma di opzioni correttive disponibili per ottimizzare la qualità visiva dell'ametropo ma possono anche svolgere una funzione chiave per quanto riguarda la salute oculare. È evidente quindi che non basta soltanto individuare e risolvere la patologia oculare ma fare prevenzione, che è in assoluto la più alta strategia sanitaria.

L'anamnesi del portatore è necessaria per identificare fattori di rischio (quali ad esempio il fumo naturalmente alcuni, come il sesso, non si possono modificare!) e dare dei consigli sull'impatto che determinano, affinché i portatori possano compiere scelte informate a proposito del proprio stile di vita.

Molti paesi hanno sviluppato negli scorsi decen-

ni programmi di protezione solare diffusamente pubblicizzati e incoraggiati dal rapido aumento dell'incidenza dei tumori cutanei e dalle preoccupazioni legate all'impovertimento dello strato di ozono stratosferico che porta ad un aumento del livello di radiazione UVB (280-315 nm) sulla superficie terrestre¹. Mentre gli effetti avversi provocati da una quantità eccessiva di raggi UV sulla pelle sono ben noti, esistono anche alcuni aspetti positivi dell'esposizione ai raggi ultravioletti, quali la sintesi endogena della vitamina D (un basso livello di vitamina D si correla ad un'ampia varietà di tumori, malattie autoimmuni, come sclerosi multipla e diabete di tipo 1, infezioni, quali influenza e tubercolosi, malattie psichiatriche e cardiovascolari).

Anche la regolazione del ciclo sonno/veglia (ritmo circadiano) attraverso una soppressione, solo recentemente identificata, dei recettori retinici della melatonina (collegato anche all'incidenza e alla progressione dei tumori) si dimostra un beneficio positivo, pur essendo mediata attraverso la luce blu anziché quella ultravioletta^{2,4}. Queste preoccupazioni conflittuali riguardanti la salute non fanno che rendere meno forte il messaggio rivolto al pubblico come lo slogan "*slip (on a shirt), slap (on a hat) slop (on a sunscreen)*" coniato in Australia, che raccomanda l'uso di indumenti protettivi quali camicia, cappello e crema solare (esteso con il messaggio "*seek shade e 'slide'-cerca l'ombra e metti gli occhiali, nel 2007*)⁵. Non è chiaro tuttavia se esista un dilemma simile per le condizioni oculari correlate alla radiazione ultravioletta.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità ha pubblicato nel 2006⁶ un rapporto sul carico globale di malattia associato all'esposizione ai raggi UV. Sulla base dell'evidenza disponibile è stato stimato che il 25% del carico totale di malattia derivante da cataratte è stato provocato da cataratte corticali (supponendo l'esistenza di un legame causale fra radiazione UV e cataratta corticale) e che il carico totale di malattia della cataratta potrebbe venire ridotto del 5 per cento evitando l'esposizione degli occhi ai raggi UV.

Nella sua revisione, Lucas⁷ ha messo in discussione alcuni limiti del modello, come la mancata presa in considerazione di alcune variazioni regionali nei dati demografici della popolazione, stile di vita, status socioeconomico e radiazione UV ambiente, oltre che l'evidenza epidemiologica che la perdita della vista indotta dalla cataratta rappresenta un fattore di rischio di mortalità prematura.

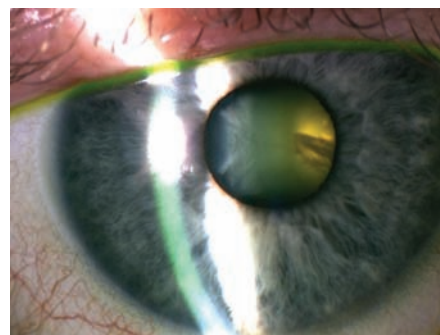


Figura 1 Cataratta corticale
(per gentile autorizzazione di David Ruston)

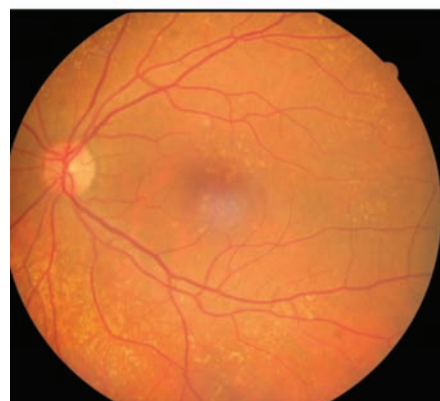


Figura 2 Degenerazione maculare età-correlata
(per gentile autorizzazione della Professoressa Christina Grupcheva)

La riduzione o la stabilizzazione dei tassi di incidenza di tumore UV-correlato fornisce una certa evidenza per l'efficacia di programmi di salute pubblica focalizzati sull'efficacia della protezione solare che influisce, almeno a breve termine, sulla conoscenza della sicurezza del sole e di conseguenza sul comportamento⁸. Tuttavia, pur sembrando plausibile che l'utilizzo di occhiali da sole con lenti di protezione contro i raggi UV e/o di un cappello debba ridurre il rischio di patologie oculari indotte dalla radiazione UV, l'attuale base di evidenza appare limitata. In effetti, è stato ipotizzato che promuovendo l'uso di occhiali da sole in ambienti con alti livelli di radiazione UV si potrebbe aumentare il danno oculare indotto dai raggi ultravioletti⁹ attraverso la negazione dei naturali meccanismi di "difesa" di contrazione della pupilla e dell'ammiccamento¹¹.

ESPOSIZIONE DIURNA E STAGIONALE AI RAGGI UV

È noto che si registrano generalmente i livelli della radiazione UV solare più elevati alle latitudini più basse,^{12,13} in estate, e tra le 10:00 del mattino le 2:00 del pomeriggio di ogni giorno¹⁴. In collaborazione con partner di tutto il mondo, l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha messo a punto l'indice UV, una scala lineare da 0 a 10 indicante il grado di intensità della radiazione ultravioletta presente in condizioni standardizzate (nonostante l'impoverimento dello strato di ozono determini ora valori superiori a 10 correlandosi alla radianza UV, pesata per lunghezza d'onda).

Il loro scopo era quello di comunicare con maggiore efficacia il messaggio riguardante la necessità per l'opinione pubblica di adottare misure per la protezione della pelle in presenza di livelli elevati di radiazione UV¹⁵. L'indice si basa sulla dose per l'eritema cutaneo, per il quale, la maggior parte della radiazione UV proviene direttamente da una sorgente posta in alto, sopra la nostra testa. Tuttavia, per quanto riguarda l'occhio, l'esposizione diretta è meno comune a causa della schermatura offerta da arcata sopraccigliare e palpebre¹¹. Sasaki e colleghi hanno riscontrato, dalle misurazioni dell'esposizione oculare da essi compiute, che l'indice UV differiva in misura così superiore da non considerarlo valido come fattore determinante di rischio oculare, mettendo quindi in guardia circa il fatto che possa essere fortemente fuorviante. In Giappone, ad esempio, se si guarda il sole nel mese di settembre, l'intensità massima avvertita sulla superficie oculare si registrava verso le 9:00 del mattino e le 2:00 e le 3:00 del pomeriggio secondo una distribuzione bimodale¹⁶. Pertanto, la dispersione e il riflesso della luce costituiscono nel caso dell'occhio motivo di maggiore preoccupazione dell'esposizione diretta. Inoltre la cornea e il cristallino focalizzano la luce incidente sulla retina, incrementando il guadagno di 100 volte¹⁷. Di conseguenza, anche dosi di radiazione ultravioletta che hanno un effetto limitato sulla pelle, possono essere in grado di danneggiare i tessuti oculari interni. L'utilizzo di una protezione nei soli mesi estivi o in prossimità del mezzogiorno risulta inadeguata in quanto si è esposti ai raggi UV tutto il giorno e durante tutto l'arco dell'anno.

RADIAZIONE ULTRAVIOLETTA E SEGMENTO OCULARE ANTERIORE

Le condizioni nella cui patogenesi risulta implicata la luce del sole sono state definite 'oftalmoeiosi'¹⁸. L'attuale evidenza indica che l'esposizione degli occhi ai raggi ultravioletti provoca solo effetti collaterali negativi. Vi è una forte evidenza che un'esposizione acuta a dosi elevate alla radiazione ultravioletta provoca fotocheratite e fotocongiuntivite, mentre anche un'esposizione cronica a basse dosi è un fattore di rischio per cataratta (Figura 1), pterigio e carcinoma a cellule squamose della cornea e della congiuntiva. Attualmente si ha un'evidenza meno univoca in relazione ad altre condizioni come melanoma oculare e degenerazione maculare correlata all'età (Figura 2). Patologie oculari legate alla radiazione ultravioletta sono comuni (Tabella 1), disabilitanti e causa di un notevole carico di malattia in tutto il mondo.

L'effetto di focalizzazione della luce periferica (Figure 3 e 4) spiega perché i casi di pterigio si verificano più frequentemente a livello nasale piuttosto che della più esposta congiuntiva temporale. È stato dimostrato mediante una attenta osservazione e la tecnica del ray tracing (traccia-

TABELLA 1 Condizioni oftalmiche nella cui patogenesi è implicata la luce del sole

Palpebra	Rughe Scottature Reazioni di fotosensibilità Ectropion cicatriziale Dermatocalasi Modificazioni premaligne Modificazioni maligne (carcinoma delle cellule basali) Carcinoma a cellule squamose Melanosi primaria acquisita Melanoma
Superficie oculare	Pinguecola Pterigio Cheratopatia climatica Granuloma attinico Fotocheratite Arco Cheratopatia a banda Polimorfismo endoteliale corneale Riattivazione di cheratite erpetica Sclerite nella porfiria Placche sclerali senili Opacità della cornea (haze) dopo cheratectomia fotorefrattiva Displasia e malignità della cornea o della congiuntiva Catarro primaverile
Cristallino	Cataratta Erniazione capsulare anteriore Presbiopia precoce Pseudoesfoliazione capsulare Sublussazione nella sindrome di Marfan Disfotopsia con la lente intraoculare
Uvea	Melanoma Miosi Dispersione del pigmento Uveite Incompetenza della barriera emato-oculare
Vitreo	Liquificazione
Retina	Maculopatia da radiazione Eritropsia Degenerazione maculare Melanoma coroidale Perdita della vista con fotostress nella stenosi carotidea Disturbi del ritmo circadiano

mento dei raggi) che il segmento oculare anteriore, agendo come una lente laterale, focalizza la luce attraverso la camera anteriore sul lato opposto dell'occhio, più sensibilmente sul limbus distale (nasale).

La luce focalizzata perifericamente impedisce la normale protezione delle cellule staminali superficiali colpendo le cellule staminali basali, relativamente non protette¹⁹.

Questo rende inoltre conto del motivo per cui le cataratte corticali tendono ad essere di maggiore severità nella regione nasale inferiore²⁰. Il grado di focalizzazione limbare è in parte determinato dalla forma della cornea, dalla profondità della camera anteriore e dalla focalizzazione sul cristallino, spiegando forse perché alcuni individui sono più soggetti di altri nello stesso ambiente. L'intensità di picco della luce sul limbus distale è circa 20 volte quella dell'intensità della luce incidente e si verifica ad un angolo incidente di 104 gradi, creando una forma focale ad arco complessa^{21,22}.

Fino a quando sono presenti il cristallino con i suoi pigmenti gialli di 3-idrossichinurenina e i suoi glucosidi, una quantità relativamente modesta di

raggi UVA o UV-B raggiunge la retina. Tuttavia una radiazione ultravioletta acuta intensa o un'esposizione ai raggi UV cronica porta alla formazione di cataratte a causa del modesto turnover proteico nelle cellule fibrose del cristallino, con conseguente accumulo di danno nel corso dell'intera vita²³. Studi *in-vitro* e *in-vivo* sostengono l'ipotesi secondo la quale la penetrazione della luce negli occhi costituisca un fattore favorente di particolare significato nella genesi delle cataratte, il

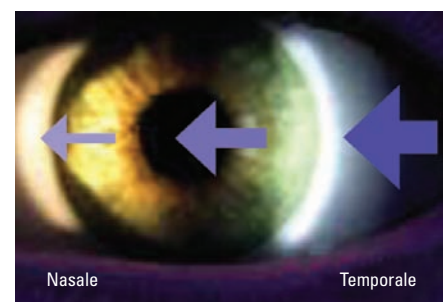


Figura 3 Effetto di focalizzazione della luce periferica

cui principale effetto si verifica attraverso la generazione fotochimica di specie reattive dell'ossigeno con conseguente stress ossidativo per il tessuto²⁴. La retina dei più giovani è esposta a particolari rischi di danno da esposizione ai raggi UV avendo il cristallino giovane che non ha ancora sintetizzato il pigmento giallo che impedisce la trasmissione della radiazione UV alla retina^{25,26}.

RADIAZIONE ULTRAVIOLETTA E SEGMENTO OCULARE POSTERIORE

Mentre il cristallino dell'adulto è in grado di schermare efficacemente la retina da lunghezze d'onda inferiori a 360 nm, la banda spettrale compresa tra 360 e all'incirca 550 nm raggiunge la retina e contiene fotoni di energia sufficiente da arrecare un danno fotochimico.

In rapporto alla lunghezza d'onda e alla durata dell'esposizione, la luce interagisce con il tessuto in base a tre meccanismi generali: termico, meccanico o fotochimico.

Sorgenti di luce naturale, come il sole, emettono fotoni di luce UV di lunghezza d'onda relativamente più lunga, che inducono tipicamente un danno fotochimico non essendo l'energia confinata all'interno degli strati retinici (il che comporterebbe un danno di tipo termico o meccanico). Il danno fotochimico prodotto nella retina procede attraverso reazioni dirette che implicano il trasferimento di protoni o elettroni e reazioni che coinvolgono i meccanismi delle specie reattive dell'ossigeno. Farmaci comunemente utilizzati come alcuni antibiotici, antinfiammatori non steroidei, agenti psicoterapeutici e persino prodotti erboristici, possono avere la capacità di agire da fotosensibilizzatori e quindi favorire il danno alla retina provocato dalla radiazione UV se eccitati dalla luce ultravioletta o dalla luce visibile con sufficiente penetrazione nella retina²⁷.

L'epitelio pigmentato retinico e la coroide contengono melanina, che assorbe i raggi UV e protegge la retina dal danno UV-indotto. Con il trascorrere degli anni, tuttavia, la melanina contenuta nei nostri occhi viene fotosbiancata, riducendo di conseguenza la propria capacità di protezione contro il danno provocato dalla luce ultravioletta²⁸. Negli adulti di età superiore ai 50 anni, la luce blu di lunghezza d'onda corta di circa 430 nm provoca un rischio aggiuntivo attraverso una reazione di foto-ossidazione^{29,30}.

La lipofuscina, che si accumula con l'avanzare dell'età, produce ossigeno "singlet" (cioè uno stato di eccitazione elettronica della molecola di ossigeno poco stabile ndt), in risposta alla luce blu, superossido e radicali liberi che danneggiano l'epitelio pigmentato retinico³¹⁻³². I coni e bastoncelli alla fine muoiono non essendo più nutriti dall'epitelio pigmentato retinico, considerato responsabile dello sviluppo della degenerazione maculare correlata all'età (AMD). Pigmenti maculari quali la luteina e la zeaxantina proteggono contro il danno infiammatorio e foto-ossidativo, ma il loro quantitativo si riduce con l'età^{33,34}.

Un'esposizione a lungo termine alla luce di lunghezza d'onda corta in modelli animali determina un danno alla retina simile a quello osservato nei pazienti affetti da AMD. L'evidenza epidemiologica per l'esposizione alla luce come causa di AMD attualmente non è convincente³⁵.

Da alcuni studi clinici emerge l'esistenza di una associazione positiva fra esposizione solare e AMD, da permettere allo studio Beaver Dam condotto negli Stati Uniti di correlare il periodo di tempo trascorso fuori casa allo sviluppo di AMD³⁶ e a due studi australiani di associare l'esposizio-

ne alla lunghezza d'onda corta blu all'insorgenza di AMD³⁷⁻³⁸. Altri tuttavia non sono riusciti a dimostrare che esiste una associazione tra esposizione alla luce solare e sviluppo di AMD³⁹⁻⁴². Per completare uno studio in grado di provare che la protezione dalla radiazione ultravioletta riduce il tasso di degenerazione maculare potrebbe non bastare una vita, anche se l'analisi retrospettiva della protezione dalla radiazione ultravioletta eseguita per un periodo di circa 5 anni ha recentemente dimostrato di portare a livelli più alti di densità ottica del pigmento maculare che in precedenza si correlava ad un minor tasso di AMD⁴³.

PROTEZIONE OCULARE CONTRO I RAGGI ULTRAVIOLETTI

Diverse alternative potrebbero potenzialmente offrire una protezione per gli occhi contro i raggi ultravioletti. Cappelli e ombrelli possono proteggere in una certa misura dalla luce del sole proveniente dall'alto sopra la nostra testa, riducendo l'abbagliamento. Tuttavia, come già evidenziato, queste soluzioni non consentono di evitare la significativa esposizione degli occhi ai raggi UV provenienti dalla luce diffusa e quando il sole è più vicino all'orizzonte. La protezione offerta dagli occhiali da sole è stata valutata mediante studi dosimetrici eseguiti su manichini che dimostrano tutti che il disegno della montatura riveste un ruolo importantissimo⁴⁷⁻⁵², ma tale fattore è stato tradizionalmente ignorato negli standard relativi agli occhiali da sole^{53,54}. Gli stessi problemi emergono per quanto riguarda le lenti per gli occhiali. Tuttavia, la riduzione della luce visibile che filtra attraverso gli occhiali da sole è probabile che aumenti il diametro della pupilla e impedisca l'ammiccamento, due meccanismi di protezione degli occhi contro un'esposizione intensa alla luce solare. Alcuni studi hanno coerentemente suggerito una tipica esposizione ai raggi ultravioletti biologicamente misurata di circa il 20% di luce ambiente che raggiunge l'occhio per le montature da sole convenzionali, non dotate di protezione contro la luce periferica⁴⁷⁻⁵². Questo aspetto, unitamente all'effetto di focalizzazione della luce periferica precedentemente descritto, sottolinea l'importanza di utilizzare schermature laterali che rimangano sempre ben aderenti agli occhi.

Raramente, tuttavia, gli occhiali da sole ne sono dotati. Di conseguenza, i benefici dell'uso di lenti a contatto morbide con filtro UV che coprono cornea, limbus e la maggior parte della congiuntiva bulbare, sembrerebbero porsi come la soluzione ideale: le lenti di classe 1 bloccano almeno il 99%

dei raggi UVB e il 90% dei raggi UVA, con la classe 2 che blocca almeno il 95% dei raggi UVB e il 50% dei raggi UVA. Quando associate all'uso di un cappello e occhiali da sole, le lenti a contatto con filtro UV sono in grado di fornire una protezione globale da tutte le sorgenti di esposizione alla radiazione UV, tanto diretta quanto riflessa o rifratta. Un paio di recenti studi di ricerca dall'epoca del simposio *Eye & Contact Lens* e CLAO hanno esaminato in modo specifico gli effetti di blocco dei raggi UV dei moderni materiali utilizzati nella fabbricazione delle lenti a contatto.

Andley e colleghi hanno esaminato l'effetto di una lente in silicone idrogel non dotata di filtro UV in confronto alla lente in silicone idrogel senofilcon A (Acuvue Oasys) che incorpora al proprio interno il filtro UV di classe 1⁵⁵. Hanno dimostrato come quest'ultima fosse in grado di proteggere completamente colture di cellule epiteliali *in-vitro* e cristallini di donatore umano dal danno indotto dai raggi UVB, mentre la prima non forniva alcuna protezione⁵⁶. In un modello animale *in-vivo*, le stesse due lenti in silicone idrogel sono state confrontate con un'esposizione in assenza di lenti a contatto a raggi UVB a dose elevata per 30 minuti.

Gli occhi irradiati senza lenti a contatto sulla superficie oculare hanno evidenziato una opacificazione sub-capsulare anteriore del cristallino, una formazione di vacuoli corneali ed una perdita di cellule epiteliali corneali oltre a gonfiore e rottura del singolo filamento del DNA. La lente a contatto non dotata di filtro UV ha mostrato effetti simili laddove le LaC con filtro UV senofilcon A proteggevano l'occhio quasi completamente dagli effetti avversi dei raggi UVB⁵⁷.

CONCLUSIONE

Riesaminando gli articoli pubblicati sul numero speciale del 2011 di *Eye & Contact Lens* e documenti più recenti, si evince chiaramente l'esistenza di una forte associazione fra danno al tessuto del segmento oculare anteriore ed esposizione alla luce del sole, con ancora una gran parte di ricerca da svolgere per dimostrare in maniera definitiva l'esistenza di un collegamento diretto fra condizioni correlate all'età come AMD e irradiazione ultravioletta ambientale cronica. Tuttavia, non essendo riportata nessuna evidenza sul fatto che il blocco dell'esposizione degli occhi ai raggi ultravioletti sarebbe dannoso, sembrerebbe ragionevole suggerire ai professionisti della visione il dovere di incoraggiare ove possibile l'adozione di strategie di protezione degli occhi dai raggi UV. I professionisti hanno il dovere di mettere in guar-

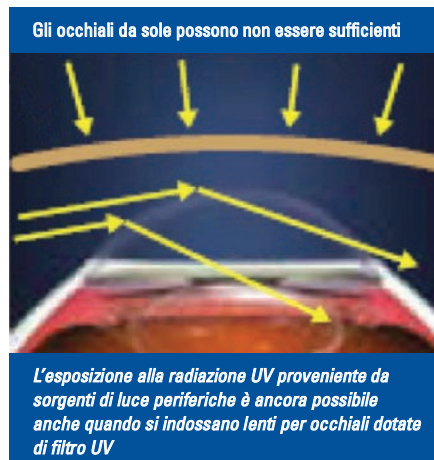


Figura 4 Effetto di focalizzazione della luce periferica (PLF)



RIEPILOGO DEI PUNTI CHIAVE

- Le campagne di salute pubblica che sensibilizzano sui pericoli della radiazione ultravioletta per la pelle hanno consentito di ridurre l'incidenza dei tumori cutanei
- L'esposizione ai raggi ultravioletti, pur apportando alcuni effettivi benefici (come ad esempio la sintesi della vitamina D che protegge contro l'insorgenza di alcune malattie sistemiche), non permette benefici noti a livello oculare
- A differenza dei danni causati alla pelle (essenzialmente derivanti da un'esposizione diretta ai raggi ultravioletti), l'occhio è a rischio di esposizione ai raggi UV tutto il giorno e tutto l'anno, a causa della dispersione e dei riflessi della luce
- Il pubblicizzato indice UV è fuorviante per quanto riguarda il danno oculare; l'esposizione alla radiazione ultravioletta con un effetto limitato sulla pelle può danneggiare i tessuti oculari interni
- L'esposizione UV è implicata nella patogenesi di una serie di oftalmopatie incluso fotocheratite, pinguecola, pterigio, carcinoma a cellule squamose, cataratta corticale e degenerazione maculare
- L'effetto di focalizzazione della luce periferica (PLF) può bypassare i naturali meccanismi di protezione delle cellule staminali ed aumentare di 20 volte l'intensità della luce che raggiunge il limbus nasale, interessando la congiuntiva e il cristallino
- La retina dei soggetti più giovani è particolarmente esposta al rischio di danno derivante dall'esposizione ai raggi ultravioletti
- È disponibile un'intera gamma di opzioni per la protezione dell'occhio dall'esposizione ai raggi ultravioletti
 - Cappelli ed ombrelli aiutano a proteggere dalla luce solare diretta, sopra la nostra testa, ma non sono in grado tuttavia di limitare una significativa esposizione ai raggi UV provenienti dalla luce diffusa e quando il sole è vicino all'orizzonte
 - La protezione contro i raggi UV offerta dagli occhiali e occhiali da sole dipende fondamentalmente dal design della montatura: l'uso di schermature laterali assume un'importanza critica in particolare per l'effetto PLF
 - Le lenti a contatto dotate di filtro UV di classe 1 e 2 coprono la cornea, il limbus e la maggior parte della congiuntiva bulbare, costituendo la soluzione ideale per una protezione che dura tutto il giorno, tutto l'anno
- Ai professionisti della visione spetta il dovere di:
 - Avvertire i portatori del potenziale danno oculare derivante dall'esposizione alla luce ultravioletta
 - comunicare ai portatori le modalità di protezione consigliando una combinazione di cappello, occhiali da sole avvolgenti e lenti a contatto con filtro UV di classe 1 o 2.

dia i propri portatori dal danno che i loro occhi potrebbero subire in seguito all'esposizione ultravioletta e comunicare in che modo proteggersi: combinazione di cappello, occhiali da sole avvolgenti e lenti a contatto con filtro UV di classe 1 o 2. Non essendo l'indice UV un valido indicatore di esposizione oculare alla radiazione UV, una protezione per tutto il giorno, per tutto il periodo dell'anno con lenti a contatto dotate di filtro UV potrebbe essere ritenuta una ragione valida per suggerire agli ametropi non portatori di cominciare a portare le lenti a contatto.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Cullen AP. Ozone Depletion and Solar Ultraviolet Radiation: Ocular effects, a United Nations environment programme perspective. *Eye & Contact Lens* 2011;37: 185-190.
- 2 Norval M, Lucas R, Cullen AP, et al. The human health effects of ozone depletion and interactions with climate change. *Photochem Photobiol Sci*, 2011;10:199-225.
- 3 Reiter RJ, Tan DX, Fuentes-Broto L. Melatonin: A multitasking molecule. *Prog Brain Res*, 2010;181:127-151.
- 4 Skene DJ, Arendt J. Human circadian rhythms: Physiological and therapeutic relevance of light and melatonin. *Ann Clin Biochem*, 2006;43:344-353.
- 5 Cancer Council Australia. Slip, Slop, Slap, Seek, and Slide. Available at: www.cancer.org.au/cancersmartlifestyle/SunSmart/Campaignsandevents/SlipSlopSlapSeekSlide.htm. Accessed March 4, 2012.
- 6 Lucas RM, McMichael A, Smith W, et al. Solar Ultraviolet Radiation. Global Burden of Disease from Solar Ultraviolet Radiation. Geneva, Switzerland, World Health Organization, 2006.
- 7 Lucas RM. An epidemiological perspective of ultraviolet exposure — public health concerns. *Eye & Contact Lens*, 2011;37:168-175.
- 8 West SK, Munoz B, Istre J, et al. Mixed lens opacities and subsequent mortality. *Arch Ophthalmol*, 2000;118:393-397.
- 9 Hill D, White V, Marks R, et al. Changes in sunrelated attitudes and behaviours, and reduced sunburn prevalence in a population at high risk of melanoma. *Eur J Cancer Prev*, 1993;2:447-456.
- 10 Tsuchida C, Srivannaboon S, Lim HW. Photoprotection by window glass, automobile glass, and sunglasses. *J Am Acad Dermatol*, 2006;54:845-854.
- 11 Sliney DH. Exposure geometry and spectral environment determine photobiological effects on the human eye. *Photochem Photobiol*, 2005;81:483-489.
- 12 Merriam JC. The concentration of light in the human lens. *Trans Am Ophthalmol Soc*, 1996;94:803-818.
- 13 Javitt JC, Taylor HR. Cataract and latitude. *Doc Ophthalmol*, 1995;88:307-325.
- 14 Diffey BL, Larko O. Clinical climatology. *Photodermatology*, 1984;1:30-37.
- 15 World Health Organization. Global Solar UV Index — A Practical Guide. 2002.
- 16 Sasaki H, Sakamoto Y, Schneider C, Fujita N, Hatsusaka N, Sliney DH, Sasaki K. UV-B Exposure to the Eye Depending on Solar Altitude. *Eye & Contact Lens*, 2011;37: 191-195.
- 17 Glickman RD. Phototoxicity to the retina: Mechanisms of damage. *Int J Toxicol*, 2002;21:473-490.
- 18 Coroneo MT, Muller-Stolzenburg NW, Ho A. Peripheral light focusing by the anterior eye and the ophthalmohelioses. *Ophthalmic Surg*, 1991;22:705-711.
- 19 Podskochy A. Protective role of corneal epithelium against ultraviolet radiation damage. *Acta Ophthalmol Scand*, 2004;82:714-717.
- 20 Abraham AG, Cox C, West S. The differential effect of ultraviolet light exposure on cataract rate across regions of the lens. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2010;51:3919-3923.
- 21 Coroneo MT, Muller-Stolzenburg NW, Ho A. Peripheral light focusing by the anterior eye and the ophthalmohelioses. *Ophthalmic Surg*, 1991;22:705-711.
- 22 Kwok LS, Daszynski DC, Kuznetsov VA, et al. Peripheral light focusing as a potential mechanism for phakic dysphotopsia and lens phototoxicity. *Ophthalmic Physiol Opt*, 2004;24:119-129.
- 23 Roberts JE. Ultraviolet radiation as a risk factor for cataract and macular degeneration. *Eye & Contact Lens*, 2011;37: 246-249.
- 24 Varma SD, Kovtun S, Hegde KR. Role of ultraviolet irradiation and oxidative stress in cataract formation — medical prevention by nutritional antioxidants and metabolic agonists. *Eye & Contact Lens*, 2011;37:233-245.
- 25 Dillon J, Atherton SJ. Time resolved spectroscopic studies on the intact human lens. *Photochem Photobiol*, 1990;51:465-468.
- 26 Dillon J. Photophysics and photobiology of the eye. *J Photochem Photobiol B Biol*, 1991;10:23-40.
- 27 Glickman RD. Ultraviolet phototoxicity to the retina. *Eye & Contact Lens*, 2011;37:196-205.
- 28 Hu DN, Simon JD, Sarna T. Role of ocular melanin in ophthalmic physiology and pathology. *Photochem Photobiol*, 2008;84:639-644.
- 29 Roberts JE. Ocular phototoxicity. *J Photochem Photobiol B Biol*, 2001;64: 136-143.
- 30 Taylor HR, West S, Munoz B, et al. The longterm effects of visible light on the eye. *Arch Ophthalmol*, 1992;110:99-104.
- 31 Rozanowska M, Jarvis-Evans J, Korytowski W, et al. Blue light-induced reactivity of retinal eye pigment. In vitro generation of oxygen-reactive species. *J Biol Chem*, 1995;270:18825-18830.
- 32 Davies S, Elliott MH, Floor E, et al. Photocytotoxicity of lipofuscin in

- human retinal pigment epithelial cells. *Free Radic Biol Med*, 2001;31:256-265.
- 33 Khachik F, Bernstein PS, Garland DL. Identification of lutein and zeaxanthin oxidation products in human and monkey retinas. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 1997; 38:1802-1811.
- 34 Bernstein PS, Zhao DY, Wintch SW, et al. Resonance Raman measurement of macular carotenoids in normal subjects and in age-related macular degeneration patients. *Ophthalmology*, 2002; 109:1780-1787.
- 35 Chalam KV, Khetpal V, Rusovici R, Balaiya S. A review: role of ultraviolet radiation in age-related macular degeneration. *Eye & Contact Lens*, 2011;37:225-232.
- 36 Cruickshanks KJ, Klein R, Klein BE, et al. Sunlight and the 5-year incidence of early age-related maculopathy: The Beaver Dam eye study. *Arch Ophthalmol*, 2001;119:246-250.
- 37 Taylor HR, Munoz B, West S, et al. Visible light and risk of age-related macular degeneration. *Trans Am Ophthalmol Soc*, 1990;88:163-173.
- 38 Taylor HR, West S, Munoz B, et al. The longterm effects of visible light on the eye. *Arch Ophthalmol*, 1992;110:99-104.
- 39 West SK, Rosenthal FS, Bressler NM, et al. Exposure to sunlight and other risk factors for age related macular degeneration. *Arch Ophthalmol*, 1989;107:875-879.
- 40 Wang JJ, Foran S, Mitchell P. Age-specific prevalence and causes of bilateral and unilateral visual impairment in older Australians: The Blue Mountains Eye study. *Clin Exp Ophthalmol*, 2000;28:268-273.
- 41 Klein R, Klein BE, Knudtson MD, et al. Fifteen-year cumulative incidence of age-related macular degeneration. *Ophthalmology*, 2007;114:253-262.
- 42 Mukesh BN, Dimitrov PN, Leikin S, et al. Five year incidence of age-related maculopathy: Visual impairment project. *Ophthalmology*, 2004;111:1176-1182.
- 43 Wolffsohn J, Eperjesi F, Bartlett H et al. Does Blocking Ultra-Violet Light with Contact Lenses Benefit Eye Health? BCLA Conference, Paper presentation 2012.
- 44 Chandler H. Ultraviolet absorption by contact lenses and the significance on the ocular anterior segment. *Eye & Contact Lens*, 2011;37: 259-266.
- 45 Sliney DH. Intraocular and crystalline lens protection from ultraviolet damage. *Eye & Contact Lens*, 2011;37:250-258.
- 46 Walsh JE, Bergmanson J. Does the eye benefit from wearing ultraviolet blocking contact lenses? *Eye & Contact Lens*, 2011;37:267-272.
- 47 Rosenthal FS, Bakalian AE, Taylor HR. The effect of prescription eyewear on ocular exposure to ultraviolet radiation. *Am J Pub Health*, 1986;76:1216-1220.
- 48 Sasaki K, Sasaki H, Kojima M, et al. Epidemiological studies on UV-related cataract in climatically different countries. *J Epidemiol* 1999;9(Suppl 6): S33-S38.
- 49 Sasaki H, Kawakami Y, Ono M, et al. Localization of cortical cataract in subjects of diverse races and latitude. *Invest Ophthalmol Vis Res*, 2003;44: 4210-4214.
- 50 Hedblom EE. Snowscape eye protection. *Arch Environ Health* 1961;2:685-704.
- 51 Sliney DH. Bright light, ultraviolet radiation Multiple-choice questions — take part at opticianonline.net
- 52 Sliney DH. Eye protective techniques for bright light. *Ophthalmology*, 1983;90:937-944.
- 53 American National Standards Institute (ANSI). American National Standard for Nonprescription Sunglasses and Fashion Eyewear—Requirements. New York, NY, ANSI, Standard Z80.3, 2008.
- 54 British Standards Institution (BSI). Personal Eye Protection — Sunglasses and Sunglare Filters for General Use and Filters for Direct Observation of the Sun. Chiswick, UK, BSI, BS EN-1836, 2005.
- 55 Moore L, Ferreira JT. Ultraviolet (UV) transmittance characteristics of daily disposable and silicone hydrogel contact lenses. *Cont Lens Anterior Eye*, 2006;29:115-122.
- 56 Andley UP, Malome JP, Townsend RR. Inhibition of lens photodamage by UV-absorbing contact lenses. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2011;52:8330-8341.
- 57 Giblin FJ, Lin L-R, Leverenz VR, Dang L. A class I (Senofilcon A) soft contact lens presents UVB-induced ocular effects, including cataract, in the rabbit in vivo. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2011;52:3667-3775.

RINGRAZIAMENTI

Questo articolo è stato supportato da una borsa di studio concessa da Johnson & Johnson Vision Care, facente parte di Johnson & Johnson Medical.

INFORMAZIONI SULL'AUTORE

Il Professor James Wolffsohn è Vice Preside di Life and Health Sciences presso la Aston University. Ha pubblicato oltre 110 documenti peer reviewed e tenuto lezioni in tutto il mondo.