

# La radiazione ultravioletta e l'occhio

**Karen Walsh** esamina le patologie oculari indotte dalla radiazione ultravioletta (UV), le sfide di una protezione adeguata e il ruolo delle lenti a contatto morbide con filtro UV nella protezione dell'occhio.

La popolazione generale è ormai ben consapevole delle conseguenze derivanti da un'eccessiva esposizione cutanea alla radiazione ultravioletta (UV), il 95% di essa associa la radiazione ultravioletta a problemi cutanei e l'85% è a conoscenza del rischio di sviluppare un melanoma cutaneo<sup>1</sup>. Tale consapevolezza, tuttavia, cambia sostanzialmente quando si prendono in considerazione le specifiche conseguenze provocate all'occhio dalla radiazione UV; in tal caso, infatti, soltanto il 7% delle persone associa la radiazione UV all'insorgenza di disturbi oculari<sup>1</sup>.

È stato detto che dopo la pelle, l'occhio è l'organo maggiormente suscettibile al danno della luce solare<sup>2</sup>. Considerato questo, si può supporre che l'industria ottica e il professionista del settore abbiano l'obbligo, o per lo meno l'opportunità, di educare più ampiamente il pubblico sui pericoli derivanti dall'esposizione oculare alla radiazione UV e nel modo più adeguato di proteggere gli occhi. Oltre a riassumere quanto acquisito sull'interazione fra radiazione UV e tessuti oculari, questo articolo esamina le difficoltà nel conseguire una protezione oculare adeguata e analizza il ruolo delle lenti a contatto morbide con filtro UV nella protezione oculare.

## Che cos'è la radiazione ultravioletta?

È importante cominciare con il comprendere chiaramente che cos'è la radiazione ultravioletta, che può essere

delineata con maggiore chiarezza spiegando che cosa non è.

La radiazione UV non è luce in quanto non fa parte dello spettro della luce visibile. La radiazione ultravioletta è quella porzione di spettro elettromagnetico adiacente all'estremità blu della sua porzione visibile. L'intervallo di lunghezze d'onda che va da 400 a 100 nm si trova all'interno dello spettro ultravioletto (Figura 1), che a sua volta è suddiviso in tre bande: UVA da 400 a 315 nm, UVB da 315 a 280 nm, UVC da 280 a 100 nm e UV vuoto da 200 a 100 nm<sup>3</sup>.

Il sole è una fonte naturale di energia ultravioletta. Le lunghezze d'onda più corte e provatamente più tossiche, ossia UVC e UV vuoto, vengono normalmente filtrate dall'ozono nella stratosfera non riuscendo pertanto a raggiungere il livello del suolo<sup>3</sup>.

In questo articolo risulta dunque più pertinente focalizzare l'attenzione sull'azione della radiazione UVA e UVB.

## Modalità d'azione

Quando un fotone di energia radiante solare, come la radiazione UV, viene

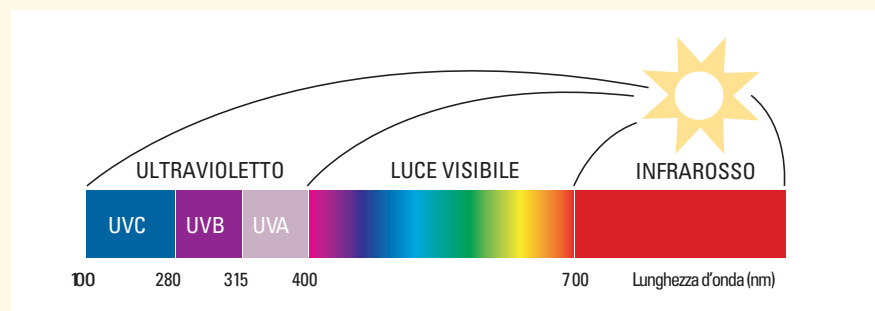


Figura 1: Lo spettro della luce.

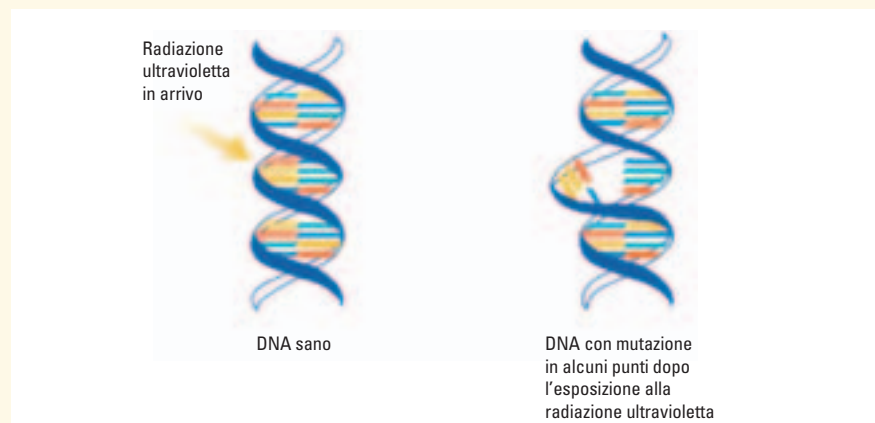


Figura 2: La radiazione ultravioletta può rompere il legame chimico con il DNA determinando l'assenza o lo scorretto posizionamento del nucleotide.

assorbito, la sua energia viene trasferita alla molecola che lo ha assorbito<sup>4</sup>. La modalità d'azione della radiazione ultravioletta dipende dalla sua lunghezza d'onda. L'energia è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda il che significa che mentre la lunghezza d'onda diminuisce, l'energia aumenta.

Ciò comporta che una radiazione ultravioletta a corta lunghezza d'onda possiede il massimo potenziale di danno all'organismo. Un esempio è dato dal fatto che la radiazione UVB a 300 nm è approssimativamente 600 volte più biologicamente efficace nel danneggiare il tessuto oculare di una radiazione UVA a 325 nm<sup>5</sup>. Al contrario, maggiore è la lunghezza d'onda, più in profondità la radiazione è in grado di penetrare nei tessuti viventi. La gravità del danno prodotto dalla radiazione ultravioletta è determinato da fattori quali: lunghezza d'onda, durata, intensità ed entità dell'esposizione.

La radiazione ultravioletta può dare luogo ad alcuni effetti utili, come ad esempio il ruolo svolto nella formazione della vitamina D nella pelle. Tuttavia, queste stesse lunghezze d'onda della radiazione UVA, causano anche ustioni sulla pelle dell'uomo<sup>6</sup>. Le radiazioni UVA e UVB possono entrambe danneggiare le fibre di collagene accelerando in tal modo l'invecchiamento cutaneo. La radiazione UVA non danneggia direttamente il DNA come la radiazione UVB, ma può generare intermedi chimici altamente reattivi come i radicali idrossile e ossigeno che, a loro volta, possono danneggiare il DNA. Non provocando arrossamento cutaneo (eritema), la radiazione UVA non può essere misurata con il test per la valutazione del fattore di protezione solare (SPF) per gli schermi solari. Per quanto riguarda la protezione cutanea, non c'è nessuna valida misura clinica per l'efficacia filtrante sulla radiazione UVA, ma è importante che gli schermi solari filtrino tanto la radiazione UVA quanto la radiazione UVB.

La radiazione ultravioletta alle lunghezze d'onda più corte, designata come radiazione UVB, provoca danno a livello molecolare al 'mattone' fondamentale della vita, ovvero l'acido desossiribonucleico (DNA)<sup>6</sup>. Il DNA assorbe prontamente la radiazione ultravioletta di tipo B (UVB). Questa cambia comunemente la forma della molecola attraverso la rottura dei legami di idrogeno, la formazione di aggregati proteina-DNA e rotture del filamento (Figura 2). I cambiamenti apportati alla molecola del DNA spesso indicano che gli enzimi deputati alla costruzione della proteina non sono in grado di 'leggere' il codice del DNA in quel punto della molecola. Di conseguenza, si possono formare proteine distorte o le cellule possono morire.

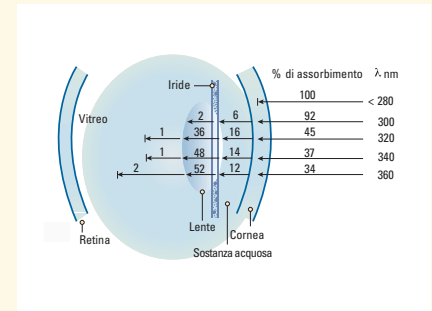
### Conseguenze dell'esposizione cutanea

La radiazione ultravioletta è uno dei principali fattori che causa l'insorgenza di tumore cutaneo<sup>7</sup>. È risaputo che l'aumentata incidenza di melanomi maligni della pelle è stata attribuita a ustioni solari gravi e/o all'esposizione eccessiva alla luce del sole in età precoce<sup>8</sup>. È stato anche dimostrato che un'esposizione cronica alla radiazione ultravioletta costituisce il principale fattore predisponente allo sviluppo del carcinoma a cellule squamose della palpebra<sup>9</sup>. Anche l'incidenza di carcinoma a cellule basali appare significativamente più elevata sul lato nasale rispetto ad altre regioni del viso esposte alla luce solare diretta, con la forma incurvata dell'occhio che crea un effetto di messa a fuoco e induce la formazione di punti caldi (hot spot) di radiazione ultravioletta sul lato nasale<sup>10</sup>.

### Che cosa può indurre la radiazione ultravioletta nei tessuti oculari?

#### Caratteristiche di assorbimento del tessuto oculare

È già stato ribadito che i raggi UVA e

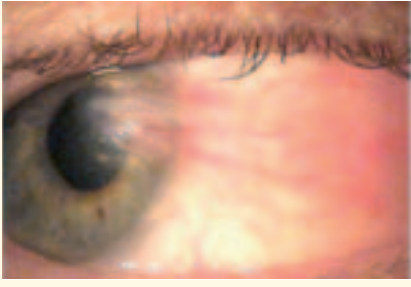


**Figura 3: Capacità filtrante intraoculare della radiazione UV da parte del tessuto oculare.**

UVB esercitano sul tessuto biologico diversi effetti, determinati dalle loro rispettive lunghezze d'onda. Analogamente, si riscontrano differenze anche per quanto concerne le caratteristiche di assorbimento della radiazione ultravioletta da parte del tessuto oculare. La cornea e il cristallino sono i principali tessuti oculari deputati all'assorbimento della radiazione ultravioletta. Al di sotto di 300 nm (UVB), è la cornea ad assorbire la maggior parte della radiazione mentre il cristallino assorbe principalmente i raggi UVA di lunghezza d'onda inferiore a 370 nm (Figura 3)<sup>11</sup>. L'esposizione alla radiazione ultravioletta è stata indicata come uno dei fattori di rischio o la causa della patogenesi di un'ampia varietà di condizioni oculari<sup>12,13</sup>.

### Congiuntiva

La congiuntiva viene facilmente danneggiata dalla radiazione ultravioletta che attiva una complessa serie di reazioni ossidative e percorsi distinti di morte cellulare<sup>14</sup>. Vi è la possibilità che insorgano carcinomi a cellule squamose della congiuntiva che spesso iniziano dal limbus<sup>9</sup>. Uno studio ha dimostrato che i melanomi oculari, come i melanomi coroidali, risultano essere da otto a dieci volte più comuni negli individui di razza caucasica rispetto a quelli appartenenti alla razza nera<sup>15</sup>. La radiazione ultravioletta è ritenuta un fattore di rischio in entrambi i risultati sopra citati. Esiste una forte evidenza epidemiologica per supportare un'associazione fra l'esposizione cronica ai raggi ultravioletti e la formazione dello pteri-



**Figura 4: Pterigio (Con il permesso di Rachael Peterson, University of Waterloo, Canada).**

gio<sup>16,17</sup>. Questo ispessimento a forma di ala sulla congiuntiva e sulla cornea si manifesta particolarmente nelle persone che vivono in climi soleggianti e in quelle che svolgono attività all'aperto (Figura 4)<sup>12,18,19</sup>. La prevalenza dello pterigio che si forma sulla congiuntiva nasale è stata spiegata con la focalizzazione periferica della luce sulla camera anteriore mediale sotto le cellule staminali corneali limbari. È probabile che le cellule staminali in attiva divisione presentino una soglia di danno inferiore rispetto alle cellule epiteliali corneali che non hanno capacità mitotica<sup>20</sup>.

Un collegamento, sebbene più debole, è stato trovato intercorrere anche fra i raggi ultravioletti e la formazione di pinguecola<sup>12,21</sup> con elevata prevalenza nelle popolazioni che vivono sia in zone con tempo soleggiato sia in ambienti nevosi<sup>22,23</sup>.

### Cornea

L'epitelio corneale e l'endotelio (non in grado di rigenerarsi) sono entrambi vulnerabili alla radiazione ultravioletta.

Un'aumentata esposizione alla radiazione UVB reca danno al meccanismo protettivo antiossidante, provocando lesioni alla cornea e ad altre zone oculari<sup>24</sup>. Una quantità significativa di radiazione UVB viene assorbita dallo stroma corneale, così un assottigliamento secondario a cheratocono o a chirurgia refrattiva consente a una quantità maggiore di radiazione UVB di raggiungere il cristallino. Non è ancora noto se un assottigliamento stromale chirurgico aumenti o meno il ri-

schio di sviluppare una cataratta<sup>25</sup>.

Pur essendo molte le patologie associate all'esposizione alla radiazione ultravioletta a decorso cronico, impiegando dunque anni per svilupparsi, la fotocheratite costituisce un chiaro esempio di risposta acuta alla radiazione UV. Altrimenti conosciuta come "cecità da riflesso della neve", questa condizione reversibile è caratterizzata da forte dolore, lacrimazione, blefarospasmo e fotofobia<sup>26</sup>. L'epitelio corneale e lo strato di Bowman assorbono circa una quantità doppia di radiazione UVB rispetto agli strati posteriori della cornea<sup>27</sup>. Nella fotocheratite l'irritazione coinvolge l'epitelio superficiale. Un'esposizione di un'ora alla radiazione ultravioletta riflessa dalla neve o un'esposizione di sei-otto ore alla luce riflessa dalla sabbia a mezzogiorno è sufficiente a provocare una "fotocheratite a livelli di soglia"<sup>23</sup>. A livelli inferiori possono ancora manifestarsi lievi sintomi di discomfort oculare.

La cheratopatia climatica a droplet, o degenerazione sferoidale, è una modificazione patologica permanente caratterizzata da un accumulo di lesioni a forma di gocciolina sullo stroma corneale superficiale<sup>11</sup>. L'esposizione cronica ai raggi ultravioletti ambientali viene considerata un fattore significativo nel suo sviluppo<sup>16</sup>.

### Camera anteriore

L'acido ascorbico antiossidante (vitamina C) è presente in concentrazione elevata nell'umore acqueo. Esso è letteralmente in grado di "spazzare" via i radicali liberi presenti nella sostanza acquosa e proteggere contro il danno indotto dalla luce ultravioletta al DNA cristallino<sup>28</sup>. La sua presenza funge da filtro per la radiazione UVA e UVB ed è stato suggerito che svolga un ruolo di protezione nell'ambito della patogenesi della cataratta<sup>29</sup>. I pazienti che soffrono di cataratta evidenziano livelli diminuiti di acido ascorbico nella camera anteriore<sup>30</sup> e una diminuzione significativa di acido

ascorbico è stata rilevata nell'umore acqueo in seguito ad un'esposizione alla radiazione ultravioletta<sup>31</sup>.

### Cristallino

Con il trascorrere del tempo, il cristallino ingiallisce e perde la propria trasparenza, essenzialmente a causa delle irreversibili modificazioni delle proteine della lente indotte dal processo di invecchiamento, dall'ereditarietà e dall'esposizione alla radiazione UV<sup>32</sup>. Lo sviluppo della cataratta a seguito dell'esposizione ai raggi ultravioletti è stata dimostrata con esperimenti sugli animali<sup>33</sup> ed è ben riconosciuta l'esistenza di una connessione fra formazione di cataratta ed esposizione ai raggi UV negli esseri umani<sup>34,35,36</sup>. In realtà, l'Organizzazione Mondiale della Sanità stima che dei 12-15 milioni di persone che ogni anno vengono rese cieche dalla cataratta, una percentuale che arriva sino al 20% di questi casi può essere stata provocata o aumentata dall'esposizione solare<sup>37</sup>.

Il cristallino assorbe sia la radiazione UVA sia quella UVB. Essa è esposta oltre tre volte in più alla radiazione UVA, ma si sa che entrambi recano danno alla lente attraverso meccanismi d'azione differenti<sup>38</sup>. È stata riportata l'esistenza di una significativa correlazione positiva fra esposizione ai raggi UVB e cataratta corticale; esiste inoltre una possibile associazione con la cataratta sottocapsulare posteriore<sup>39,40</sup>.

Nell'occhio che invecchia sono presenti cromofori gialli legati alla proteina che fungono da filtro che assorbe la radiazione ultravioletta. Quando vengono esposti alla radiazione UVA, i cromofori generano specie reattive dell'ossigeno (ROS)<sup>41</sup>. Si ritiene che livelli aumentati di ROS nella lente possano danneggiare il DNA oltretutto indurre un cross-linking delle proteine. L'esposizione giornaliera alla radiazione UV e la successiva induzione di ROS provoca la formazione della cataratta<sup>42,43</sup>.

## Retina

Benché il livello di raggi UV che raggiungono la retina nell'occhio di un adulto sia molto basso, con una protezione fornita dal potere filtrante cristallino (1% di raggi UV al di sotto di 340 nm e il 2% nel range 340-360nm)<sup>44</sup>, studi hanno collegato il prematuro sviluppo di una degenerazione maculare senile ad una aumentata quantità di tempo trascorso all'aria aperta<sup>12,45,46,47</sup> mentre altri studi non hanno riscontrato alcuna associazione fra questi due fattori<sup>48</sup>. Più recentemente, è stato riportato un significativo legame fra l'incidenza a 10 anni di degenerazione maculare senile precoce e aumentata esposizione al sole estivo<sup>49</sup>.

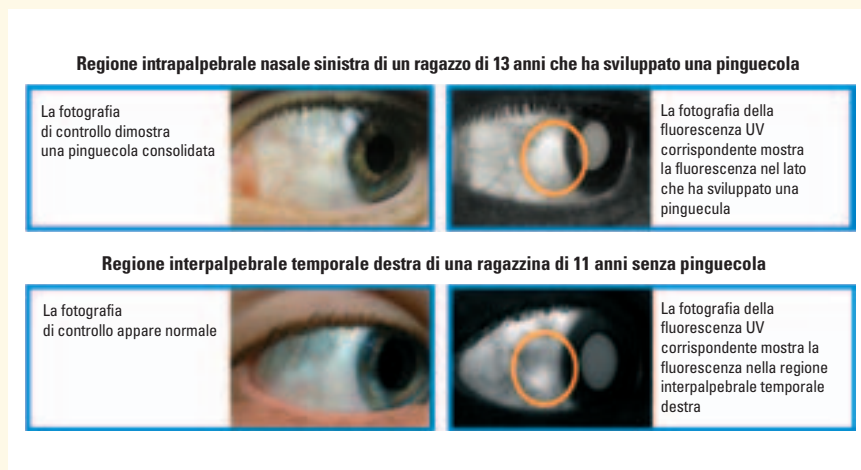
## Rischio dell'esposizione

### Impoverimento dell'ozono

L'ozono nell'atmosfera funge da filtro protettivo di essenziale importanza per l'assorbimento della radiazione di lunghezza d'onda inferiore. Esso non solo filtra le dannose porzioni UVC e UV vuoto dello spettro UV ma attenua anche la percentuale di radiazione UVB che raggiunge la terra.

La quantità di ozono presente nello strato superiore dell'atmosfera, variabile in rapporto alla località, alla stagione dell'anno e all'ora del giorno, determina la quantità di raggi UVB e UVA di lunghezza d'onda inferiore, fino a 330 nm, ai quali siamo esposti sulla superficie della terra<sup>50</sup>.

L'assottigliamento dello strato dell'ozono assume una rilevanza particolare parlando dell'esposizione alla radiazione ultravioletta e induce un aumento della percentuale di raggi UVB che raggiungono la terra. La messa al bando di alcuni dei cloro-fluorocarburi (CFC) più utilizzati, ha portato a prevedere che i livelli di ozono potrebbero non migliorare in maniera significativa sino al 2050<sup>51</sup>. È stato detto che per chi di noi svolge la propria attività in uno studio, 'la protezione dai raggi UV deve essere considerata un aspetto essenziale della nostra pratica clinica'<sup>52</sup>.



**Figura 5: La fotografia della fluorescenza UV rivela un precoce danno da esposizione alla luce solare non evidenziato nella fotografia standard (Con il permesso di Coroneo).**

### Altitudine e latitudine

I livelli della radiazione ultravioletta sono influenzati dall'altitudine; poiché ad altitudini elevate l'atmosfera è più sottile, essa assorbe meno raggi UV, aumentando l'esposizione ad essi. Le dosi di radiazione ultravioletta aumentano al diminuire della latitudine; le regioni equatoriali ricevono i livelli massimi di radiazione ultravioletta<sup>53</sup>.

### Effetto cumulativo

È utile capire quando siamo maggiormente esposti alla radiazione ultravioletta.

Per farlo è importante mettere a fuoco alcuni punti di vitale importanza. In primo luogo, l'effetto della radiazione ultravioletta è cumulativo nell'intero arco della nostra vita. Vi è inoltre il fatto che molte persone dispongono di maggior tempo libero, che decidono di trascorrere all'aria aperta. Questa circostanza, abbinata all'aumento dell'aspettativa di vita che si registra attualmente, accresce l'opportunità di esposizione concedendo il tempo necessario per uno sviluppo di modificazioni tessutali indotte<sup>3,54</sup>. Le pupille più grandi e i mezzi oculari più trasparenti dei bambini li rendono particolarmente vulnerabili ai raggi UV.

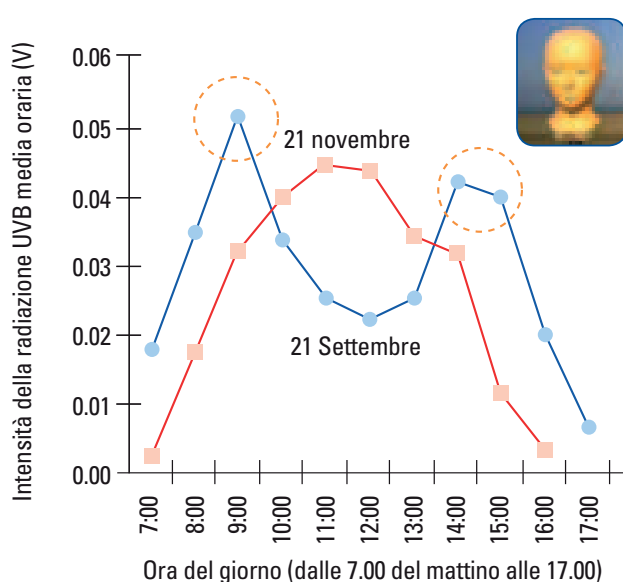
L'Organizzazione Mondiale della Sanità sostiene che fino all'80% dell'esposizione dell'intera vita ai raggi ultravioletti di una persona avviene

prima dei 18 anni di età. Una fotografia della fluorescenza consente di visualizzare degli esempi di danno solare precoce in occhi giovani, non visibili all'esame oculare sotto una normale luce bianca (Figura 5)<sup>55</sup>. Questa prova dimostra chiaramente l'enorme importanza dell'utilizzo di una protezione dai raggi UV sin dall'infanzia e mantenuta per tutta la vita.

### Fonti di esposizione

10 anni fa, Voke ha fatto convergere l'attenzione sulla diffusa credenza comune che il rischio primario della radiazione ultravioletta provenga dalla luce solare diretta<sup>44</sup>. Le fonti di esposizione diffuse mentre i raggi UV attraversano l'atmosfera, e le fonti riflesse come neve, edifici e acqua, sono provatamente le più importanti. La quantità di radiazione UV diffusa o riflessa varia in rapporto al tipo di superficie; la neve ad esempio riflette dall'80 al 94% dei raggi UVB in confronto all'acqua che ne riflette il 5-8%. Questo tipo di esposizione indiretta non è solo responsabile del 50% delle radiazioni UV che riceviamo<sup>56</sup> ma è anche una forma di esposizione che potrebbe non essere immediatamente evidente al pubblico generale.

Analogamente, un cielo particolarmente nuvoloso non protegge dalle radiazioni UV rendendo pertanto par-



**Figura 6:** Intensità della radiazione UVB media dall'alba al tramonto (secondo Sasaki).

ticolamente pericolose le giornate coperte che inducono a non prendere alcuna forma di protezione personale<sup>44</sup>. Una ricerca ha dimostrato che anche nelle giornate con cielo coperto e nuvole alte, l'indice UV è soltanto lievemente attenuato e corrisponde a 0.9 anziché a 1.0, ovvero il valore che si registra in assenza di nuvole o quando sono presenti nuvole in minima quantità. Solo pioggia, nebbia e nuvole basse riducono in misura significativa l'esposizione alla radiazione UV<sup>57</sup>.

#### Esposizione ad ore improbabili

È stato precedentemente indicato che circa l'80% dei raggi UV raggiunge la superficie della terra fra le ore 10.00 e le 14.00 e i livelli sono particolarmente elevati durante i mesi estivi<sup>56</sup>. Una ricerca più recente ha misurato l'esposizione oculare ai raggi UVB nel corso della giornata e a orari diversi per tutto l'anno<sup>58</sup>. Questo studio giapponese ha riscontrato che l'esposizione oculare ai raggi ultravioletti è massima la mattina presto e nel tardo pomeriggio, in tutte le stagioni tranne l'inverno. In primavera, estate e autunno, l'esposizione in questi periodi di picco di prima mattina e nel tardo pomeriggio risultava quasi doppia rispetto a quella rilevata a metà giornata

(Figura 6). La conclusione che è possibile trarre da tutto questo è quanto sia difficile per il pubblico generale capire quando gli occhi sono maggiormente esposti alla radiazione UV. Esiste un'opportunità di educare il pubblico sulla necessità di usare una protezione UV costante all'aperto, sia per tutta la giornata sia in tutti i mesi dell'anno.

#### Sfide della protezione

La forma della cavità orbitaria e le sopracciglia offrono protezione contro l'esposizione diretta ai raggi UV e, in presenza di luce forte, l'esposizione oculare viene ulteriormente ridotta dall'azione dello strizzare gli occhi. È stato tuttavia dimostrato che la luce riflessa può ancora colpire le orbite<sup>59</sup> e l'anatomia degli annessi oculari è tale da rendere l'occhio particolarmente vulnerabile alle fonti di raggi UV disperse o riflesse, ad esempio, quelle riflesse dall'interfaccia formata dal film lacrimale<sup>56</sup>. È stato sperimentalmente dimostrato che l'uso di un cappello a tesa larga consente di ridurre l'esposizione oculare ai raggi UV fino a un fattore quattro<sup>60</sup>. L'uso frequente di occhiali da sole è stato associato a una riduzione del 40% del rischio di cataratta sottocapsulare posteriore<sup>39</sup>. Consigliare l'uso di cappelli e occhiali

da sole è chiaramente importante ma occorre tenere in considerazione anche due ulteriori dati di fatto. In primo luogo, l'uso degli occhiali da sole da parte della popolazione varia. Una ricerca indica che la maggior parte delle persone non indossa alcuna protezione per oltre il 30% del tempo trascorso all'aperto; inoltre, quasi 1/4 non porta mai gli occhiali da sole<sup>61</sup>. Secondariamente, la maggior parte degli occhiali da sole non consente di impedire che i raggi periferici raggiungano l'occhio<sup>62</sup>.

Gli occhi dei bambini sono particolarmente sensibili ai danni delle radiazioni UV anche perché le loro pupille sono più grandi<sup>63</sup>, il loro cristallino è più trasparente<sup>64,65</sup> e trascorrono più tempo all'aperto, sebbene solo il 3% di essi porti regolarmente occhiali da sole<sup>66</sup>.

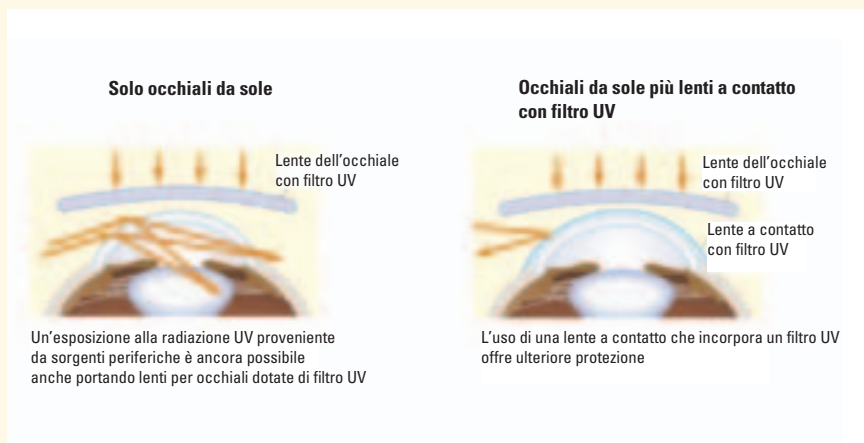
#### Effetto di focalizzazione periferica della luce

È stato sostenuto che i raggi ultravioletti periferici siano effettivamente i più dannosi<sup>62</sup>.

Nei primi anni Novanta, Coroneo ha presentato un'ipotesi sul perché lo pterigio sia più comune sul lato nasale della congiuntiva<sup>67,68,69</sup>.

I primi studi hanno dimostrato che la cornea agisce come una lente secondaria, focalizzando la luce incidente sulla cornea temporale sul lato opposto dell'occhio. L'anatomia del naso impedisce che tale effetto si manifesti nella direzione opposta, ossia, la luce incidente sul limbus nasale non presenta un angolo periferico tale da permettere un effetto di focalizzazione sul lembo temporale. La quantità di focalizzazione limbare è stabilita, in parte, dalla forma della cornea e dalla profondità della camera anteriore, spiegando probabilmente perché alcune persone in particolari ambienti ne sono colpite<sup>70</sup>.

È stato calcolato che, attraverso l'effetto di focalizzazione periferica della luce (PLF), l'intensità di picco della luce sul limbus nasale è di circa 20



**Figura 7: Effetto di focalizzazione periferica della luce.**

volte maggiore dell'intensità della luce incidente<sup>69</sup>. Inoltre la luce è concentrata dallo stesso meccanismo sul cristallino nasale, con un picco di intensità di 3,7-4,8 volte superiore alla normale luce incidente<sup>71</sup>. La PLF è anche considerata un fattore di formazione delle cataratte corticali, tesi supportata dal fatto che si presenta normalmente nel quadrante nasale inferiore<sup>45</sup>.

### Protezione degli occhi contro l'effetto PLF

È stato dimostrato che la PLF si manifesta in una vasta gamma di angoli di incidenza, incluso traiettorie molto oblique con origine dietro il piano frontale dell'occhio<sup>72</sup>. Sebbene gli occhiali da sole di marca consentano di bloccare quasi completamente i raggi ultravioletti che passano attraverso la lente<sup>62</sup>, la maggior parte dei modelli fornisce una protezione laterale non adeguata<sup>73</sup>.

In effetti è stato dimostrato che i modelli di occhiali da sole non completamente avvolgenti offrono solo una protezione dalla radiazione UV periferica minima o addirittura nulla (Figura 7)<sup>74</sup>.

### Lenti a contatto con filtro UV

Le lenti a contatto morbide correttamente indossate coprono l'intera cornea e il limbus. Portare lenti morbide con filtro anti UV consente di fornire una protezione contro i raggi UV sia diretti sia riflessi a tutta questa zona e

alla parte interna dell'occhio. A differenza di alcuni tipi di occhiali da sole, esse forniscono efficacemente protezione anche contro l'effetto PLF.

Questo è stato provato nell'ambito di alcuni esperimenti nei quali la presenza di una lente a contatto con filtro UV, l'etafilcon A, ha dimostrato di essere in grado di ridurre in misura significativa l'intensità della luce UV periferica che si focalizza sul limbus nasale (Figura 8)<sup>74</sup>.

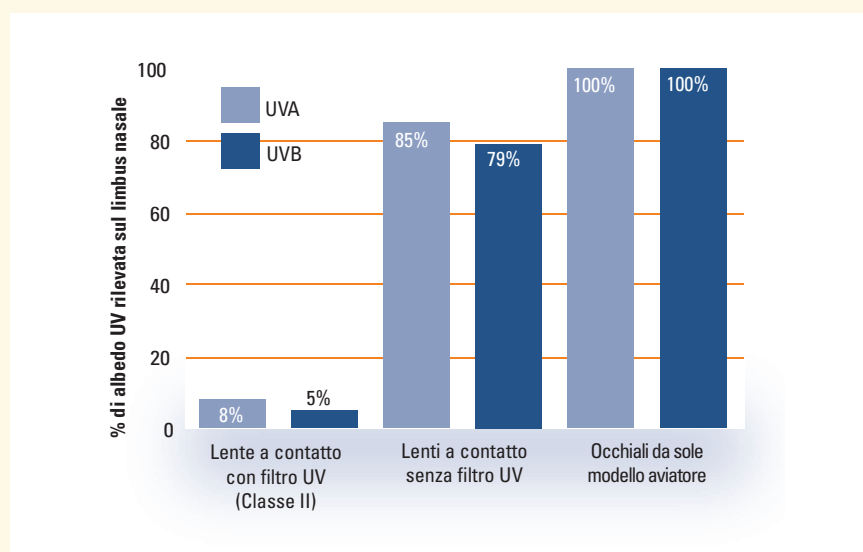
Le lenti hanno fornito protezione a tutti gli angoli di incidenza e gli autori hanno avanzato la possibilità che il rischio di patologie oculari quali lo pterigio e la cataratta corticale precoce possano essere ridotti portando lenti a contatto dotate di filtro anti UV.

Una ricerca sugli effetti protettivi delle lenti a contatto con filtro UV è

attualmente in corso. L'impatto delle lenti a contatto in silicone idrogel con filtro UV sulla prevenzione dei cambiamenti patologici indotti dai raggi UV sulla cornea, umore acqueo e cristallino, sono stati misurati da un team di ricercatori della Ohio State University. A causa dell'esposizione ai raggi UV, all'interno della cornea può verificarsi un'induzione dell'attività delle metalloproteinasi di matrice (MMP) associate a numerose cascate infiammatorie patologiche. I livelli delle MMP e dell'acido ascorbico nella camera anteriore sono stati misurati successivamente all'esposizione alla radiazione UV in presenza o assenza di una lente a contatto dotata di filtro anti UV. Gli autori hanno concluso che si tratta di uno dei primi studi volti a dimostrare che le lenti alle quali è stato aggiunto un filtro anti UV sono in grado di proteggere la cornea, l'umore acqueo e il cristallino dai processi patologici indotti dai raggi UV<sup>75</sup>.

Alcune lenti a contatto morbide offrono protezione contro i raggi UV nelle quali la quantità di radiazione UV assorbita e trasmessa dipende dal materiale e dal disegno della lente stessa.

Le lenti a contatto con filtro anti UV devono soddisfare determinati standard specificati dalla Food and Drug



**Figura 8: Effetto di focalizzazione periferica della luce - rilevamento della luce UV sul limbus nasale (secondo Kwok et al).**

Administration (FDA) e dalla International Standards Organisation (ISO) in base alla rispettiva capacità di assorbimento allo spessore minimo (spesso considerato di  $-3.00D$ )<sup>76</sup>;

ad esempio la Classe I deve bloccare almeno il 90% dei raggi UVA e almeno il 99% di quelli UVB mentre la Classe II deve bloccare almeno il 70% dei raggi UVA e almeno il 95% di quelli UVB.

Le lenti a contatto Acuvue (Johnson & Johnson Vision Care) si rivelano uniche sotto questo profilo dato che tutte le lenti disponibili contengono agenti anti UV conformi agli standard per la Classe I o la Classe II (Figura 9). Le capacità filtranti anti UV della gamma di lenti a contatto Acuvue sono state raggiunte con la copolimerizzazione di un monomero benzotriazolo ad assorbimento di raggi UV con il monomero delle lenti, ad esempio l'etafilcon A, durante il processo di fabbricazione. Il benzotriazolo assorbe la radiazione UVA e UVB ed è noto per essere particolarmente stabile dopo la polimerizzazione<sup>56</sup>. È stato dimostrato che l'aggiunta del filtro UV nelle lenti a contatto Acuvue è stata effettuata senza influire negativamente sulla loro prestazione clinica nell'uso quotidiano<sup>77</sup>.

Le lenti in galyfilcon A e in senofilcon

A, dotate entrambe di filtro UV di classe I, sono state le prime a ricevere il prestigioso riconoscimento World Council of Optometry's global seal of acceptance, ovvero la certificazione dal WCO per la protezione UV offerta.

Uno studio che ha preso in esame le proprietà di attenuazione della radiazione UV di varie lenti<sup>78</sup> ha dimostrato che il senofilcon A presentava la trasmittanza UV minima rispetto a tutte le lenti testate (8,36%), soddisfacendo le norme dell'American National Standards Institute (ANSI) per la protezione contro i raggi UV<sup>79</sup>. È stata messa in luce una differenza statisticamente significativa nella trasmittanza UV del senofilcon A e del galyfilcon A rispetto ad altre lenti SH testate senza filtro UV. Gli autori hanno inoltre calcolato un fattore di protezione per ciascuna delle lenti testate, specificamente concepito per quantificare la protezione UV di una LaC in modo simile al fattore di protezione con uno schermo solare.

È stato riscontrato che il senofilcon A ha un fattore di protezione UV superiore agli altri siliconi idrogel testati. Il filtro UV conforme allo standard della Classe II è presente anche in altre lenti a contatto idrogel e silicone idrogel (ad esempio le Precision UV

di CIBA Vision e Avaira, Biomedics 55 Evolution e Biomedics 1-Day di CooperVision).

### Educazione in studio

Una volta illustrati, ai pazienti, i vantaggi della protezione contro le radiazioni UV, l'interesse verso le lenti a contatto dotate di filtro anti UV si dimostra elevato. 3/4 dei portatori di lenti a contatto sarebbero disposti a pagare di più per una lente che incorpora una protezione contro le dannose radiazioni UV<sup>80</sup>. Inoltre, l'85% dei genitori dei pazienti adolescenti e preadolescenti coinvolti in un recente studio, riteneva che una protezione oculare contro i raggi UV fosse un fattore importante o molto importante di cui tenere conto al momento di decidere quali lenti a contatto debbano portare i propri figli<sup>81</sup>. Letteratura rivolta al paziente sulla protezione contro i raggi UV può essere utilizzata alla reception. Durante la raccolta dell'anamnesi e dei sintomi, inserire domande sullo stile di vita e i farmaci per individuare i pazienti ad alto rischio.

Parlando delle azioni da intraprendere successivamente all'esame, includere i modi in cui il paziente può ridurre al minimo l'esposizione ai raggi UV, ad esempio ricorrendo al-

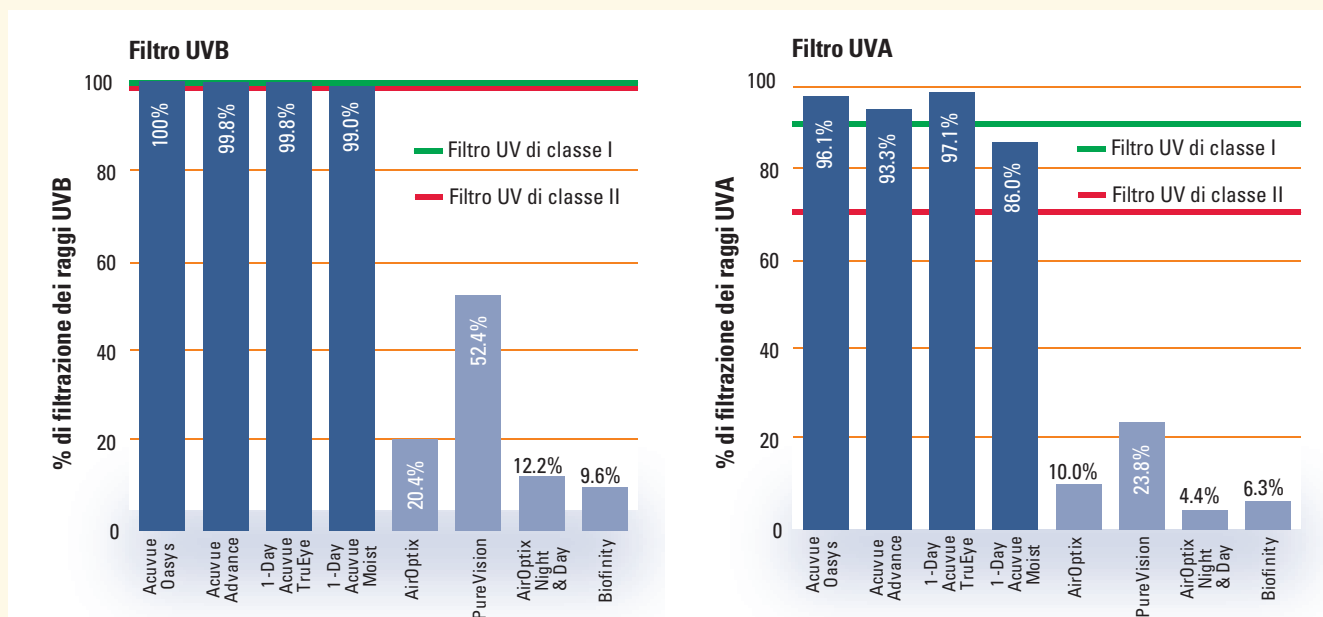


Figura 9: Filtro UV per una gamma di lenti a contatto.

l'uso di occhiali "stile avvolgente" da indossare sempre all'aperto e ai vantaggi delle lenti a contatto con filtro UV.

Maggiori informazioni sulla radiazione UV, sul potenziale danno oculare e sui modi di educare i pazienti sono reperibili al sito [www.jnjvisioncare.com/Acuvue-uv-initiative.htm](http://www.jnjvisioncare.com/Acuvue-uv-initiative.htm)

## Conclusioni

Pur essendo elevato l'attuale livello di conoscenza degli effetti della radiazione UV sulla pelle, esiste un'enorme opportunità di educare il 93% dei pazienti che non associano la radiazione UV allo sviluppo di problemi oculari. L'occhio è esposto sia ai raggi UVA sia ai raggi UVB; benché presenti in minori quantità, questi ultimi sono provatamente più dannosi a causa della loro più elevata energia e capacità di influire direttamente sul DNA.

Esiste evidenza epidemiologica e sperimentale circa il ruolo dei raggi ultravioletti in una serie di patologie

oculari quali lo pterigio, la fotocheratite e la cataratta.

Gli effetti dei raggi UV sono cumulativi nell'arco della nostra vita e gli occhi dei giovani sono particolarmente vulnerabili. Occorre ribadire l'importanza di cominciare ad indossare una protezione oculare contro i raggi UV sin da un'età precoce. L'esposizione massima degli occhi ai raggi UV si ha in orari per così dire alquanto improbabili ed è relativamente non soggetta agli influssi delle nubi, rendendo pertanto importante indossare una protezione oculare per tutto il periodo dell'anno.

L'effetto PLF è considerato un fattore nella formazione dello pterigio nasale e della cataratta corticale.

Gli occhiali da sole senza un'adeguata protezione laterale non consentono di prevenire l'effetto PFL. L'utilizzo di lenti a contatto morbide dotate di filtro UV di classe I o II consente di ridurre in misura significativa l'esposizione del limbus nasale alla luce periferica. Le lenti dotate di filtro UV

offrono protezione alla cornea, al limbus e alle strutture oculari interne nelle situazioni in cui gli occhiali da sole non si rivelano appropriati. Forse il messaggio più completo che si può trasmettere ai pazienti è quello di consigliare loro l'uso di una protezione di tipo combinato, ossia un cappello dalla tesa larga, occhiali da sole avvolgenti di buona qualità e che aderiscono bene e, per i pazienti che necessitano di una correzione visiva, lenti a contatto dotate di filtro UV.

- L'optometrista **Karen Walsh** è Professional Affairs Manager presso Johnson & Johnson Vision Care. Ha svolto la propria attività sia in uno studio indipendente sia presso lo studio associato High Street Practice e al momento sta completando un Master in Optometria presso la City University.

- Un elenco completo di riferimenti bibliografici è disponibile presso l'editore clinico Bill Harvey all'indirizzo [william.harvey@rbi.co.uk](mailto:william.harvey@rbi.co.uk)